DWUMIESIĘCZNIK • Tom XC • 1/2019 (799)

Urania

POSTĘPY ASTRONOMII

1919 – 2019

CENA **14,90** ZŁ
w tym 5% VAT

KEPLER
kosmiczny łowca planet

ISSN 1689-6009 indeks 401323

ROZKŁADÓWKA
wykresem widoczności Księżyca i planet w roku 2019

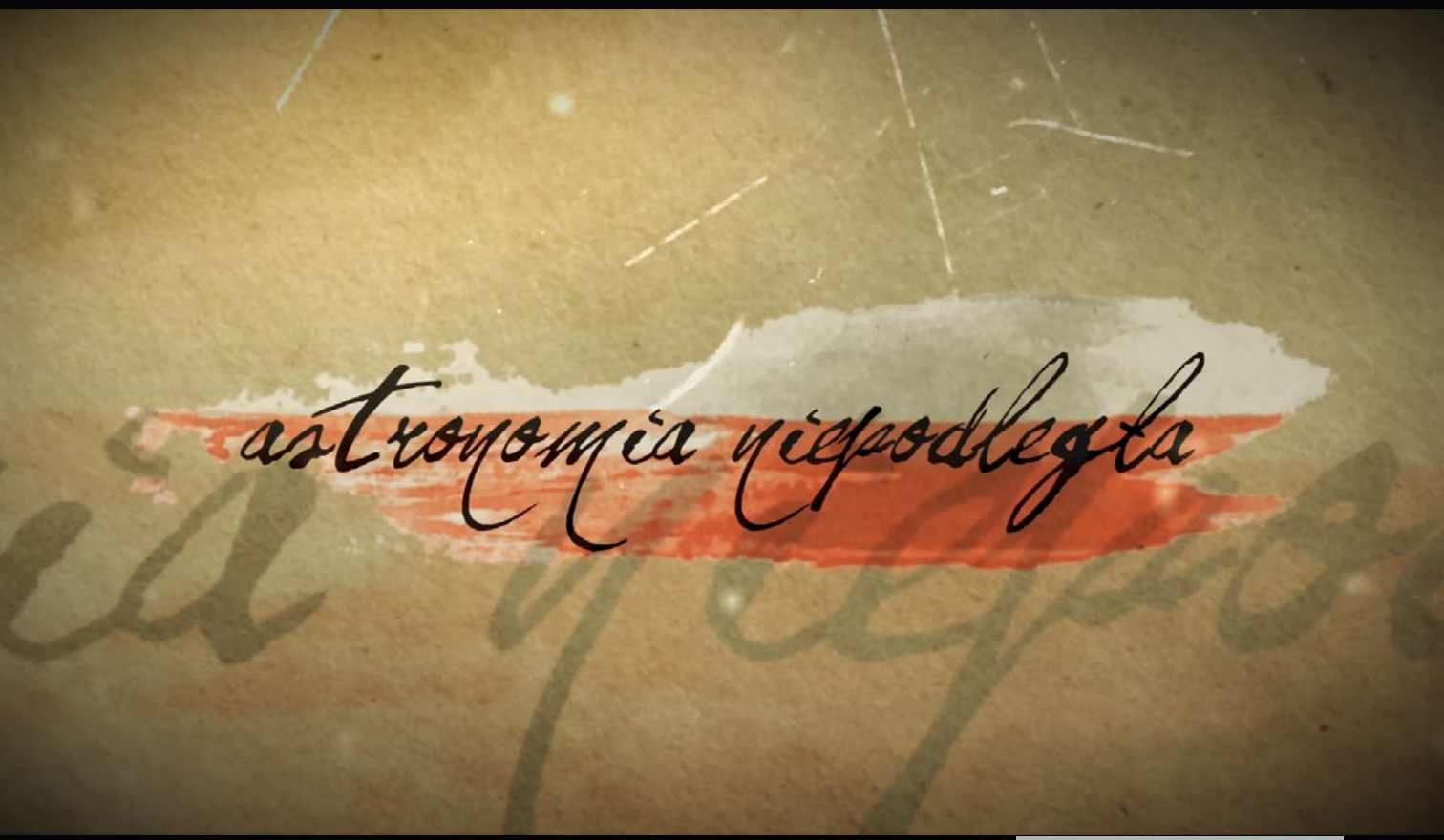
TAJEMNICE CIEMNEJ MATERII

NEUTRINA Z KWAZARA

KOSMICZNE WEJŚCIE SMOKA

NARODZINY PIERWSZEJ „URANII”

Nowy serial dokumentalny twórców
ASTRONARIUM



Filmowa historia polskiej astronomii po odzyskaniu niepodległości w roku 1918.

Losy astronomów, obserwatoriów, instrumentów i odkryć na tle dziejów ostatniego 100-lecia.

Aktualne godziny emisji w ogólnopolskim pasmie TVP3

premiery (co 2 tygodnie):

czwartek godz. 17.00

powtórki:

piątek godz. 1.05

sobota godz. 7.05, 23.40

niedziela 5.35

Wszystkie odcinki na:

https://www.youtube.com/AstronariumPL

Urania nasza Muza

Dla szkół, uczelni oraz miłośników astronomii i amatorów nocnego nieba

Rok 2019 jest rokiem ważnych rocznic. Swoje stulecie obchodzi Międzynarodowa Unia Astronomiczna, a na naszym polskim podwórku świętujemy 100 lat istnienia czasopisma *Urania–Postępy Astronomii* oraz działania Polskiego Towarzystwa Miłośników Astronomii — naszego współwydawcy.

Nie sposób podsumować w kilku zdaniach historii najstarszego czasopisma popularnonaukowego o astronomii w Polsce, a także jednego z najstarszych aktywnie ukazujących się czasopism o tej tematyce na świecie. Spróbuję więc tylko krótko przedstawić, gdzie *Urania* jest w tej chwili i jak trafia do miłośników badań kosmosu.

Trzon działalności to trzymana przez was gazeta. Nasz dwumiesięcznik z okazji tego jubileuszu doczekał się odnowienia szaty graficznej. Z informacjami o astronomii i astronautyce docieramy też od prawie 22 lat przez Internet. Portal *Uranii* (dostępny pod adresem urania.edu.pl) był jedną z pierwszych stron poświęconych tematyce astronomii w polskiej sieci i jest w tej chwili jednym z największych źródeł aktualności o astronomii i astronautyce w Polsce. Cieszymy się, że możemy w ten sposób trafiać z aktualnościami do ekranów waszych komputerów. Od niedawna również w unowocześnionej formie, przystosowanej do czytania na urządzeniach mobilnych.

Polska ma wielkie naukowe tradycje związane z astronomią. Teraz też jesteśmy świadkami coraz bardziej śmiałych kroków stawianych przez nasz kraj w sektorze kosmicznym. Coraz częściej mamy okazję wspominać o budowanych w Polsce komponentach do satelitów, kluczowym sprzęcie, wykorzystywanym w badawczych sondach kosmicznych i powstających firmach konkurujących na świecie w wielu gałęziach przemysłu kosmicznego.

Portal Uranii jest w tej chwili jednym z największych źródeł informacji o astronomii i astronautyce w Polsce.

W ten trend wpisuje się też *Urania*. Coraz więcej piszemy o sektorze kosmicznym w Polsce i na świecie, relacjonujemy już nie tylko wyniki badań naukowych z wykorzystaniem sond kosmicznych, ale też coraz częściej opisujemy zastosowanie technologii kosmicznych w życiu codziennym.

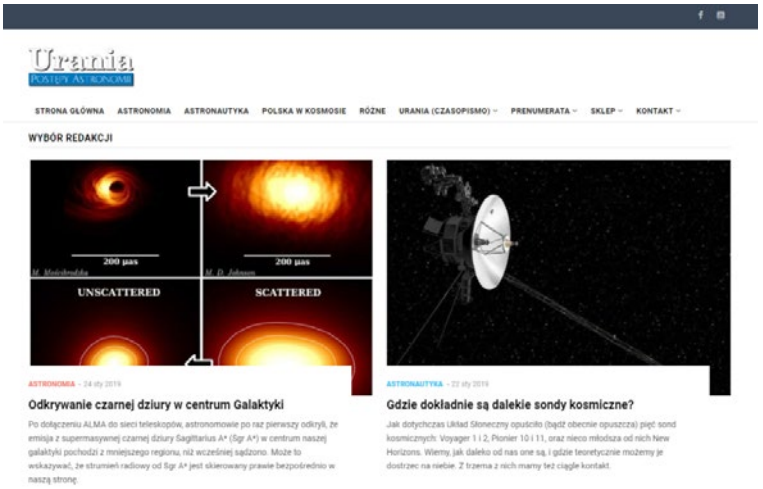
W 2019 r. rozpoczyna się realizacja Polskiej Strategii Kosmicznej. Stworzony przez Polską Agencję Kosmiczną trzyletni plan ramowy ma pomóc w zdefiniowaniu kierunków rozwoju polskiego sektora kosmicznego.

W tym roku nie zabraknie na pewno tematów dotyczących polskiej działalności w branży kosmicznej. Sonda InSight powinna rozpocząć eksperyment Heat Probe, którego mechanizm penetrujący grunt został wykonany w Polsce. W kwietniu do Międzynarodowej Stacji Kosmicznej poleci 5. polski satelita, zbudowany przez studentów uczelni AGH i UJ w Krakowie. Na pewno nie raz napiszemy o wygranych przez polskie firmy kontraktach na wykonanie podsystemów do ambitnych misji kosmicznych.

Jestem pewien, że *Urania* dokłada dużą cegiełkę w budowaniu świadomości o badaniach kosmosu w Polsce i w zwiększaniu zainteresowania astronomią. Wierzę, że nasza praca może zainspirować do wyboru naukowej ścieżki kariery w dziedzinie astronomii lub zainteresuje przyszłych inżynierów pracą w sektorze kosmicznym. Dlatego też ważne jest docieranie do jak największej grupy odbiorców za pomocą mediów społecznościowych, nowoczesnego portalu i czasopisma.

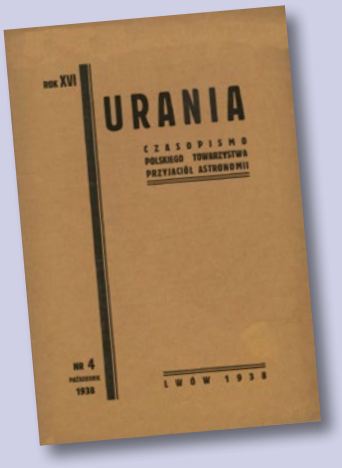
100-lecie czasopisma to powód do świętowania, ale też motywacja do pracy, by wciąż rzetelnie opisywać postępy astronomii i astronautyki i z tymi informacjami docierać do jeszcze szerszego grona odbiorców w naszym kraju.

Rafał Grabiański



Fragment strony głównej portalu Uranii, dostępnego pod adresem www.urania.edu.pl

Dawno temu w... „Uranii”



Światło zwierzyńcowe

Dnia 17 II 1958 było widoczne niezwykłej jasności światło zwierzyńcowe, którego przebieg wedle moich obserwacyj, dokonanych na Stacji N. I. A, na Lubomirze, przedstawia się następująco:

O godz. 18.55 zauważyłem na zachodniej części nieba, jasny słup światła, kształtem przypominający trójkąt równoboczny o podstawie na linii horyzontu. Wierzchołek tego trójkąta sięgał prawie do gwiazdy γ Arietis, a wysokością jego była prosta, przechodząca przez Saturna i Marsa. Światło było tak silne, że żadnych gwiazd wewnątrz słupa nie było widać, a np. gwiazdę γ Pegasi, chociaż znajdywała się na skraju słupa, gdzie światło było słabsze, widać było bardzo słabo. Ogólnie określić można, że światło było dużo jaśniejsze od najjaśniejszych miejsc Drogi Mlecznej.

Godz. 19.25, Światło utrzymuje się nadal słabsze jednak, niż poprzednio, później słabnie, a o godz. 20.45 widać jedynie ślad nad samym horyzontem. To samo zjawisko powtórzyło się jeszcze 25 II 1938, lecz znacznie słabsze niż poprzednie, a obserwować go nie było można z powodu rychłego zachmurzenia.

Lubomir, 28 III 1938.

Tęcza Władysław
Obserwator Stacji N. I. A. na Lubomirze.

Dwa nowe księżyce Jowisza

Seth B. Nicholson w obserwatorium na Mount Wilson (Kalifornia) odkrył w lipcu r.b. na zdjęciach fotograficznych, wykonanych za pośrednictwem $2^1/_2$ metrowego reflektora, dwa księżyce Jowisza. Księżyce posiadają jasność zaledwie 19-ej wielkości. Wskutek tego odkrycia liczba znanych księżyców Jowisza wzrosła do jedenastu. Orbity księżyców nie zostały jeszcze obliczone. Średnice ich wynoszą, przypuszczalnie, około 20 km.

E. R.

Urania

POSTĘPY ASTRONOMII

(PL ISSN 1689-6009)

styczeń–luty 2019

Dwumiesięcznik poświęcony upowszechnianiu wiedzy astronomicznej. Czasopismo powstałe w roku 1998 z połączenia „**Uranii**” (ISSN 0042-0794) – dotychczasowego miesięcznika Polskiego Towarzystwa Miłośników Astronomii, istniejącego się od 1919 r. i **„Postępów Astronomii”** (ISSN 0032-5414) – dotychczasowego kwartalnika Polskiego Towarzystwa Astronomicznego, wychodzącego od 1953 r. Zachowana zostaje dotychczasowa numeracja „Uranii”.

Nakład: 3100 egz.

Zespół Redakcyjny:
Wieńczysław Bykowski, Krzysztof Czart (zastępca red. naczelnego), Jacek Drążkowski (grafika, skład), Agnieszka Górska-Pukownik (sekretariat), Sylwester Kołomański, Mateusz Krakowczyk, Maciej Mikołajewski (red. naczelny), Marek Muciek, Roman Schreiber, Marek Substyk (zastępca red. naczelnego)

Współpraca:
Jan Desselberger, Tadeusz Figiel, Rafał Grabiański, Paweł Z. Grochowalski, Elżbieta Kuligowska, Jerzy Kuczyński, Agnieszka Nowak, Piotr Potępa, Przemysław Rudź, Mikołaj Sabat, Robert Szaj, Łukasz Woźniak, Przemysław Żołądek

Korekta językowa: Bożena Wyrzykowska

Koncepcja graficzna pisma: Joanna Dobkowska

Adres Redakcji:
Urania, Centrum Astronomii UMK, ul. Gagarina 11, 87-100 Toruń
tel. 600 663 640 Sekretariat, tel. 509 44 17 17 Redaktor Naczelny
e-mail**:** redakcja@urania.edu.pl

Adres WWW:
https://www.urania.edu.pl

Dystrybucja:
Joanna i Ernest Świerczyńscy, tel. 698 55 61 61
e-mail: urania@urania.edu.pl

Cena Uranii w prenumeracie 12 zł
Prenumerata roczna 72 zł
Bank Millennium S.A. o/Toruń Nr 85 1160 2202 0000 0003 3341 8732

Szczegóły dotyczące prenumeraty i promocje wewnątrz numeru i na stronie
https://www.urania.edu.pl/prenumerata

Wydawcy:
Polskie Towarzystwo Astronomiczne
www.pta.edu.pl
ul. Bartycka 18, 00-716 Warszawa
tel. (0-22) 329 61 45
e-mail: zarzad@pta.edu.pl

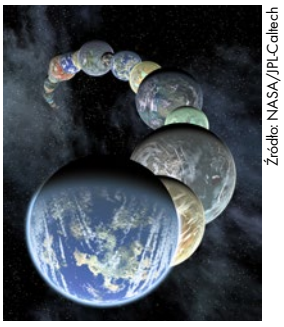
Polskie Towarzystwo Miłośników Astronomii
www.ptma.pl
ul. Miodowa 13a m. 35, 31-055 Kraków
tel. (0-12) 422 38 92
e-mail: sekretariat@ptma.pl

* **ARTYKUŁY I MATERIAŁY OKAZJONALNE TRAKTOWANE SĄ JAKO WOLONTARIAT AUTORÓW NA RZECZ WŁASNEGO ŚRODOWISKA ASTRONOMÓW, MIŁOŚNIKÓW ASTRONOMII I CAŁEGO SPOŁECZEŃSTWA** * **MATERIAŁÓW NIE ZAMÓWIONYCH REDAKCJA NIE ZWRACA** * **ZASTRZEGA SIĘ PRAWO DO REDAGOWANIA I SKRACANIA TEKSTÓW** * **PRZEDRUK MATERIAŁÓW TYLKO ZA ZGODĄ REDAKCJI** * **OPINIE I POGLĄDY FORMUŁOWANE PRZEZ REDAKCJĘ I AUTORÓW NIE REPREZENTUJĄ OFICJALNEGO STANOWISKA WYDAWCÓW** * **REDAKCJA NIE ODPOWIADA ZA TREŚCI I WIZERUNKI REKLAM** *

DRUKARNIA
GRAFFITI BC
Toruń, ul. Równinna 11/13
www.graffitibc.pl
drukarnia@graffitibc.pl
tel. 56 654 47 14

NA OKŁADCE

Ziemiopodobne planety skaliste (wizja artystyczna). Analiza obserwacji dostarczonych przez teleskop Keplera wskazuje, że w naszej Galaktyce może być co najmniej 100 mld planet



Źródło: NASA/JPL-Caltech

W AKTUALNYM NUMERZE

Artykuły

Kosmiczny łowca planet 10
Miał działać trzy i pół roku, działał prawie dziesięć lat. W tym czasie wykonał dwie misje naukowe oraz zrewolucjonizował naszą wiedzę na temat planet. Dzięki teleskopowi Keplera wiemy, że w Drodze Mlecznej jest ich więcej niż gwiazd! Część swoich sukcesów Kepler zawdzięcza pasjonatom astronomii, którzy dokonali odkryć, o jakich inicjatorom projektu nawet się nie śniło.

Astronomiczny świat Chin 18
Chińska astronomia intensywnie się rozwija. W tym kraju działa nie tylko największy na świecie 500-m radioteleskop, ale i wiele innych ciekawych projektów, w tym dotyczących poszukiwania fal grawitacyjnych i ciemnej materii.

Neutrina spoza naszej Galaktyki 26
Opierając się na danych zbieranych przez obserwatorium IceCube, wykryto strumień wysokoenergetycznych neutrin, które zdawały się pochodzić ze znanego wcześniej blazara-kwazara TXS 0506+056. Co sprawia, że jest to tak przełomowe odkrycie?

Stałe działy

Dawno temu w... „Uranii” 4

Kronika Odkrycia i wydarzenia astronomiczne (październik – listopad 2018) 6

Kronika Misje i badania kosmiczne (październik – listopad 2018) 8

100 lat Uranii i PTMA „Urania – Postępy Astronomii” z lat 1998–2011 29
Wspomnienia pierwszego redaktora 30

Mała Urania Przygody Uranii w kosmicznej otchłani, 5. Narodziny „Uranii” 34

Rozkładówka Widoczność planet i Księżyca w Centralnej Polsce w 2019 r. 42

Ciekawe adresy internetowe Małe krople wody, ciekawe sprawy na niebie... 49

Przeczytane w Nature i Science Ciemna materia 50

Astropodróże Kijów oczami młodego astronoma 54

Sylwetki Uranii Wspomnienie o Januszu Płeszce 56

Młodzi badacze Moje własne kółko astronomiczne 58
50 lat obozu astronomicznego IAYC 62

W kraju Następcy Hermaszewskiego 61

Cyrqlarz Współczesne obserwacje wizualne, część 2 64

Komeciarz Komety widoczne z Polski w 2019 r. 68

Kalendarzyk astronomiczny Niebo w marcu i kwietniu 2019 72

Spójrz w niebo Wiosenne galaktyki 76

Biblioteka Uranii Almanach astronomiczny na rok 2019 77

Kącik olimpijczyka
Rozwiązanie zadania drugiej serii I stopnia LX Olimpiady Astronomicznej 78

Astronomia i muzyka Dźwięki kosmosu po raz trzeci 79

Konkurs na fotki z Uranią 79

Obserwator Słońca Podsumowanie roku 2018 i plany Sekcji SOS PTMA 80
Raport: listopad – grudzień 2018; Natura Słońca, cz. 2 81

Relaks z Uranią logogryf; Astrożarty Jacka D. 82

Poczta / Zaproszenia 83

Inne
AstroCamera 2018 38

W skrócie
Polak nagrodzony za wkład w astronomię kulturową (70), Prehistoryczne malarstwo jaskiniowe dowodem dawnej wiedzy astronomicznej (70), Sukces studentów AGH w Indian Rover Challenge 2019 (70), Rusza European Rover Challenge 2019 (70), Premiera cyklu telewizyjnego o historii polskich obserwatoriów (71), W próbkach z Księżyca wykryto najstarszą ziemską skałę (71), Naukowcy wyznaczyli kształt Drogi Mlecznej (71)

Odkrycie bliskiej gwiazdy

Prof. Otto Struve, dyrektor obserwatorium Yerkes'a (Williams Bay w pobliżu Chicago) donosi, że gwiazda Wolf 424, dwunastej wielkości (wizualnie) jest jedną z najbliższych gwiazd względem naszego Słońca. Jest to gwiazda czerwona klasy M. Widmo tej gwiazdy zostało poddane badaniom, mającym na celu obliczenie wielkości absolutnej gwiazdy. Jak wiadomo, odległości gwiazd obliczamy nie tylko z pomiarów trygonometrycznych, lecz również z widma gwiazdy. Ta ostatnia metoda, dająca t. zw. paralaksy spektroskopowe, polega na ocenach natężeń pewnych prążków absorpcyjnych w widmie gwiazdy. Natężenie to u gwiazd jednego i tego samego typu widmowego zależy od absolutnej jasności gwiazdy, w szczególności zaś przybiera różne wartości w widmach olbrzymów i karłów. Gwiazda Wolf 424 okazała się karłem o bardzo małej jasności absolutnej i na podstawie porównania obliczonej z widma jasności absolutnej z zaobserwowaną jasnością pozorną Struve oblicza, że odległość tej gwiazdy może być mniejsza od odległości α Centauri. Ponieważ taka duża paralaksa z łatwością będzie mogła być zmierzona na drodze trygonometrycznej, na co potrzeba około pół roku czasu, więc z ostatecznymi wnioskami co do odległości gwiazdy Wolf 424 należy zaczekać do ogłoszenia wyników badań trygonometrycznych. (*Nature* Nr 3577, 1938).

E.R.

Bardzo odległa gromada gwiazd

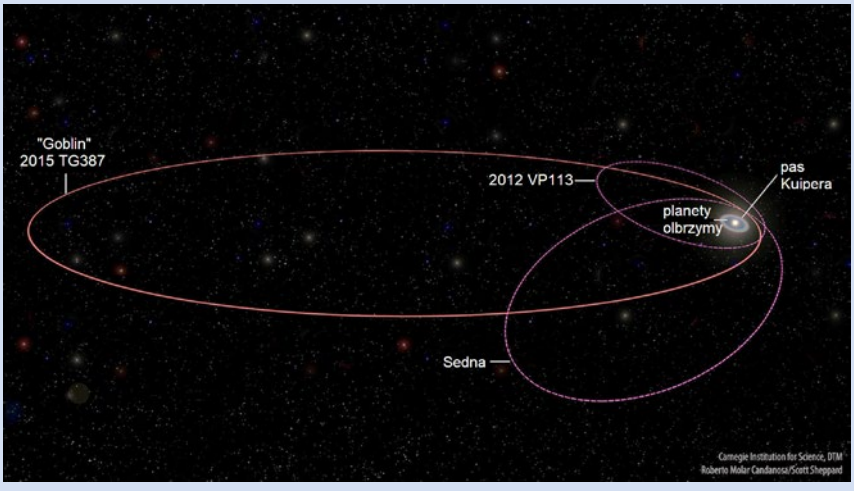
Prof. Harlow Shapley ogłosił o odkryciu wielkiej gromady gwiazd w gwiazdozbiorze Rzeźbiarza (Sculptor). Odkrycie było przypadkowe, ponieważ zdjęcie fotograficzne było wykonane podczas wyjątkowej przejrzystości powietrza, na wyjątkowo czułej kliszy. Obserwacja została wykonana w filii obserwatorium Harvardzkiego w Mazelspoort niedaleko Bloemfontein (Południowa Afryka). Średnie fotograficzne jasności najjaśniejszych gwiazd okazały się równymi $+18^m$. Zakładając, że ich absolutna jasność jest równa $-1^M{\cdot}5$, obliczamy odległość gromady na 250000 lat światła. Jest to odległość przeszło dwukrotnie większa od odległości Obłoków Magellana. Kątowa średnica odkrytej gromady wynosi 1°, co odpowiada liniowej średnicy 6500 lat światła. Gromada ma kształt owalny w przeciwieństwie do gromad kulistych, należących do naszej Wielkiej Galaktyki. Jeżeli przyszłe badania gromady doprowadzą do odkrycia w niej gwiazd zmiennych typu δ Cephei, wówczas odległość jej da się obliczyć dokładniej.
(*Nature* Nr 3571, 1938), E. R.

Urania 4/1938, pisownia oryginału.

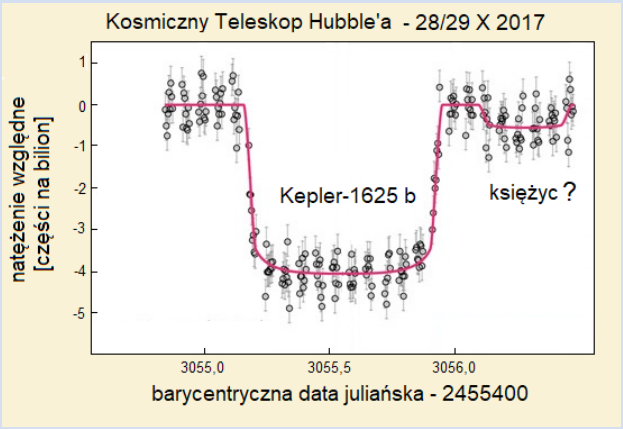
Październik / listopad 2018

2.10 **W 1961 r. Kazimierz Kordylewski ogłosił odkrycie dwóch obłoków pyłowych** w pobliżu punktu libracyjnego L5 układu Ziemia-Księżyc (punkt L5 leży na orbicie Księżyca, lecz 60° na prawo od niego, patrząc z naszej perspektywy). Wielu wątpiło w samą możliwość istnienia takich tworów, a tym bardziej w to, że Kordylewskiemu udało się je zarejestrować nieruchomym, standardowym obiektywem fotograficznym f/1,5 na kliszy o czułości 250 ISO. Teraz powtórzono te poszukiwania, ale z użyciem liniowych filtrów polaryzacyjnych. Dało to dość przekonujący wynik – obłoki pyłowe w tym miejscu istnieją, a Kordylewski miał rację.

2.10 **Obiekt 2015 TG387 (tymczasowo przezwany „Goblin”)** jest trzecią poznaną planetoidą rezydującą w wewnętrznym obłoku Oorta (orbity wszystkich trzech na rys. niżej). W chwili odkrycia był w odległości 80 au od Słońca, a gdy za 60 lat przejdzie przez peryhelium, zbliży się raptem na 65 au – dość daleko od planet olbrzymich, by nie ulegać perturbacjom z ich strony. W aphelium oddala się na 2000 au. Jego średnicę oszacowano na 300 km. Na podstawie tych trzech ciał oceniono, że w wewnętrznym obłoku Oorta jest 2 mln obiektów o średnicy co najmniej 40 km. Teleskop Webba będzie miał co robić, gdy wreszcie wystartuje.



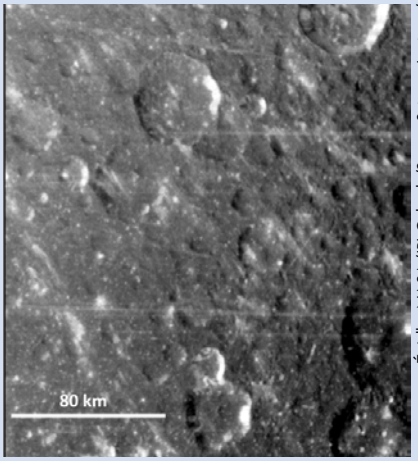
3.10 **W innych układach planetarnych jest pewnie mnóstwo księżyców,** ale istnienia żadnego z nich jeszcze nie udowodniono. Jednak powoli możemy zacząć wierzyć, że planeta Kepler-1625 b ma satelitę. Objawił się jako dodatkowy „dołek” (czy realny?) przy przejściu planety na tle gwiazdy, najpierw w obserwacjach teleskopu Kepler („Urania” 5/2017, s. 57) a potem HST (rys. obok na podst. A.Teachey, D.M.Kipping/ Science Advances Vol.4 No.10). Dziwny to księżyc, bo ma rozmiary Neptuna. Sama planeta jest wielkości Jowisza. I w tym największa trudność – nie wiadomo, jak taki układ miałby powstać. Rzecz powinna się rozstrzygnąć w maju br., podczas następnej sesji obserwacji gwiazdy Kepler-1625 teleskopem Hubble'a.



8.10 **Czemu księżyce nie mają księżyców?** To wcale niegłupie pytanie. Są dwie możliwości: albo w ogóle nie mogły się utworzyć, albo nie istnieją stabilne orbity, na których mogłyby dotrwać do naszych czasów. Teoretycznie zbadano tę drugą opcję. Owszem, w Układzie Słonecznym cztery księżyce mogłyby mieć własne, trwałe satelity: saturnowe Tytan i Japet, jowiszowa Kallisto i nasz Księżyc. Skoro ich nie ma, to albo nigdy nie powstały, albo były w niewłaściwym miejscu lub niewłaściwych rozmiarów.

12.10 **Teoretycznie wiadomo, jak mogą powstać ciasne układy dwóch gwiazd neutronowych,** które w końcu zlewają się, dając zjawisko kilonowej (przykładem słynne wydarzenie z 17 VIII 2017 r. – zob. „Urania” 1/2018). Wszystko zaczyna się od układu podwójnego masywnych gwiazd. Najpierw jedna wybucha jako supernowa, pozostawiając gwiazdę neutronową, potem to samo robi druga. Po drodze jest parę okresów wymiany materii i wspólnej otoczki. Obserwowano już obiekty we wcześniejszych fazach tej ewolucji, ale jeszcze nigdy nie widziano etapu ostatniego. Aż wybuchła supernowa SN 2014ft. Była typu Ic, a więc pozbyła się wcześniej nie tylko otoczki wodorowej, ale i helowej. Odrzuciła wyjątkowo mało materii (tylko 0,2 $M_\odot$ zamiast normalnych wielu $M_\odot$) i to z niską energią. Wszystko wskazuje na to, że oto po raz pierwszy byliśmy świadkami narodzin ciasnego układu podwójnego gwiazd neutronowych.

15.10 **Na powierzchni księżyca Saturna Dione dostrzeżono jasne pręgi** (słabiej widoczne również na Rei), przykrywające wszystko pod sobą, więc stosunkowo młode. Są długie na dziesiątki i setki km, bardzo cienkie (< 5 km), na ogół równoległe do równika i niezbyt daleko od niego (fot. niżej).



Źródło: NASA/JPL-Caltech/Space Science Institute/ E.S. Martin, D.A. Patthoff

ODKRYCIA I WYDARZENIA ASTRONOMICZNE

Wygląda to, jakby coś latało nad Dione i sypało czymś miałkim. Wyjaśnienia brak. Są pomysły, że to materia z saturnowych pierścieni lub księżyców Helena i Polideukes, dzielących orbitę z Dione. Tylko nie wiadomo, jak miałaby dotrzeć na jej powierzchnię.

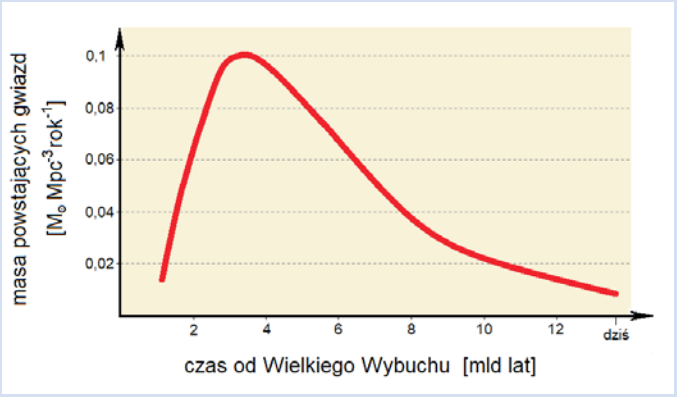
31.10 **Droga Mleczna rozszarpała i wchłonęła już wiele galaktyk karłowatych,** które zanadto się do niej zbliżyły, ale 10 mld lat temu trafił jej się większy łup. Była to spora galaktyka, o szacunkowej masie 600 mln $M_\odot$, a więc porównywalna z Małym Obłokiem Magellana. Uznano, że zasługuje na własną (na razie nieformalną) nazwę: Gaja-Enceladus. Gwiazdy, które ze sobą przyniosła, stanowią dziś główną część wewnętrznego halo Galaktyki. Statystycznie wyróżniają się wyraźnie składem chemicznym, ubogim w pierwiastki cięższe od helu, i wstecznym kierunkiem obiegu centrum Galaktyki. Również sama Droga Mleczna poczuła to zderzenie: ruchy gwiazd ówczesnego dysku stały się bardziej chaotyczne i tak powstał obecny gruby dysk.

6.11 **Zmienne bywają gwiazdy, bywają i mgławice.** Refleksyjną mgławicę McNeila odkryto dopiero w 2004 r. Jest podświetlana przez młodą gwiazdę V1647 Ori, która właśnie wtedy wybuchła (jest fuorem, czyli bardziej formalnie typu FU Ori). Jasne jest więc, dlaczego nikt wcześniej nie widział tej mgławicy. Różnie się z nią potem działo, ale teraz... znikła zupełnie. Widać to wyraźnie na dwóch zdjęciach niżej (pod żółtą strzałką). Co się stało? Może została zasłonięta przez jakiś ciemny obłok gazowo-pyłowy?

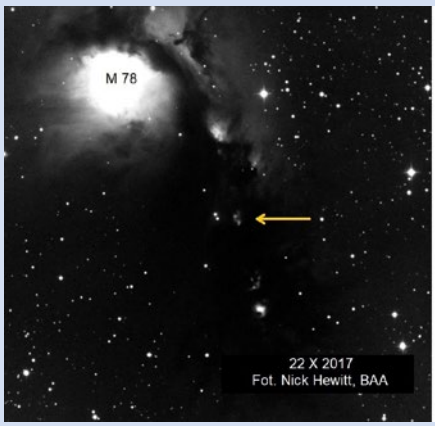
10.11 **Pierwsze gwiazdy, które zabłysły we Wszechświecie zbudowane były tylko z tego, co powstało w Wielkim Wybuchu:** wodoru, helu i odrobiny litu. Właśnie z powodu tej chemicznej czystości mogły, a nawet powinny być olbrzymie ($10\ M_\odot < M < 1000\ M_\odot$). Żyły krótko i już dawno ich nie ma. Wobec braku ciężkich pierwiastków małe obłoki gazowe nie mogły się dość schłodzić, by się zapaść. Tak mówi „chłopski rozum". Tymczasem odkryto w Galaktyce układ podwójny 2MASS J18082002-5104378 złożony z takich pierwotnych gwiazd (wiek 13,5 mld lat) i obie są maleńkie: 0,76 $M_\odot$ i 0,14 $M_\odot$. Natura znalazła więc jakiś sposób na budowanie takich chemicznie czystych karłów.

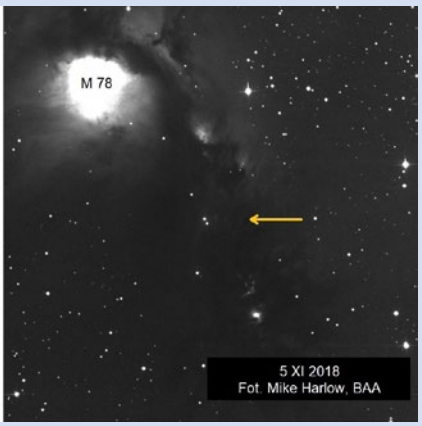
14.11 **Gwiazda Barnarda jest po układzie potrójnym α Cen drugą naszą najbliższą sąsiadką** (odległość 6 lat św.). Istnienie krążącej wokół niej planety ogłoszono już pół wieku temu, ale okazało się to tylko efektem błędów instrumentalnych. Świeżo odkryty ślad obecności planety jest wyraźniejszy, ale też pewności nie daje – prędkość radialna gwiazdy waha się z półamplitudą 1 m/s, bliską precyzji pomiarów. Jeśli planeta istnieje, to jest superziemią o masie ≥3,2 M_{Ziemi} i krąży blisko linii śniegu (granicy, poza którą wszystkie substancje lotne zamarzają). Teoretyczna temperatura powierzchni to –170°C. Niezbyt przyjemnie, choć ewentualna gęsta atmosfera może ją znacznie podnieść.

14.11 **W skarbcu danych z satelity Gaia wygrzebano kolejną galaktykę karłowatą,** satelitę Drogi Mlecznej, Antlia 2. Towarzyszek Galaktyki znamy już ok. 60, ale ta jest niezwykła. Jej rozmiar na niebie to ok. 2,5°, co przy odległości 130 kpc oznacza średnicę liniową ok. 6 kpc. Nie jest więc wcale mała, pod tym względem porównywalna z Wielkim Obłokiem Magellana, od którego jest jednak 4000 razy słabsza i setki razy mniej masywna. Tak rozmytej galaktyki jeszcze nie widziano. Może to pierwszy przedstawiciel zupełnie nowego typu galaktyk.



30.11 **Historię aktywności gwiazdotwórczej Wszechświata jako całości badano już kilkakrotnie.** Zawsze było to oparte na licznych założeniach, więc nie całkiem przekonujące. Teraz zastosowano zupełnie inne podejście – przeanalizowano promieniowanie γ dochodzące od aktywnych jąder galaktyk (ściślej, 739 blazarów i jednego rozbłysku γ). Wędrując przez przestrzeń (i czas) kwanty γ zderzają się z fotonami UV, widzialnymi i podczerwonymi, wyemitowanymi przez gwiazdy, i są absorbowane. To osłabienie promieniowania γ galaktyk bliższych i dalszych niesie więc informację o liczbie gwiazd na różnych etapach historii Wszechświata. Wynik jest przyjemnie zbieżny z innymi badaniami: najwięcej gwiazd powstawało 3–4 mld lat po Wielkim Wybuchu. Od tamtej pory rodzi się ich coraz mniej (rys. wyżej wg Fermi-LAT Team/Science 362,1031).





Wybrał i skomentował:
Marek Muciek

Październik / listopad 2018

3.10 Japońska sonda Hayabusa2 wypuściła na powierzchnię asteroidy Ryugu lądownik MASCOT. Była to już druga operacja wypuszczenia lądowników przez statek. Niemiecko-francuski próbnik badał aktywnie obiekt przez ponad 17 godz. W trakcie misji wykonał dwa skoki przemieszczające go do innych lokalizacji. W każdej z nich przeprowadził badania swoją kamerą, spektroskopem na podczerwień, radiometrem termicznym oraz magnetometrem.

Źródło: JAXA, Tokyo University, Kochi Univ., Rikkyo Univ., Nagoya Univ., Chiba Institute of Technology, Meiji Univ., Aizu Univ., AIST

Zdjęcie wykonane przez kamerę ONC-W2 na sondzie Hayabusa2, podczas operacji wypuszczenia lądownika MASCOT. W lewym górnym rogu widać spadający w kierunku powierzchni asteroidy lądownik

4.10 Rosyjski statek Sojuz MS-08 wrócił z trzema astronautami na Ziemię po trwającej 197 dni misji na Międzynarodowej Stacji Kosmicznej. Na kazachskich stepach bezpiecznie wylądowali: Rosjanin Oleg Artiemjew oraz Amerykanie Drew Feustel i Ricky Arnold.

Źródło: NASA/Bill Ingalls

Sojuz MS-08 lądujący w okolicy miasta Dżezkazgan w Kazachstanie

5.10 NASA zawiesiła pracę Kosmicznego Teleskopu Hubble'a z powodu problemów technicznych z jednym z trzech działających jeszcze w satelicie żyroskopów. Wysłany w 1990 r. teleskop jest jednym z najbardziej produktywnych urządzeń w historii badań astronomicznych. Jego następca – Kosmiczny Teleskop Jamesa Webba – ma zostać wyniesiony w 2021 r., po wielu latach opóźnień.

7.10 Rakieta Falcon 9, należąca do firmy SpaceX wyniosła na orbitę argentyńskiego radarowego satelitę obserwacji Ziemi SAOCOM 1A. Lot był przeprowadzony z kosmodromu Vandenberg w Kalifornii. W ramach misji przeprowadzono także pierwsze udane lądowanie dolnego stopnia na stanowisku lądowym położonym na zachodnim wybrzeżu USA.

11.10 Rakieta Sojuz FG z kapsułą załogową Sojuz MS-10, na pokładzie której znajdowało się dwóch astronautów, doznała awarii podczas początkowej fazy lotu do Międzynarodowej Stacji Kosmicznej. Na skutek nieprawidłowego oddzielenia się jednej z rakiet pomocniczych, został uszkodzony człon centralny systemu. Statek załogowy niedługo po tym oddzielił się awaryjnie od rakiety i oddalił astronautów na bezpieczną odległość. Kapsuła powróciła balistycznie na Ziemię. Astronauci Nick Hague (USA) i Oleg Owczynin (Rosja) nie ucierpieli.

17.10 Rakieta Atlas V wysłała na orbitę 4. wojskowego satelitę telekomunikacyjnego serii AEHF. Lot przeprowadzono z kosmodromu w Cape Canaveral na Florydzie. Sieć AEHF należy do Sił Powietrznych USA i jest amerykańskim systemem komunikacji wysokiego bezpieczeństwa i przepustowości, mogącym przetrwać wybuchy bomb nuklearnych.

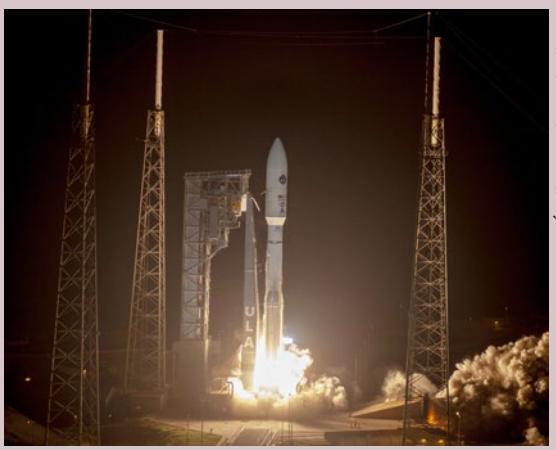
Rakieta Atlas V startująca z kosmodromu Cape Canaveral na Florydzie z wojskowym satelitą telekomunikacyjnym AEHF

20.10 Z kosmodromu Kourou w Gujanie Francuskiej wystartowała na rakiecie Ariane 5 sonda BepiColombo. BepiColombo to wspólna misja Europejskiej Agencji Kosmicznej ESA i japońskiej JAXA, składająca się z dwóch oddzielnych orbiterów. Jest to dopiero trzecia w historii misja, która będzie badać najbliższą Słońcu planetę. W budowie sondy brali udział polscy inżynierowie z CBK PAN. Są oni autorami jednego z podsystemów urządzenia optycznego MERTIS.

29.10 Na rakiecie Długi Marsz 2C wystartowała z kosmodromu Jiuquan chińsko-francuska misja satelity oceanograficznego CFOSat. Statek ma działać co najmniej 3 lata na heliosynchronicznej orbicie okołoziemskiej. W tym czasie naukowcy zdobędą dane pomagające przewidywać rozwój cyklonów tropikalnych i stan pogodowy nad wodami. Pomiary pomogą też zrozumieć interakcje między oceanem i atmosferą oraz dynamikę zmian klimatu.

29.10 Japońska rakieta H-IIA wysłała na orbitę satelitę obserwacji gazów cieplarnianych w atmosferze Ibuki 2. Statek pozwoli identyfikować źródła emisji gazów, a jego dane pomogą lepiej zrozumieć obecne zmiany klimatu. Na rakiecie oprócz głównego ładunku podróżowało jeszcze 5 mniejszych satelitów z Japonii, Zjednoczonych Emiratów Arabskich i Filipin.

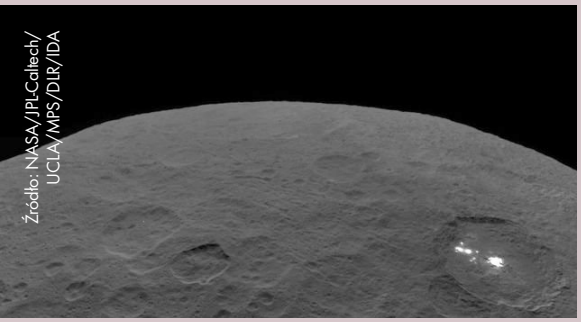
30.10 NASA zakończyła oficjalnie misję Kosmicznego Teleskopu Keplera. Statek podczas 9 lat swojej pracy



Źródło: United Launch Alliance

na orbicie pozwolił odkryć 2600 planet pozasłonecznych i pozostawił kolejne setki kandydatów, oczekujących potwierdzenia. Był to pierwszy kosmiczny teleskop poświęcony poszukiwaniu egzoplanet. Misję zakończono, gdyż na statku skończyło się paliwo, które umożliwiało kontrolowaną orientację teleskopu w przestrzeni.

31.10 Zakończyła się misja sondy Dawn, która w trakcie swojej 11-letniej pracy zbadała dwa duże obiekty pasa planetoid: planetę karłowatą Ceres i asteroidę Westa. Zaplanowana sesja komunikacyjna 31 października nie powiodła się, a inżynierowie misji po wykluczeniu innych możliwości ustalili, że przyczyną braku nawiązania kontaktu z sondą jest wyczerpanie się w niej paliwa.
Sonda Dawn potwierdziła, że obiekty takiej wielkości jak Ceres mogły w przeszłości posiadać podwodne oceany, a być może mogą posiadać je jeszcze obecnie. Statek był pierwszym, który orbitował wokół dwóch ciał niebieskich innych niż Ziemia.
Sonda pozostanie niekontrolowana na orbicie wokół Ceres przez co najmniej kilkadziesiąt lat.



Źródło: NASA/JPL-Caltech/ UCLA/MPS/DLR/IDA

Ceres i jej jasne regiony na powierzchni, widoczne w kraterze Occator. Była to jedna z ostatnich fotografii przesłanych przez sondę. Została wykonana 1 września 2018 r. na wysokości 3370 km nad powierzchnią tej planety karłowatej

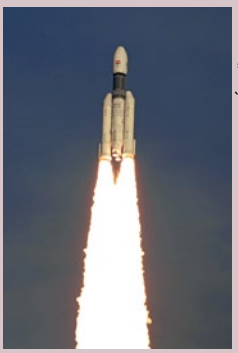
3.11 Rakieta Sojuz 2.1b wyniosła na orbitę satelitę systemu rosyjskiej nawigacji satelitarnej GLONASS. Start odbył się z kosmodromu w Plesiecku. Był to drugi start satelity nawigacyjnego tego systemu w 2018 r.

6.11 Po niecałych 3 miesiącach od startu, amerykańska sonda Parker Solar Probe przeleciała przez swoje pierwsze peryhelium. 6 listopada statek znalazł się w odległości 24,8 mln km od Słońca, bijąc tym samym rekord ustanowiony przez sondę Helios 2 w 1976 r. Sonda w największym zbliżeniu poruszała się względem Słońca z szybkością ponad 95 km/s. Dzięki misji naukowcy liczą na zrozumienie wielu procesów zachodzących w koronie słonecznej i tego, jak wpływają one na magnetosferę naszej planety.

6.11 Rosyjska rakieta Sojuz ST-B wystartowała z kosmodromu w Gujanie Francuskiej, wynosząc europejskiego satelitę meteorologicznego MetOp-C. Satelita należy do europejskiej agencji pogodowej Eumetsat, która posiada już teraz 3 satelity MetOp na orbitach polarnych.

11.11 Firma Rocket Lab przeprowadziła pierwszy udany lot komercyjny swojej rakiety Electron. W ramach misji wyniesionych zostało 6 małych satelitów oraz demonstrator żagla deorbitacyjnego. Łączna masa wyniesionych ładunków wynosiła nieco ponad 40 kg.

14.11 Z kosmodromu Satish Dhawan wystartowała rakieta GSLV Mk.III, wynosząc na orbitę satelitę telekomunikacyjnego wysokiej przepustowości GSAT 29. Był to drugi lot orbitalny tej rakiety. To przy jej pomocy w 2019 r. Indie powinny wysłać w kierunku Księżyca swój pierwszy lądownik Chandrayaan 2.



Źródło: ISRO

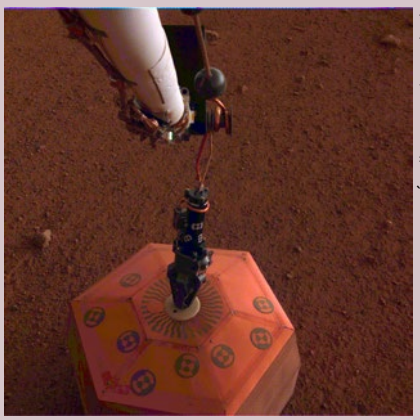
Rakieta GSLV Mk.III startująca ze stanowiska nr 2 w kosmodromie Satish Dhawan z satelitą telekomunikacyjnym GSAT 29

16.11 Rosyjska rakieta Sojuz FG wyniosła w drogę do Międzynarodowej Stacji Kosmicznej statek towarowy Progress MS-10. Na jego pokładzie znalazło się 2,5 t ładunku: 1300 kg suchego zaopatrzenia (jedzenia, ubrań, przedmiotów codziennego użytku, eksperymentów i części konserwacyjnych dla stacji), 750 kg paliwa dla systemu napędowego w module Zwiezda, 440 kg wody, 50 kg tlenu oraz 24 kg powietrza.

17.11 Rakieta Antares należąca do firmy Northrop Grumman wysłała w kierunku Międzynarodowej Stacji Kosmicznej kapsułę towarową Cygnus NG-10. Na pokładzie statku znalazło się 3350 kg towaru: 1141 kg zaopatrzenia dla załogi, 1044 kg eksperymentów, 31 kg sprzętu do spacerów kosmicznych, 942 kg sprzętu na potrzeby stacji oraz 115 kg elektroniki. Do stacji poleciała seria eksperymentów programu SLPSRA, w tym np. platforma do badania wiązania cementu w warunkach mikrograwitacji MICS-MVP.

18.11 Rakieta Długi Marsz 3B wystartowała z kosmodromu Xichang z parą satelitów chińskiej nawigacji Beidou. W 2018 r. Chińskiej Republice Ludowej udało się wynieść 18 satelitów własnego systemu nawigacyjnego. Do końca 2020 r. system ma uzyskać globalną operacyjność.

26.11 Sonda InSight wylądowała na powierzchni Marsa. Lądownik osiadł w płaskim rejonie Sputnik Planitia w pobliżu równika planety. Jest to pierwsza misja poświęcona badaniom wnętrza planety innej niż Ziemia. O lądowaniu i samej misji pisaliśmy w numerze 6/2018.



Źródło: NASA/JPL-Caltech

Sejsmometr lądownika InSight ustawiony na powierzchni Marsa. Zdjęcie wykonano 19 grudnia 2018 r.

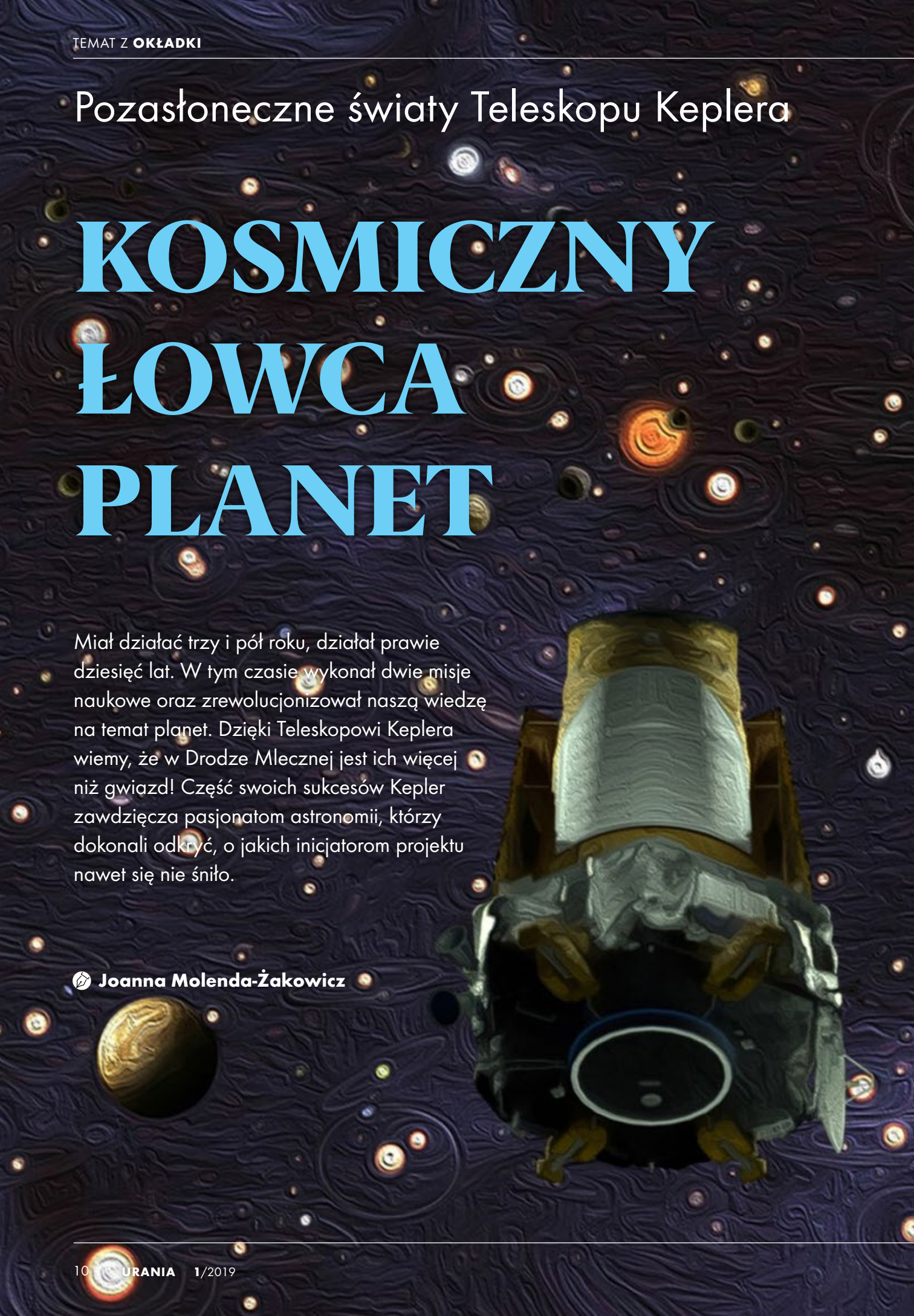
Wybrał i skomentował: Rafał Grabiański

Pozasłoneczne światy Teleskopu Keplera

KOSMICZNY ŁOWCA PLANET

Miał działać trzy i pół roku, działał prawie dziesięć lat. W tym czasie wykonał dwie misje naukowe oraz zrewolucjonizował naszą wiedzę na temat planet. Dzięki Teleskopowi Keplera wiemy, że w Drodze Mlecznej jest ich więcej niż gwiazd! Część swoich sukcesów Kepler zawdzięcza pasjonatom astronomii, którzy dokonali odkryć, o jakich inicjatorom projektu nawet się nie śniło.

Joanna Molenda-Żakowicz



Dzięki swoim doskonałym obserwacjom *Kepler* zrewidował naszą wiedzę o gwiazdach i planetach oraz zrewolucjonizował rozumienie naszego miejsca w kosmosie. Jego droga do gwiazd nie była jednak ani łatwa, ani krótka. Jako idea, *Kepler* narodził się w głowie Williama Boruckiego w roku 1992. Był wtedy bezimiennym projektem, odrzuconym przez NASA Discovery Program na wczesnym etapie. Projekt ten proponował budowę trzyletniej misji kosmicznej, która miałaby szukać egzoplanet metodą tranzytów. Dwa lata później Borucki przedłożył ulepszoną wersję projektu, tym razem opatrując go nazwą FRESIP, będącą skrótowcem od *FRequency of Earth-Size Inner Planets* (czyli częstość [występowania] planet wewnętrznych o rozmiarze Ziemi). Nazwa „Kepler", mająca na celu uhonorowanie Johannesa Keplera, niemieckiego astronoma żyjącego w XVII wieku, który odkrył prawa rządzące ruchem planet, pojawia się dopiero w roku 1996, podczas trzeciej próby zdobycia finansowania. Po kolejnej porażce, w roku 1998, niestrudzony William Borucki próbuje po raz kolejny w roku 2001 i tym razem mu się udaje! *Kepler* zostaje zaakceptowany do realizacji jako dziesiąta misja NASA w klasie Discovery. Jego celem naukowym będzie badanie struktury i różnorodności układów planetarnych, które zawierają planety wielkości Ziemi znajdujące się w ekosferach.

Po ośmiu latach przygotowań *Kepler* zostaje wyniesiony na orbitę z przylądka Canaveral rakietą Delta II, na krótko przed północą czasu EST w dniu 6 marca 2009 r. Pierwsze światło, wyczekiwane przez Boruckiego od 17 lat(!), *Kepler* zobaczył w dniu 8 kwietnia 2009, kierując swoje detektory w postaci 42 kamer CCD na starannie wybrany, rozległy obszar nieba leżący między gwiazdozbiorami Łabędzia i Lutni. To ten rejon, nazwany polem *Keplera*, będzie nieustannie obserwowany przez kolejne cztery lata z nadzieją, że uda się w nim odkryć to, o czym ludzkość marzyła od wieków, czyli drugą Ziemię.

PIERWSZE ODKRYCIA

Osiągnąwszy docelową orbitę, *Kepler* zabrał się niezwłocznie do pracy. Odkrycie pierwszych pięciu potwierdzonych planet, *Kepler*-4b, 5b, 6b, 7b i 8b, zabrało mu zaledwie kilka miesięcy i zostało ogłoszone w Waszyngtonie podczas spotkania Amerykańskiego Towarzystwa Astronomicznego (*American Astronomical Society*) w poniedziałek 4 stycznia 2010 r. Trudno o lepszy początek tygodnia!

Planety te okazały się być tzw. gorącymi jowiszami o masach i promieniach zbliżonych do parametrów Jowisza, z wysokimi, przekraczającymi 2000 K, temperaturami powierzchniowymi i okresami orbitalnymi poniżej pięciu dni. Gorące jowisze są gazowymi olbrzymami i tak samo jak planety-olbrzymy w Układzie Słonecznym, spowite są gęstą atmosferą. Część gorących jowiszów traci masę wskutek procesu nazywanego hydrodynamiczną ucieczką atmosfery, w którym dodatkową istotną rolę odgrywa oddziaływanie z wiatrem gwiazdowym. W efekcie obserwujemy „wydmuchiwanie" wodoru i helu znajdujących się w wyższych warstwach planetarnej atmosfery do przestrzeni kosmicznej. Powoduje to powstanie wokół planety rozciągniętej, gazowej otoczki, przypominającej ogromny warkocz kometarny.

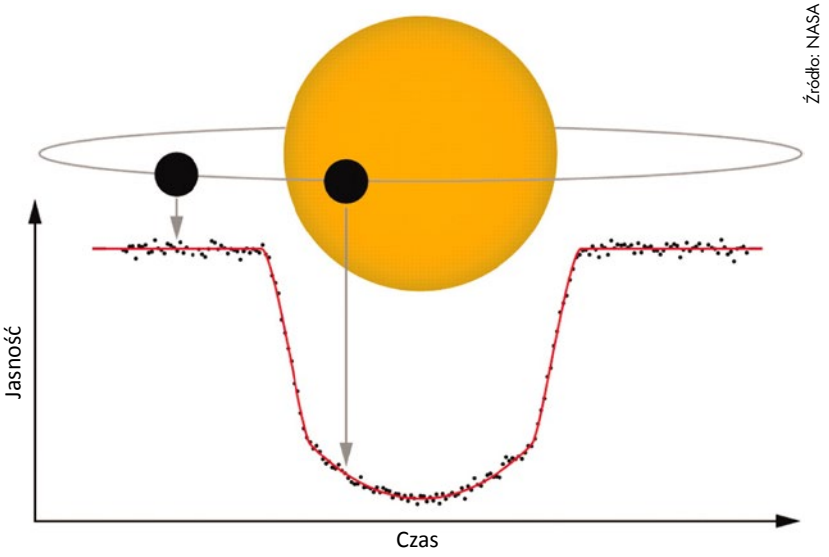
Na pierwszą skalistą egzoplanetę, *Kepler*-10b, trzeba było poczekać do 10 stycznia 2011 r. Ta wówczas najmniejsza znana egzoplaneta, krążąca wokół gwiazdy bardzo podobnej do Słońca (typ widmowy G, temperatura efektywna 5708 K), ma masę 3,5 masy Ziemi, promień 1,4 promienia Ziemi, wielką półoś orbity równą 0,017 au i okres orbitalny 0,84 dnia. Jest to planeta bardzo gorąca. Jej temperatura powierzchniowa sięga 2390 K. Nie jest więc ona gościnna dla życia, jakie występuje na Ziemi, ale jest skalista (co wynika z jej masy i promienia), a to już coś!

OD OBSERWACJI DO WIEDZY

Do odkrycia *Kepler*-10b potrzeba było ośmiu miesięcy ciągłych obserwacji wykonanych między majem 2009 a początkiem stycznia 2010 r. Można się zastanawiać, czemu tak długo, skoro

Statystyka Projektu Kepler/K2

Start:	7 marca 2009 godzina 3:49:57 UTC
Początek misji Kepler:	8 kwietnia 2009
Koniec misji Kepler:	15 maja 2013
Początek misji K2:	30 maja 2014
Koniec misji K2:	15 listopada 2018
Czas trwania projektu Kepler/K2:	9 lat, 7 miesięcy, 23 dni
Koszt:	700 milionów USD
Ilość zgromadzonych danych:	678 GB
Liczba zaobserwowanych gwiazd:	530 506
Liczba odkrytych i potwierdzonych egzoplanet:	2 682 (i rośnie)



Źródło: NASA

Odkrywanie egzoplanet metodą tranzytów wymaga detekcji okresowego spadku jasności gwiazdy w czasie, gdy przed jej tarczą przechodzi planeta

Kepler-10b ma okres orbitalny krótszy niż jeden dzień i z taką właśnie częstością obserwujemy tranzyt. Nawet jeśli żądamy, aby tranzytów było kilka, tak by mieć pewność, że obserwowane zjawisko jest okresowe, to wciąż, po co czekać z ogłoszeniem odkrycia dłużej niż tydzień? To wszystko prawda. Trzeba jednak pamiętać, że w sytuacji, gdy przymierzamy się do ogłoszenia epokowego odkrycia, niezmiernie ważne jest, aby analiza, która do niego prowadzi, była najwyższej próby, a wszystkie parametry, które zamierzamy wyznaczyć i opublikować, najwyższej możliwej precyzji. Aby to osiągnąć, potrzeba odpowiedniej ilości czasu oraz dużej ilości danych (w tym przypadku: dużej liczby zaobserwowanych tranzytów), które zwiększą precyzję końcowych wyników. Te zaś obejmują nie tylko wartość okresu orbitalnego.

Precyzyjny pomiar głębokości tranzytów, czyli spadku jasności gwiazdy w czasie, gdy przed jej tarczą przechodzi planeta, pozwala określić, ile razy promień planety (R_p) jest mniejszy od promienia gwiazdy (R_s). Znając liczbową wartość tego ostatniego, możemy obliczyć również promień planety. Jeśli z innych obserwacji wyznaczymy masę gwiazdy M_s i jej prędkość wynikającą z ruchu wokół środka masy układu gwiazda-planeta, to możemy wyznaczyć promień orbity planety i jej masę M_p. Stąd mamy już żabi skok do wyznaczenia gęstości planety, ρ_p, (dzieląc M_p przez objętość, V_p, wyliczoną z R_p).

Mając te parametry, możemy albo zacząć się przygotowywać do międzygwiezdnej podróży, albo poświęcić jeszcze kilka chwil na analizę tego, co otrzymaliśmy i sprawdzić, czy odkryta egzoplaneta może być siedliskiem życia, a konkretnie, czy my bylibyśmy w stanie na niej przeżyć.

Tę informację możemy wydobyć np. z wartości promienia orbity planety. Jeśli planeta jest zbyt blisko gwiazdy, będzie potwornie gorąca (tak, jak *Kepler*-10b). Cząsteczki składające się na jej atmosferę (o ile nie została ona zdmuchnięta przez wiatr gwiazdowy), w tym cząsteczki organiczne, będą miały tak wysokie energie i prędkości, że większość reakcji chemicznych, które występują na Ziemi, nie będzie możliwa. O występowaniu wody w stanie ciekłym będziemy mogli zapomnieć od razu. Jeśli natomiast oddalimy się od gwiazdy za bardzo, możemy tra-

Słowniczek pojęć

Asterosejsmologia (gr. astēr: gwiazda, seismos: trzęsienie ziemi, logia: wiedza) – metoda badawcza astrofizyki pozwalająca wyznaczać parametry gwiazd oraz poznać ich budowę wewnętrzną i zaawansowanie ewolucyjne poprzez analizę własności fal propagujących się w gwieździe w postaci pulsacji lub oscylacji. Szczególnym przypadkiem jest heliosejsmologia, czyli asterosejsmologia Słońca.

Egzoplaneta (gr. exo: poza, na zewnątrz), planeta pozasłoneczna – planeta znajdująca się poza Układem Słonecznym.

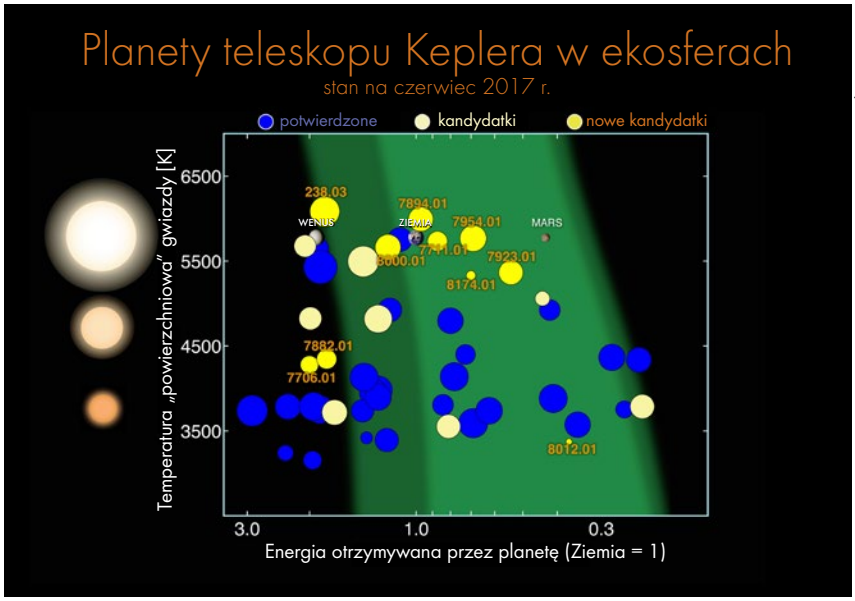
Ekosfera (gr. oikos: dom + sphaira: kula), także: strefa habitacyjna (ang. habitable zone) – strefa wokół gwiazdy, o kształcie zbliżonym do warstwy sferycznej, w której obrębie na wszystkich znajdujących się planetach mogą panować warunki fizyczne pozwalające utrzymać na ich powierzchni wodę w stanie ciekłym. Obecność wody w stanie ciekłym uważa się za warunek konieczny umożliwiający powstanie i utrzymanie organizmów żywych.

ESI (ang. Earth Similarity Index), wskaźnik podobieństwa do Ziemi – wskaźnik, za pomocą którego określa się podobieństwo planet do Ziemi. ESI wyznaczany jest na podstawie cech planety. Najczęściej są to promień i średnia gęstość planety oraz prędkości ucieczki i temperatura jej powierzchni. Wartość ESI zawiera się między zero (brak podobieństwa), a jeden (identyczność). Wartości od 0,8 do 1 nadawane są planetom bardzo podobnym do Ziemi ze stałą, skalną powierzchnią, stabilną atmosferą i odpowiednią „ziemską" temperaturą.

Pierwsze światło – w astronomii termin oznaczający pierwsze użycie teleskopu (lub ogólnie nowego narzędzia) w celu zrobienia astronomicznego zdjęcia po tym, jak ukończono jego budowę.

Superziemia – egzoplaneta należąca do typu planet skalistych o masie większej od masy Ziemi, lecz zarazem wyraźnie mniejszej od masy lodowych olbrzymów Układu Słonecznego, czyli Urana i Neptuna, które wynoszą, odpowiednio, 15 i 17 mas Ziemi. Określenie superziemia odnosi się tylko do masy planety. Warunki na powierzchni planety tego typu mogą być bardzo różne od warunków na Ziemi.

Tranzyt – przejście jednego ciała niebieskiego przed tarczą drugiego ciała niebieskiego (np. przejście planety przed tarczą gwiazdy), widoczne wówczas, gdy oba ciała i obserwator znajdą się na jednej linii.



Źródło: NASA

Egzoplanety Keplera znajdujące się w ekosferach (obszar zielony) lub w ich bliskim sąsiedztwie. Dodatkowo są zaznaczone planety Układu Słonecznego: Wenus, Ziemia i Mars

fić na planetę, która będzie zbyt zimna na stan ciekły czegokolwiek, co jest potrzebne do życia. W temperaturze 131 K (czyli –141°C) panującej na *Kepler*-167e płynnej wody nie będzie ani na lekarstwo. Faktyczne temperatury panujące na powierzchniach planet zależą, oczywiście, od większej liczby czynników niż same promienie ich orbit, niemniej trzeba pamiętać, że jeśli zbliżymy się lub oddalimy od gwiazdy za bardzo, nasze szanse na uzyskanie temperatury pokojowej na powierzchni planety spadną do… zera.

POSZUKIWANIE DRUGIEJ ZIEMI

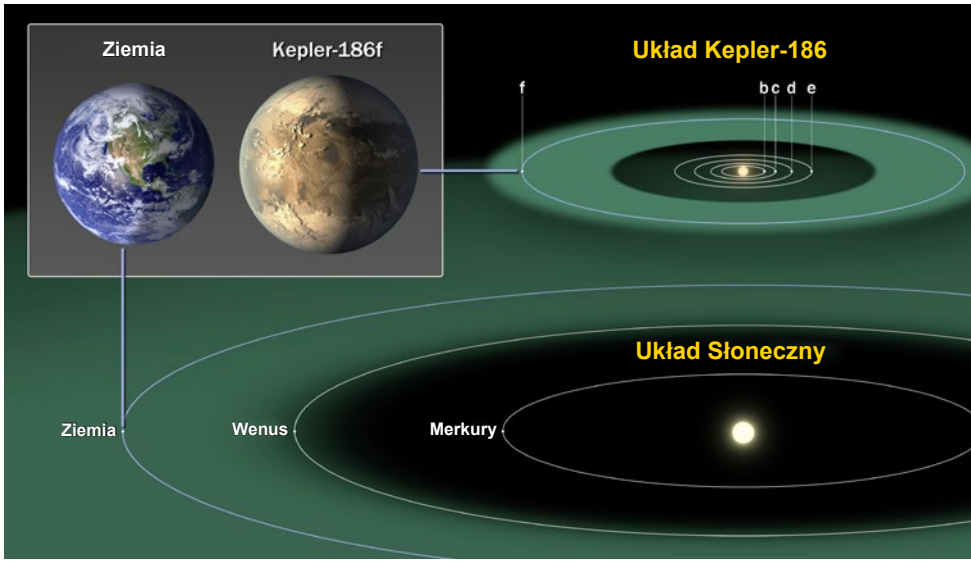
Jaka zatem odległość to „za blisko", a jaka „za daleko"? Ha! Nie ma tak łatwo! Granice obszaru, w którym woda na powierzchni planety może występować w stanie ciekłym, zależą silnie od temperatury gwiazdy, którą ta planeta obiega. Obszar, w którym mamy szanse na obmycie nóg z pyłu międzygwiazdowego w pozaziemskim wodnym strumyku, wyznacza się dla każdej gwiazdy indywidualnie, a nazywa się go ekosferą lub strefą habitacyjną. Łatwo można zgadnąć, że *Kepler*-10b się w niej nie znajduje.

Na tym nie koniec. Nawet, jeśli planecie uda się wpaść w ekosferę, dobrze jest zwrócić uwagę, jaka jest masa naszego nowego świata. Na planetach małomasywnych przyciąganie grawitacyjne może być zbyt słabe, by utrzymać atmosferę, a na planetach bez atmosfery życie podobne do ziemskiego raczej też się nie utrzyma. Planety bardzo masywne, podobne do Neptuna lub Jowisza, też nie są światami, które sprzyjałyby życiu, w takiej formie, jaka występuje na Ziemi. Z tego powodu ani mało-, ani bardzo masywne planety nie znajdują się w centrum zainteresowania naukowców poszukujących życia pozaziemskiego.

Na szczęście planet u *Keplera* dostatek. Niecały miesiąc po odkryciu *Kepler*-10b, NASA ogłosiła odkrycie układu *Kepler*-11, składającego się z sześciu planet orbitujących wokół gwiazdy podobnej do Słońca. Ponadto opublikowała listę 1235 kandydatek na egzoplanety, z których 68 miało być zbliżonych rozmiarami do Ziemi, a 54 miało szanse znajdować się w ekosferze. Ostatecznie, za pierwsze potwierdzone planety, których promienie są zadowalająco bliskie promieniowi Ziemi, a gwiazdy macierzyste wystarczająco podobne do Słońca, uznano *Kepler*-20e (R_p = 0,87 R_{Ziemi}) i *Kepler*-20f (R_p = 1,03 R_{Ziemi}). Zaszczyt bycia pierwszą potwierdzoną planetą w ekosferze przypadł natomiast planecie *Kepler*-22b (R_p = 2,4 R_{Ziemi}).

Jeśli teraz przypomnimy sobie, że *Kepler* obserwował nieco ponad 156 tysięcy gwiazd znajdujących się w obszarze pokrywającym 1/400 całkowitego pola powierzchni sfery niebieskiej, a planety, które był w stanie odkryć, musiały mieć bardzo specyficzną konfigurację geometryczną (obserwator musi być praktycznie w płaszczyźnie orbity egzoplanety) stanie się oczywiste, że w naszej Galaktyce istnieje trudna do wyobrażenia liczba planet, których duża część obiega gwiazdy typu słonecznego. W taki oto sposób, w ciągu zaledwie dwóch lat od rozpoczęcia swojej misji, *Kepler* wyprowadził nas z epoki, w której egzoplanety typu ziemskiego wpadały do kategorii *fiction*, do epoki, w której znajdują się one do kategorii *100% science*.

Źródło: NASA



Porównanie układu planetarnego Kepler-186 z Układem Słonecznym. Orbity i wielkości planet są narysowane w tej samej skali. Na zielono zaznaczone jest położenie ekosfery

Czy naukowcy dotrzymają kroku amatorom w tempie odkrywania egzoplanet?

Dalej wypadki potoczyły się lawinowo. W dniu 18 kwietnia 2013 r. NASA ogłosiła odkrycie dwóch niezmiernie interesujących układów planetarnych, *Kepler*-62, w którym znajduje się pięć planet: b, c, d, e, i oraz f, oraz *Kepler*-69, z dwiema planetami. Planety *Kepler*-62e, 62f i *Kepler*-69c są tzw. super-Ziemiami, które znajdują się w ekosferach swoich gwiazd, a zatem mogą być pokryte ciekłą wodą. W dniu swojego odkrycia, *Kepler*-62f, będąca zaledwie o 40% większą od Ziemi, była najbardziej podobna do niej rozmiarem wśród znanych egzoplanet. *Kepler*-69c natomiast zaciekawiała swoją 242-dniową orbitą wokół gwiazdy typu słonecznego, wydając się być bliźniaczką Wenus.

Niestety, *Kepler*-62f długo nie cieszyła się swoim zaszczytnym tytułem najbardziej zbliżonej rozmiarem do Ziemi. Nie minęło pół roku, a zdetronizowała ją *Kepler*-78b, która od Ziemi jest większa tylko o 20%. I ona jednak zbladła, gdy 17 kwietnia 2014 r. na scenę wkroczyła *Kepler*-186f, której promień jest tylko 10% większy od promienia Ziemi. Planeta ta obiega swoją chłodną gwiazdę typu widmowego M w czasie 130 dni, pozostając wewnątrz, choć dość blisko zewnętrznego brzegu, jej ekosfery. W rezultacie *Kepler*-186f otrzymuje zaledwie 1/3 tej energii, jaką Ziemia dostaje od Słońca, a jasność, jaką osiąga gwiazda *Kepler*-186 w południe na swojej piątej planecie, jest porównywalna z jasnością Słońca na godzinę przed zachodem Słońca na Ziemi.

Aktualnie za planetę najbardziej podobną do Ziemi w sensie globalnym, czyli nie tylko o zbliżonym promieniu, ale i podobnej gęstości, masie i tempe-

raturze na powierzchni, uznaje się *Kepler*-438b. Jest to planeta odległa od Ziemi o 473 lata świetlne, krążąca wokół gwiazdy typu widmowego K. Okres orbitalny *Kepler*-438b wynosi około 35 dni, zaś promień jej orbity jest ponad dwa razy mniejszy niż promień orbity Merkurego. Dzięki temu, że *Kepler*-438 świeci słabiej niż Słońce, jej planeta znajduje się w ekosferze. Wprawdzie na powierzchni *Kepler*-438b wieje lekkim chłodem, jako że szacowana temperatura to 273 K, czyli 0°C, właśnie ten glob dzierży palmę pierwszeństwa w podobieństwie do Ziemi, mając wskaźnik ESI równy 0,88.

TAKI JA I TAKI TY MOŻE ŁOWCĄ BYĆ!

Ilu ludzi potrzeba do odkrycia niezliczonej liczby planet (zanim, np. Słońce stanie się czerwonym olbrzymem, który pochłonie Ziemię)? Niewątpliwie więcej, niż liczyła sobie grupa naukowców z NASA *Kepler* Team i niż wynosiła liczba wszystkich astronomów zaangażowanych w poszukiwanie planet. Konkluzja ta doprowadziła w 2010 r. do pomysłu oddania danych *Keplera* „w ręce ludu" oraz inauguracji projektu *Planet Hunters* (ang. Łowcy Planet).

Nie obyło się bez wątpliwości. Naukowcy zastanawiali się, czy zwykli ludzie, którzy na co dzień nie mają nic wspólnego z pracą naukową, zainteresują się czymś, co nie jest pięknym obrazem, ale „nudnymi wykresami" pokazującymi zmiany blasku każdej ze 150 tysięcy gwiazd obserwowanych przez *Keplera*. Czy ci ludzie zechcą poświęcić swój prywatny czas na przekopywanie się przez te dane w nadziei, że może im się poszczęści i dostrzegą coś, co okaże się być tranzytem? Czy okażą się oni lepsi od algorytmów komputerowych zaprogramowanych przez naukowców z NASA, które miały automatycznie wykrywać zjawiska tranzytów? Czy odkrycia, których uczestnicy tego projektu dokonają, faktycznie nie zostałyby nigdy poczynione, gdyby nie ochotnicy z projektu *Planet Hunters*? Dziś wiemy, że odpowiedzi na wszystkie te pytania brzmią „Tak!" oraz że właściwszym pytaniem byłoby „Czy naukowcy dotrzymają kroku amatorom w tempie odkrywania egzoplanet?", na które właściwa odpowiedź brzmi „Ledwo…"

Łowcy Planet odkryli około 2000 planet, które zostały odkryte niezależnie przez NASA *Kepler* Team w misjach *Kepler* i *K2* oraz 120 planet, które uszły uwadze naukowców i, gdyby nie Łowcy, wciąż pozostawałyby niezauważone. Projekt *Planet Hunters* szczególnie przyczynił się do badania planet o okresach orbitalnych dłuższych niż dwa lata: 50% tych planet zostało odkrytych przez Łowców! Ich zasługą jest też odkrycie setek gwiazd podwójnych zaćmieniowych, a także zupełnie niespodziewanych konfiguracji, jak np. planeta o nazwie PH1 (*Kepler*-64(AB)b), która okrąża układ podwójny gwiazd, a następnie cała ta konstrukcja jest okrążana przez drugi układ podwójny gwiazd. Od samego wyobrażania sobie ruchu obiektów tworzących ten układ może zawirować w głowie!

Liczba egzoplanet w naszej Galaktyce może być większa od liczby gwiazd

Podobnie, nie kto inny jak Łowcy odkryli też słynną „Gwiazdę Tabby" (*Tabby's Star*, KIC 8462852), której nazwa pochodzi od imienia dr Tabby Boyajian z Uniwersytetu Yale, koordynatorki projektu *Planet Hunters*. Krzywa zmian blasku tej gwiazdy jest tak dziwaczna, że niektórzy naukowcy zastanawiali się, czy aby nie pochodzi ona od megakonstrukcji zbudowanej przez obcą cywilizację! Obecnie sądzi się, że obserwowane raptowne, nieregularne pociemnienia mogą pochodzić od procesów fizycznych zachodzących wewnątrz Gwiazdy Tabby, ale pewności w tym względzie nie mamy.

Na Łowców czekają też nowe możliwości, jako że nowy worek z egzoplanetami już się otworzył. W dniu18 kwietnia 2018 r. został wyniesiony na orbitę teleskop kosmiczny NASA o nazwie Transiting Exoplanet Survey Satellite (TESS) i z tej okazji uruchomiona została druga edycja projektu *Planet Hunters*. Ponieważ drzwi do sukcesu są otwarte a wstęp wolny, więc nie ma się co zastanawiać, tylko dołączyć do Łowców, bo przecież planety same się nie znajdą!

SZTUCZNA INTELIGENCJA WKRACZA DO AKCJI

Na najbardziej oporne przypadki, czyli egzoplanety, których sygnał jest tak mizerny, że ani naukowcy, ani Łowcy nie byli w stanie nic dostrzec, jest inny sposób, a mianowicie sztuczna inteligencja. Dzięki wykorzystaniu googlowskich samouczących się algorytmów i odpowiednio wytrenowanej sieci neuronowej, w roku 2017 Christopher Shallue i Andrew Vanderburg odkryli planetę *Kepler*-90i. Warto było się starać, ponieważ tym samym układ *Kepler*-90 stał się pierwszym układem liczącym tyle samo planet co Układ Słoneczny, będąc zarazem układem o podobnej organizacji, a mianowicie z mniejszymi planetami znajdującymi się blisko gwiazdy (typu widmowego G, tak jak nasze Słońce) i większymi, na odleglejszych pozycjach. Na tym jednak podobieństwa się kończą. Układ *Kepler*-90 jest miniaturką Układu Słonecznego. Najdalsza planeta tego układu, *Kepler*-90h, znajduje się w takiej samej odległości jak Ziemia od Słońca, ma okres obiegu wynoszący 331 dni i wyliczoną temperaturę powierzchniową 292 K (19°C). Dawałoby to nadzieję, że jest to planeta bardzo podobna do Ziemi. Niestety, *Kepler*-90h to gazowy olbrzym o rozmiarze Jowisza.

Sieć neuronowa, wyszkolona przez Shallua i Vanderburga, odkryła również szóstą planetę układu *Kepler*-80. Ponieważ w obserwacjach wykonanych przez *Keplera* może kryć się znacznie więcej egzoplanet, które umknęły dotychczasowym metodom analitycznym, Shallue i Vanderburg pracują obecnie nad zastosowaniem jej do wszystkich gwiazd, które zostały zaobserwowane przez Teleskop Keplera jak i tych, które będą zaobserwowane przez TESS.

NIE TYLKO TRANZYTEM KEPLER STOI!

Najważniejszą cechą *Keplera* było to, że instrument ten pozwalał uzyskać obserwacje fotometryczne o wcześniej nieosiągalnej precyzji. Jego głównym celem naukowym było wprawdzie odkrywanie nowych układów planetarnych, lecz obserwacje, które gromadził, były wykorzystane do wielu innych celów naukowych. Jednym z nich, kluczowym do osiągnięcia spektakularnego sukcesu misji *Kepler/K2*, była analiza asterosejsmiczna gwiazd podobnych do Słońca, które wykazują oscylacje typu słonecznego.

O tym, że Słońce jest gwiazdą wykazującą oscylacje, wiemy od roku 1960, dzięki wysokorozdzielczym spektroskopowym obserwacjom wykonanym przez Roberta Leightona i jego studentów z California Institute of Technology za pomocą teleskopu słonecznego zainstalowanego na 18-m Wieży Słonecznej w obserwatorium Mount Wilson, USA. Dane zebrane przez Leightona pokazały, że Słońce wykazuje quasi-okresową zmienność składowej wertykalnej wektora prędkości ruchów atmosfery. Zmienność ta, będąca wynikiem turbulentnej konwekcji zachodzącej wewnątrz Słońca, z biegiem czasu została nazwana oscylacjami typu słonecznego. Jest ona widoczna również w danych fotometrycznych, lecz ze względu na bardzo małą amplitudę nie sposób dostrzec jej nieuzbrojonym okiem. Odkrycie Leightona wyznaczyło świt heliosejsmologii, czyli metody pozwalającej badać wnętrze Słońca oraz precyzyjnie wyznaczyć jego promień.

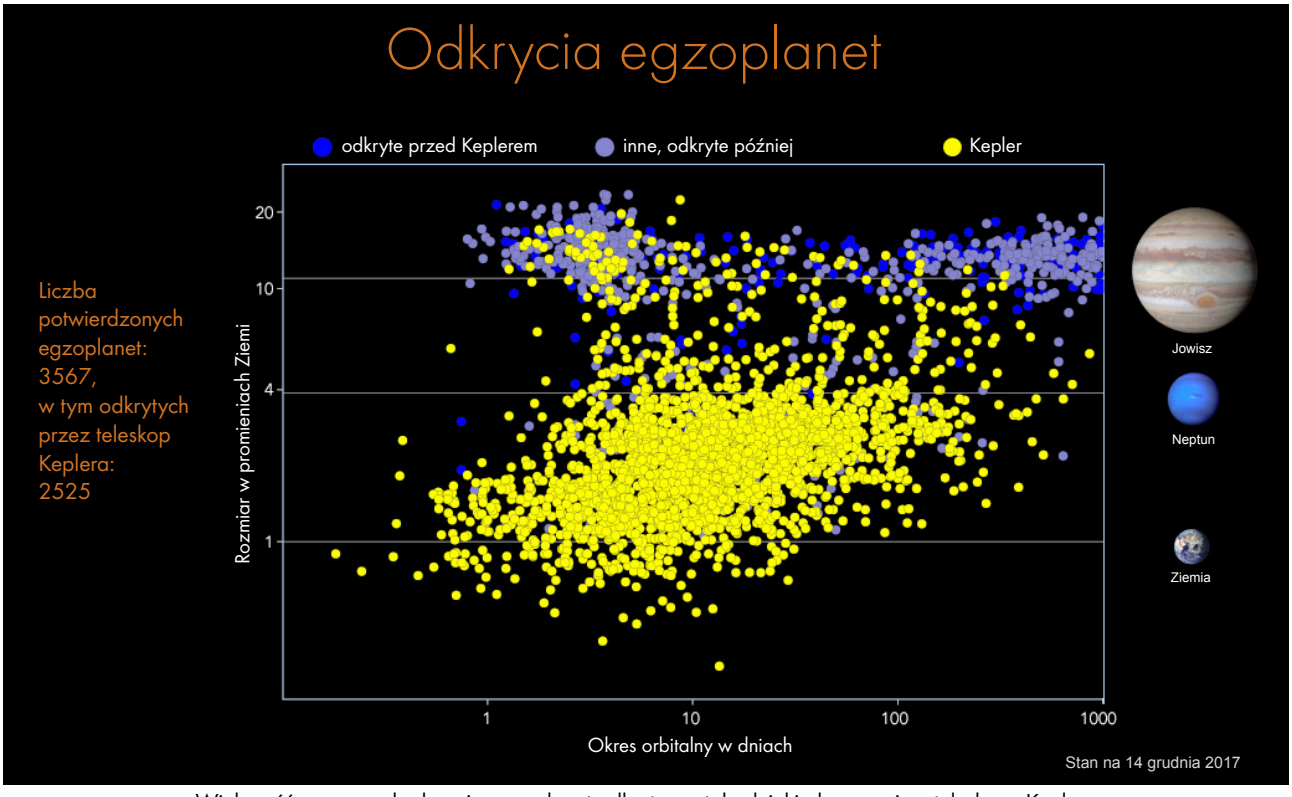
Oscylacje typu słonecznego występują również u gwiazd innych niż Słońce. W ogólności spodziewamy się ich u wszystkich gwiazd, których zewnętrzne warstwy są wzburzane przez konwekcję. Niestety, niezmiernie mała amplituda tych oscylacji powoduje, że przed *Keplerem* znanych było jedynie około dwudziestu gwiazd wykazujących tego rodzaju zmienność. Precyzyjna fotometria *Keplera* pozwoliła tę liczbę zwielokrotnić. Już w kwietniu 2011, na łamach czasopisma *Science*, Chaplin i in. donieśli o odkryciu oscylacji typu słonecznego w 500 gwiazdach obserwowanych przez *Keplera*. Obecnie znane gwiazdy wykazujące tego typu oscylacje liczy się w tysiącach. Są one niezmiernie ważne dla misji *Kepler* i *K2*, ponieważ analiza asterosejsmiczna tej zmienności pozwala na dokładne wyznaczenie promieni gwiazd, a co za tym, idzie promieni orbitujących wokół nich planet. Dzięki asterosejsmologii można doprecyzować rozmiary ekosfer gwiazdowych i oszacować wiek odkrytych układów planetarnych (przyjmując założenie, że planety formują się jednocześnie z gwiazdą). Badanie poziomu aktywności gwiazd posiadających planety pozwala natomiast na uzyskanie wglądu w to, czy dana planeta rzeczywiście jest miejscem sprzyjającym życiu.

Na tym nie koniec. Połączenie obserwacji *Keplera* z danymi zebranymi przez inne instrumenty pozwala jeszcze lepiej określić, w jakim stopniu dana egzoplaneta przypomina Ziemię. Przykładem takiej analizy było połączenie informacji zebranych przez teleskopy *Keplera*, *Hubble'a* i *Spitzera* i odkrycie przejrzystej atmosfery złożonej z pary wodnej na egzoplanecie wielkości Neptuna, HAT-P-11b (*Kepler*-3b). Odkrycie to dało nadzieję, że w przyszłości będziemy w stanie scharakteryzować w ten sposób znacznie więcej egzoplanet, w tym również te ziemiopodobne.

PROJEKT LAMOST-KEPLER

Wielki sukces naukowy *Keplera* opierał się na silnym fundamencie. Był nim *Kepler* Input Catalog (KIC), zawierający podstawowe informacje o gwiazdach w polu widzenia Teleskopu Keplera, które zostały uzyskane z naziemnej fotometrii. KIC został stworzony w celu identyfikacji gwiazd podobnych do Słońca (czyli typu widmowego F, G lub K) oraz określenia ich zaawansowania ewolucyjnego. To zadanie wypełnił bardzo dobrze. Precyzyjne analizy odkrytych planet, jak i gwiazd będących ciekawymi obiektami badań astrofizycznych, wymagały jednak informacji o wiele dokładniejszych, niż te zawarte w KIC. Do ich uzyskania konieczne były pomiary spektroskopowe.

Najbardziej ambitnym projektem, którego celem było pokrycie całego pola widzenia Teleskopu Keplera obserwacjami spektroskopowymi, był, realizowany we współpracy międzynarodowej, projekt LAMOST-*Kepler*. W projekcie tym obserwacje spektroskopowe niskiej rozdzielczości zostały uzyskane dla dzie-



Źródło: NASA

Większość ze znanych obecnie egzoplanet odkryta została dzięki obserwacjom teleskopu Keplera

siątek tysięcy gwiazd w polu *Keplera* za pomocą chińskiego teleskopu LAMOST. Posłużyły one do wyznaczenia parametrów atmosferycznych gwiazd, czyli temperatury efektywnej, przyspieszenia grawitacyjnego na powierzchni, składu chemicznego i innych wielkości. Choć dotyczą znacznie mniejszej liczby gwiazd niż te, zawarte w KIC, uzupełniają one informację, której w KIC brak. Jeszcze bardziej użyteczne będą obserwacje, które LAMOST wykonuje dla pól widzenia misji *K2*, zlokalizowanych na niebie północnym, dla których nie ma dedykowanego katalogu w rodzaju KIC. Kolejnym celem LAMOST będzie północny biegun ekliptyczny, czyli pole stałego widzenia teleskopu TESS.

TAK DALEKO NAM DO SIEBIE I TAK BLISKO

Kepler potrafił patrzeć blisko (np. na Urana, Neptuna i asteroidy podczas misji *K2*) i daleko. (obiekty pozagalaktyczne). Obserwacje Neptuna pozwoliły naukowcom lepiej zrozumieć naturę brązowych karłów oraz dokładniej przyjrzeć się chmurom spowijającym tę jedną z najsłabiej zbadanych planet Układu Słonecznego. Obserwacje Urana pozwoliły lepiej zrozumieć ewolucję dynamiczną jego satelitów, a obserwacje asteroid pozwoliły wyznaczyć prędkości rotacji tych obiektów, które w ogromnej większości były nieznane.

Jednym z najdalszych celów, które obserwował *Kepler*, była natomiast supernowa typu Ia o nazwie SN 2018oh, dostrzeżona 4 lutego 2018 r. w galaktyce spiralnej UGC 4780 w gwiazdozbiorze Raka przez All-Sky Automated Survey for Supernova. Odległość do SN 2018oh to ponad 170 mln lat świetlnych. Astronomowie czekali na obiekt tego rodzaju, ponieważ precyzyjne obserwacje krzywej blasku supernowych Ia mogą posłużyć wyjaśnieniu mechanizmu ich eksplozji. Jest to konieczne do właściwego zrozumienia natury tych gwiazd i bardzo ważne dla rozwoju nauki, jako że supernowe typu Ia są używane do pomiaru tempa rozszerzania Wszechświata i do badania ciemnej energii, która wypełnia kosmos.

Szczęśliwie się złożyło, że *Kepler* był już nastawiony na obszar nieba, na którym pojawiła się SN 2018oh, dzięki czemu obserwował tę eksplozję od samego początku i wniósł ogromny wkład do jej badań. Podczas gdy zwyczajne supernowe typu Ia osiągają maksymalną jasność w czasie około trzech tygodni, licząc od eksplozji, by potem zacząć zanikać, SN 2018oh dojście do największego pojaśnienia zajęło raptem kilka dni. Dodatkowo, na podstawie pomiarów koloru SN 2018oh uzyskanych teleskopami naziemnymi, udało się wykazać, że supernowa ta miała bardzo wysoką temperaturę. W interpretacji części badaczy jest to obraz procesu, w którym, podczas eksplozji białego karła znajdującego się w układzie podwójnym, fala uderzeniowa trafia gwiazdowego towarzysza, generując ogromną ilość gorącego, jasnego gazu, co widzimy jako szybkie pojaśnienie i wysoką temperaturę supernowej. Inni badacze dostrzegają w tych obserwacjach informację o szczególnie wielkich ilościach niklu zawartych w zewnętrznych obszarach eksplodującej supernowej. Badania nad tym, która z proponowanych interpretacji jest właściwa, trwają, a ich konkluzja będzie kluczowa dla naszego rozumienia dynamiki i budowy Wszechświata.

GDZIE CI KOSMICI?

Kepler otworzył nasze oczy na mnogość i różnorodność układów planetarnych w Drodze Mlecznej. Najnowsza analiza jego obserwacji pokazuje, że liczba egzoplanet w naszej Galaktyce może być większa od liczby gwiazd oraz że od 20 do 50% tych gwiazd posiada małe, skaliste planety zbliżone wielkością do Ziemi i zlokalizowane w ekosferach. Skoro egzoplanet jest tak niewiarygodnie dużo i na wielu z nich może istnieć woda

Skrajności w świecie egzoplanet i ich gwiazd macierzystych obserwowanych przez teleskop Keplera.

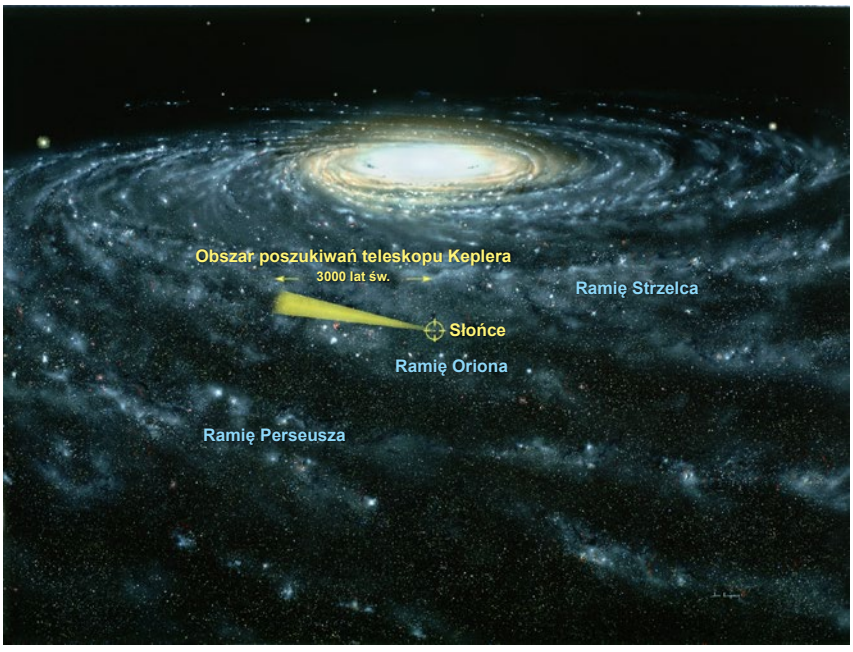
parametr	**minimum planeta/gwiazda**	**maksimum planeta/gwiazda**
masa planety	0,000063 $M_{Jowisza}$ (0,20 M_{Ziemi}) KIC 12557548b	62,14 $M_{Jowisza}$ KIC 6289650b
promień planety	0,0285 $R_{Jowisza}$ (0,314 R_{Ziemi}) Kepler-37b	2,042 $R_{Jowisza}$ Kepler-13Ab
okres orbitalny planety	0,179715 dni K2-137 b	1322,3 dni Kepler-455 b
wielka półoś orbity planety	0,0058 au K2-137 b	2,7205 au Kepler-1647 (AB) b
temperatura planety	131 K Kepler-167 e	2750 K Kepler-13 A b
odległość gwiazdy	40 lat świetlnych TRAPPIST-1	8800 lat świetlnych Kepler-40
masa gwiazdy	0,08 $M_{Słońca}$ TRAPPIST-1	2,82 $M_{Słońca}$ Kepler-433
promień gwiazdy	0,117 $R_{Słońca}$ TRAPPIST-1	6,3 $R_{Słońca}$ Kepler-91
temperatura gwiazdy	2560 K TRAPPIST-1	9257 K KIC 6693943
wiek gwiazdy	9,5 miliona lat K2-33	9,9 miliarda lat Kepler-46

w stanie ciekłym, to w pojawia się pytanie, czy i na ilu z nich istnieje życie.

Temat istnienia życia pozaziemskiego jest i pewnie zawsze będzie nośny. Dokładnie w chwili, gdy powstaje ten artykuł, przez media przechodzi fala reakcji na odkrycie drugiego w historii przypadku detekcji szybkich błysków radiowych (ang. *fast radio bursts*, FRB) pochodzących z tego samego miejsca na niebie, odkrytych przez teleskop CHIME. Ponieważ wciąż nie udało się wyjaśnić, co dokładnie jest przyczyną tych błysków, pod uwagę brane są wszystkie scenariusze, łącznie z działalnością zaawansowanych obcych cywilizacji. Pojawiają się eseje dyskutujące psychologiczne podłoże naszego zafiksowania na kosmitach oraz analizujące kondycję moralną rasy ludzkiej.

Niezależnie od tego świeżego wydarzenia, od pewnego już czasu rosną naciski na to, aby każda z przyszłych misji NASA w swoim programie badawczym miała element ściśle związany z poszukiwaniem życia pozaziemskiego. Taka rekomendacja została sformułowana w raporcie *An Astrobiology Strategy for the Search for Life in the Universe*, opublikowanym w październiku 2018 r. przez National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine (NASEM). Raport ten, bezpośrednio odnoszący się do odkryć dokonanych Teleskopem Keplera, zaleca przyspieszenie rozwoju technik i technologii służących detekcji mikroorganizmów, które można będzie wykorzystać w misjach kosmicznych. Czy faktycznie mamy szanse odkryć jakieś życie pozaziemskie, choćby malutkie? W opinii części naukowców NASA stanie się to w przeciągu dwudziestu lat.

A co na to *Kepler*? On sam raczej nie pozwoli nam schwytać kosmity za nogę, ale może dostarczyć informacji, które naprowadzą nas na jego ślad, np. dostarczając argumentów za tym, że dana egzoplaneta posiada atmosferę sprzyjającą życiu (vide HAT-P-11b) albo ukazując sygnał fotometryczny, którego nie da się zinterpretować inaczej niż aktywnością obcych. Niewykluczone, że ten sygnał już na nas czeka, zagrzebany w powodzi obserwacji zgromadzonych przez *Keplera*, ale jeszcze nieprzeanalizowanych pod tym kątem.



Nasza Galaktyka (Droga Mleczna) z zaznaczoną pozycją Słońca oraz przestrzenią, w której znajdują się gwiazdy obserwowane przez teleskop Keplera podczas misji Kepler (żółty stożek)

Obserwacje TESS pokryją całe niebo, czyli obszar 400 razy większy niż ten obserwowany przez Keplera

SZTAFETA DO GWIAZD

Po ponad dziewięciu latach ciągłej operacji w kosmosie Kepler udał się na zasłużoną emeryturę, przekazując pałeczkę w sztafecie do gwiazd, czy może raczej do egzoplanet, teleskopowi kosmicznemu TESS. Na dzień dzisiejszy, TESS może się pochwalić odkryciem jednej potwierdzonej egzoplanety i dwóch kandydatek. Następne odkrycia są jednak tylko kwestią czasu. Obserwacje TESS pokryją całe niebo, czyli obszar 400 razy większy niż ten obserwowany przez *Keplera* i dotyczyć będą też gwiazd jaśniejszych niż cele *Keplera*. To ułatwi ich dalszy monitoring przy użyciu teleskopów naziemnych i innych misji kosmicznych. Oczekuje się, że TESS odkryje tysiące nowych egzoplanet krążących wokół gwiazd różnych typów widmowych oraz około 50 planet o promieniu mniejszym niż cztery promienie Ziemi. Jak będzie w rzeczywistości, zobaczymy już niedługo, ale raczej na pewno nie obędzie się bez zaskoczeń.

Interesujące odnośnki

Kepler i K2: www.nasa.gov/mission_pages/kepler

The Extrasolar Planets Encyclopaedia: exoplanet.eu

Planet Hunters: blog.planethunters.org

Dr hab. Joanna Molenda-Żakowicz pracuje w Instytucie Astronomicznym Uniwersytetu Wrocławskiego. Od wielu lat zajmuje się obserwacjami naziemnymi gwiazd z pola Keplera, w tym tymi realizowanymi w projekcie LAMOST-Kepler. Interesuje się kulturą dalekowschodnią i twórczością z nurtu science fiction. Najlepiej odpoczywa w bliskim kontakcie z przyrodą.

KOSMICZNE WEJŚCIE SMOKA

Astronomiczny świat Chin

Chińska astronomia intensywnie się rozwija. W tym kraju działa nie tylko największy na świecie 500-metrowy radioteleskop, ale i wiele innych ciekawych projektów, w tym dotyczących poszukiwania fal grawitacyjnych i ciemnej materii.

Wenwen Zuo

Tłumaczenie z angielskiego: Krzysztof Czart

Patrząc w rozgwieżdżone niebo, można poczuć ogrom Wszechświata i maleńkość nas samych. Tak jest w naszym przypadku, jak i było dla naszych przodków.

STAROŻYTNE KRONIKI I SPOSÓB MYŚLENIA

Około 2300 lat temu starożytny chiński poeta Yuan Qu napisał słynny wiersz *Pytania do nieba (*Tiānwèn). Skrywało się w nim wiele pytań, np.: „zanim przybrały swój kształt, skąd pochodziły niebo i ziemia?", „wśród niepojętego chaosu, kto może odkrywać przyczyny?".

W dawnej historii „jedność nieba i człowieka", czyli harmonia pomiędzy „niebem", a „człowiekiem", była kluczową ideą w chińskich tradycyjnych wartościach. Uważano, iż człowiek powinien być pełen szacunku do nieba. Zwracano więc baczną uwagę na wszelkiego rodzaju astronomiczne zjawiska na niebie. Przed czasami współczesnymi, dynastia po dynastii, pracownicy Cesarskiego Obserwatorium rzetelnie i dokładnie prowadzili obserwacje i zapiski każdego dnia i nocy. Odnotowywali ruch konstelacji i inne zjawiska, takie jak fazy Księżyca, zaćmienia Słońca, zaćmienia Księżyca, meteory, komety, supernowe itd. Udało się uzyskać bogaty zapis gwiaździstego nieba i cenne naukowe dziedzictwo całej ludzkości.

Na przykład od dynastii Shang (~1600 r. p.n.e. — 1046 r. p.n.e.) do końca XVII w. w chińskich kronikach istnieje ponad 90 zapisków o nowych lub supernowych, z których do najsłynniejszych należy wybuch supernowej w 1054 r. W latach 50. ubiegłego wieku, przekopując się przez te archiwa, chińscy astronomowie dostarczyli mocnych historycznych dowodów dla serii istotnych odkryć związanych z ewolucją gwiazd, co zostało uznane jako jeden z największych wkładów chińskiej astronomii w astronomię światową. Innym przykładem są badania spowolnienia rotacji Ziemi poprzez powiązanie zapisków ze starożytnych kronik z zaćmieniami Słońca i Księżyca.

NAPŁYW KULTURY ZACHODNIEJ DO CHIN

Pod koniec dynastii Ming i na początku dynastii Qing do Chin zaczęła docierać myśl akademicka z Zachodu.* Ludzie tacy jak europejscy misjonarze przywieźli do Chin wiele zachodnich artefaktów i wiedzę na temat astronomii, kalendarza, matematyki, geografii. Miało to wpływ na chińskich intelektualistów. O ile fundamentalne wyzwanie dla tradycyjnych kręgów akademickich nie przyszło aż do późnego okresu dynastii Qing, to pod koniec jej panowania w Chinach popularyzowały się nie tylko zaawansowana nauka i technologia, ale także idee polityczne, filozoficzne i kulturalne.

Pod względem akademickim, podstawowe ramy tradycyjnego chińskiego kanonu, historii, filozofii i literatury stały się bardziej aktywne pod wpływem zachodnich naukowców. Niektóre tradycyjne obszary akademickie stopniowo się zmniejszały, a inne absorbowały nowe idee i się rozwijały. W momencie utworzenia Republiki Chińskiej cała struktura akademicka ukształtowała się w ogólnych ramach na wzór zachodni, w tym na polu naukowym.

* Dynastia Ming panowała od 1368 do 1644 r., a dynastia Qing od 1644 do 1912 r.

KRÓTKO O CHIŃSKIEJ ASTRONOMII OD 1840 ROKU

Założone w 1872 r. Shanghai Xujiahui Observatory było pierwszym obserwatorium w Chinach w czasach współczesnych. Działało w kilku obszarach, takich jak czas, meteorologia, geomagnetyzm, trzęsienia ziemi itp. W 1900 r. wybudowano obserwatorium Sheshan i sprowadzono 40-cm teleskop astronomiczny. W tym czasie w Szanghaju działało też Zhaojiabang Observatory zaangażowane głównie w prace geomagnetyczne i stacja Waitan głównie dla celów prognozowania pogody. Większość wspomnianych obserwatoriów została ustanowiona przez misjonarzy francuskich.

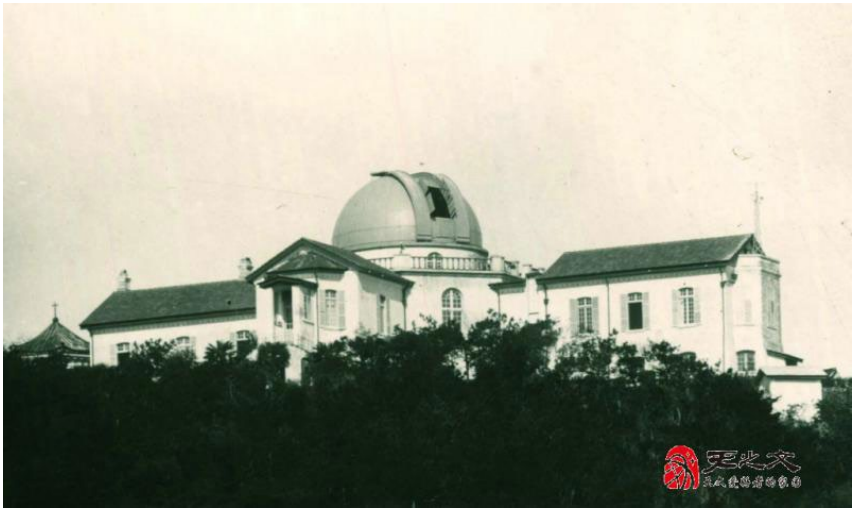
Pierwszym nowoczesnym obserwatorium wybudowanym przez Chińczyków samodzielnie było Obserwatorium Astronomiczne Zijinshan (ang. Purple Mountain Observatory, PMO) założone w 1932 r. w Nankinie. Jest ono kolebką współczesnej chińskiej astronomii.

Po utworzeniu Chińskiej Republiki Ludowej w 1949 r. Xujiahui Observatory i Sheshan Observatory wróciły pod jurysdykcję rządu chińskiego i były zarządzane przez PMO. Po ponad 10 latach rozwoju, za zgodą Chińskiej Akademii Nauk (ang. Chinese Academy of Sciences, CAS), obserwatoria Xujiahui i Sheshan formalnie połączyły się w niezależne Szanghajskie Obserwatorium Astronomiczne, (ang. Shanghai Astronomical Observatory, SHAO). Pierwszym dyrektorem SHAO został prof. Li Heng, który studiował we Francji.

Obecnie w Chinach działa wiele astronomicznych instytucji naukowych i edukacyjnych, w szczególności w ramach Chińskiej Akademii Nauk (CAS) i na uniwersytetach. Astronomiczne instytuty naukowe w ramach CAS obejmują m.in. położone w Pekinie Narodowe Obserwatorium Astronomiczne Chin (ang. National Astronomical Observatory of China, NAOC), PMO w Nankinie oraz SHAO w Szanghaju.

Największym obserwatorium w Chinach jest NAOC, które obejmuje Yunnan Observatory, Nanjing Institute of Astronomical Optics Technology, Xinjiang Observatory oraz Changchun Satellite Observatory.

Poza obserwatoriami w CAS, ponad 10 uniwersytetów, takich jak Nanjing University, Beijing Normal University, czy Peking University, także posiada wydziały astronomii, na których prowadzone są studia astronomiczne.



Fot. SHAO, CAS

Na górze: Obserwatorium Sheshan w 1900 r. Na dole: W 2004 r. przekształciło się w Szanghajskie Muzeum Astronomiczne (Shanghai Astronomical Museum) będące ośrodkiem SHAO dla popularyzacji i edukacji. Prezentuje m.in. historię rozwoju chińskiej astronomii

Więcej o chińskich obserwatoriach:
CAS – http://english.cas.cn
NAOC – http://english.nao.cas.cn
PMO – http://english.pmo.cas.cn
SHAO – http://english.shao.cas.cn

CHIŃSKIE OCZY NA NIEBO

Astronomia zajmuje się zrozumieniem Wszechświata w oparciu o obserwacje i modele teoretyczne. Tutaj skupimy się głównie na aspekcie obserwacyjnym. Kluczem dla astronomów do eksploracji kosmosu jest światło (fale elektromagnetyczne). Oprócz światła widzialnego istnieje szereg innych długości fali. Ziemska atmosfera chroni nas i do powierzchni dociera jedynie światło widzialne, część pasma fal radiowych oraz niewielkie fragmenty zakresu ultrafioletowego i podczerwonego. Aby odbierać fale podczerwone o większych długościach, astronomowie muszą używać lotniczych detektorów albo — jeszcze lepiej — teleskopów kosmicznych znajdujących się poza atmosferą. W celu wykrycia promieniowania wysokoenergetycznego (gamma, rentgenowskiego i ultrafioletowego), instrumenty koniecznie muszą znajdować się poza atmosferą. W ostatnich latach oprócz rozwoju prac teoretycznych Chiny dokonały także znaczącego postępu w rozwoju astronomicznego sprzętu obserwacyjnego i technologii.

W PAŚMIE WIDZIALNYM

W zakresie widzialnym Chiny wybudowały teleskop Guo Shoujing (Large

Źródło: NAOC, CAS

Mapa rozmieszczenia obserwatoriów w Chinach. Oprócz siedzib NAOC, SHAO i PMO, zaznaczono lokalizacje obserwacyjne i bazy NAOC

Sky Area Multi-Object Fiber Spectroscopic Telescope; LAMOST), 2,4 m teleskop Lijiang, 2,16 m teleskop Xinglong, teleskop Schmidta Xinglong, 1,8 m teleskop Lijiang, 1,56 m teleskop Szanghajski, 1,2 m teleskop Xuyi, 85 cm teleskop Xinglong i wiele innych teleskopów. Wśród nich największy jest LAMOST.

Zwykle wraz ze wzrostem średnicy teleskopu zwiększa się jego zdolność rozdzielcza, natomiast maleje pole widzenia dla pojedynczej obserwacji. W ramach pokonywania tego problemu, uzyskania dużego pola widzenia przy zachowaniu wysokiej zdolności rozdzielczej, dzięki nowym technikom teleskop LAMOST osiąga te dwa cele jednocześnie.

Inną wiodącą innowacją technologiczną używaną przez LAMOST jest sterowana równolegle technologia pozycjonowania światłowodów, która pozwala teleskopowi na uzyskiwanie 4000 widm podczas jednej ekspozycji. Z tego powodu teleskop ma wielki potencjał do efektywnego wykonywania przeglądu dużej liczby gwiazd i galaktyk.

Źródło: NAOC, CAS

Teleskop Guo Shoujing

W ramach przeglądu LAMOST można wyróżnić dwie główne części: LAMOST ExtraGAlactic Survey (LEGAS) oraz LAMOST Experiment for Galactic Understanding and Exploration (LEGUE) — przegląd gwiazdowej struktury Drogi Mlecznej. Do tej pory LAMOST uzyskał światowej klasy postęp badawczy w badaniach Drogi Mlecznej i obiektów pozagalaktycznych. Na przykład w 2018 r. astronomowie odkryli osobliwą gwiazdę, która zawiera 3000 razy więcej litu niż inne gwiazdy.

Planowanych jest więcej dużych teleskopów optyczny/podczerwonych. Na przykład zaakceptowano projekt budowy 12-m teleskopu optyczno-podczerwonego. W fazie planowania lub konstrukcji są też teleskopy o średnich rozmiarach. W przyszłości Chiny chcą także zainstalować 2-m teleskop astronomiczny na stacji kosmicznej Tiangong.

NA FALACH RADIOWYCH

Od roku 1966 grupa osób, którą kierował Wang Shouguan z sukcesem rozwinęła interferometr radiowy na falach metrowych złożony z 16 anten, interferometr radiowy na falach decymetrowych oraz sieć radioteleskopów zintegrowanej apertury na falach metrowych.

Źródło: An Tao et al./Nature Astronomy

Wschodnioazjatyska sieć VLBI (East Asia VLBI Network). Czerwone okręgi oznaczają chińskie radioteleskopy, białe – radioteleskopy japońskie, niebieski – radioteleskopu południowokoreańskie

W 1986 r. SHAO zbudowało pierwszy chiński radioteleskop o pojedynczej czaszy i średnicy 25 m. W 1993 r. drugi 25-m radioteleskop (obecnie zmodyfikowany na 26-m) został zainaugurowany w Nanshan (Urumczi, Sinciang [Xinjiang]). Później wybudowano 40-m radioteleskop w prowincji Junnan, 50-m radioteleskop w prowincji Pekin i inne.

28 października 2012 r. oficjalnie zainaugurowano w SHAO największy sterowalny radioteleskop w Azji o średnicy 65 m — Tianma Telescope. W przyszłości rekord ten zostanie pobity przez 110-m radioteleskop Xinjiang Qitai. Zapewne niektórzy słyszeli o Five hundred Aperture Spherical Telescope (FAST) położonym w Guizhou Province, największym pojedynczym radioteleskopie na świecie.

Wspomniane radioteleskopy mogą być nie tylko używane niezależnie, ale także pracować w sieci razem z innymi radioteleskopami, aby tworzyć wirtualny teleskop o rozmiarach równych maksymalnej separacji pomiędzy poszczególnymi teleskopami. Aktualnie chińska sieć VLBI (China Very Long Baseline Interferometry Network) obejmuje centrum przetwarzania danych w SHAO

Źródło: NAOC, CAS

65-m szanghajski radioteleskop Tianma

i radioteleskopy: 65-m w Szanghaju, 50-m w Pekinie, 40-m w Kunming, 26-m w Urumczi (Urumqi) i 25-m w Szanghaju, uzyskując rozdzielczość odpowiadającą teleskopowi o średnicy 3000 km.

Chińska sieć VLBI odgrywa ważną rolę w Chińskim Programie Eksploracji Księżyca (nazwanym Chang'e od imienia chińskiej bogini księżyca) oraz programie badań układu planetarnego, pod względem ustalania pozycji, śledzenia i podobnych zadań. 3 stycznia 2019 r. sonda Chang'e 4 wylądowała na Księżyc po stronie niewidocznej z Ziemi, a po 12 godzinach od lądowania łazik Yutu 2 (Jade Rabbit 2) opuścił lądownik i rozpoczął badania (więcej na s. 25).

Ponieważ niektóre z teleskopów w sieci, takie jak 25-m w Szanghaju, 65-m w Tianma i 26-m w Urumczi, mogą pracować w szerszym zakresie długości fali, mogą brać udział w innych międzynarodowych sieciach VLBI. Gdy FAST ukończy fazę testowania systemu obserwacyjnego VLBI, także dołączy do chińskiej sieci VLBI i do innych sieci tego typu na świecie, co znacznie zwiększy ich możliwości detekcyjne.

Dodatkowo Chiny są jednym z głównych uczestników wielkiego międzynarodowego projektu teleskopu Square Kilometer Array (SKA). SKA to planowany największy i najbardziej czuły radioteleskop spośród kiedykolwiek zbudowanych. Dostarczy nam wielu wspaniałych szans na zrozumienie zagadek Wszechświata. Chiński zespół naukowy SKA ukończył przygotowywanie raportu i planuje budowę chińskiego regionalnego centrum SKA. W ciągu ostatnich lat SHAO i inne instytucje wykonały wysoko ocenianą pracę nad przygotowaniem naukowym projektu, zarządzaniem danymi, ich przetwarzaniem oraz innymi aspektami.

Źródło: Institute of High Energy Physics, CAS

Sieć detektorów promieniowania kosmicznego w Yangbajing w Tybecie

NA INNYCH DŁUGOŚCIACH FALI

Specjalnym projektem w ramach nauk kosmicznych jest największy naukowy program satelitarny w Chinach. To pierwszy chiński program satelitarny, którego głównym celem są odkrycia naukowe. W pierwszej fazie realizacji wystrzelono cztery satelity naukowe, nazwane Dark Matter Particle Explorer (DAMPE, nazywany także Goku), No. 10 Practice Satellite, Quantum Experiments at Space Scale (QUESS, nazywany Micius lub Mozi) oraz Hard X-ray Modulation Telescope (HXMT, nazywany Insight).

Spośród nich najbardziej związane z badaniami astronomicznymi są teleskop kosmiczny Insight i satelita Goku. Insight, wystrzelony w 15 czerwca 2017 r., jest pierwszym chińskim satelitą astronomicznym. Obserwuje czarne dziury, gwiazdy neutronowe i zjawiska związane z emisjami promieniowania rentgenowskiego i gamma.

DETEKCJA CIEMNEJ MATERII

Zwykła materia, taka jak my, planety, gwiazdy, stanowi zaledwie 4% masy i energii we Wszechświecie. Pozostałe

Źródło: PMO, CAS

Rysunek satelity Goku

96% to ciemna energia i ciemna materia. Ciemna materia wydaje się nie oddziaływać ze światłem i dlatego trudno ją wykryć bezpośrednio.

Nie jest jasne, czym właściwie jest ciemna materia (zob. artykuł na s. 50). Podstawowym kandydatem na ciemną materię jest jakiś nowy rodzaj cząstek elementarnych, który nie został do tej pory odkryty, np. słabo oddziałujące masywne cząstki (WIMPs — weakly-interacting massive particles). Istnieją trzy główne sposoby detekcji: poprzez obserwacje niskoenergetycznych odrzutów jąder wywołanych przez interakcje z cząstkami ciemnej materii, poprzez wykrywanie produktów samoanihilacji lub rozpadu cząstek ciemnej materii w przestrzeni kosmicznej albo poprzez wytworzenie cząstek ciemnej materii w laboratorium.

Satelita Goku stosuje drugą z metod do wykrywania wysokoenergetycznego promieniowania gamma, elektronów i jonów promieniowania kosmicznego, aby wspomóc poszukiwania cząstek ciemnej materii i zbadać ich własności. Z kolei opierając się na pierwszej metodzie, „projekt Panda", kierowany przez Shanghai Jiaotong University, prowadzi badania w podziemnym laboratorium Jinping, na głębokości 2500 m w Liangshan w prowincji Syczuan (Sichuan). Używany jest ciekły ksenon jako materiał docelowy do oddziaływań z cząstkami ciemnej materii. Projekt ukończył pierwszą fazę w roku 2014, używając 120 kg ciekłego ksenonu. W kolejnej fazie ilość materiału wzrosła do 580 kg.

W drugim planowanym etapie zostaną wystrzelone kolejne cztery satelity do badań dwóch czołowych problemów naukowych: pochodzenia i ewolucji Wszechświata i życia oraz związków pomiędzy Układem Słonecznym a ludźmi. Będą to

odpowiednio: Einstein Probe, Advanced Space-based Solar Observatory, Solar wind Magnetosphere Ionosphere Link Explorer (SMILE) oraz Gravitational Wave Electromagnetic Counterpart All-sky Monitor (GECAM).

DETEKCJA PROMIENIOWANIA KOSMICZNEGO

Promieniowanie kosmiczne to wysokoenergetyczne cząstki z kosmosu, obejmujące głównie jądra, w tym 87% protonów, 12% jąder helu, a także cięższe jądra, elektrony, promieniowania gamma, neutrina itp. Promieniowanie kosmiczne można podzielić na pierwotne i wtórne. Termin „pierwotne promieniowanie kosmiczne" odnosi się do promieniowania przybywającego spoza atmosfery, natomiast „wtórne promieniowanie kosmiczne" jest produkowane w wyniku oddziaływania pomiędzy promieniowaniem pierwotnym a jądrami w atmosferze.

W związku z tym, aby rozwiązać dwa wyzwania na polu badań promieniowania kosmicznego — pochodzenie promieniowania kosmicznego i problem przyspieszania — są dwa podstawowe sposoby jego detekcji. Można wykrywać pierwotne promieniowanie kosmiczne w przestrzeni kosmicznej albo wykrywać wtórne promieniowanie kosmiczne na powierzchni Ziemi.

Obecnie istnieje wiele hipotez na temat pochodzenie promieniowania kosmicznego (np. w efekcie wybuchów supernowych). W Chinach wiele uniwersytetów i instytutów naukowych prowadzi badania promieniowania kosmicznego. Sieć detektorów promieniowania kosmicznego Yangbajing w Tybecie jest najbardziej obiecującym i zaawansowanym naziemnym obserwatorium tego typu na świecie. Jego kluczowym celem naukowym jest „badanie źródeł, przyspieszania i rozprzestrzeniania się promieniowania kosmicznego".

Astronomia w chińskich szkołach

Jak wygląda obecność astronomii w chińskiej szkole podstawowej i gimnazjum? Dzieci są oczywiście bardzo zainteresowane rozgwieżdżonym niebem i eksploracją kosmosu. Jednym z marzeń wielu dzieci jest zostanie astronautą. W przedszkolu mogą dowiedzieć się nieco o astronomii z książek i filmów wideo. W szkole podstawowej obowiązkowym przedmiotem są lekcje związane z naukami ścisłymi, na których zawarte są tematy takie jak Ziemia i Wszechświat. W gimnazjum uczniowie zaczynają uczyć się geografii, fizyki, chemii i biologii. Tematyka astronomiczna jest najbardziej zawarta na geografii, natomiast na fizyce wspomina się ją w niewielkim stopniu. Nie ma osobnego przedmiotu „astronomia" w szkołach podstawowych i gimnazjach.

Warto zauważyć, że niektóre szkoły wybudowały obserwatoria z teleskopami oraz założyły kółka astronomiczne i zapraszają zawodowych astronomów do pomocy. Na przykład w wielu szkołach wykładowcy i studenci SHAO wygłaszają prelekcje lub pomagają uczniom w wykonywaniu minibadań.

Poza szkołą uczniowie mogą uczęszczać na astronomiczne wykłady i zajęcia popularyzujące naukę organizowane przez centra nauki i instytuty badawcze. Oczywiście ilość tych działań zależy od lokalnego poziomu ekonomicznego i uwagi poświęcanej popularyzacji nauki. Niezależnie od tego internetowa popularyzacja nauki przekracza regionalne ograniczenia. Usługi takie jak Wechat (podobna do aplikacji WhatsApp), Weibo (podobna do Twittera) i wydarzenia online na żywo pozwalają na kontakt z uczniami z prawie każdego rejonu Chin.

WYKRYCIE FAL GRAWITACYJNYCH

Fale grawitacyjne to „zmarszczki" czasoprzestrzeni wytworzone przez masę ulegającą przyspieszeniu. W 2016 r. amerykańskie Laser Interferometric Gravitational Wave Observatory (LIGO) po raz pierwszy wykryło sygnał fal grawitacyjnych. Również w Chinach aktywnie rozwijany jest program detekcji fal grawitacyjnych.

„Projekt Tian Qin", oficjalnie uruchomiony w lipcu 2015 r., to trójkątna sieć złożona z trzech identycznych satelitów wokół Ziemi. W porównaniu z LIGO, projekt Tian Qin nieustannie próbuje wykrywać fale grawitacyjne o niższej częstotliwości. Bazująca na technologii interferometrii laserowej sieć ma wykrywać sygnały fal grawitacyjnych z kosmosu. Jednym z ważnych celów obserwacji jest RXJ 0806.3+1527, ultrazwarty układ podwójny białego karła z okresem obiegu zaledwie 5,4 min.

Około 2033 r. jest planowane uruchomienie innego chińskiego kosmicznego programu wykrywania fal grawitacyjnych. Nosi nazwę „projekt Taiji". W jego ramach mają zostać wystrzelone trzy satelity na orbity wokół Słońca, aby utworzyć trójkąt równoboczny (Star Group) do bezpośredniej detekcji fal grawitacyjnych w paśmie o jeszcze mniejszej częstotliwości (0,1 mHz — — 1,0 Hz).

Obserwatorium pierwotnych fal grawitacyjnych Ali w Tybecie jest kolejnym projektem próbującym wykryć fale grawitacyjne powstałe w początkach Wszechświata. Ze względu na dużą wysokość nad poziomem morza, cienką atmosferę, małą zawartość pary wodnej, średnią szerokość geograficzną, kompletną infrastrukturę, Ali to jedna z najlepszych stacji obserwacyjnych do tego celu

Przykładami popularnonaukowych czasopism astronomicznych w Chinach są „Astronomia Amatorska" i „Chińska Astronomia Narodowa". Ich oryginalne tytuły to odpowiednio 天文爱好者 (tian wen ai hao zhe) oraz 中国国家天文 (zhong guo guo jia tian wen).

na półkuli północnej. Obecnie znajduje się na etapie budowy.

OŚRODEK ASTRONOMICZNY NA ANTARKTYDZIE

Obserwacje i analizy teoretyczne wykazały, iż kopuła lodowa A/C na Antarktydzie jest najlepszą lokalizacją obserwacyjną na Ziemi, porównywalną w niektórych aspektach z przestrzenią kosmiczną. Może dostarczyć świetnego okna dla obserwacji astronomicznych do badania kluczowych pytań, takich jak pochodzenie Układu Słonecznego, wczesny Wszechświat, ciemna materia czy ciemna energia. Aby promować rozwój obserwacji astronomicznych na Antarktydzie, 25 grudnia 2006 r. w PMO oficjalnie zainaugurowano Chińskie Centrum Astronomii Antarktycznej.

ASTRONOMOWIE W CHINACH

W obserwatoriach, instytutach naukowych i na uniwersytetach wspomnianych powyżej pracuje wielu pracowitych, entuzjastycznych i zdolnych astronomów. To dzięki nim postępują chińskie astronomiczne badania naukowe i edukacja.

Najbardziej fundamentalne dla rozwoju są talenty. Biorąc jako przykład CAS, istnieje kilka programów dla wprowadzania, szkolenia i zachęty osób utalentowanych, dzięki którym mają one do dyspozycji dobre środowisko do edukacji i pracy. Co więcej, CAS przywiązuje dużą wagę do współpracy z międzynarodowymi korporacjami i do wymiany akademickiej. CAS prowadzi wielopoziomowe programy, różne formy międzynarodowej wymiany akademickiej i współpracy badawczej. Uformował się dojrzały model międzynarodowej współpracy, każdego roku finansujący dużą liczbę studentów i nauczycieli do studiowania i wymiany akademickiej za granicą.

Programy podobne do CAS President's International Fellowship Initiative (PIFI) wspierają staże obcokrajowców w Chinach. Z kolei programy takie jak „Einstein Fellow" wspomagają odwiedziny zagranicznych ekspertów w Chinach.

Podsumujmy naszą wycieczkę konfucjańskim przysłowiem: „Jak szczęśliwie mieć przyjaciół z daleka". Zapraszam do Chin!

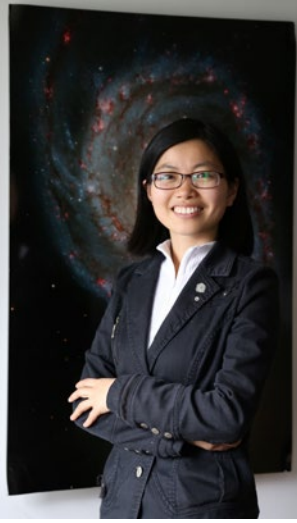
■

Shoujing Guo był słynnym astronomem, matematykiem i inżynierem hydrauliki w czasach dynastii Yuan. W 1276 r. zmodyfikował tradycyjną sferę armilarną i wynalazł tzw. uproszczoną sferę armilarną. Instrument ten daje dobry widok na niebo i wskazuje współrzędne obiektów astronomicznych. W 1598 r. podobny instrument w Europie opracował Tycho Brahe.

Źródło: NAOC, CAS

Uproszczona sfera armilarna w Szanghajskim Muzeum Astronomicznym

Dr Wenwen Zuo jest astrofizykiem pracującym w Szanghajskim Obserwatorium Astronomicznym (SHAO). Naukowo zajmuje się zmiennością kwazarów oraz zależnościami w ewolucji czarnych dziur i ich galaktyk macierzystych. Interesuje się także edukacją astronomiczną i jest aktywna w popularyzacji astronomii, pisząc artykuły, wygłaszając prelekcje, opracowując wywiady z astronomami, kreskówki dla dzieci i wystawy sztuki związanej z nauką. Pracowała przy korekcie merytorycznej tłumaczenia książki „Interstellar" oraz jest współautorką książki „Question the Heaven". Na napisanie artykułu do „Uranii" dała namówić się podczas konferencji Communicating Astronomy with the Public (CAP 2018, Fukuoka, Japonia).



PIERWSZE LĄDOWANIE NA NIEWIDOCZNEJ STRONIE KSIĘŻYCA

Chińska sonda Chang'e 4 wylądowała 3 stycznia br. w Basenie Biegun Południowy-Aitken na Księżycu. Było to pierwsze w historii lądowanie sondy kosmicznej na niewidocznej z Ziemi stronie Księżyca.

Chiny prowadzą w ostatnich latach aktywny program eksploracji Księżyca. Pierwszą bezzałogową misję wysłały w 2007 r. Sonda Chang'e 1 weszła na orbitę Księżyca, a w 2009 r. po wykonanych badaniach i testach technologii wykonała kontrolowane zderzenie z powierzchnią Srebrnego Globu.

Następny orbiter został wysłany w 2010 r. Sonda Chang'e 2 nie krążyła tylko wokół Księżyca, ale została skierowana do punktu libracyjnego L2 układu Ziemia-Księżyc, a także zbadała asteroidę Toutais.

W 2013 r. Chiny wysłały pierwszy lądownik z łazikiem Yutu. Misja Chang'e 3 przeszła do historii jako pierwsze miękkie lądowanie na Księżycu od sowieckiej misji Łuna 24, która gościła na naszym naturalnym satelicie w 1976 r.

Misja Chang'e 4 to kolejny krok Chin w dziedzinie eksploracji kosmicznej. Jest to pierwsza w historii sonda, która wylądowała na niewidocznej z Ziemi stronie Księżyca.

Można stwierdzić, że początek misji Chang'e 4 przypada na 20 maja 2018 r., kiedy z kosmodromu Xichang wystartowała rakieta Długi Marsz 4C z satelitą telekomunikacyjnym Queqiao. Statek Queqiao znalazł się na orbicie halo wokół punktu libracyjnego L2 układu Ziemia-Księżyc. Jego głównym zadaniem jest przekazywanie komunikacji między ZIemią a wysłanymi później lądownikiem i łazikiem działającymi na niewidocznej stronie Księżyca.

Razem z Queqiao w stronę Księżyca poleciały dwa niewielkie satelity Longjiang. Zamontowano na nich holendersko-chiński eksperyment nasłuchu sygnałów radiowych o niskiej częstotliwości NCLE. Zestaw anten i powiązany z nimi system elektroniczny został zbudowany przez Centrum Badań Kosmicznych Polskiej Akademii Nauk. Jeden z satelitów Longjiang został utracony, jednak drugi trafił na orbitę wokół Księżyca i skomunikował się z Ziemią.

Wreszcie sam lądownik z łazikiem poleciał w kierunku Księżyca na rakiecie Długi Marsz 3B 7 grudnia 2018 r. Lądowanie sondy nastąpiło 3 stycznia br. o 3:26 czasu polskiego.

Na lądowniku o masie 1200 kg umieszczono spektrometr radiowy niskich częstotliwości, detektor promieniowania, kamerę lądowania oraz kamerę terenową. Na łaziku o masie 140 kg znalazł się radar penetrujący do badania struktur geologicznych pod regolitem księżycowym, detektor obojętnych elektrycznie atomów i jonów dodatnich, spektrometr światła widzialnego i bliskiej podczerwieni oraz kamery panoramiczne.

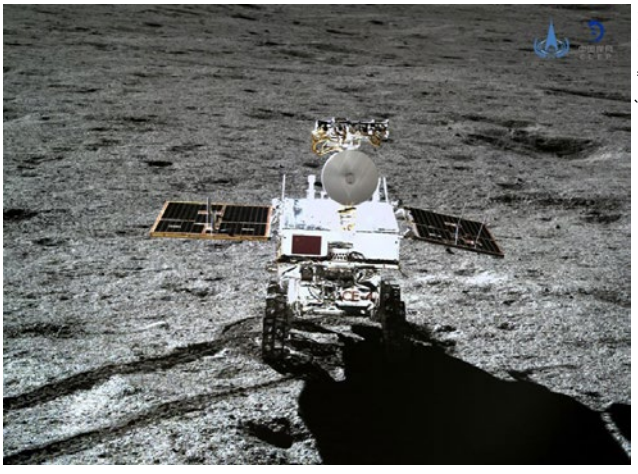
Łazik zjechał z platformy lądownika jeszcze tego samego dnia po wylądowaniu. Pojazd musiał 6 stycznia wejść w tryb uśpienia, spowodowany wysokim padaniem promieni słonecznych. 10 stycznia lądownik wykonał pierwszą panoramę okolic.

Na konferencji 15 stycznia zespół misji pochwalił się udanym eksperymentem sztucznej biosfery. W niewielkim hermetycznym zbiorniku z kontrolą termiczną i sztuczną atmosferą udało się doprowadzić do wykiełkowania ziaren bawełny.

W drugiej połowie stycznia zawieszono operacje misji ze względu na noc księżycową. Pod koniec stycznia badania zostaną wznowione, a łazik powinien zostać skierowany do pierwszych celów.

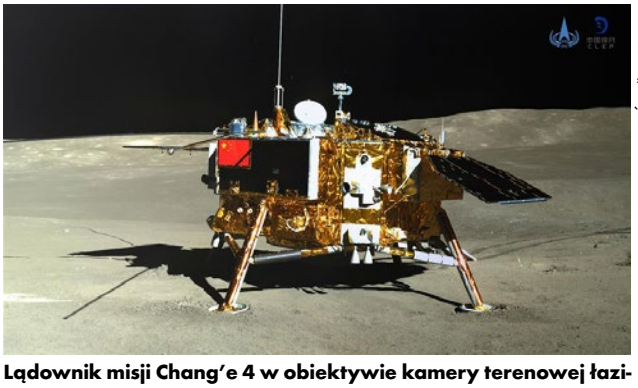
Źródło: CNSA/CLEP

Łazik Yutu-2 po wyjeździe z lądownika



Źródło: CNSA

Zdjęcie łazika Yutu-2 wykonane przez lądownik misji Chang'e 4 11 stycznia 2019 r.



Źródło: CNSA

Lądownik misji Chang'e 4 w obiektywie kamery terenowej łazika Yutu-2. Fotografię wykonano 11 stycznia 2019 r.

Rafał Grabiański

PRZEŁOMOWE ODKRYCIE TELESKOPU ICECUBE

Neutrina spoza naszej Galaktyki

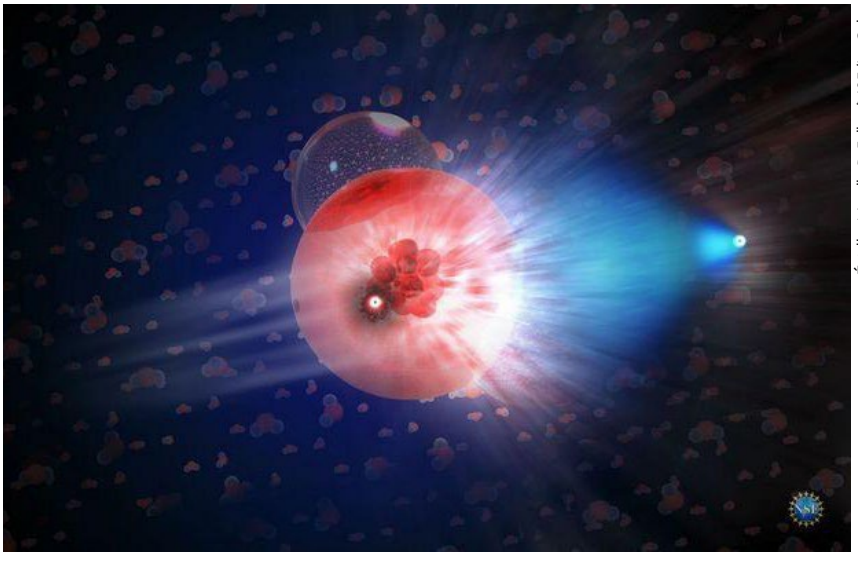
Już we wrześniu 2017 r. naukowcy pracujący na danych zbieranych przez obserwatorium IceCube donieśli o wykryciu strumienia wysokoenergetycznych neutrin, które zdawały się pochodzić ze znanego wcześniej blazara-kwazara TXS 0506+056. Publikacja na ten temat niedługo potem ukazała się w prestiżowym czasopiśmie Science. Co sprawia, że jest to tak przełomowe odkrycie?

Elżbieta Kuligowska

Blazar to szczególny rodzaj aktywnego jądra galaktycznego (AGN), w którym materiał opada stopniowo na jego centralną supermasywną czarną dziurę na drodze akrecji, a jego część wytwarza przy tym silny dżet (strumień plazmy) wystrzeliwany z jej obszarów biegunowych w przestrzeń kosmiczną. Silna grawitacja czarnej dziury wciąga materiał, który tworzy gorący i obracający się dysk akrecyjny. Strumienie cząstek poruszających się z prędkością bliską prędkości światła są wówczas wyrzucane prostopadle do tego dysku, między innymi na skutek obecności pola magnetycznego dziury.

Blazary charakteryzują się tym, że jeden z takich strumieni plazmy jest w ich przypadku zawsze skierowany dokładnie ku Ziemi — a więc w kierunku zgodnym z linią widzenia ziemskiego obserwatora. Innymi słowy, obserwując taką galaktykę, widzimy bezpośrednio jeden z jej dżetów, który jest skierowany dokładnie w stronę naszych oczu. Warto dodać jeszcze, że blazary (jak i pozostałe klasy kwazarów) są jednymi z najjaśniejszych obiektów w całym Wszechświecie, a blask tych aktywnych centrów galaktyk często całkowicie przyćmiewa „normalne" światło gwiazd znajdujących się w ich galaktykach macierzystych.

TXS 0506+056 jest znany jeszcze od lat osiemdziesiątych jako klasyczna galaktyka radiowa. Jako blazar został zaklasyfikowany w roku 2000, a z czasem zaliczono go dodatkowo do podklasy lacertyd. Lacertydy (obiekty BL Lac) to blazary, w których widmach obserwuje się niewiele linii emisyjnych. Ich promieniowanie synchrotronowe pochodzi głównie z wysokoenergetycznej części widma elektromagnetycznego, stanowią więc one specyficzną klasę kwazarów o wyjątkowo silnej emisji synchrotrono-



Źródło: Nicolle R. Fuller/NSF/IceCube

Na rysunku: Neutrino oddziałujące z cząsteczką lodu i w efekcie wytwarzające inną cząsteczkę – mion – który porusza się z prędkością relatywistyczną w lodzie, pozostawiając za sobą ślad niebieskiego światła

Obserwatorium IceCube

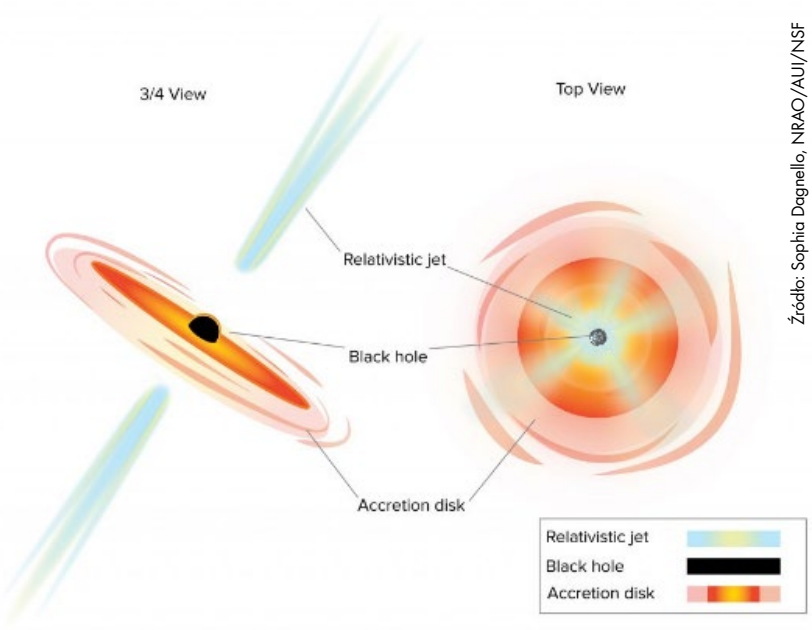
IceCube to obserwatorium neutrin znajdujące się na stacji antarktycznej Amundsen-Scott, w pobliżu południowego bieguna Ziemi. Składa się z tysięcy pojedynczych czujników optycznych, rozmieszczonych na obszarze ponad kilometra sześciennego pod lodem antarktycznym. Detektory te zawieszone są na 86 pionowych linach. Wykrywają one słabe błyski światła powstające wówczas, gdy wysokoenergetyczne neutrina docierające do Ziemi z kosmosu wchodzą w interakcję z cząstkami lodu.
Obserwatorium wybudowano w roku 2010. Wybór Antarktydy nie był przypadkowy – kontynent ten jest wolny od znacznej większości cywilizacyjnych źródeł promieniowania, które mogłyby zakłócać prowadzone tu bardzo precyzyjne pomiary. IceCube wychwytuje poszczególne, punktowe źródła emisji neutrin w zakresie najwyższych energii TeV (teraelektronowoltów). Pozwala to na obserwacje neutrin pochodzących z najodleglejszych części kosmosu. Naukowcy liczą na to, że badania prowadzone z użyciem IceCube pozwolą na lepsze zrozumienie natury procesów fizycznych zachodzących podczas obserwowanych rozbłysków gamma oraz w galaktykach aktywnych i supernowych.

Źródło: IceCube Collaboration

Na zdjęciu: Obserwatorium IceCube

wej, widocznej także na energiach rzędu TeV. TXS 0506+056 jest przy tym obiektem stosunkowo odległym — jego przesunięcie ku czerwieni to 0,3365 ± 0,0010. Na niebie znajduje się w okolicy lewego ramienia konstelacji Oriona. Obecnie jest jednym z blazarów stale monitorowanych na falach radiowych przez 40-metrowy radioteleskop OVRO (Owens Valley Radio Observatory) w Kalifornii, dzięki czemu jego radiowa krzywa zmian jasności jest znana i nieprzerwana począwszy od roku 2008. Należy on ponadto do około jednego procenta najjaśniejszych znanych nam radioźródeł.

Gdy okazało się, że silny strumień neutrin zarejestrowany przez IceCube jest wyraźnie skorelowany na niebie właśnie z tym blazarem, astronomowie postanowili przyjrzeć mu się nieco dokładniej także w świetle widzialnym. Szybko odkryto, że TXS 0506+056 w momencie przybycia do nas neutrin wykrytych w 2017 r. był także obiektem silnie zmiennym — wyraźnie migotał na falach widzialnych, a dodatkowo emitował promieniowanie o zmieniającym się w czasie natężeniu w pozostałych zakresach widma elektromagnetycznego, od fal radiowych aż po promienie gamma.



Źródło: Sophia Dagnello, NRAO/AUI/NSF

Schemat budowy galaktyki aktywnej typu blazar

Podczas kolejnych badań obiektu zmotywowany tym odkryciem, oddzielny zespół naukowców z IceCube Collaboration przeszukał archiwalne zapisy obserwacji neutrin wykrywanych przez detektor IceCube — do prawie dziesięciu lat wstecz przed jego ostatnim rozbłyskiem z 2017 r. Szybko znaleziono statystycznie istotny nadmiar tak zwanych „zdarzeń neutrinowych" pochodzących z kierunku odpowiadającego lokalizacji

TXS 0506+056. Świadczy to najprawdopodobniej o tym, że obiekt ten produkował już dawniej neutrina w licznych seriach związanych z jego przeszłymi, wcześniejszymi rozbłyskami.

Blazar ten przez szereg lat był także monitorowany za pomocą VLBA (globalna sieć interferometrii wielkobazowej), która dostarcza nam najbardziej szczegółowe obrazy radiowe odległych obiektów. Dane te pokazują, że obiekt na mapach radiowych wykazuje wyjątkowo jasne zagęszczenia jasności radiowej, które dodatkowo poruszają się w obrębie dżetów plazmy z prędkościami bliskimi prędkości światła. Są one prawdopodobnie efektem istnienia gęstszych zbitek materiału wyrzucanego sporadycznie przez centrum aktywnej galaktyki — otoczenie supermasywnej czarnej dziury. Naukowcy podejrzewają, że to one mogą być związane z generowaniem wysokoenergetycznych promieni kosmicznych, w tym właśnie neutrin, jakie zaobserwowały detektory IceCube. Warto nadmienić, że obserwacje radiowe z użyciem słynnej interferometrycznej sieci anten VLA (Very Large Array) w Nowym Meksyku wykazały, że także emisja radiowa blazara TXS 0506+056 była zmienna w momencie wykrycia neutrin z 2017 r. oraz przez dwa miesiące po nim. Zmieniała się w szczególności także częstotliwość odpowiadająca najjaśniejszej w danej chwili emisji.

Teoretycy już od wielu lat sugerują, że to dżety — potężne strumienie plazmy — mogą znacznie przyspieszać protony, elektrony lub całe jądra atomowe, przeobrażające je w najbardziej energetyczne cząstki znane w kosmosie, czyli tak zwane promieniowanie kosmiczne o ultrawysokich energiach. Promieniowanie kosmiczne może następnie wchodzić w interakcję z pobliską materią i wytwarzać w efekcie wysokoenergetyczne fotony, a nawet i neutrina dokładnie takie jak te wykryte przez IceCube.

Neutrina to ultralekkie cząstki elementarne, które bardzo słabo oddziałują ze zwykłą materią. Nie posiadają ładunku elektrycznego i mają znikomą masę. Dzięki tym właściwościom mogą podróżować bez przeszkód nawet przez bardzo duże odległości we Wszechświecie. Trudno jest je wykryć, bo bez trudu (i zarazem bez śladu) przenikają przez większość obiektów. Podobnie jak wiele zjawisk i obiektów fizycznych zostały one początkowo przewidziane teoretycznie. Ich istnienie wywnioskował w 1930 r. Wolfgang Pauli, który w owym czasie próbował rozwikłać zagadkę brakującej energii podczas rozpadu radioaktywnego beta. Eksperymentalne potwierdzenie istnienia neutrin nastąpiło dopiero w roku 1956. Natomiast w lutym 1987 r. neutrina powstałe w rezultacie wybuchu supernowej SN1987A w Wielkim Obłoku Magellana dotarły do Ziemi. Wykryto je wówczas w japońskim obserwatorium neutrinowym Kamiokande.

Jeszcze do niedawna znaliśmy jedynie dwa źródła kosmicznych (czyli naturalnie występujących w przyrodzie, a nie sztucznie generowanych w ziemskich laboratoriach) neutrin: Słońce i pobliską supernową 1987A. Astrofizycy nie znaleźli ani jednego takiego źródła więcej przez blisko 30 lat, aż do 22 września 2017 r.! To odkrycie jest również niezwykle o tyle, że zarejestrowane wtedy neutrina miały bardzo wysokie energie, a dodatkowo pochodziły z całkiem nowego kierunku w przestrzeni kosmicznej, spoza Drogi Mlecznej.

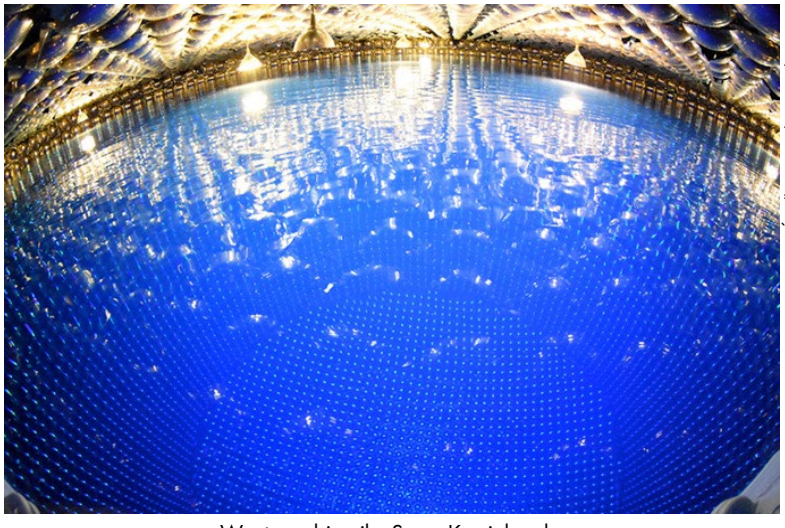
Naukowcy wciąż badają blazar TXS 0506+056. Omawiana tu praca autorstwa G. R. Sivakoffa i wielu astronomów z całego świata pojawiła się w 2018 r. w Science. Badania te pokazują, że wysokoenergetyczne neutrina mogą być produkowane także blazary — to pierwszy taki przypadek w historii, który zapewne zrewolucjonizuje fizykę tych cząstek elementarnych. ■

Kamiokande/Superkamiokande

Wybudowane w Japonii w roku 1996 obserwatorium neutrin Super-Kamiokande to największy na świecie detektor promieniowania Czerenkowa. Jest projektem międzynarodowym, w którym biorą udział uczeni z Japonii, Stanów Zjednoczonych, Korei, Chin, Polski, Hiszpanii, Kanady, Wielkiej Brytanii, Włoch i Francji. Sam detektor składa się ze stalowego zbiornika o średnicy 39,3 m i wysokości 41,4 m, wypełnionego aż 50000 tonami idealnie czystej wody. Na jego ścianach zainstalowano 13000 fotopowielaczy. Zbiornik znajduje się kilometr pod powierzchnią Ziemi, w starej kopalni cynku i ołowiu Mozumi, usytuowanej w pobliżu miejscowości Kamioka. Projekt jest kontynuacją prowadzonego w latach 1983–1995 eksperymentu Kamiokande z mniejszym, bo „tylko" 3000-tonowym, detektorem.

Jednym z celów uruchomienia eksperymentu było zbadanie właściwości neutrin. Zarówno tych pochodzących ze Słońca, jak i prawdziwie kosmicznych. Dzięki niemu okazało się na przykład, że jedne neutrina mogą przekształcać się w inne – są to tak zwane oscylacje neutrin.

W roku 1987 zaobserwowano na Ziemi wybuch supernowej SN1987A w Wielkim Obłoku Magellana, leżącej około 160000 lat świetlnych od nas (w rzeczywistości supernowa wybuchła 30 lat wcześniej). Detektor Kamiokande (poprzednik Super-Kamiokande) wykrył wówczas 11 pochodzących z tego wybuchu neutrin. W 2002 r. dr. Masatoshi Koshiba z Uniwersytetu Tokijskiego otrzymał za te badania Nagrodę Nobla w dziedzinie fizyki.



Źródło: www-sk.icrr.u-tokyo.ac.jp

Wnętrze zbiornika Super-Kamiokande

URANIA — POSTĘPY ASTRONOMII Z LAT 1998–2011

W internecie udostępniliśmy ostatnią partię zeskanowanych numerów „Uranii”, czyli z okresu od 1998 do 2011 r. Numery od 2012 r., tzw. „Urania kolorowa”, nie wymagają skanowania, gdyż redakcja dysponuje ich cyfrowymi wersjami. Całe nasze archiwum, od początku ukazywania się „Uranii”, aż do 2011 r., jest dostępne bezpłatnie, natomiast numery od 2012 r. są jeszcze w sprzedaży. Cyfrowe archiwum „Uranii” można znaleźć pod adresem www.urania.edu.pl/archiwum, a także w Książkach Google i w Google Play.

Rok 1998 był bardzo istotny w historii naszego magazynu, gdyż nastąpiło wtedy połączenie kwartalnika „Postępy Astronomii” z miesięcznikiem „Urania”. Ten pierwszy był wydawany przez Polskie Towarzystwo Astronomiczne (PTA), a drugi przez Polskie Towarzystwo Miłośników Astronomii (PTMA). Połączony tytuł stał się dwumiesięcznikiem, który od tamtej pory wspólnie wydają PTA i PTMA. Format zeszytów z tego okresu był taki, jak obecnie, czyli mniej więcej wielkości A4, a liczba stron wynosiła zazwyczaj 50 w danym numerze. Numer 6/2011 jest ostatnim wydanym w formie czarno-białej, jedynie z kolorową okładką i kolorową wkładką. Od 1/2012 czasopismo stało się już w pełni kolorowe.

W „Uranii” z tego okresu znajdziemy wiele artykułów przedstawiających różnorodne dziedziny badań astronomicznych, dla przykładu: aktywne jądra galaktyk, kwazary, masery, rozbłyski gamma, czarne dziury, gwiazdy neutronowe, ale także wybuchy komet, radiową i magnetyczną aktywność Słońca i różne inne zagadnienia. Pomimo iż w niektórych przypadkach wiedza astronomiczna mocno rozwinęła się od tamtej pory (jak choćby dotycząca planet pozasłonecznych), to wiele z tekstów nadal stanowi dobre wprowadzenie do danego tematu.

Jest też trochę artykułów przedstawiających historię polskiej astronomii i placówki astronomiczne, m.in.: astronomia na Akademii Świętokrzyskiej (5/2007), na Ziemi Jędrzejowskiej (5/2007), Obserwatorium Astronomiczne w Zielonej Górze (3/2006), początki astronomii w Toruniu (2/2006), powojenne lata wrocławskiej astronomii (6/2005). W kontekście stulecia „Uranii” warto też zajrzeć do artykułu pt. „80 lat astronomii z Uranią” w numerze 1/2003.

W omawianym okresie ukazały się dwa numery specjalne. Jeden był poświęcony całkowitemu zaćmieniu Słońca z 1999 r. Pas całkowitego zaćmienia przebiegał wtedy dość blisko granic naszego kraju (np. przez Węgry). W 2006 r. ukazał się z kolei numer specjalny, w języku angielskim, zawierający materiały (proceedings) z niektórych sesji 32. Zjazdu PTA we Wrocławiu. Obecnie PTA ma osobną serię wydawniczą dla tego typu publikacji.

W numerze 3/2009 natrafimy na przedstawienie pomysłu interferometru PIAST — polskiej sieci radioteleskopów rozmieszczonych na terenie całego kraju. Projekt niestety nie doczekał się realizacji, ale może jeszcze kiedyś ktoś do niego powróci?

Na zakończenie wskażmy kilka ciekawych artykułów na niekoniecznie oczywiste tematy: podróże zwierząt w kosmos (4/2008), aspekty prawne turystyki kosmicznej (2/2007), czym są obiekty Herbiga-Haro (6/2004), jak Rzymianin wyobrażał sobie Wszechświat (3/2004), Leonardo da Vinci jako astronom (4/2003), historia planetarium (2/2001).

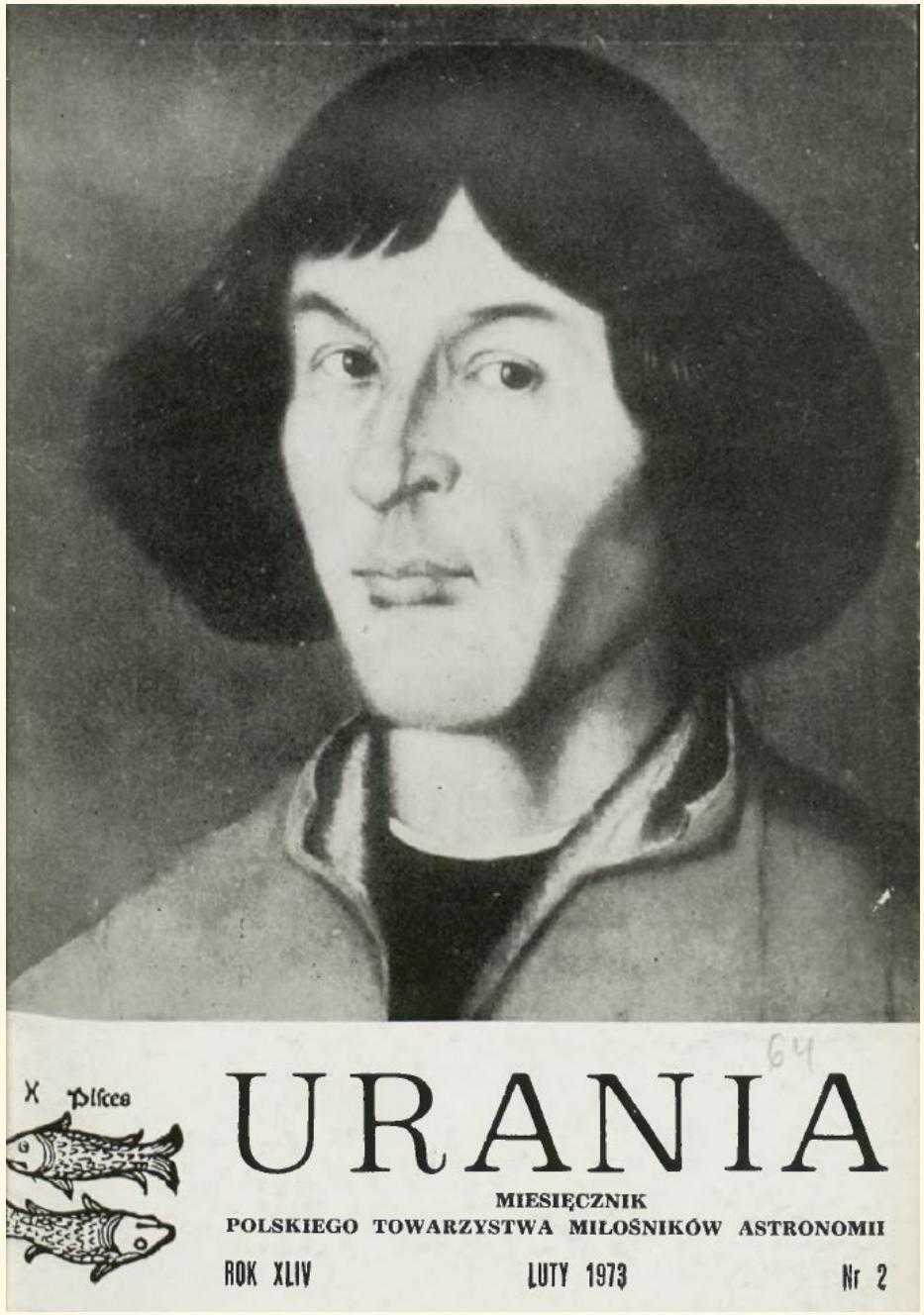
Krzysztof Czart

www.urania.edu.pl/archiwum

Wspomnienia pierwszego redaktora

URANJA 1919 – 2019

W Roku Jubileuszowym prezentujemy kopie najważniejszych artykułów, prezentujących historię Uranii i PTMA.



STANISŁAW MROZOWSKI — Buffalo, New York

JAK POWSTAŁO TOWARZYSTWO MIŁOŚNIKÓW ASTRONOMII W 1921 ROKU

Garść wspomnień

Minęło 50 lat od chwili, gdy w Warszawie zebrała się grupa osób zainteresowanych astronomią, którzy na tym posiedzeniu utworzyli stowarzyszenie poświęcone rozpowszechnianiu i pogłębianiu wiedzy o kosmosie poprzez działalność popularyzacyjną i naukową. W rzeczywistości zebranie to, jak i późniejsze oficjalne zatwierdzenie Towarzystwa Miłośników Astronomii przez władze, stanowiły ukoronowanie wysiłków grupy młodych zapaleńców, do których i ja należałem. Data 26 listopada 1921 roku przywodzi mi na myśl daty wcześniejsze, wraz z wspomnieniami z tych dawnych burzliwych czasów, w których to młodzież polska, odziedziczywszy patriotyzm i idealizm starszego pokolenia, starała się zorganizować swoje przyszłe życie w wolnej Polsce. Pragnę w tym artykule podzielić się z Czytelnikami „Uranii" wspomnieniami z tego okresu, opisując historię naszych wysiłków na jednym z odcinków życia intelektualnego ówczesnej młodzieży polskiej *).

Jakże się to stało, że kilkunastu uczniaków ze szkół średnich założyło międzyszkolne Koło Miłośników Astronomii w roku 1919-tym, a to Koło przekształciło się w Towarzystwo w roku 1921-ym? Co Koło postawiło

*) Autor jest od wielu lat profesorem fizyki Uniwersytetu Stanu New York w Buffalo, dyrektorem Carbon Research Laboratory na tymże uniwersytecie i redaktorem naczelnym międzynarodowego pisma „*Carbon*". Jest także prezesem Polskiego Instytutu Naukowego w Ameryce i członkiem szeregu komitetów obchodów kopernikańskich. Wśród wielu tytułów i odznaczeń naukowych posiada on od 1967 r. tytuł członka honorowego Polskiego Towarzystwa Fizycznego.

sobie na celu i co nam z tego udało się osiągnąć? Na pytania te postaram się tu odpowiedzieć. Z konieczności odpowiedzi te będą miały naturę subiektywną, bo trudno mi mówić za innych, z którymi co prawda blisko współpracowałem, ale z których wielu już odeszło i których wspomnienia nie mogą być odtworzone. Mam nadzieję, że artykuł ten pobudzi tych kilku innych jeszcze żyjących kolegów do uzupełnienia informacji tu zawartych i ewentualnego sprostowania omyłek, w przypadkach, w których pamięć mogła mnie zawieść.

Moje osobiste zainteresowanie astronomią zaczęło się od przeczytania polskiego tłumaczenia popularnej książki astronoma amerykańskiego Mitchela, na którą się natknąłem w skromnej bibliotece polskiego klubu w Chersoniu w 1917 r. Zapał, z jakim się rzuciłem do codziennych obserwacji nieba, pewnie by wygasł po pewnym czasie — jak się to często zdarza u młodych — gdyby nie pojawienie się w roku 1918 nowej gwiazdy w konstelacji Orła, którą pewnego dnia „odkryłem". Odpowiedź z Obserwatorium w Mikołajewie, którą otrzymałem po kilku tygodniach i która potwierdziła ukazanie się gwiazdy *Nova Aquilae 1918*, zdecydowała o moich zainteresowaniach na czas dłuższy. To, że — jak informowało mnie Obserwatorium — w szeregu miejscowości w Rosji gwiazda ta została zaobserwowana przez wielu innych (m. in., jak się później dowiedziałem, przez Antoniego Zygmunda, o którym będzie dalej mowa), nie odgrywało roli. Ważne było dla mnie tylko to, że uzyskałem wiarę we własne siły i możliwości na niwie naukowej. W rezultacie przez cały rok następny spędzałem wolne wieczory na obserwacji nieba i na czytaniu grubego niemieckiego tomu astrofizyki. Był to dla mnie rok ciężki, gdyż musiałem w Warszawie wciągać się w nowy rygor szkolny i wypełniać luki powstałe przez kilkuletni pobyt na obczyźnie, a więc czasu na te przyjemności było niezbyt wiele. Z drugiej strony w szkole odczuwałem pewnego rodzaju osamotnienie, gdyż żaden z moich kolegów w klasie 6-tej gimnazjalnej nie przejawiał specjalnych zainteresowań astronomicznych, chociaż był tam szereg chłopców wybitnie zdolnych i inteligentnych. Sytuacja zmieniła się dopiero od chwili, gdy spotkałem Stefana Kalińskiego *).

Wakacje letnie w 1919 r. spędzałem z rodzicami w Jedlni pod Radomiem. Pożyczyłem z Dyrekcji Kolejowej w Radomiu, za pośrednictwem mego ojca teodolit, do którego dodałem kilka soczewek, i zająłem się obserwowaniem plam słonecznych. Ojciec Kalińskiego również pracował w Dyrekcji radomskiej i także sprowadził swą rodzinę na lato do Jedlni. Stefan właśnie ukończył klasę 7-mą w gimnazjum Kulwiecia w Warszawie i rozmyślał nad wyborem zawodu po otrzymaniu za rok matury. Ze Stefanem od pierwszego spotkania znaleźliśmy wspólną platformę zainteresowań i często spędzaliśmy wieczory na obserwowaniu nieba i dyskutowaniu o strukturze i historii wszechświata. Który z nas i kiedy w czasie tych rozmów rzucił myśl utworzenia międzyszkolnego Koła Miłośników Astronomii — tego nie pamiętam, ale cel tego przedsięwzięcia był jasny: chodziło nam obu o utrzymanie tak cennego kontaktu po powrocie do Warszawy i o rozszerzenie ram przez wyłowienie innych, zapewne nielicznych uczni szkół średnich, którzy tak jak my, odczuwali pewną samotność w swych zainteresowaniach. Postanowiliśmy także zgłosić się do obserwatorium Uniwersytetu Warszawskiego w Alejach Ujazdowskich nie tylko z prośbą o portektorat nad Kołem, ale również ofiarując swoją pomoc w pracach Obserwatorium. Wszystkie te plany o mało co nie

*) Zmarł w 1970 r. (przyp. red.).

zostały pewnego dnia przekreślone, kiedy zagłębieni w dyskusji w czasie spaceru wzdłuż toru kolejowego zdołaliśmy uskoczyć w ostatnich sekundach przed pędzącym pociągiem, którego wcześniejsze rozpaczliwe gwizdki nie przeniknęły do naszej świadomości.

Natychmiast po powrocie do Warszawy na początku września wraz z Kalińskim zgłosiliśmy się do Obserwatorium. Dr Feliks Kępiński, pełniący obowiązki tymczasowego dyrektora Obserwatorium i który wykładał w tym czasie kosmografię w gimnazjum im. Reja (a być może także w szkole Rontalera) chętnie dopomógł nam w skontaktowaniu się z innymi szkołami. Pozatem rozesłaliśmy zawiadomienia do szeregu innych szkół z zaproszeniem na zebranie organizacyjne. Pierwsze zebranie międzyszkolnego Koła odbyło się 5 października 1919 r. w jednym z lokali szkolnych (zdaje się że w gimnazjum Rontalera). Na zebranie przybyło kilkunastu uczniów z kilku szkół średnich — byli to uczniowie klas 7-ej i 8-ej, tj. dwu klas najwyższych. Po przedyskutowaniu celów i organizacji wybraliśmy ucznia klasy 8-ej ze szkoły im. Reja — Jana Mergentalera — na prezesa, ucznia klasy 8-ej ze szkoły Rontalera (którego nazwiska nie pamiętam) na wiceprezesa, Stefana Kalińskiego na sekretarza, a mnie — na redaktora i wydawcę kwartalnika, który postanowiliśmy zacząć wydawać w postaci litografowanej. Kwartalnik ten miał nie tylko popularyzować wiedzę astronomiczną wśród braci szkolnej, ale także dopomóc nam w werbowaniu nowych członków ze szkół, do których z tych czy innych względów nie udało się nam dotrzeć.

Działalność Koła w początkach ograniczyła się do miesięcznych zebrań, na których w gronie ściśle uczniowskim wygłaszano referaty i dyskutowano tematy naukowe i organizacyjne. Już na pierwszym zebraniu — a może nawet nieco wcześniej — dowiedzieliśmy się o istnieniu astronoma-amatora p. Maksymiliana Białęckiego, który do naszego zaproszenia na protektora odniósł się entuzjastycznie i odtąd wszelkie nasze poczynania popierał. Był to człowiek po trzydziestce, o bardzo miłym sposobie bycia; pracował jako urzędnik na poczcie i wielce interesował się astronomią. Posiadał własną lunetę o obiektywie 10 cm średnicy, którą z nami chętnie się dzielił. Dla pana Białęckiego ideałem astronoma-popularyzatora był Flammarion, którego roli na gruncie polskim w razie sprzyjających warunków chętnie byłby się podjął. Jemu to zawdzięczamy nazwę naszego kwartalnika — *Uranja*.

Trudność z wydaniem pierwszego numeru *Uranji* *) wynikała z braku funduszów. Składki członków Koła były minimalne, nasze możliwości finansowe żadne, trzeba było więc szukać poparcia z zewnątrz. Trochę pieniędzy zebrało się przez otwarcie z góry prenumeraty rocznej, ale główną częścią sumy potrzebnej były datki zebrane wśród rodzin i znajomych. A więc np. moja babka zapisała mojego nowonarodzonego kuzyna na prenumeratora dożywotniego, walnie się przyczyniając do wydania pierwszego numeru *Uranji* w listopadzie 1919 r. Dalsze numery były wydawane z wpływów uzyskanych ze sprzedaży kwartalnika. Każdy z członków Koła był obowiązany do rozsprzedania pewnej liczby egzemplarzy wśród swoich kolegów i znajomych. Dziś, patrząc z odległości przeszło lat pięćdziesięciu, nie mogę opanować zdziwienia, że to pismo miało tak stosunkowo duże powodzenie. Pojawienie się wcześniej tego roku komety periodycznej, dość mocno reklamowane przez prasę codzienną, stworzyło atmosferę ogólnego zainteresowania, którą postaraliśmy się wykorzystać. Jednakże głównym źródłem powodzenia *Uranji* był nie-

*) W nazwie pisma zastosowano obowiązującą wówczas pisownię (przyp. red.).

wątpliwie zapał i oddanie poszczególnych członków Koła w rozprzestrzenianiu tego pisma.

Ponieważ straciłem podczas ostatniej wojny wszystkie moje archiwa, nie potrafię odtworzyć zawartości poszczególnych zeszytów kwartalnika *). Zawierały one artykuły i krótkie wiadomości naukowe, jakoteż informacje o działalności Koła. Mam zanotowane, że ogłosiłem tam dwa artykuły własne — w zeszycie pierwszym „Obserwacje δ i μ Cephei oraz ε Aurigae" (str. 7—10, 1919) i w zeszycie trzecim „Gwiazdy zmienne typu β Persei i β Lyrae" (str. 62—70, 1920). W artykułach tych omawiałem wizualną metodę wyznaczania zmian jasności gwiazd przez porównanie z sąsiednimi gwiazdami obranymi za wzorce i zilustrowałem tę metodę wynikami moich własnych (jakże bardzo prymitywnych!) oszacowań jasności kilku zmiennych, które to pomiary wykonałem w ciągu poprzedzających kilku miesięcy.

Jak wyżej wspomniałem, już przed założeniem Koła zgłosiliśmy się z Kalińskim do Obserwatorium Uniwersyteckiego, nie tylko prosząc o pomoc, lecz także ofiarując swoje usługi. Rwaliśmy się do pracy obserwacyjnej i w marzeniach widzieliśmy siebie siedzących przy dużym refraktorze i patrzących na gwiazdy i planety. Niestety, nie było to nam przeznaczone. Dr Kępiński był astronomem pozycyjnym, zainteresowanym w obliczeniach perturbacji orbit ciał w układzie słonecznym. Jako wkład do współpracy międzynarodowej Obserwatorium podjęło się dostarczania międzynarodowej centrali w Marsylii obliczonych na dwa lata naprzód efemeryd dla pewnej liczby planetoid, które to dane miały ułatwić astronomom odnajdywanie tych planetoid i obliczanie zaburzeń w ich ruchu. Dr Kępiński zaproponował nam współpracę w tym przedsięwzięciu. Chociaż perspektywy takiej pracy daleko odbiegały od naszych nadziei, kilku z nas przyjęło tę propozycję skwapliwie, byle tylko uzyskać uprawnienie wstępu do świątyni naszych marzeń. Ponieważ żaden z nas nie posiadał dostatecznej znajomości geometrii analitycznej i trygonometrii sferycznej, dr Kępiński zaprosił studenta pierwszego roku, Antoniego Zygmunda, który już wtedy posiadał niezwykle głęboką znajomość mechaniki ruchów ciał niebieskich (a który później stał się jednym z czołowych matematyków świata), żeby nas zaznajomił z podstawowymi ideami i techniką rachunków. Po przejściu przez te wstępne studia przystąpiliśmy do regularnej wieczorowej pracy obliczeniowej raz na tydzień, a czasem dwa, wypełniając długie kolumny siedmiocyfrowymi logarytmami. Chociaż nieco później ujrzeliśmy rezultaty naszych pierwszych obliczeń wydrukowane w biuletynie marsylskim, praca ta nie dawała nam wielkiego zadowolenia i często spoglądaliśmy pożądliwym okiem na refraktor, mieszczący się obok pod kopułą, a do którego wstęp w nieobecności dra Kępińskiego był wzbroniony. W końcu, gdzieś późną wiosną 1920 r., w piękną noc księżycową nie zdołaliśmy się oprzeć pokusie i z kolegą Mergentalerem dobraliśmy się do refraktora. Widok Księżyca przy tak wielkim powiększeniu był oszałamiający, ale radość krótka, bo dr Kępiński powrócił przedwcześnie i bezceremonialnie nas wyprosił. Tak się skończyły nasze marzenia obserwacyjne i nasza praca obliczeniowa.

Niedługo później zawierucha wojenna porwała i rozproszyła nas wszystkich. Działalność naszego Koła została przerwana. Późną jesienią (22 października) przyszło pismo z mojego gimnazjum, proszące o zwol-

*) Redakcja również nie posiada kompletu Uranii z tych lat. Osoby posiadające numery litografowane z lat 1919—1920 proszone są o skontaktowanie się z redakcją w celu sporządzenia kopii kserograficznych (L. Z.).

nienie mnie z mego pułku (201 p.a.p.). Jako nieodrodny syn kolejarza, wdrapałem się na przód pierwszego parowozu idącego do Grodna; z Grodna przewieziono mnie transportem do Warszawy, gdzie w szkole trzeba było się zabrać poważnie do pracy przed wiszącą nad głową maturą. Starsi koledzy zdawszy maturę w r. 1920 powrócili nieco później i wpadli w wir nieustalonych i zaskakująco nowych dla nich studiów wyższych (Kaliński na Politechnice, Mergentaler na Uniwersytecie). Nawiązanie dawnych kontaktów szło powoli, nici się rwały, i w rezultacie ani regularnych zebrań miesięcznych nie było, ani *Uranja* nie była wydawana. Wszyscyśmy byli zgodni co do jednego, że istnienie Koła jako organizacji międzyszkolnej się przeżyło, i że musimy szukać nowych ram organizacyjnych, któreby mogły obejmować szersze kręgi osób zainteresowanych astronomią. Pan Białęcki namawiał nas do utworzenia Towarzystwa Miłośników Astronomii na wzór francuski i to wyglądało na najlepsze rozwiązanie, zapewniające trwałość przyszłej organizacji.

Zanim wrócę do tego tematu, chciałbym wspomnieć trochę o losach lunety p. Białęckiego. P. Białęcki od pierwszej chwili był gotów do wypożyczenia Kołu swej lunety, ale brak odpowiedniego lokalu uniemożliwiał wyzyskanie tego cennego instrumentu. Otóż mieszkanie moich rodziców mieściło się na 5 piętrze na rogu ulicy Wilczej i Poznańskiej. Kamienica ta górowała ponad domami sąsiednimi i posiadała na każdym piętrze oszklony występ narożny, tzw. wykusz, z którego można było patrzeć na trzy strony świata. Do naszego wykuszu dochodziło się od drzwi frontowych poprzez korytarz, pokój jadalny i pokój sypialny moich rodziców. Poprosiłem moją matkę o pozwolenie umieszczenia tymczasowego lunety w tym wykuszu, a kiedy to okazało się całkiem wygodnym „obserwatorium", ubłagałem matkę o dalszą koncesję — o pozwolenie przyprowadzania różnych członków Koła na wieczorną obserwację. Od tej chwili przez dłuższy czas przychodzili moi koledzy w nieregularnych odstępach i przesiadywaliśmy z nimi do późna w nocy. W nieobecności mego ojca, który jeszcze pracował w Radomiu, matka moja przyjmowała niewygody i wielogodzinną nieużywalność własnego pokoju sypialnego ze stoickim spokojem i słodyczą, poświęcając się na ołtarzu nauki. Rozumiała ona dobrze nasze porywy, gdyż ojciec jej (dziadek Złotnicki, którego nie pamiętam) był zapalonym astronomem-amatorem.

Wizyty moich kolegów po pierwszych kilku sesjach o mało co nie zostały skasowane, kiedy po jednym z wieczornych zebrań znikł z pokoju jadalnego stary, bardzo wartościowy srebrny czajnik. Moje rozgoryczenie i żal do świata były ogromne; toteż z wielką ulgą powitałem po kilku dniach jednego z moich kolegów, gdy tenże wielce zawstydzony przyniósł ten czajnik, wyjaśniając że niechcący strącił go na podłogę i ułamał główkę od pokrywki. Prędko wsadziwszy czajnik (z resztkami esencji) do teczki, zabrał go ze sobą w nadziei, że następnego ranka uda mu się naprawiony czajnik odnieść zanim strata zostanie odkryta. Niestety, przylutowanie główki przez złotnika trwało dni kilka. Ten dowód uczciwości i odpowiedzialności członka naszego Koła rozproszył wszelkie wątpliwości mojej matki i zapewnił Kołu używalności wykuszu na czas dłuższy. Między innymi — oprócz wyżej wspomnianych — przychodził Xawery Szwarc, późniejszy matematyk, i młody Niewodniczański, późniejszy podróżnik. Trzeba tu zaznaczyć, że luneta znajdowała także mniej ezoteryczne zastosowania, gdyż czasem obiektyw się obniżało i z ciekawością robiło się obserwacje ziemskich obiektów wzdłuż skrzyżowanych ulic. Większość czasu jednak spędzało się na naprawdę edukacyjnej eksploracji nieba.

Ponieważ w moich warunkach domowych używalność lunety ograniczała się z konieczności do małej grupy członków Koła, rozglądaliśmy się za bardziej odpowiednim pomieszczeniem, któreby umożliwiło nam także pokazy dla szerszej dziatwy szkolnej. Szczególnie ze względu na finansowe trudności, z jakimi w owych czasach walczyły szkoły, wydawało się ważnym stworzenie placówki, do której nauczyciele mogliby przyprowadzać uczniów na bezpłatne pokazy nieba, połączone z krótkimi wykładami czy wyjaśnieniami, dawanymi przez „fachowców". Była to chyba najgłówniejsza część programu działalności naszego stowarzyszenia w rozumieniu p. Białęckiego i do tego gorąco nas namawiał. Nie pamiętam jak to się stało, że odkryliśmy budkę z dużymi oknami wychodzącymi na cztery strony świata na dachu Szkoły Technicznej Kolejowej przy ul. Chmielnej 88. Budka ta mogła pomieścić 8—10 osób, miała osobne wejście z podwórzowej klatki schodowej poprzez strych, na którym reszta gości mogła przebywać w oczekiwaniu swej kolejki. Z poparciem mego ojca, który znał dobrze dyrektora szkoły, p. Gniazdowskiego, uzyskaliśmy zgodę na używalność tej budki. Ulokowaliśmy tam lunetę i od początku nowego roku szkolnego, tj. od września 1921 r., rozpoczęliśmy publiczne pokazy. Zawiadomienia zostały rozesłane do większości szkół średnich. Jak to zostało zrobione i czy to p. Białęcki przyjmował zgłoszenia i układał kolejność grup — tego nie pamiętam. Wiem, że pracowałem tam na zmiany z p. Białęckim przez cały rok akademicki 1921/22 ze dwa wieczory w tygodniu, co było dosyć dużym poświęceniem, ponieważ był to początek studiów uniwersyteckich. Wielce pomocnym nam był młodszy kolega z mojej szkoły (im. Ziemi Mazowieckiej), uczeń 6 lub 7 klasy, późniejszy astronom, Jeremi Wasiutyński. Praca ta dawała nam wiele satysfakcji wobec entuzjazmu grup szkolnych, cisnących się do naszej „dostrzegalni", którą wprost trudno jest opisać. Dość powiedzieć, że pokazy odbywały się zawsze gdy tylko niebo było odkryte; wiatr czy trzaskający mróz nie powstrzymywały napływu gości. Nauczyciele przyprowadzali grupy po 30 do 50 uczniów i to częstokroć z punktów odległych, bo czasem ze szkół pod- lub pozamiejskich. Mieliśmy przeważnie po 2 lub 3 grupy w ciągu wieczoru tak, że pokazy trwały do (albo nawet po) północy.

Jak już wspomniałem, od początku roku 1921-go nosiliśmy się z zamiarem przekształcenia Koła na Towarzystwo, do którego zainteresowani mogliby należeć bez względu na wiek i rodzaj zajęcia. Zgodnie z przepisami podanie o zarejestrowanie musiało być podpisane przez przynajmniej trzech pełnoletnich obywateli polskich. Tymczasem, z wyjątkiem naszego opiekuna p. Białęckiego, wszyscy członkowie Koła byli jeszcze niepełnoletni (np. ja miałem 19 lat), trzeba więc było zwerbować kilku chętnych dorosłych na oficjalnych założycieli. Żeby dodać nowemu Towarzystwu powagi, bardzo nam zależało na wciągnięciu dra Kępińskiego. Na szczęście stary incydent został zapomniany i dr Kępiński chętnie się zgodził na objęcie tej roli. Z pomocą p. Białęckiego znaleźliśmy na jesieni 1921 r. trzech dodatkowych pełnoletnich kandydatów na członków-założycieli i tak przygotowani, zwołaliśmy zebranie organizacyjne na 26 listopada 1921 r.

Od tej chwili władza w Towarzystwie przeszła w ręce osób starszych. Jeśli chodzi o nas, studentów, to utworzenie Towarzystwa otworzyło nam tak pożądane możliwości nawiązania kontaktów z szeregiem ludzi zaawansowanych w studiach astronomicznych. Tu należy wspomnieć np. starszego kolegę uniwersyteckiego Edwarda Stenza, asystenta Zakładu

Fizyki, a późniejszego kierownika obserwatorium na Kasprowym Wierchu *). Jednakże obowiązki i rygody studiów uniwersyteckich czy politechnicznych zmuszały nas coraz bardziej do przesuwania środka ciężkości w naszych wysiłkach. Każdy z nas odkrywał starą prawdę, że o ile w czasach szkolnych można pozwolić sobie na uboczne zajęcia, to w pracy akademickiej, a później i badawczej, jeśli się naprawdę chce coś osiągnąć, trzeba się wyrzec prawie wszystkiego, co nie jest z tym bezpośrednio związane. Zorientowałem się w tym stosunkowo wcześnie; od jesieni 1922 r. porzuciłem więc grę na skrzypcach i wycofałem się z prac w TMA, ograniczywszy się do śledzenia rozwoju Towarzystwa i *Uranii* zza kulisów. Aby zostać dobrym astrofizykiem postanowiłem wpierw zaznajomić się i popracować w spektroskopii i w fizyce atomowej, których rozwój w owym okresie był tak szybki, że trudno było dotrzymać kroku. W rezultacie nigdy do właściwej astrofizyki mimo pierwotnego zamiaru nie powróciłem.

Warto wspomnieć, że autora książki, która pchnęła mnie do astronomii, poznałem po wielu latach, jako emerytowanego dyrektora Naval Observatory w Waszyngtonie, przy okazji wizyty u jego syna w Bloomington, Indiana (1940 r.). Że o mojej pierwszej miłości nigdy jednak nie zapomniałem, może służyć fakt, że pobudzony klasycznymi pracami Rubinowicza i jego szkoły, coraz to w ciągu reszty życia powracałem do prac laboratoryjnych nad liniami wzbronionymi, które to przejścia mają tak wielkie znaczenie w mgławicach i w zorzy polarnej.

Obecnie w wielu ośrodkach amerykańskich jesteśmy w trakcie przygotowywania na rok 1973 obchodów, wystaw i publikacji, mających na celu uczczenie 500-lecia urodzin Kopernika. Jestem pewien, że Polskie Towarzystwo Miłośników Astronomii, ze swą dziś przeszło półwieczną tradycją, ze swej strony walnie się przyczyni do uświetnienia obchodów na gruncie polskim i do rozprzestrzenienia wiedzy o zdobyczach astronomii polskiej.

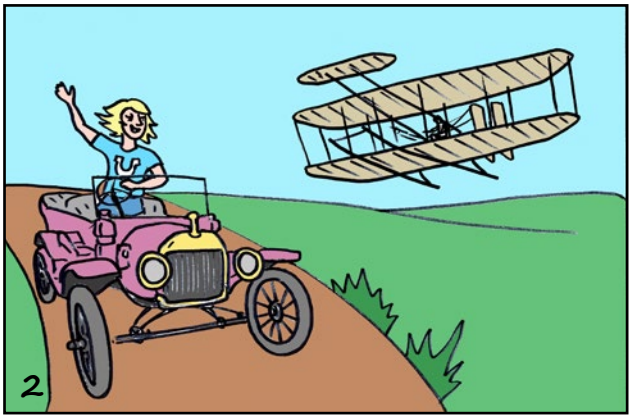
Założyciele pierwszej Uranii i Koła Miłośników Astronomii — przyszłego PTMA

Stefan Kaliński Jan Mergentaler Stanisław Mrozowski

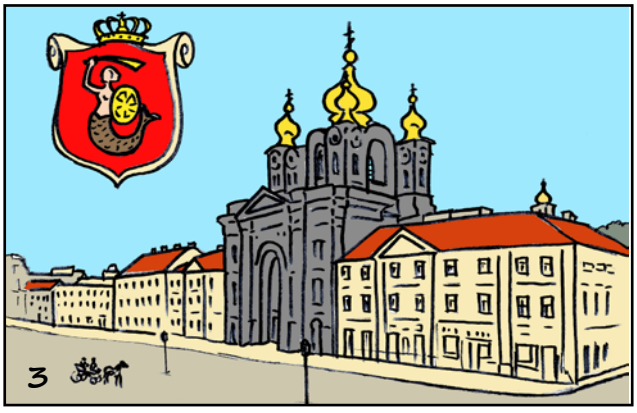
Przygody Uranii w kosmicznej otchłani

5. Narodziny „Uranii”

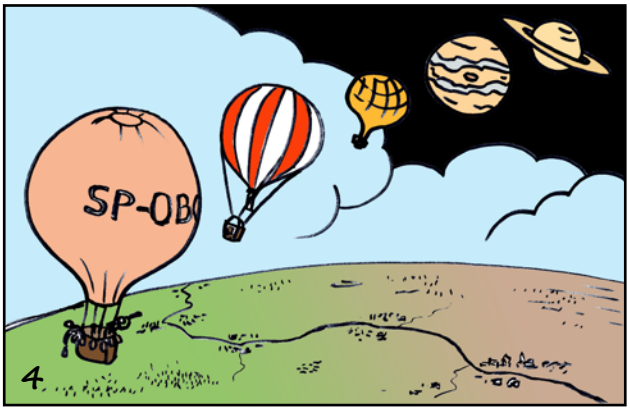
Kończył się wiek dziewiętnasty,
Po francusku fin de siècle,
Cały świat w nadziei zastygł
Gdy nastawał nowy wiek.



Parze i elektryczności
Zadał kres udany start,
I na niebie wnet zagościł
Aeroplan braci Wright.

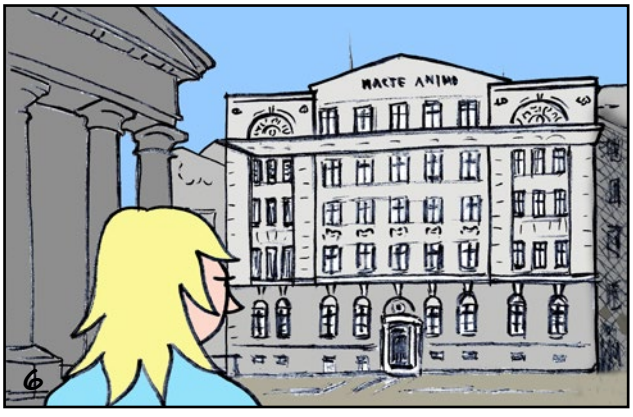


Więc zaczęło się ciekawie
Wszystko cacy – wszystko naj!
Gdy tymczasem, tu w Warszawie
Wciąż w niewoli tkwił nasz kraj.



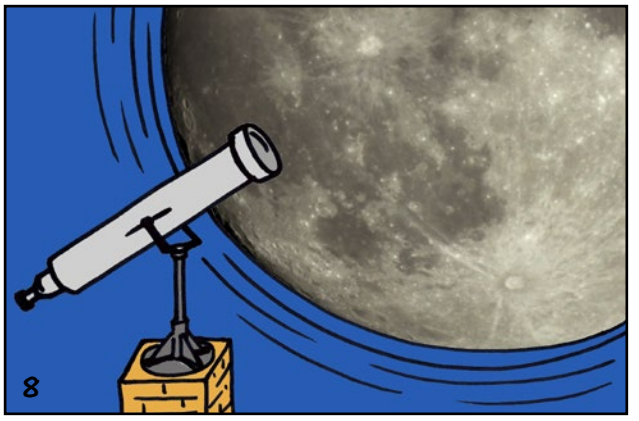
W górze rajd Gordon-Bennetta:
Frunie hen balonów sznur…
Śni Urania o planetach
Kiedy nikną jej wśród chmur.

Lecz Europa niespokojna,
Cesarz, kajzer, car – za łby!
Tak wybuchła Wielka Wojna
A wygraliśmy w niej… my!

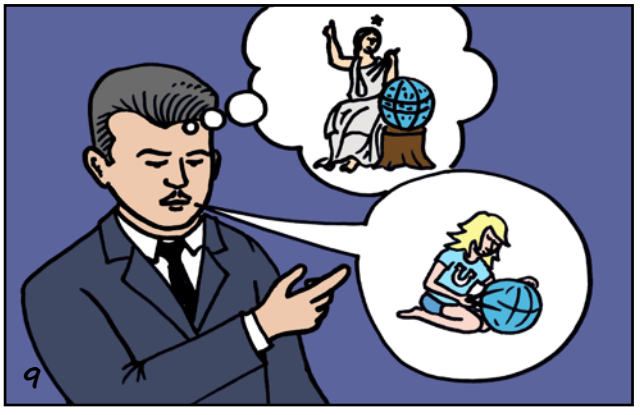


Wolna Polska, to nie Azja
Tak w Warszawie wodzą rej
Męskie szkoły i gimnazja:
Kulwieć i Mikołaj Rej.

Bez dziewczynek – monotonia
Z nudów z ławki można spaść
Lekiem na nią astronomia!
Odkrył Stefek, Jaś i Staś.



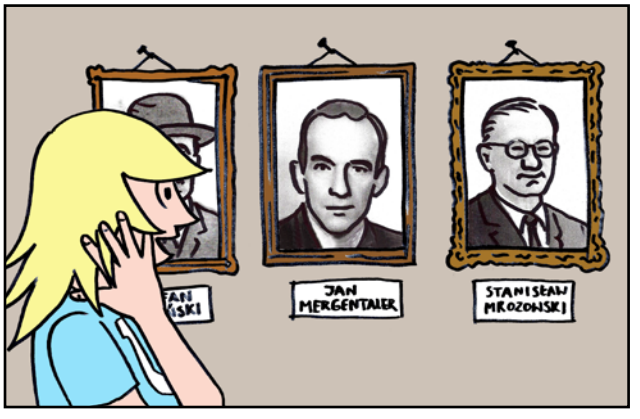
U słynnego profesora
Co lunetę miał na schwał
Gdy nie było go z wieczora
Kukli w Księżyc – ale szał!



Kiedy wrócił niespodzianie
Zamiast trzech urwisów sprać
To przedstawił im Uranię
Muzę, co nie daje spać.

Z cyrklem i globusem – znam to –
Ziemi płaskiej daje kłam
Ich najlepszą koleżanką
Wnet się stała – skąd to znam?

Razem gwiazdkę czy planetkę
Obserwując – taki świr!
Założyli wnet gazetkę,
Co do dziś ma w świecie mir!



Jaś po latach – heliofizyk,
Stefek gdzieś na roli siadł,
Staś zaś w Stanach – sławny fizyk...
A Urania – czyżbyś zgadł?

Tekst: Maciej Mikołajewski, rysunki: Jacek Drążkowski

DELTA® optical

Palcem po tablecie, okiem po niebie!

Teleskopy Celestron Astro Fi

Astro Fi to seria teleskopów obsługiwanych przy pomocy darmowej aplikacji Celestrona SkyPortal za pośrednictwem smartfona lub tabletu. Zautomatyzowany montaż sprawia, że teleskopy Astro Fi bardzo dobrze nadają się do obserwacji grupowych i pokazów nieba.

- stabilny i prosty w obsłudze montaż azymutalny z wbudowanym napędem
- sterowanie za pomocą tabletu lub smartfona
- bardzo dobra optyka zapewniająca wysokiej jakości obrazy
- niewielka waga zapewniająca wysoką mobilność

Modele dostępne w serii Astro Fi:
- Celestron Astro Fi 90 mm Refraktor
- Celestron Astro Fi 102 mm Maksutow-Cassegrain
- Celestron Astro Fi 130 mm Reflektor
- Celestron Astro Fi 125 mm 5" Schmidt-Cassegrain

Celestron NexStar Evolution

Najbardziej zaawansowana i w pełni zautomatyzowana seria teleskopów Celestron Nexstar, adresowana do entuzjastów nocnego nieba. Do obsługi teleskopu nie jest wymagana znajomość nieba. Dzięki systemowi Go-To obiekty namierzane są błyskawicznie, a sterowanie odbywa się zdalnie dzięki darmowej aplikacji firmy Celestron instalowanej na smartfon lub tablet. Układ optyczny sytemu Schmidt-Cassegrain zbudowany został z wysokiej jakości optyki dającej jasne, czyste i klarowne obrazy.

- sterowanie teleskopem poprzez WiFi przy pomocy urządzeń mobilnych (smartfon, tablet)
- bardzo wydajny, wewnętrzny akumulator pozwalający na pracę przez 10 godzin
- bezproblemowa współpraca z systemem Starsense AutoAlign
- podświetlany na czerwono stolik na akcesoria
- świetny sprzęt do prowadzenia pokazów nocnego nieba

Modele wchodzące w skład serii Celestron NexStar Evolution:
- Celestron NexStar Evolution 6"
- Celestron NexStar Evolution 8"
- Celestron NexStar Evolution 9.25"

Sky–Watcher BKP 200/1000 EQ5

Mierz wysoko... aż do gwiazd!

Zwierciadlane teleskopy Newtona ze względu na dużą jasność są szczególnie polecane do obserwacji obiektów głębokiego nieba takich jak gromady gwiazd, galaktyki, czy obiekty mgławicowe. Jednocześnie umożliwiają stosowanie dużych powiększeń, dzięki czemu doskonale sprawdzają się także podczas obserwacji planet i Księżyca.
Sky - Watcher BKP 200/1000 EQ5 jest idealnym rozwiązaniem dla osób ceniących wysoką mobilność i duże możliwości optyczne. Wyjątkowo sztywny montaż paralaktyczny EQ5 posiada duże możliwości rozbudowy, dzięki czemu teleskop można wykorzystać z powodzeniem do astrofotografii.

- średnica zwierciadła - 200mm, ogniskowa - 1000mm, światłosiła - f/5
- stabilny montaż paralaktyczny EQ5 z możliwością wykorzystania w astrofotografii
- montaż wyposażony w mikroruchy
- wyciąg okularowy 2" z redukcją do 1,25"
- wysoka światłosiła f/5 skraca czas naświetlania zdjęć przy astrofotografii
- w zestawie szukacz, dwa okulary i soczewka barlowa

Sky – Watcher BK1201 EQ5

Z planetami za pan brat!

Szukasz teleskopu do obserwacji planetarnych?
Sky - Watcher BK 1201 EQ5 to refraktor bardzo dobrze sprawdzający się przy obserwacjach Księżyca i planet. Dzięki dużej jak na teleskop soczewkowy aperturze daje również spore możliwości przy obserwacjach obiektów głębokiego nieba, takich jak gromady gwiazd, galaktyki, czy mgławice. Masywny montaż paralaktyczny EQ5 o wysokiej nośności zapewnia bardzo dobrą stabilność podczas obserwacji.
Istnieje możliwość rozbudowy montażu poprzez podłączenie napędów prowadzących za ruchem nieba – zarówno tych prostych, prowadzących w jednej osi, jak i zaawansowanych, takich jak Upgrade Kit EQ5 z systemem SynScan GoTo.

- apertura – 120 mm, ogniskowa – 1000 mm
- światłosiła - f/8,3
- montaż paralaktyczny EQ5 przystosowany do podłączenia napędów
- montaż wyposażony w mikroruchy
- wyciąg okularowy 2" z redukcją do 1,25"
- w zestawie nasadka kątowa 90 st. 2" z redukcją 1,25"

Mińsk Mazowiecki
Nowe Osiny, ul. Piękna 1
T. 25 786 05 20

Salon firmowy w Katowicach
ul. Uniwersytecka 13, Budynek Altus
T. 32 729 94 90

Salon firmowy w Gdańsku
ul. Grunwaldzka 40/9
T. 58 739 52 10

Salon firmowy w Warszawie
Al. Jana Pawła II 19, Atrium Garden
(wejście z boku budynku)
T. 25 786 05 28

www.astroshow.deltaoptical.pl

Delta Optical Polska

www.deltaoptical.pl

ASTROCAMERA 2018

Magdalena Więcek

Rok 2018 był wielką niewiadomą. Po dwuletniej przerwie konkurs AstroCamera znów powrócił do kalendarza Centrum Hewelianum. Tym razem zdjęcia, jakie otrzymaliśmy, reprezentowały światowy poziom. Spośród autorów nagrodzonych prac najsilniejszą reprezentacją byli Europejczycy. Nie zabrakło jednak zgłoszeń od astrofotografów zza oceanu. Wszystkim uczestnikom życzymy dalszych przepięknych zdjęć i dziękujemy za udział w tegorocznej edycji konkursu.

Nagrodzone oraz wyróżnione prace — AstroCamera 2018

KATEGORIA 1 — OBIEKTY GŁĘBOKIEGO NIEBA

1. Miejsce:
Nazwa zdjęcia: **Mgławica Płomień i Mgławica Koński Łeb**
Autor: **Andrzej Fijołek, Polska**

Głównego bohatera tego zdjęcia nie trzeba przedstawiać. Mgławica Koński Łeb jest chyba jednym z najpopularniejszych obiektów mgławicowych na niebie. Fotografia została wykonana nieopodal Piotrkowa Trybunalskiego. Łączny czas ekspozycji to 3,5 h

2. Miejsce:
Nazwa zdjęcia: **Leo Trio**
Autor: **Oleg Bryzgalov, Ukraina**

Trzy galaktyki: M65, M66 i NGC3628 fotografowane przez kilka nocy z terenu obserwatorium Rozhen w Bułgarii. Zdjęcie o łącznym czasie ekspozycji przekraczającym 22 godz. zostało wykonane reflektorem samodzielnie złożonym przez autora

3. Miejsce:
Nazwa zdjęcia: **M51**
Autor: **Ralf Burkart, Niemcy**

23 tys. ekspozycji składa się na ostateczną formę fotografii przedstawiającej galaktykę Wir (M 51) znajdującą się w gwiazdozbiorze Psów Gończych

Wyróżnienia:

Nazwa zdjęcia: **Antares w chmurze Rho Ophiuchi**
Autor: **Adam Jesionkiewicz, Polska**

Antares skąpany w chmurze ciemnej mgławicy gazowo-pyłowej Rho Ophiuchi. Zdjęcie wykonane w RPA, efekt finalny jest złożeniem 40 ekspozycji

Nazwa zdjęcia: **A meteor was jealous of Andromeda**
Autor: **David Duarte Cavalcante Pinto, Romualdo Caldas, Severino Fidelis, Brazylia**

Głównym bohaterem zdjęcia miała być galaktyka Andromedy, jednak jeden z meteorów bardzo chciał zostać głównym bohaterem fotografii I przeszedł w pobliżu centrum galaktyki. Fotografia jest pojedynczą klatką

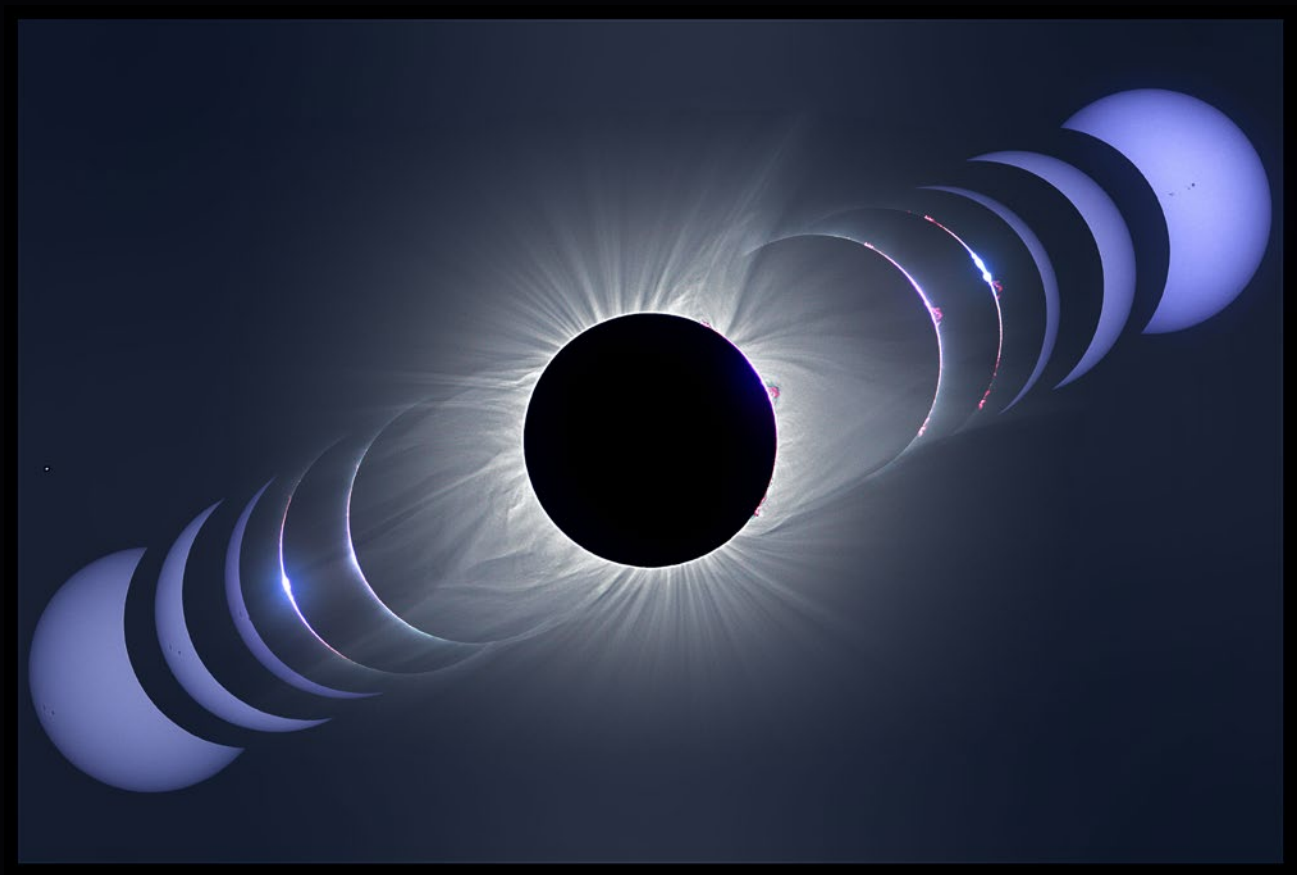
Nazwa zdjęcia: **M31 — Andromeda galaxy**
Autor: **András Papp, Węgry**

Galaktyka M31 sfotografowana na terytorium Węgier. Łączny czas ekspozycji wynosi 5 godzin

KATEGORIA 2 — OBIEKTY UKŁADU SŁONECZNEGO

1. Miejsce:
Nazwa zdjęcia: **Dark Falls Over Casper**
Autor: **Luigi Fiorentino, Włochy**

Z miejscowości Casper (USA), 21 sierpnia 2017 r., widoczne było całkowite zaćmienie Słońca. Autor wykonał łącznie 60 zdjęć, w tym 40 podczas całkowitej fazy zaćmienia trwającej 2 min 40 s



2. Miejsce:
Nazwa zdjęcia: **Pleiades with comet**
Autor: **José Joaquín Chambó Bris, Hiszpania**

Kometa C/2016 R2 (PanSTARRS) zbliżająca się do Plejad w konstelacji Byka. Zdjęcie wykonane 4 lutego 2018 r. w USA

201

Widoczność planet i Księżyca

Wykres pozwala wyznaczyć m.in. momenty wsc
oraz wschodów i zachodów Słońca i Księżyca
W odległych od centrum rejonach Polski
od momentów odczytanych z wy
do około 30 minut w pobli

Ura

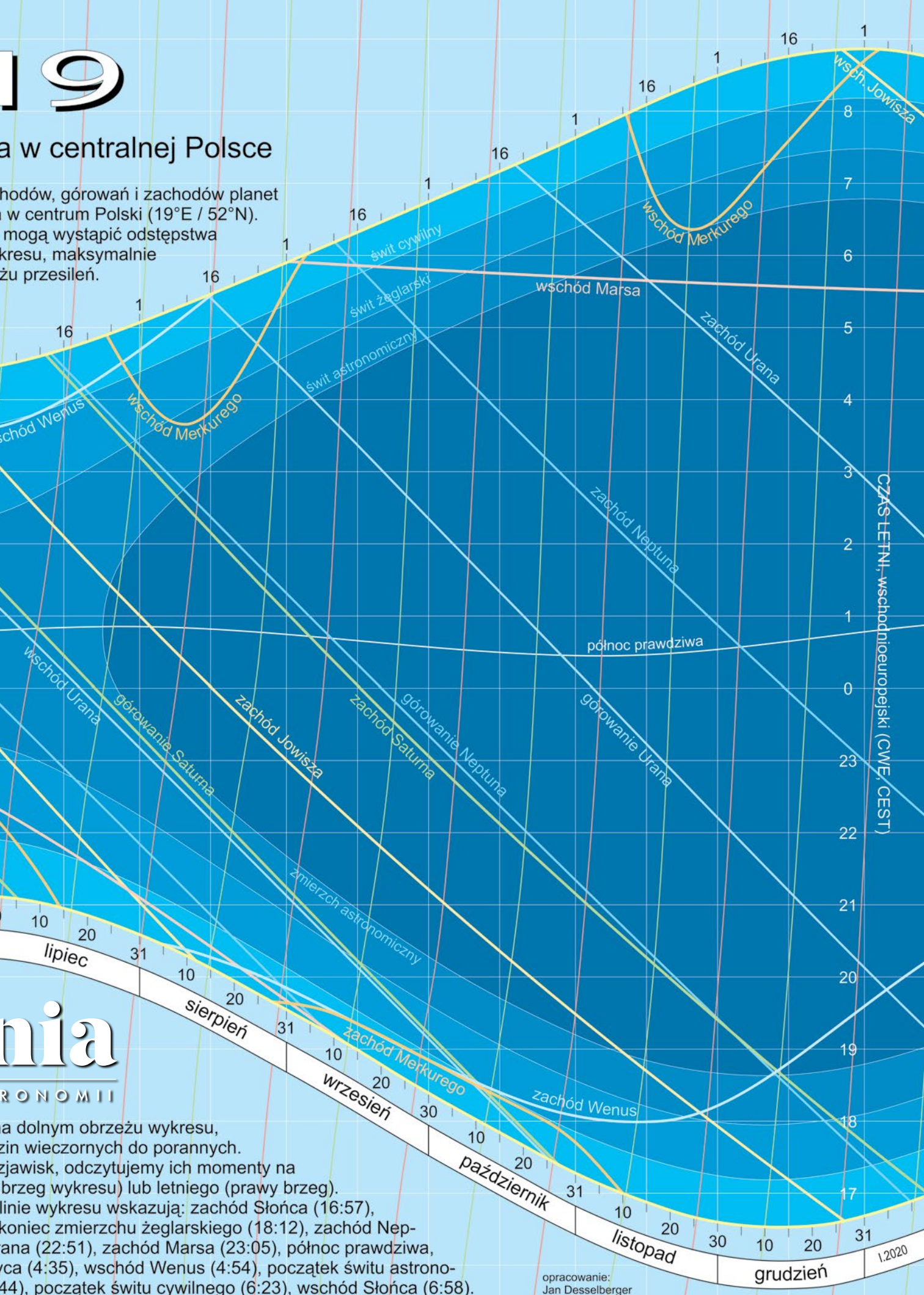
POSTĘPY AST

Po odnalezieniu interesującej nas daty n
przesuwamy się pionowo ku górze, od godz
Mijając kolejne linie dotyczące danych obiektów i z
skali aktualnie obowiązującego czasu: zimowego (lewy
Przykład – noc 15/16 lutego 2019 r. (czas zimowy). Kolejne
koniec zmierzchu cywilnego (17:32), zachód Merkurego (18:05),
tuna(18:40), koniec zmierzchu astronomicznego (18:51), zachód Ur
czyli dołowanie Słońca (23:58), wschód Jowisza (3:21), zachód Księży
micznego (5:04),wschód Saturna (5:12), początek świtu żeglarskiego (5:

19

a w centralnej Polsce

hodów, górowań i zachodów planet
w centrum Polski (19°E / 52°N).
mogą wystąpić odstępstwa
kresu, maksymalnie
żu przesileń.



nia

RONOMII

a dolnym obrzeżu wykresu,
zin wieczornych do porannych.
zjawisk, odczytujemy ich momenty na
brzeg wykresu) lub letniego (prawy brzeg).
linie wykresu wskazują: zachód Słońca (16:57),
koniec zmierzchu żeglarskiego (18:12), zachód Nep-
rana (22:51), zachód Marsa (23:05), północ prawdziwa,
yca (4:35), wschód Wenus (4:54), początek świtu astrono-
44), początek świtu cywilnego (6:23), wschód Słońca (6:58).

opracowanie:
Jan Desselberger

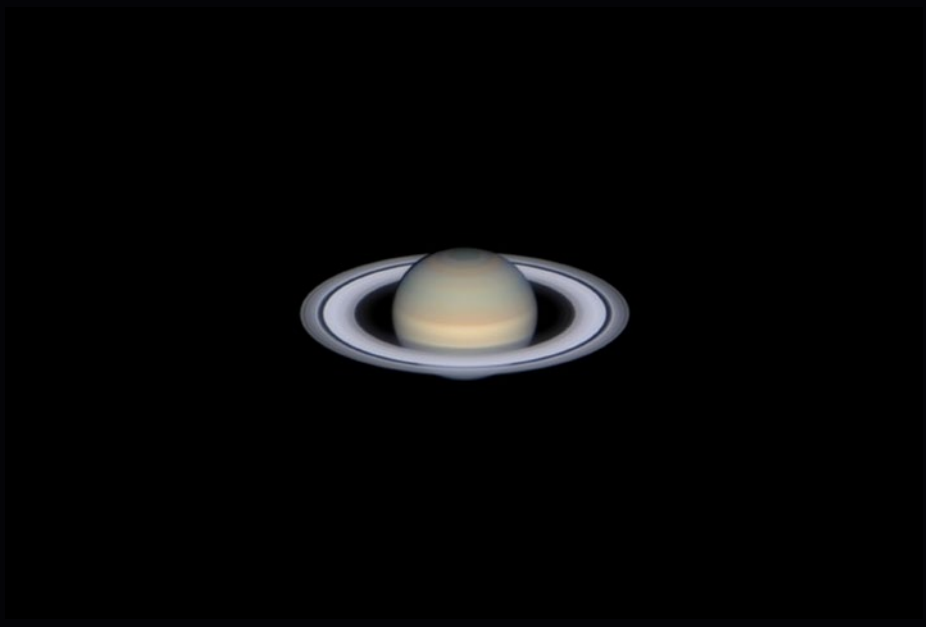
3. Miejsce:
Nazwa zdjęcia: **Tranzyt Io i Ganimedesa na tle tarczy Jowisza**
Autor: **Łukasz Sujka, Polska**

Jowisz i dwa księżyce — Io i Ganimedes. Seria została wykonana 16 marca 2016 r. pomiędzy godz. 22.00 a 23.00 UT, stąd widoczny ruch obrotowy Jowisza i jego księżyców na kolejnych fotografiach

Wyróżnienia:

Nazwa zdjęcia: **The Saturn**
Autor: **András Papp, Węgry**

Saturn zaobserwowany 13 maja 2014 r. w Namibii. W ciągu 10 minut autor wykonał 30000 klatek



Nazwa zdjęcia: **Saturn eclipse**
Autor: **Eduardo Alejandro Pulver, Argentyna**

Zakrycie Saturna przez Księżyc. Zdjęcie wykonane 8 lipca 2014 r. w Argentynie

KATEGORIA 3 — ASTROKRAJOBRAZ

1. Miejsce:
Nazwa zdjęcia: **Make a wish over Králova Studňa!**
Autor: **Petr Horálek, Czechy**

Meteory z roju Perseidów uchwycone w okresie maksimum aktywności nad Słowacją. Fotografia jest panoramą złożoną z 23 segmentów o łącznym czasie ekspozycji wynoszącym 9 godz.

2. Miejsce:
Nazwa zdjęcia: **Eksplozja światła**
Autor: **Joanna Borgieł, Polska**

Niesamowita zorza polarna nad Norwegią zaobserwowana 15 lutego 2018 r.

3. Miejsce:
Nazwa zdjęcia: **Moraczewskie wiatraki — ścieżki gwiazd**
Autor: **Marcin Mikołaj Wojtczak, Polska**

Ruch sfery niebieskiej nad Moraczewem jest złożeniem 25 klatek, każda naświetlana przez 4 min

Wyróżnienia:
Nazwa zdjęcia: **Zaćmienie Księżyca**
Autor: **Szczepan Skibicki, Polska**

Zaćmienie Księżyca widoczne 28.09.2015 r. będące połączeniem 51 ekspozycji

Nazwa zdjęcia: **Gwiezdne wojny**
Autor: **Andrzej Błoński, Polska**

Burza na bieszczadzkim niebie

Nazwa zdjęcia: **Analema**
Autor: **Dariusz Dorosz, Polska**

Fotografia, na której został zarejestrowany roczny ruch Słońca na sferze niebieskiej. Zdjęcie wykonane Camerą Obscura, która w każdy pogodny dzień (180 dni w roku) rejestrowała obraz podczas 5-minutowej ekspozycji (od 12.00 do 12.05). Autor w każdy pogodny dzień ręcznie otwierał migawkę

Międzynarodowy konkurs astrofotograficzny AstroCamera 2019!

Już po raz siódmy, 28 stycznia 2019 r., w rocznicę urodzin naszego patrona, ogłaszamy kolejną edycję międzynarodowego konkursu astrofotograficznego AstroCamera! Konkurs skierowany jest do wszystkich miłośników utrwalania astronomicznych zjawisk, czyli osób które fascynują zagadnienia tak bliskie Janowi Heweliuszowi. AstroCamera to jedyny w Polsce międzynarodowy konkurs astrofotograficzny!

W konkursie wyznaczone zostały trzy kategorie:

I Obiekty Głębokiego Nieba (zdjęcia mgławic, gromad gwiazd, galaktyk i innych tego typu obiektów),

II Obiekty Układu Słonecznego (zdjęcia planet, Słońca, Księżyca, komet, tranzyty, zaćmienia obiektów astronomicznych, itp.)

III Astrokrajobraz (zdjęcia przedstawiające obiekty astronomiczne na tle ziemskiego krajobrazu).

Uczestnik konkursu może zgłosić nie więcej niż pięć zdjęć, we wszystkich trzech kategoriach łącznie, jednakże w ramach każdej z kategorii może zostać nagrodzone maksymalnie jedno zdjęcie danego Uczestnika. Na zwycięzców czekają atrakcyjne nagrody pieniężne! Zgłoszenia można przesyłać drogą elektroniczną na adres astrocamera2019@hevelianum.pl do 30 kwietnia 2019 r., godz. 15:00 (CEST). Ogłoszenie wyników nastąpi do 31 maja br.

Zachęcamy do zapoznania się z Regulaminem oraz do udziału w tegorocznej edycji konkursu AstroCamera!

Bezchmurnego nieba życzą Organizatorzy :)

Fot. Mariusz Świętnicki

PRENUMERATA
Numery bieżące i archiwalne
PROMOCJE

Cena pojedynczego numeru Uranii:
14,90 PLN
Roczna prenumerata krajowa:
72,- PLN (12,- zł za numer)
Dłuższa prenumerata krajowa: 144,- PLN
(12 numerów)
Bieżące numery można zamawiać
również w wersji elektronicznej.
Ceny numerów archiwalnych pozostają bez zmian
Szczegóły i promocje:
https://www.urania.edu.pl/prenumerata

PRENUMERATA DLA SZKÓŁ

Promocyjna prenumerata dla szkół w cenie 60,- PLN obejmuje trzy ostatnie (4,5,6) i trzy pierwsze (1,2,3) numery „Uranii" odpowiednich roczników w roku szkolnym. Promocyjne ceny dotyczą również pakietów „Uranii" za wcześniejsze lata szkolne.

https://www.urania.edu.pl/prenumerata

Promocja dla członków PTMA

Cena indywidualnej prenumeraty na rok 2019 z wysyłką na adres domowy dla członków Polskiego Towarzystwa Miłośników Astronomii (PTMA) wynosi 50,- zł.

Skarbników lub prezesów oddziałów prosimy o dokonywanie wpłat oraz o podanie imiennej listy prenumeratorów z adresem zbiorowym lub adresami indywidualnymi do wysyłki.

Prenumeratorzy indywidualni PTMA mogą przedłużać prenumeraty samodzielnie (wpłata 50 zł na konto Uranii) wraz z oświadczeniem/informacją wysłaną na urania@urania.edu.pl o przynależności oddziałowej i mailowym adresem do władz oddziału. Szczegóły:

https://www.urania.edu.pl/prenumerata

---

85 1160 2202 0000 0003 — nr rachunku odbiorcy
3341 8732 — nr rachunku odbiorcy c.d.
Odbiorca: POLSKIE TOWARZYSTWO ASTRONOMICZNE, BARTYCKA 18, 00-716 WARSZAWA
kwota
Imię, nazwisko, adres wpłacającego
Tytułem

Opłata

*W - wpłata gotówkowa *P - polecenie przelewu

nazwa odbiorcy: POLSKIE TOWARZYSTWO ASTRONOMICZNE
nazwa odbiorcy cd.: UL. BARTYCKA 18, 00-716 WARSZAWA
nr rachunku odbiorcy: l.k. 85 1160 2202 0002 0000 0000 0334 1873 2
waluta: WP* PLN
kwota
kwota słownie (wpłata)
imię i nazwisko lub nazwa prenumeratora
dokładny adres wysyłki prenumeraty
dokładny adres wysyłki prenumeraty cd.
tytułem: **Prenumerata *Uranii* od nr 2/2019, dodatkowo zamawiam**

Data (pieczęć) podpis zleceniodawcy

Opłata

Podpis

Małe krople wody, ciekawe sprawy na niebie...

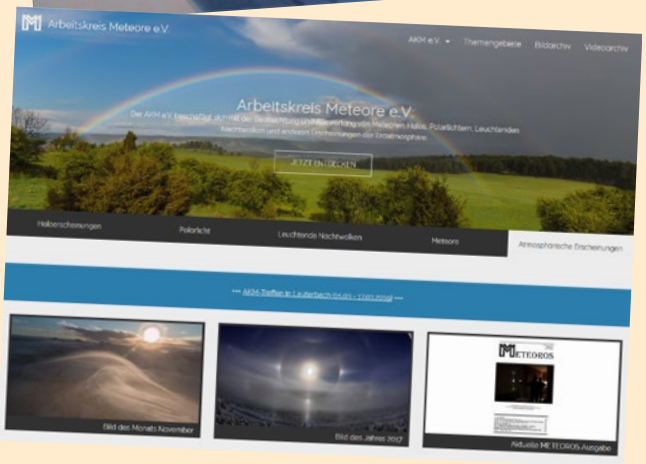
Prawie dziesięć lat temu, w numerze 5/2009 naszego czasopisma pisałem o stronie Atmospheric Optics Lesa Cowleya (**http://atoptics.co.uk**). Jest ona poświęcona zjawiskom optycznym w atmosferze Ziemi, zarówno tym widocznym prawie codziennie, jak i bardzo rzadkim. Warto wrócić do niej, lub w przypadku młodszych Czytelników, zapoznać się z bogactwem informacji przez nią oferowanych.

Dziś natomiast proponuję zajrzeć do wnętrza podstawowej „cegiełki" odpowiedzialnej za wiele ze wspomnianych zjawisk, chociażby tęczy. Pod adresem **http://www.philiplaven.com/index1.html** znajdziemy stronę The optics of the water drop. Jej autorem jest Philip Laven. O ile wspomniana powyżej strona Lesa Cowleya zawiera bardzo dużo poglądowych materiałów tłumaczących dyskutowane zjawiska w przystępny sposób, to tutaj znajdziemy rozbudowane rozważania oparte na fizyce rozpraszania światła na kroplach (sferycznych) wody. Zależnie od potrzeb autor odwołuje się do prostych metod opartych na optyce geometrycznej (które zapoczątkowali Kartezjusz czy Newton), przechodząc poprzez metodę Airy'ego uwzględniającą zjawiska dyfrakcji i interferencji, do tzw. szeregów Debye'a i na końcu do teorii Miego opisującej najlepiej rozpraszanie fal elektromagnetycznych na obiektach sferycznych. Słowa te najprawdopodobniej niewiele mówią naszym Czytelnikom, dlatego jak zwykle proponuję wędrówkę po hasłach oferowanych na stronie. Dzięki nim trafimy na wiele szczegółowych objaśnień i odniesień do realnych zjawisk w atmosferze, takich jak tęcze, glorie czy halo. Do wielu objaśnień są dołączone dane bibliograficzne istotnych dla tematu prac. Widać, jak skomplikowana jest fizyka tych pięknych i pozornie prostych zjawisk.

Bardzo przydatny może okazać się osobny, doprowadzony praktycznie do dnia dzisiejszego, spis około 30 prac (w większości dostępnych) z udziałem Philipa Lavena na temat zjawisk optycznych w atmosferze jak i ich modelowania oraz wyjaśniania.

Mamy też dostęp do programu MiePlot pracującego pod MS Windows i testowanego już dla Windows 10, chociaż z pewnymi zastrzeżeniami. Rozbudowany interfejs graficzny pozwala na analizę rozproszeń na sferach o skomplikowanych właściwościach, ale możemy też próbować dopasować wyniki symulacji do obserwacji/fotografii realnych zjawisk tęczy, halo czy glorii.

Na koniec chciałbym jeszcze zaproponować odwiedzenie strony **https://www.meteoros.de**, na którą trafiłem



w trakcie poszukiwań związanych z naszym tematem. Mamy do czynienia tylko z wersją niemieckojęzyczną, nie będę się w tej chwili zajmował szczegółami, na początek proponuję jedynie zajrzeć do dwóch archiwów: zdjęć (Bildarchiv) i krótkich filmików (Videoarchiv). Są one stworzone przez amatorów wiedzących czego szukać, wielu spośród naszych Czytelników też jest w stanie uzyskać podobne materiały, a jest na co popatrzeć.

I już zupełnie na koniec — jeśli ktoś zna język rosyjski, to na serwerze preprintów **arxiv.org**, 29 listopada 2018 r. pojawiła się ciekawa i przystępna praca Aleksieja Panowa Descartes-Newton-Young rainbow (jedynie tytuł i niektóre pozycje bibliograficzne są w języku angielskim). Autor wspomina również o stronach Lesa Cowleya jak i Philipa Lavena. Wszystko można znaleźć pod adresem https://arxiv.org/abs/1811.12053.

Roman Schreiber

Ciemna materia

Chyba najpoważniejszym problemem naukowym współczesnych czasów jest problem ciemnej materii. Jeżeli nawet przyjąć, że nie wchodzi w to ciemna energia, to i tak ciemna materia stanowi około ćwierci zawartości Wszechświata i z grubsza pięć razy więcej niż cała znana nam materia zbudowana z atomów i cząsteczek[1]. Do tego od wielu lat nie widać istotnego postępu w jej badaniu.

Jerzy Kuczyński

Pierwsze sugestie o istnieniu ciemnej materii pojawiły się w latach 30. ubiegłego wieku (Fritz Zwicky — badania dotyczące gromady galaktyk we Włosach Bereniki). Na przełomie lat 70. i 80. rzecz się ugruntowała i powoli stała standardem. Współcześnie argumenty za jej istnieniem pochodzą z dwu źródeł. Pierwszym są pomiary astronomiczne. Na przykład mierząc prędkość gwiazd w galaktykach, stwierdza się, że prędkość ta jest praktycznie stała i wynosi około 200 km/s. Z drugiej strony jasność w funkcji odległości od centrum maleje eksponencjalnie. Łącząc te dwa fakty[2] stwierdzamy, że powinna istnieć wspomniana ciemna materia. Drugim źródłem wiary w ciemną materię jest kosmologia. Wierzymy w ogólną teorię względności (OTW) i na jej podstawie budujemy modele Wszechświata. Okazuje się jednak, że modele te są raczej mało stabilne i bardzo szybko albo się zapadają, albo rozlatują. Oczywiście między tymi „typowymi" sytuacjami jest sytuacja pośrednia. Do pewnego stopnia spełnienie „marzenia teoretyka" — jedyny akceptowalny Wszechświat[3]. Ten jedyny Wszechświat ma jednoznacznie określoną średnią gęstość wynoszącą $\rho_C = 3H^2/8\pi G$, gdzie H jest stałą Hubble'a, a G newtonowską stałą grawitacji. G jest (chyba?) stałe, a H zależy od czasu kosmicznego. Mierząc H w danej epoce, otrzymujemy gęstość Wszechświata w tej epoce. Mierząc współczesną wartość stałej Hubble'a, otrzymujemy więc współczesną gęstość Wszechświata. I okazuje się, że masy jest trochę za dużo. Kilkadziesiąt razy więcej niż materii barionowej (czyli tej normalnej, znanej z chemii), a jakieś trzy razy więcej niż suma tej normalnej i ciemnej. Wynika z tego, że dwie trzecie materii to tzw. ciemna energia o dość dziwnych własnościach[4].

Skoncentrujemy się jednak na ciemnej materii. Jest naprawdę ciemna, więc nie świeci i nie oddziałuje ze światłem, a ogólniej sprzęga się słabo z elektromagnetyzmem. Czyli praktycznie trudno ją badać laboratoryjnie, bo tam mamy zwykłą materię zbudowaną z cząstek „elektromagnetycznych". Pozostaje mieć nadzieje, że istnieje jakieś pośrednie oddziaływanie umożliwiające pomiary. Takie oddziaływanie nie musi być zbyt mocne, bo ciemnej materii powinno być dużo. Współczesna gęstość Wszechświata powinna wynosić około 10^{-26} kg/m^3. W naszej okolicy (co można policzyć z prędkości Słońca wokół Galaktyki) gęstość ta jest jeszcze większa i np. w okolicach Słońca średnio w sześciennej jednostce astronomicznej jest jej tyle, by można zbudować z niej sporą planetoidę. W każdej sześciennej jednostce astronomicznej, czyli również w przestrzeni międzygwiezdnej. Tym bardziej dziwne, że jak na razie poszukiwania tej materii nie doprowadziły do żadnego pozytywnego rezultatu.

Z początkiem października 2018 r. w *Nature* ukazał się przegląd możliwości (G. Bertone i T.M. Tait, *Nature*, 4.10.2018, t. 562, s. 51, dalej BT). Tytuł pracy jest co najmniej obiecujący *Nowa era w poszukiwaniach ciemnej materii*, ale już pierwszy wers abstraktu rozwiewa wszelkie nadzieje, bo głosi , że *rośnie kryzys w poszukiwaniu ciemnej materii z powodu braku ewidencji najpopularniejszych kandydatów*. I to chyba realna prawda. Mimo sporego wysiłku nie ma praktycznie żadnych pozytywnych pomiarów. Nawet jeżeli jakieś się pokazują, to szybko zostają mocno zakwestionowane. Poniżej spróbujemy streścić wspomniany wyżej tekst, dokonując przeglądu kandydatów na ciemną materię i podsumowując ewidencję doświadczalną. Jak piszą BT, dyskutuje się ogromną różnorodność kandydatów na ciemną materię, a rozważane masy są chyba najbardziej różnorodnym zbiorem w całym przyrodoznawstwie — rozciągają się na 90 rzędów wielkości! Konkretnie, od bardzo małych ułamków elektronowoltów (10^{-22} eV czyli 10^{-58} kg) do setek mas Słońca.

WIMP-y

Zacznijmy od WIMP-ów (*Weakly Initeracting Massive Particles*), bodaj najpopularniejszych kandydatów na ciemną materię, czyli cząstek z sektora oddziaływania słabego. To bardzo obiecujący rodzaj ciemnej materii. Przede wszystkim dlatego, że jest mocno osadzony w fizyce. Model standardowy opisuje te

[1] Ciemna materia z (prawie) całą pewnością nie składa się z atomów. Co nie przeszkadza, że w podręcznikach szkolnych spotykamy powszechnie twierdzenie, że „cała materia we Wszechświecie" składa się z atomów i cząsteczek.

[2] Zakładając symetrię sferyczną i porównując siłę odśrodkową z grawitacyjną mamy równanie $v^2/r = GM/r^2$, skąd biorąc pod uwagę, że v jest stałe, $M(r) = v^2r/G$, czyli masa zawarta wewnątrz orbity gwiazdy rośnie liniowo z promieniem tej orbity, podczas gdy jasność maleje eksponencjalnie. Oznacza to, że na obrzeżach galaktyk znajduje się jakaś niewidoczna masa. Analogiczną własność zaobserwujemy w gromadach galaktyk, przy czym z dokładniejszych analiz wynika, że tej niewidocznej materii jest rząd więcej niż zwykłej materii.

[3] Czyli odpowiedź na einsteinowskie pytanie brzmiałaby „Nie miał innej możliwości". Oczywiście w tym modelu.

[4] Najczęściej interpretowana jako tzw. stała kosmologiczna (*notabene* to też pomysł Einsteina). Takim najbardziej typowym współczesnym modelem Wszechświata jest 3% materii barionowej, 27% zimnej (umiarkowanie ruchliwej) ciemniej materii i 70% stałej kosmologicznej. Zapisuje się to ΛCDM (lambda cold dark matter).

oddziaływania, a więc i sugeruje, jak zmierzyć czy wręcz stworzyć w akceleratorze, wspomniane WIMP-y. Oczywiście cząstki powszechne w badaniach laboratoryjnych są wykluczone. Ale rzadkie, a więc mające niewielki przekrój czynny na zwykłą materię, wydają się dobrymi kandydatami. I tu w pierwszym rzędzie należy wymienić cząstki SUSY. Ta sympatyczna nazwa oznacza cząstki supersymetryczne — odpowiadający każdemu bozonowi fermion, a fermionowi bozon. Ich oddziaływania byłyby w miarę przewidywalne, a ich masy miałyby od 10 GeV do TeV. Tym samym spełniają wszelkie wymagania kosmologów. Niestety to co wydaje się siłą tej koncepcji, jest jednocześnie jej grobem — mimo wysiłków, zarówno teoretycznych[5], jak i doświadczalnych, nie znaleziono śladu tego typu cząstek. Mówiąc bez eufemizmów, badania w LHC wykluczyły istnienie „w pobliżu modelu standardowego" cząstek mogących stanowić ciemną materię. Pozostaje spróbować bardziej egzotyczne niż SUSY rozwinięcia Modelu Standardowego. Tu masy mogłyby mieć nieco większy zakres — od MeV do stu TeV. Oczywiście wszystko w sektorze oddziaływania słabego. Rejestracja mogłaby nastąpić w wyniku zderzeń w akceleratorach, ale są i pomysły użycia materiałów nadprzewodzących, nadciekłych czy jeszcze bardziej egzotycznych stanów materii. Jak by nie było, chodzi o dosyć mało prawdopodobne (niewielki przekrój czynny) rozpady takich cząstek do cząstek modelu standardowego. Konkretnie, głównie rozpadów w których mogłyby się pojawiać fotony. Ponieważ chodzi o względnie lekkie cząstki, można by tu użyć stosunkowo małych akceleratorów, ale o możliwie dużej intensywności wiązki. Ten typ badań jest mniej głośny i trudniej jednoznacznie wykluczyć jakieś pozytywne efekty. Tym niemniej w czołowych czasopismach nic ważnego nie zostało opublikowane (a przynajmniej autorzy przeglądu o tym nie wiedzą).

Źródło: NASA, ESA, M.J. Jee oraz H. Ford (Johns Hopkins University)

Pierścień ciemnej materii wokół gromady galaktyk Cl 0024+17. Obraz opracowano na podstawie obserwacji przez Kosmiczny Teleskop Hubble'a w listopadzie 2004 r. W tle jest zdjęcie gromady, na które nałożono mapę rozmieszczenia ciemnej materii wywnioskowaną na podstawie obserwacji soczewkowania grawitacyjnego

Aksjony

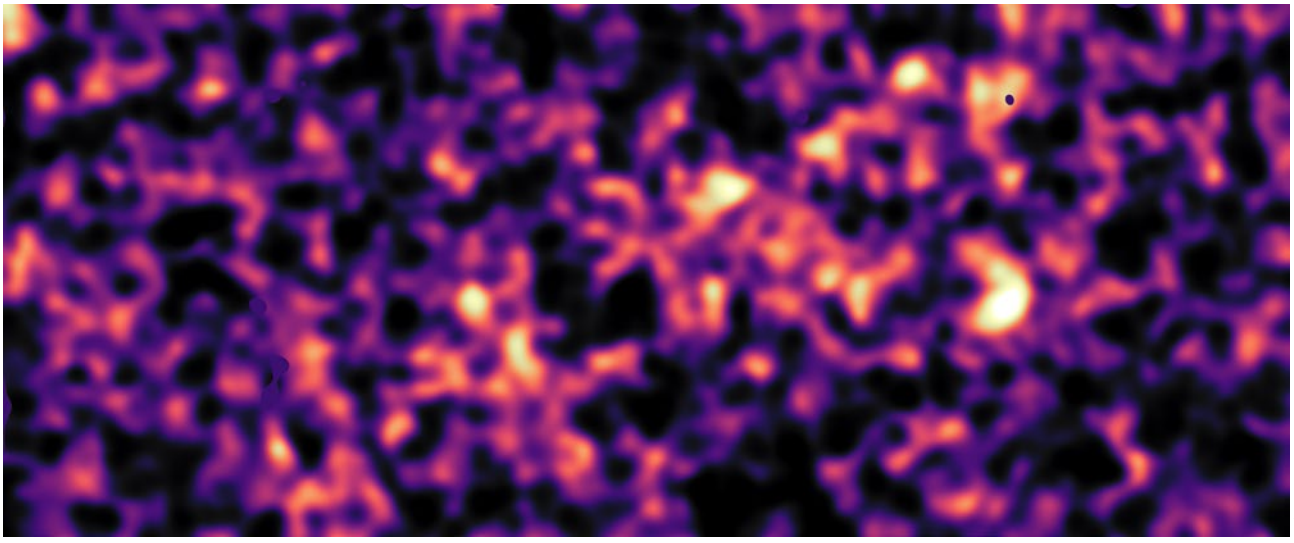
Następnym wymienianym kandydatem na ciemną materię są aksjony. Cząstki wymyślone bodaj przez Franka Wilczka i nazwane na cześć popularnego w USA… proszku do prania. Powodem wprowadzenia tych cząstek do fizyki były problemy związane z zachowaniem symetrii CP („odbicie" w ładunku i parzystości; pomysł Landaua z połowy XX stulecia), m.in. problem dipolowych momentów elektrycznych, cząstek zbudowanych z kwarków. Wnioskiem z kwarkowej budowy np. neutronu jest istnienie takiego momentu i aksjony miałyby wyjaśnić jego brak (dla neutronu to wartość 10^{-10} mniejsza od spodziewanej). Nie wchodząc w szczegóły, aksjony to bardzo lekkie cząstki o masach rzędu meV i mniej. Miałoby tego być w naszej okolicy dziesięć do kilkunastej w centymetrze sześciennym. Jako cząstki bardzo słabo oddziałujące wydają się być dobrym kandydatem na ciemną materię. Oczywistym problemem jest to, że mimo ich ogromnej spodziewanej ilości, nie da się ich namierzyć. Na przykład N. Du (i 26 innych, nieraz bardzo znanych autorów, *Phys. Rev Lett*, 2018, t. 120, doi 151301) wykluczyło istnienie aksjonów o masach w zakresie[7] 2,66–2,81 μeV. Dodatkowo jest kilka pośrednich dowodów na ich brak. Przede wszystkim, gdyby były generowane w silnych oddziaływaniach, to szybko opuszczałyby gwiazdy, czyli skutecznie je chłodziły. A to oznacza znacząco szybszą ewolucję gwiazd. Mimo kilku doniesień[6] rzecz nie została potwierdzona.

Jest jeszcze zupełnie inny problem związany z tak małymi masami. Otóż fala de Broglie'a dla wolno poruszającej się masy μeV ma długość około dwu metrów. Oczywiście zachodzi nakładanie funkcji falowych dla tych dziesięć do dwudziestej czy nawet trzydziestej cząstek, co powoduje, że powinniśmy mieć do czynienia ze zjawiskami typu kondensatu Einsteina-Bosego, nadciekłości (L. Berezhiani i J. Khoury, Phys. Rev. D, 2015, 92, doi 103510) czy innymi zjawiskami kolektywnymi. Jeżeli dodać, że BT mówią nawet o cząstkach (niekoniecznie aksjonach) które nazywają „fuzzy DM" o masach rzędu 10^{-22} eV, dla których dłu-

[5] Teoretycznych w tym przypadku głównie w zakresie analizy istniejących i projektowania przyszłych (ale nieodległych) badań doświadczalnych.

[6] Donoszono o tym kilka lat temu w *Nature*. Niestety, nie pamiętam, kiedy to było, a będąc od pewnego czasu emerytem, musiałem z braku miejsca pozbyć się starych artykułów.

[7] Oczywiście przy pewnych założeniach, konkretnie przy użyciu modelu Peccei-Quinn. Ale to główny model „chodzący" w zakresie aksjonów.



Źródło: Kilo-Degree Survey Collaboration/H. Hildebrandt & B. Giblin/ESO

Mapa rozmieszczenia ciemnej materii na jednych z fragmentów nieba na podstawie danych z przeglądu nieba KIDS (obserwacje teleskopem VST w Obserwatorium Paranal w Chile). Ciemna materia jest tutaj pokazana na różowo. Obraz zrekonstruowano, analizując światło od ponad 2,5 mln galaktyk odległych o ponad 6 mld lat świetlnych. Obrazy galaktyk zostały zdeformowane przez soczewkowanie grawitacyjne od ciemnej materii. Niektóre małe, ciemne obszary o wyraźnych granicach to miejsca po usunięciu z mapy gwiazd i innych pobliskich obiektów

gość fali de Broglie'a powinna wynieść około roku świetlnego, to widać, że mielibyśmy do czynienia z zupełnie nowym stanem materii. To do pewnego stopnia również pewna nadzieja. W październiku w *Nature* pojawiła się praca D. Beckera (i 34 innych autorów, *Nature*, 2018, t. 562, s. 391) w zasadzie nie mająca wiele wspólnego z ciemną materią, ale jednak, jak się wydaje, istotna z tego punktu widzenia. Otóż autorzy dokonali eksperymentu, w którym przez sześć minut uzyskali kondensat Bosego-Einsteina w warunkach minigrawitacji. W czasie spadku z wysokości 243 km. Kondensat ten proponują użyć jako interferometru. Jak wyżej wspomniano, lekkie rodzaje DM powinny w tym stanie występować we względnie wysokich temperaturach. Może właśnie taki interferometr okaże się wreszcie sposobem na wykrycie tej materii. Tyle że chyba przede wszystkim w eksperymentach astronautycznych, bo wymagana byłaby trwała nieważkość.

Sterylne neutrina

Następnym omawianym przez BT rodzajem kandydatów na ciemną materię są sterylne neutrina. Jak wiemy, neutrina występują w trzech „zapachach" związanych z odpowiednimi leptonami (elektron, mion i tau). Wydaje się, że może istnieć czwarty rodzaj, który w odróżnieniu od „normalnych" neutrin, i tak prawie nie oddziałującymi z materią, miałby nie oddziaływać z nią w ogóle. Czyli z punktu widzenia ciemnej materii bardzo korzystnie. Na szczęście to ostatnie to raczej żart. Neutrina mają niewielkie masy, co skutkuje ich oscylacjami, czyli zmianą zapachów (Nobel z 2015 r.: Takaaki Kajita oraz Arthur B. McDonald). Neutrino sterylne, biorąc udział w tej zabawie, też byłoby wykrywalne. Poza tym sterylne neutrina mogłyby być dość masywne i samorzutnie rozpadać się na „normalne" cząstki. Za to ostatnie mogłaby np. odpowiadać obserwowana z wielu gromad galaktyk linia 3,5 keV. Jak się wydaje, nie jest to zbyt przekonujące, choć warto zrobić pewną ogólniejszą uwagę. Otóż rozpadająca się niezbyt szybka, ale masywna cząstka dostarcza ostrej linii widmowej. Jeżeli taką linię obserwujemy z wielu miejsc, to można uważać, że wykryliśmy jakąś cząstkę. I w dużej mierze na tym opiera się poszukiwanie cząstek ciemnej materii metodami astronomicznymi — szukamy pojedynczych odizolowanych linii widmowych. Było już trochę takich doniesień, ale jak się zdaje, żadne nie wytrzymało próby czasu. Innym astronomicznym sposobem szukania ciemnej materii jest poszukiwanie różnic między wyliczonymi z modelu własnościami a rzeczywistymi własnościami obiektów astronomicznych (i całego Wszechświata). Jak piszą BT, przykładem może tu służyć różnica między stałą Hubble'a mierzoną dla różnych odległości (różnych czasów). Wykonuje się sporo podobnych obserwacji i rachunków, ale wyniki są mało jednoznaczne[8]. Można np. zauważyć, że w zależności od temperatury ciemnej materii można spodziewać się powstawania różnych substruktur w galaktykach. Określenie tych substruktur umożliwia próbowanie wywnioskowania z ich rozkładu np. temperatury ciemnej materii, a ogólniej jej wzajemnego oddziaływania. Przykład stanowi praca S.Y. Kim, A. H.G. Peter i J.R. Hargis (*Phys. Rev. Lett.*, 2018, t. 121, doi 211302) dotycząca problemu satelitów Drogi Mlecznej. Autorzy, zakładając ciepłą ciemną materię (keV, czyli miliony stopni) wyjaśniają problem „brakujących satelitów" Drogi Mlecznej — przy założeniu zimnej ciemnej materii powinno powstać dużo więcej drobnych galaktyk niż jest rzeczywiście obserwowane. Przy nieco cieplejszej DM powstaje mniej drobnych galaktyk i jakkolwiek by to nie brzmiało śmiesznie, wydaje się, że licząc drobne galaktyki można mierzyć temperaturę Wszechświata.

MACHO

Jeszcze innym zjawiskiem mogącym powiedzieć o ciemnej materii są zjawiska związane z czarnymi dziurami. Konkretnie, w pobliżu czarnych dziur można spodziewać się większej ilości ciemnej materii. W końcu podlega grawitacji i powinna spadać na centra mas. Dlatego bardzo obiecującym źródłem wiedzy o ciemnej materii jest zachowanie się dysków akrecyjnych wokół

[8] Problem jest bardzo trudny. Osobiście uważam, że sytuacja opisana w „Wielkie G" (zob. *Urania* 6/2018) jest **normalna**. To, że nauka często jest przedstawiana jako spójny i przede wszystkim „model independent", obraz świata uważam za strategiczny błąd popularyzacji i dydaktyki skutkujący upadkiem zaufania do nauki — wcześniej czy później w każdej dziedzinie nauki ktoś wyciągnie różne **naturalne** sprzeczności i przedstawi to jako kompletny brak spójności, a przyzwyczajeni (przez media i szkołę) do dogmatyzmu tzw. zwykli ludzie dochodzą do wniosku, że nie należy ufać nauce.

czarnych dziur — ich zachowanie powinno zależeć od zgromadzonej w okolicy ciemnej materii.

Bardzo klasycznym rodzajem ciemnej materii są pierwotne czarne dziury. Podobnie jak MACHO (masywne zwarte obiekty halo), większość tych obiektów jest wykluczona jako ciemna materia. Po prostu takie badania jak OGLE nie znalazły dowodów, by obiekty te mogły istnieć w ilości wystarczającej, by stanowić ciemną materię. Jednak pewien zakres mas wydaje się jeszcze dopuszczalny (S. Bird i siedmiu innych autorów, w tym Kamionkowski i Riess, *Phys. Rev. Lett*, 2016, t. 116, doi 201301). Konkretnie 20—100 $M_{\odot}$ (inna sprawa, ile w tym wpływu LIGO — takie właśnie czarne dziury są potrzebne, by tworzyć rejestrowalne fale grawitacyjne, więc „jest zapotrzebowanie"). Zupełnie inne ograniczenia na MACHO podają M. Zumalacárregui i U. Seljak (*Phys Rev. Lett.*, 2018, t. 121, doi 141101. Ci ostatni, prawdę mówiąc, nie podają żadnych ograniczeń, a raczej twierdzą, że z badań soczewkowania grawitacyjnego supernowych wynika, że MACHO są całkowicie OK!

MOND i naładowana ciemna materia

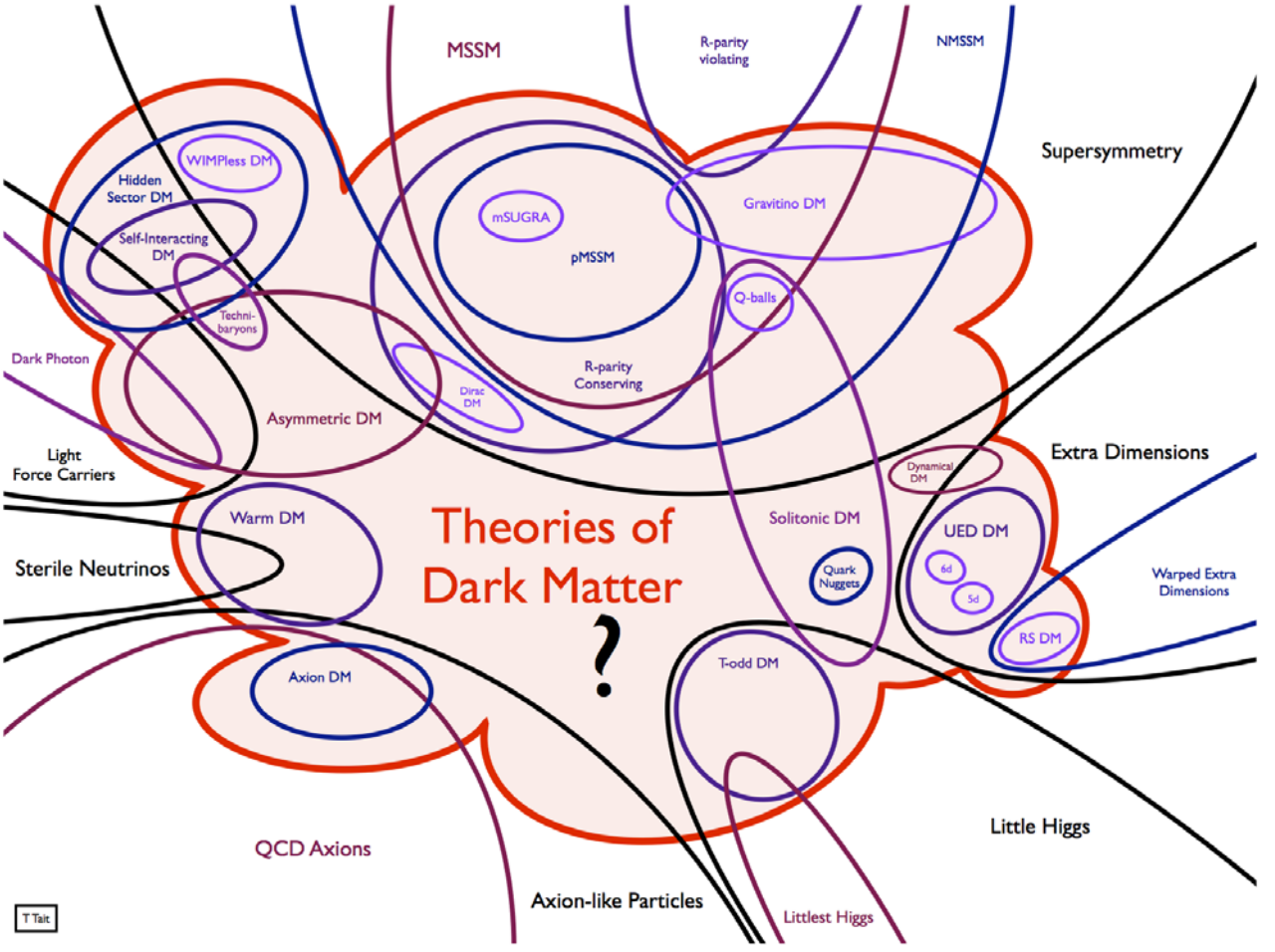
Można by jeszcze wspomnieć o MOND (modyfikowana grawitacja). Też trzyma się nieźle i ciągle pojawiają się artykuły na ten temat. I w gruncie rzeczy można stwierdzić, że jeszcze nic nie zostało całkowicie wyeliminowane. Nawet naładowana ciemna materia! Na przykład w maju 2018 r. J.B. Mufioz i A. Loeb (*Nature*, t. 557, s. 684) zaproponowali, by niewielka frakcja ciemnej materii miała niewielki ładunek. Milionowy ułamek ładunku elementarnego i masę poniżej masy elektronu. Z opublikowanego tekstu wynika, że taka frakcja (około 1%) nie byłaby widoczna, bo pola magnetyczne i wybuchy wczesnych supernowych wyrzuciłyby ją poza galaktyki. Jak twierdzą autorzy, taki rodzaj ciemnej materii wpłynąłby na ochładzanie materii barionowej. Oczywiście z jednego krótkiego tekstu trudno ocenić zalety takiej propozycji.

Podsumowanie

Warto wspomnieć, że pod koniec 2018 r. (*Nature*, t. 562, s. 349) ukazał się tekst Grzegorza Pietrzyńskiego na temat poszukiwania ciemnej materii przy pomocy mikrosoczewkowania. Oczywiście nie wypada go komentować — autor zrobi (miejmy nadzieję, że zechce) to dużo lepiej.

Pora na podsumowanie omawianego tekstu. Otóż w podsumowaniu BT piszą, że badania akceleratorowe całkowicie nie wykluczyły nawet „naturalnych" kandydatur na WIMP-y (SUSY). W prawie wszystkich teoriach pozostały jeszcze pewne możliwości. Mając dość krytyczny stosunek do tych twierdzeń, trzeba jednak przyznać, że coś trzeba zrobić w tym niesłychanie ważnym problemem (większość, a włączając ciemną energię, przytłaczająca większość materii Wszechświata). Ale to chyba najważniejsze pytanie dla nauki XXI wieku i mimo ogromu pomysłów, rachunków i nie mniej wysiłków obserwacyjnych i eksperymentalnych jest nieodparte wrażenie, że stoimy w tym samym miejscu, co ćwierć wieku temu. A przecież rzecz jest zbyt poważna, by móc odpuścić.

■



Różne teorie tłumaczące ciemną materię. Rys.: prof. Tim M.P. Tait (University of California, Irvine, USA), https://faculty.sites.uci.edu/tait/

Odkrywając naukowe dziedzictwo ukraińskiej stolicy

KIJÓW OCZAMI MŁODEGO ASTRONOMA

Bogata i trudna historia Kijowa skrywa ciekawe dzieje nauki. Począwszy od słowiańskiego piśmiennictwa Rusi, przez uczelnie po obserwatoria astronomiczne przewija się mało znana opowieść o ludziach wielu narodowości stawiających czoła trudnościom. Do tego wyjątkowego miasta dotarłem dwukrotnie dekadę temu, jeszcze jako student.

Kijów, stolica Ukrainy i jeden z najważniejszych ośrodków intelektualnych rozległego państwa. Miasto o fascynującej, choć złożonej historii potrafi urzec pięknem swoich parków i ogrodów, zaciekawić dziejami, architekturą zabytków, ale i zmęczyć tłokiem, ociężałością sowieckiej architektury i szarej teraźniejszości. Trzymilionową metropolię dzieli na pół wstęga potężnego Dniepru. Lewobrzeże, czasem nazywane Darnicą, zostało włączone w granice miasta dopiero w 1927 r. i dziś stanowi przede wszystkim gigantyczne blokowisko zamieszkałe przez milion ludzi, w zasadzie omijane przez turystów. Niemal całe półtora tysiąca lat historii skupia się więc na prawobrzeżu, włączając w to dzieje nauki.

Przez stulecia miasto było głównym ośrodkiem rozległej i stosunkowo zamożnej Rusi Kijowskiej — państwa, jakie odcisnęło ogromne piętno na całej wschodniej słowiańszczyźnie widoczne po dziś dzień. Gdy jednak rozległe i skonfliktowane wewnętrznie terytorium podbili Mongołowie, zwieńczając to zajęciem kijowskiego grodu w 1240 r., rola miasta upadła. Odtąd podlegało ono różnym regionalnym potęgom, w tym przez jedno stulecie — od 1569 do 1667 roku — Królestwu Polskiemu wchodzącemu w skład Rzeczypospolitej Obojga Narodów. Rola stołeczna grodu została przywrócona na krótko po I wojnie światowej, gdy Ukraina próbowała wybić się na niepodległość. Dopiero po upadku Związku Sowieckiego miasto na stałe umiejscowiło się na mapie politycznej kontynentu.

Początków kultury umysłowej miasta można doszukiwać się w czasach ruskich. Później, w XVII w. na fundamencie szkół Ławry Peczerskiej oraz Monastyru Brackiego metropolita prawosławny Piotr Mohyła powołał Akademię Kijowsko-Mohylańską, którą w 1658 r. zrównano w prawach z Akademią Krakowską. Stała się ona ważnym ośrodkiem kształcenia wyższego w świecie prawosławnym, pierwszym na ziemiach ruskich. Studiowało na niej bądź pracowało wiele znanych postaci ze świata nauki, religii i polityki, wliczając wybitnego rosyjskiego astronoma Michała Łomonosowa, który przebywał w Kijowie w 1735 r. Z czasem rola i poziom uczelni spadły i ostatecznie podjęto decyzję o jej zamknięciu w 1817 r. Do jej dziedzictwa współcześnie odwołuje się powołany w 1991 r. Narodowy Uniwersytet „Akademia Kijowsko-Mohylańska".

Wróćmy jednak do dziejów nauki kijowskiej. Kilkanaście lat po zamknięciu zasłużonej uczelni ziemiami dawnej Rzeczpospolitej wstrząsnęło powstanie listopadowe. W jego następstwie car Mikołaj I zamknął dwie ważne szkoły dla polskiej kultury umysłowej Kresów: wołyńskie Liceum Krzemienieckie i litewski Uniwersytet Wileński. Liczni profesorowie i studenci oraz znaczna część wyposażenia trafiła do powołanego z końcem 1833 r. w Kijowie Imperatorskiego Uniwersytetu Świętego Włodzimierza. Do czasów represji po powstaniu styczniowym była to uczelnia *de facto* polska. W tym czasie do miasta zawitała też profesjonalna astronomia, wraz z założeniem uniwersyteckiego obserwatorium astronomicznego w 1845 r. Za czasów władzy sowieckiej uczelnię zreformowano, dostosowując do założeń ideologii marksistowskiej. Nie ominęły jej też represje i trudności związane z nowym reżimem. W 1939 r. Uniwersytet przyjął imię Tarasa Szewczenki, narodowego poety ukraińskiego, jaką zachował po zmianach systemowych związanych z upadkiem komunizmu.

Wraz z ponownym rozwojem miasta, jaki Kijów zawdzięczał rewolucji przemysłowej i strategicznemu położeniu na szlaku łączącym Moskwę i Petersburg

Kopuła długoogniskowego astrografu Toepfera w Głównym Obserwatorium Astronomicznym Narodowej Akademii Nauk Ukrainy jest obecnie siedzibą muzeum otwartego dla turystów

z portami Morza Czarnego, w mieście pojawiły się kolejne uczelnie i instytucje naukowe. Obecnie funkcjonuje kilkadziesiąt szkół wyższych i wszelakich instytutów badawczych. Z punktu widzenia astronoma szczególne miejsce zajmuje Główne Obserwatorium Astronomiczne Narodowej Akademii Nauk Ukrainy, a także planetarium oraz firmy i instytucje związane z kosmonautyką, takie jak Państwowa Agencja Kosmiczna Ukrainy, Antonow czy Politechnika Kijowska im. Igora Sikorskiego.

* * *

W Kijowie miałem okazję być dwukrotnie na konferencji młodych astronomów, kilka lat przed wstrząsami Majdanu i konfliktu z Rosją. Spędziłem więc dwa tygodnie, poznając miasto i uczących się w nim bądź będących gościnnie młodych badaczy — z niektórymi mam kontakt po dzisiejszy dzień. Była to też okazja do poznania astronomicznego dziedzictwa ukraińskiej stolicy. Oba tygodnie wspominam ciepło, mimo że samo miasto momentami jest uciążliwe. Okruchy historii Kijowa oraz jego piękniejsze zakamarki są ukryte pomiędzy szarą, ociężałą architekturą socrealizmu i późnego modernizmu, kiczem i tandetą współczesnych reklam, przytłoczone chaosem tłumów zajętych trudnościami dnia codziennego. Wiele niedoskonałości i oryginalności przyjmowałem jednak z ciekawością, ponieważ po raz pierwszy dotarłem do byłego Związku Sowieckiego.

W ramach konferencji była też okazja do zapoznania się z dwoma obserwatoriami astronomicznymi miasta. Starsze i znajdujące się niestety w gorszej sytuacji jest to należące do Uniwersytetu im. Tarasa Szewczenki. Obiekt powstał w latach 1841–1845 według projektu Wincenta Berettiego, jednak później był nieraz przebudowywany i modernizowany — po raz ostatni po II wojnie światowej. Jest on położony nieco na uboczu, w centralnej części miasta, świadcząc o tym, jak bardzo Kijów się rozrósł przez ostatnie półtora wieku. Obserwatorium było miejscem pracy wielu uznanych astronomów, z których dziś najbardziej

Charakterystyczny czerwony budynek główny Uniwersytetu im. Tarasa Szewczenki był siedzibą kijowskich astronomów przed ukończeniem budowy obserwatorium

znanym jest bodajże Klim Czuriumow. współodkrywca słynnej komety 67P, którą badała sonda kosmiczna Rosetta.

Życiorys pochodzącego z Mikołajowa Czuriumowa jest dość intrygujący, ukazując absurdy pracy naukowej w czasach Związku Sowieckiego. Po ukończeniu szkoły średniej w Kijowie dostał w 1955 r. pozwolenie na rozpoczęcie studiów z fizyki teoretycznej. Po trzech latach został jednak wysłany na specjalizację z optyki, mimo to dodatkowo uczęszczał na zajęcia teoretyczne — za co został ukarany przeniesieniem na studia astronomii! Po ukończeniu studiów brał udział w badaniach geofizycznych, zbrojeniowych i astrofizycznych. Rozwijał się też pod okiem innego uznanego ukraińskiego astronoma, Sergieja Wszechswiackiego. Ostatecznie stał się specjalistą w zakresie badania komet, odkrywając m. in. słynną kometę 67P wraz z tadżycką astronom ukraińskiego pochodzenia, Switłaną Gerasymenko. Zmarł kilkanaście dni po zakończeniu misji Rosetta w październiku 2016 r.

Młodsze i okazalsze jest Główne Obserwatorium Astronomiczne Narodowej Akademii Nauk. Znajduje się ono na południowym skraju ukraińskiej stolicy, w Lesie Hołosijiwśkim, stanowiącym część Hołosijiwśkiego Parku Narodowego. Sama Akademia Nauk, co ciekawe, powstała w czasach krótkiej niepodległości ukraińskiej w 1918 r. Obserwatorium zaś powołano w trudnych czasach wojennych w 1944 r. dzięki staraniom uznanego astronoma pochodzenia rosyjskiego, Aleksandra Orłowa. Początkowo instytucja miała powstać w innym miejscu, zdecydowano się ostatecznie na dawne grunta monasteru św. Michała Archanioła o Złotych Kopułach, ponieważ były lepiej osłonięte od świateł miasta.

Pochodzący ze Smoleńska Aleksander Orłow był jednym z pionierów badań geodynamicznych, a uznanie zdobył jeszcze przed I wojną światową. Z Ukrainą związał się w 1913 r., gdy został dyrektorem Obserwatorium Astronomicznego Uniwersytetu w Odessie. Astronom zasłużył się także polskiej nauce w trudnych czasach wojennych. Po zajęciu Kresów przez Armię Czerwoną w 1939 r. aktywnie i dość skutecznie działał nad chronieniem lwowskiej astronomii.

Obserwatorium było miejscem pracy wielu uznanych astronomów, z których dziś najbardziej znanym jest bodajże Klim Czuriumow

Główne Obserwatorium Astronomiczne jest jedną z wiodących instytucji naukowych z zakresu badań Wszechświata u naszego wschodniego sąsiada. Jego dziedzictwo można poznać m. in. dzięki muzeum istniejącemu na jego terenie. Dzięki sympatycznemu położeniu pośród chronionych lasów, ciekawemu dziedzictwu naukowemu i względnie okazałej architekturze jest to wycieczka warta zachodu.

Wieńczysław Bykowski

Wspomnienie o JANUSZU PŁESZCE

Mówi się, że nie ma ludzi niezastąpionych, ale w tym przypadku można mieć wątpliwości. W związku z tym, że w dużej mierze „rozwijałem się astronomicznie" razem z Januszem, postanowiłem w tym miejscu dokonać przeglądu, moich wspomnień z Nim związanych.

Janusz Płeszka po raz pierwszy pojawił się w kręgu moich kolegów bodajże w któryś z poniedziałków we wrześniu 1985 r., gdy przyszedł na jedno ze spotkań Oddziału Krakowskiego PTMA, jeszcze w starym lokalu na ul. św. Tomasza (wtedy chyba jeszcze nazywała się ul. Solskiego). Był niezwykle zainteresowany każdego rodzaju działalnością astronomiczną, zarówno obserwacyjną, jak i teoretyczną. Twierdził, że chyba jego imię związane jest z księżycem Saturna, Janusem, odkrytym przez Dollfusa w roku jego narodzin. Próbował z każdym nawiązać bliższy kontakt. Wtedy rozpoczęły się różne, owocujące później na wiele sposobów, znajomości. Ze mną umówił się, że wpadnie do mnie, do domu. Rzeczywiście, przyszedł, chyba we czwartek i… przyniósł swoje pantofle, zostawiając je u mnie ze stwierdzeniem, że tak będzie wygodniej, bo będzie tu często przychodził. I tak się zaczęło. Janusz przychodził do mnie raz bądź dwa razy w tygodniu, ja, rzadziej, wpadałem do niego. Byłem wtedy dumnym posiadaczem komputera (może to stwierdzenie na wyrost?) ZX Spectrum (zresztą, mam ten „muzealny" egzemplarz do dzisiaj). Użytkowaliśmy go na dwa sposoby — graliśmy w różne, mniej lub bardziej inteligentne gry, ale również uczyliśmy się programować, nie tylko w języku Basic, lecz również w Assemblerze. Powstawały pierwsze programy astronomiczne. Czytaliśmy też, pożyczane sobie wzajemnie, opowiadania i powieści science fiction. Gdy przy przeprowadzce porządkowałem tego typu księgozbiór, przekazałem mu znaczną jego część.

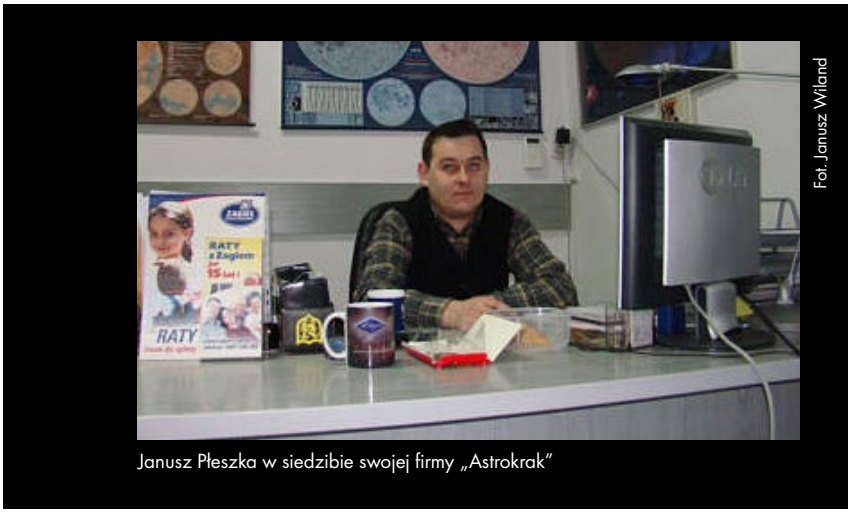
Dzięki aktywności Janusza uzyskaliśmy dostęp do zasobów Obserwatorium Astronomicznego UJ „Fort Skała". Janusz sam nauczył się, jak również nauczył mnie obsługiwać teleskop systemu Maksutowa o średnicy 35 cm czy też astrograf w kopule na głównym budynku fortu (słynne „ujeżdżanie" teleskopu przy pomocy systemu sznurków). Spędziliśmy tam, jak też przy astrografie, niejedną noc obserwacyjną — wtedy jeszcze niebo nad Krakowem nie było takie złe… Niejeden dzień spędziliśmy również w bibliotece Obserwatorium, kopiując mapy z atlasów nieba, tudzież odczytując jasności gwiazd porównania z katalogów. Z tych lat pamiętam jeszcze wyjazdy z Januszem do Warszawy, do Polskich Zakładów Optycznych. Można tam było kupić w cenie złomu szklanego różnego rodzaju elementy optyczne, z naszego punktu widzenia całkiem niezłe. Wracaliśmy obładowani torbami z soczewkami, pryzmatami, filtrami i wielu innymi, czasem niewiadomego przeznaczenia, elementami optycznymi. Do dzisiaj mam trochę pryzmatów i różnych soczewek z tych wypraw, powstało na ich bazie kilka okularów.

Nasza wspólna działalność rozluźniła się nieco po założeniu naszych rodzin, mojej nieco wcześniej, Janusza kilka lat później. Nadal jednak można było na niego liczyć w sprawach astronomicznych.

Nasza praca usprawniła się, gdy (bodajże w 1989 r.?) zakupiłem komputer osobisty IBM PC AT z dyskiem twardym o „oszałamiającej" pojemności 40 MB. Janusz uzyskał gdzieś dostęp do wersji cyfrowych katalogów PPM i SAO, które skopiował na najnowocześniejsze wtedy nośniki, jakimi były dyskietki 3,5" o „potężnej" pojemności 1,44 MB. Komplet katalogu PPM zajął ok. 20 takich nośników, SAO tyle samo, razem miałem te katalogi na 40 dyskietkach. Ułożyliśmy wtedy (nadal programując w Basicu) edytory tych katalogów, czyli cyfrowe atlasy nieba. Udało nam się, kodując na poziomie języka maszynowego, „upchać" zarówno katalog PPM, jak i SAO, na pojedynczych dyskietkach, czyli w pojemności 1,44 MB! Do dzisiaj uważam to za wybitne osiągnięcie programistyczne.

W związku z tym, że staliśmy się autorami kilku całkiem przyzwoitych aplikacji astronomicznych, pomyśleliśmy o nadaniu nazwy naszej nieformalnej spółce. I tak wymyśliliśmy nazwę „Astrokrak". Nie wiem, czy to podświadomość Janusza, czy też jego świadomie działanie sprawiło, że w 1996 r. tak nazwał swoją, znaną nam wszystkim, firmę.

W 1991 r., w związku z rozpadem Związku Radzieckiego, przestał do Polski docierać, wydawany w nim, Astronomiczeskij Kalendar. Dr Henryk Brancewicz, ówczesny Sekretarz ZG PTMA stwierdził, że PTMA mogłoby wydawać swój własny kalendarz o podobnej formule. Zaproponował mi tworzenie go, a ja zaprosiłem do współpracy Janusza, jako współautora części wykorzystywanego oprogramowania. Skład robiło się wtedy w edytorze Chi Writer, do którego bezpośredni import danych był praktycznie niemożliwy. W efekcie przed komputerem siedziałem ja i wpisywałem do tabel to, co Janusz dyktował mi z wydruków bądź z ręcznych notatek. A czasem nasze role się zamieniały. W efekcie Janusz był współautorem „Kalendarza Miłośnika Astronomii" na lata 1992–1994 i, będącego jego kontynuacją, „Kalendarza Astrono-



Fot. Janusz Wiland

Janusz Płeszka w siedzibie swojej firmy „Astrokrak"

micznego" na lata 1995–1997. Począwszy od „Kalendarza…" na rok 1998 te nasze wspólne programy nie były już używane, dlatego od tej pory pozostałem pojedynczym autorem. Pozostałością obecności Janusza w dawnych „Kalendarzach" pozostaje do dzisiaj lista gwiazd zmiennych do obserwacji amatorskiej, publikowana w wychodzącym obecnie „Almanachu Astronomicznym", spadkobiercy „Kalendarzy". Gwiazdy te wybrał osobiście kiedyś Janusz Płeszka…

Janusz angażował się praktycznie w każde wydarzenie, mogące mieć związek z astronomią. W 1993 r. był członkiem grupy badawczej, a dokładnie podgrupy „astronomicznej", badającej naturę tzw. Zdarzenia Jerzmanowickiego, gdzie nieznanej natury siła zniszczyła część Babiej Skały w Jerzmanowicach pod Krakowem. Napisaliśmy nawet wspólnie pracę, opublikowaną w Przeglądzie Geofizycznym, w której dowodziliśmy, że nie mógł to być spadek meteorytu.

Gdy, począwszy od 2003 r., zacząłem rozwijać na Politechnice Krakowskiej badania zagadnienia zanieczyszczenia świetlnego, Janusz aktywnie włączył się do nich. Z jego pomocą udało się sprowadzić z Kanady mierniki jasności nieba SQM, na bazie których stworzyłem w Małopolsce sieć obserwatorów, którzy przez rok każdej nocy wykonywali pomiary jasności nocnego nieba, odnotowując jednocześnie stan atmosfery, zachmurzenie itd. Najbardziej efektywnym obserwatorem był Janusz, który od końca 2008 r, do początku 2010 r. wykonał łącznie 406 pomiarów, zarówno w miejscu swojego zamieszkania (Mogilany, 20 km na południe od Krakowa), jak również w Bieszczadach. Niektóre z jego badań były unikalne, jak np. wpływ zamglenia na jasność nocnego bezchmurnego nieba. Wyniki tych pomiarów zostały wykorzystane w dwóch monografiach poświęconych zanieczyszczeniu światłem. Co więcej, nawet po zakończeniu opisywanej akcji, Janusz kontynuował pomiary aż do bieżącego roku. A teraz… stacja pomiarowa MOG przestała istnieć.

Janusz obserwował praktycznie wszystko — zakrycia, gwiazdy zmienne, planety, Słońce, Księżyc, obiekty mgławicowe. Wyjątkowo interesowały go jednak komety. Podejrzewam, że to właśnie powrót komety Halleya w 1985 r. skłonił go do wstąpienia do PTMA. Będąc aktywnym obserwatorem komet, w 1994 r. został. wraz ze mną, wyznaczony zarówno na szefa odrodzonej Sekcji Obserwatorów Komet PTMA, jak też na koordynatora obserwacji komet w Polsce z ramienia czasopisma *International Comet Quarterly* (ICQ). Co ciekawe, pomimo wycofania się po kilku latach z tej funkcji na rzecz Michała Drahusa, do dnia dzisiejszego to nazwisko Janusza widnieje obok mojego na stronie ICQ jako koordynatora dla Polski. Warto jeszcze wspomnieć, że to właśnie Janusz był inicjatorem odrodzenia wspomnianej Sekcji w 1994 r. po kilkuletniej przerwie w jej działalności i jednym z twórców „Komeciarza" — możliwe, że to on nawet wymyślił tę nazwę.

Koniecznie muszę też wspomnieć o aktywności Janusza w dziedzinie popularyzacji astronomii, czego wyrazem była organizacja, chyba od 1989 r., początkowo nieformalnych zlotów obserwacyjnych na Łysinie, w miejscu obecnego obserwatorium, a później oficjalnych obozów obserwacyjnych i zlotów na Kudłaczach oraz w Roztokach Górnych w Bieszczadach. Nie wiem, ile było w sumie tych zlotów, niemniej jednak obóz na Kudłaczach w 2000 r. reklamowany był jako dwudziesty.

Siłą rzeczy, efektem działalności Janusza na polu astronomii amatorskiej był jego wybór na wiceprezesa (chyba dwukrotny) i prezesa Oddziału Krakowskiego PTMA. To, bodajże, za jego prezesury gościliśmy w progach Oddziału światowej sławy naukowca, prof. Bohdana Paczyńskiego czy też dr. Kazimierza Czernisa, z którym zresztą zawarł dłuższą znajomość.

Jak już wspomniałem, w 1996 r. Janusz założył firmę „Astrokrak", o działalności której chyba nie muszę pisać, gdyż z jej usług korzystali chyba wszyscy miłośnicy astronomii w Polsce. Janusz zawsze służył radą, często pomagając potrzebującym nawet w sprawach pozornie beznadziejnych. Moje aktualne wyposażenie obserwacyjne pochodzi właśnie z „Astrokraka". Gdy kilka lat temu, w czasie składania sprzętu, na moich oczach złomiarze uprowadzili mojego Dobsona pod 25-kę (!), Janusz potrafił znaleźć dla mnie, w tej beznadziejnej pozornie sytuacji, w sumie lepszy montaż od Synty. Gdy zbliżała się jakaś akcja, w rodzaju opozycji Marsa, zaćmienia Słońca, Księżyca czy tranzytu Merkurego lub Wenus, można było wpaść do niego i pozyskać coś odpowiedniego do danego zjawiska. Pracując w sumie niedaleko od siedziby „Astrokraka" wpadałem niekiedy „po drodze" do Janusza po prostu pogadać. Miałem zamiar tak zrobić we wtorek 29 stycznia, ale pomyślałem, że wpadnę kiedy indziej. Nie wiedziałem, że nie będę już miał tej możliwości.

Jak już wspomniałem na początku, mówi się, że nie ma ludzi niezastąpionych, ale chyba są jednak wyjątki. Niestety, ale brak Janusza będziemy jeszcze długo odczuwać. Nie chodzi o sklep czy o forum Astromaniaka, którego był „ojcem". Istnieją inne sklepy i inne fora. Chodzi po prostu o brak przyjaciela, z którym można było porozmawiać.

Tomasz Ściężor

Janusz Płeszka (1966–2019). Urodził się w Krakowie 3 maja 1966 r. Po ukończeniu szkoły średniej mechanicznej podjął pracę zawodową jako technik w Samodzielnej Pracowni Dydaktyki Fizyki na Wydziale Fizyki i Techniki Jądrowej Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie, z której odszedł w 1996 r., zakładając własną firmę, „Astrokrak", specjalizującą się w wytwarzaniu i handlu różnego rodzaju sprzętu optycznego, jak również w pełnieniu szeregu usług skierowanych do grona zarówno miłośników astronomii, jak też astronomów zawodowych.

Jak sam wspominał, astronomia interesowała go już od dzieciństwa. Impulsem do czynnego zaangażowania się w działalność miłośniczą był powrót komety Halleya w 1985 r., w tym samym roku Janusz stał się członkiem Polskiego Towarzystwa Miłośników Astronomii. W latach 1990–1994 był wiceprezesem, a w latach 1994–1997 prezesem Oddziału Krakowskiego PTMA. W 1994 r. był jednym z inicjatorów reaktywacji Sekcji Obserwatorów Komet PTMA, której później przez wiele lat był współkoordynatorem. Był również współpomysłodawcą powołania biuletynu „Komeciarz". Przez wiele lat organizował zloty i obozy astronomiczne w Beskidach, w tym w Bieszczadach w Roztokach Górnych, gdzie współpracował z dr. Maciejem Winiarskim z Uniwersytetu Jagiellońskiego.

Doświadczony obserwator komet, planet, Słońca, gwiazd zmiennych i obiektów dalekiego Kosmosu. Znakomity astrofotograf. Znawca teleskopów i ich mechaniki.

Człowiek, który umiał doradzić w każdej astrosprawie.

Zmarł nagle i niespodziewanie w czwartek, 31 stycznia 2019 r.

Pozostawił żonę Dorotę i dwójkę dzieci: Karola i Anię.

JAK URANIA 100 LAT TEMU...

Moje własne kółko astronomiczne

Laura Meissner

Astronomia jest fascynującą nauką, która pomaga odpowiedzieć nam na wiele fundamentalnych pytań: Skąd pochodzimy? Jakie prawa rządzą naszym światem? Czy jesteśmy sami w kosmosie? Zachwycają nas kolorowe mgławice, intryguje tajemnicza ciemna materia, jednak całą wiedzę na te tematy zawdzięczamy osobom, które kiedyś postanowiły je zgłębić. Nauka opiera się na ludziach, którzy poświęcają swoje życie na rzecz jej rozwoju. Mnie już od dawna interesuje astronomia, dlatego przez wiele lat zajmowałam się poszerzaniem mojej wiedzy i umiejętności z nią związanych, uczestnicząc w obozach, seminariach, konferencjach i innych działaniach. Początkiem ubiegłego roku szkolnego postanowiłam zrzeszyć osoby zaciekawione tą nauką, aby nawzajem dzielić się wiedzą i doświadczeniem. Wtedy powstało Kółko Astronomiczne V LO w Bielsku-Białej.

POCZĄTKI

Wybierając szkołę ponadgimnazjalną specjalizującą się w przedmiotach ścisłych, miałam nadzieję, że wśród uczniów znajdą się pasjonaci astronomii. Niestety okazało się, że zainteresowanie tą dziedziną było niewielkie, a szkoła nie zajmowała się szczególnie jej rozpowszechnianiem. W mojej głowie pojawił się pomysł podjęcia pewnej formy działalności, która miałaby na celu zachęcenie innych do zainteresowania się kosmosem i odnalezienia wszystkich jego ukrywających się wśród uczniów pasjonatów.

W moim pozaszkolnym życiu spotykam mnóstwo osób zajmujących się astronomią i wiele z nich popierało moją inicjatywę i zachęcało do prowadzenia zajęć. W ten sposób narodził się pomysł na założenie Szkolnego Koła Astronomicznego. Dowiedziałam się, że w naszej szkole podobne zajęcia były już prowadzone przez starszych uczniów we wcześniejszych latach, co jeszcze bardziej zmotywowało mnie do zrealizowania tego celu. Mój plan został pozytywnie przyjęty przez nauczyciela fizyki oraz przez dyrekcję, dlatego nie było problemu z udostępnieniem nam sali. Gdy początkiem września 2017 r. rozesłałam informację wśród uczniów o możliwości dołączenia do Koła, okazało się, że istnieje dość liczna grupa zainteresowanych, którzy wcześniej nie mieli okazji rozwoju. Początkowo na zajęcia uczęszczało jedynie 5 osób, jednak z czasem przychodzili nowi i pod koniec roku było nas 11.

Nauka opiera się na ludziach, którzy poświęcają swoje życie na rzecz jej rozwoju

ZAJĘCIA

Spotykamy się regularnie raz w tygodniu i wspólnie uczymy się nowych rzeczy. Każdy, kto ma ochotę, może coś przygotować i podzielić się tym z resztą grupy, dlatego też tematy poruszane przez nas są bardzo różnorodne. Gdy zaczynaliśmy, pojawiały się tematy ciemnej materii, czarnych dziur i innych spraw, które interesowały dużą część osób. Chcieliśmy w ten sposób zachęcić innych, aby zaczęli uczestniczyć w naszych spotkaniach. Z czasem zaczęliśmy się zajmować też z pozoru bardziej nudnymi rzeczami, jednak zawsze udawało się rozmawiać o nich w ciekawy sposób. Od września poruszaliśmy jeszcze między innymi takie tematy jak:

— Prawa Keplera
— Planety Układu Słonecznego
— Pas Kuipera i Obłok Oorta
— Klasyfikacja gwiazd — diagram H-R
— Szeroko pojęta astrochemia
— Loty kosmiczne
— Mgławice
— Układy współrzędnych na niebie

Nasze zainteresowania jednak się różnią, dlatego niektórzy opowiadają o fizyce, inni o astrochemii, a jeszcze inni o astrobiologii i dzięki temu każdy znajdzie coś dla siebie. Okazało się również, że kilkoro uczniów zainteresowanych jest udziałem w Olimpiadzie Astronomicznej. Zaczęliśmy więc poświęcać więcej czasu na naukę teorii oraz rozwiązywanie zadań

z poprzednich edycji Olimpiady. Początkowo były to najprostsze zadania, jednak z czasem zaczęliśmy szukać coraz trudniejszych i ciekawszych problemów. Gdy nie umiemy sobie z czymś poradzić, wspólnymi siłami pracujemy nad rozwiązaniem i korzystając z różnych źródeł oraz pomocy nauczycieli ostatecznie zawsze nam się udaje.

Aby urozmaicić wszystkim czas przeprowadziłam także turniej astronomiczny, w którym pozostali uczestnicy kółka podzieleni na mniejsze zespoły odpowiadali na zadawane pytania. Była to oczywiście świetna zabawa z odrobiną rywalizacji, ale również wspaniała okazja, aby poznać ciekawe fakty na temat Wszechświata.

Fot. Szymon Janaczek

Laura Meissner (przy ekranie) podczas pracy ze swoim Kołem. Autorki artykułu nie było podczas wizyty „Uranii" w jej szkole – uczestniczyła w finale olimpiady językowej – ale udało się przekonać i ją do uczestnictwa w Ogólnopolskim Młodzieżowym Seminarium Astronomicznym w Grudziądzu w 2018 roku, gdzie zajęła IV miejsce

Działam również w Klubie Astronomicznym Almukantarat, który oferuje ogromne możliwości zdobywania nowej wiedzy uczniom szkół ponadgimnazjalnych. Od czasu założenia Kółka już 3 osoby postanowiły wziąć udział w spotkaniach Klubu. Pomagają mi również przy pracy nad naszym portalem Astro-NET, którym obecnie kieruję jako redaktor naczelny. Wszystkie te działania służą rozpowszechnianiu astronomii w społeczeństwie.

OBSERWACJE

Gdy zakładałam Kółko, nie dysponowaliśmy niestety odpowiednim sprzętem. Dzięki konkursowi Nasza Szkolna Przygoda z Astronomią, który zorganizowała „Urania", sytuacja się zmieniła. Nasza szkoła posiada obecnie teleskop Dobson 8" Pyrex. Niestety warunki pogodowe nie zawsze nam sprzyjają, jednak udało się przeprowadzić już jeden raz obserwacje. Szkoła zorganizowała także wyjazd na „Noc pod gwiazdami", jednak wtedy udało się jedynie rozłożyć sprzęt, ponieważ chmury nie pozwoliły na oglądanie gwiazd. Wszyscy uczestnicy Koła wytrwale i w zniecierpliwieniu czekają na piękne noce, aby ponownie wspólnie spojrzeć w gwiazdy. W celu uporządkowania i zaplanowania naszych obserwacji utworzyliśmy spis obiektów, które w tym roku szkolnym zamierzamy znaleźć na niebie:

— Planety Układu Słonecznego
— Pierścienie Saturna
— Kratery na Księżycu
— Andromeda (M31)
— Plejady (M45)
— Mgławica w Orionie (M42)
— Mgławica Laguna
— Galaktyki Bodego i Cygaro (M81 i M82)
— Wybrane jasne gwiazdy i gwiazdy podwójne.

Fot. Szymon Janaczek

Kilku uczestników optymistycznie spoglądających w przyszłość naszego koła astronomicznego. Od lewej: Izabela Mandla, Emilia Rogowiec, Mikołaj Polak, Wojtek Janota oraz Rhydian Rihouet

PLANY

Koło Astronomiczne V LO w BIelsku-Białej nieustannie się rozwija, Jego uczestnicy mają coraz to nowe pomysły na szerzenie astronomii wśród uczniów i pozostałej części społeczeństwa. Z tego też powodu zamierzamy kontynuować wszystkie nasze działania. Pierwszym i najważniejszym celem jest zaznajomienie wszystkich członków Kółka z obsługą teleskopu i prowadzenie nocnych obserwacji nieba przynajmniej raz w miesiącu. Kolejnym pomysłem, jaki aktualnie próbujemy zrealizować, są wykłady prowadzone przez naukowców na Uniwersytecie Śląskim w Katowicach, w których moglibyśmy wziąć udział. Może to być wspaniała okazja, dokładniejszego poznania szczegółowej astronomicznej tematyki, a także rozmowy z naukowcem specjalizującym się w tej dziedzinie.

Naszą wiedzą pragniemy dzielić się również z młodszymi, dlatego zastanawiamy się nad prowadzeniem zajęć dla dzieci w przedszkolach i szkołach podstawowych. Niedawno wpadliśmy również na pomysł, aby poszukać osób zainteresowanych nie tylko w naszej szkole, ale również w pozostałych placówkach oświatowych w BIelsku-BIałej i zorganizować małe spotkanie młodych miłośników astronomii, które składałoby się z nocnych obserwacji, naukowych dyskusji i ewentualnie wykładu zaproszonego gościa. Jest to na razie jedynie idea, której realizacja wymagać będzie dużo wysiłku, jednak wszyscy entuzjastycznie i optymistycznie podchodzimy do naszych pomysłów.

Gdyby więcej osób rozpoczęło podobne działania, moglibyśmy stworzyć ogólnopolską sieć uczniów chętnych do odkrywania tajemnic Wszechświata

Jeszcze nowsze idee przyniosło uczestnictwo w Ogólnopolskim Młodzieżowym Seminarium w Grudziądzu i wysłuchanie referatów kolegów i koleżanek z całej Polski. I tak, postanowiliśmy wraz z początkiem kolejnego roku szkolnego podjąć się budowy własnego montażu paralaktycznego do astrofotografii, opartego na konstrukcji FASTRON-ów pana Janusza Wilanda. Może w przyszłości będziemy nie tylko spoglądać w niebo, ale również chwytać jego piękno na zdjęciach.

ŁĄCZMY SIŁY!

Na pierwszym spotkaniu mojego Koła Astronomicznego byłam bardzo niepewna, gdyż nie wiedziałam, jak zostanie ono odebrane przez koleżanki i kolegów. Na szczęście wszystkie obawy okazały się bezpodstawne i obecnie jesteśmy grupą młodych osób, które ciekawi otaczający nas świat. Założenie własnego kółka wcale nie jest trudne! Jedyne, czego potrzeba, to chęci do dzielenia się swoją pasją z innymi. Gdyby więcej takich osób rozpoczęło podobne działania w swoich szkołach, moglibyśmy współpracować i stworzyć ogólnopolską sieć uczniów chętnych do wspólnego odkrywania tajemnic Wszechświata.

SZKOLNA PRZYGODA Z ASTRONOMIĄ W BIELSKU-BIAŁEJ

Trudno oprzeć się wrażeniu, że historia Szkolnego Koła Astronomicznego w V Liceum Ogólnokształcącym w Bielsku-Białej bardzo przypomina pewną historię sprzed 100 lat. Dwóch uczniów Gimnazjum Kazimierza. Kulwiecia w Warszawie, Stanisław Mrozowski i Stefan Kaliński, założyło wówczas szkolne koło astronomiczne. Jeszcze w tym samym 1919 r. dołączył do nich uczeń Gimnazjum im. Mikołaja Reja, Jan Mergentaler. I tak powstało międzyszkolne Koło Miłośników Astronomii, zaczątek tego, co potem oficjalnie zarejestrowano jako Polskie Towarzystwo Miłośników Astronomii. Tego samego roku chłopcy wydali pierwszy numer legendarnej, powielaczowej „Uranii". Numer ten całkowicie zaginął, nie mamy ani jednego egzemplarza, tylko szczątki informacji o tym, co zawierał, zebrane po latach w pamięci profesora Mrozowskiego („Uranii" 2/1973 s. 56). Jeżeli ktokolwiek z Czytelników ma jakąkolwiek hipotezę, gdzie tego numeru można szukać, prosimy o kontakt z redakcją.

Blisko sto lat później, w V Liceum w Bielsku-Białej z podobną inicjatywą wystąpiły tym razem przede wszystkim dziewczyny. Ciekawe, że już samo zgłoszenie na ostatni konkurs „Uranii" „Nasza Szkolna Przygoda z Astronomią 2016/17" nie przysłał nauczyciel, ale koleżanka Laury, Julia Rothkegel (na zdjęciu). Trzeba jednak powiedzieć, że i nauczyciele tej Szkoły okazali się może najbardziej niezwykli, bo otwarci na kreatywność swojej młodzieży. Nieprzypadkowo z tej samej szkoły wywodzi się inny laureat Ogólnopolskiego Młodzieżowego Seminarium Astronomicznego w Grudziądzu, Jakub Morawski. Również na podstawie jego referatu powstał artykuł („Uranii" 2/2017) i ciekawy wątek w programie Astronarium (odcinek 35. szukaj na https://www.youtube.com/astronariumPl) o linii 21 cm neutralnego wodoru.

Artykuł kończy plan-marzenie założenia ogólnopolskiej sieci takich uczniowskich kółek astronomicznych. Patrząc na dzieło Mrozowskiego, Kalińskiego i Mergentalera, widać, że czasem takie idee nie tylko mogą się spełniać, ale i przetrwać dziesiątki lat. Dlatego ze szczególną radością jako redaktorzy „Uranii" oraz wiceprezesi PTA i PTMA (Marek Substyk, na zdjęciu z prawej) wręczaliśmy tej Szkole wysoką nagrodę w naszym Konkursie. Nagrody sponsorowali Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego oraz dostarczyciel teleskopu, Delta Optical. Pewną kontynuacją tamtego konkursu jest projekt „KosmoSzkoła z Polską Agencją Kosmiczną", którego kolejna edycja niebawem.

Maciej Mikołajewski

Fot. Michał Knefel

Następcy Hermaszewskiego

Fundacja Promocji i Rozwoju Bieszczad to jedna z najprężniej działających organizacji popularyzujących wiedzę o kosmosie i technologie kosmiczne w południowej Polsce. Organizacja dynamicznie zarządzana przez Romana Mazura realizuje szereg projektów i działań, które m.in. kierują uwagę studentów kierunków technicznych ku gwiazdom.

W listopadzie 2018 r. w głównej kwaterze Fundacji — Ośrodku Turystyczno-Edukacyjnym „Czardworek" w Przysietnicy koło Brzozowa na Podkarpaciu Roman Mazur zorganizował warsztaty, które zgromadziły studentów — pasjonatów lotnictwa, kosmosu, nauk ścisłych i technicznych z Polski, Ukrainy i Słowacji. „Szkoła kosmicznych liderów" to projekt, który uzyskał dofinansowanie w ramach programu Unii Europejskiej Erasmus+.

Organizatorzy zaplanowali bardzo wiele działań, które od 9 do 29 listopada realizowali wraz z kilkudziesięcioma adeptami lotnictwa. Spotkania i panele dyskusyjne z przedstawicielami Polskiej Agencji Kosmicznej, wykłady ekspertów i konstruktorów w zakresie budowy statków powietrznych, treningi na symulatorze lotów, szkolenie z pilotażu samolotów oraz loty zapoznawcze z instruktorem, obserwacje nieba i zajęcia z astrofotografii — to tylko niektóre z nich. Uczestnicy poznali także działalność obserwatorium Czardworek oraz odbyli szereg warsztatów w zakresie pozyskiwania funduszy na inicjatywy astronomiczne i lotnicze.

Niewątpliwą atrakcją warsztatów było obserwatorium, które powstało w budynku ośrodka edukacyjnego. Właściciel obserwatorium — Roman Mazur — nazywa je Trzecim Okiem Ziemi. Jest ono doskonałym punktem obserwacyjnym. Z wieży rozpościera się widok zarówno na przepiękne Bieszczady, jak i rozgwieżdżone niebo. Trzecie Oko Ziemi wyposażone jest co prawda w zabytkowy teleskop firmy „Uniwersał", ale jest on doskonale konserwowany i utrzymany, dzięki czemu idealnie nadaje się do wizualnych obserwacji. Największą atrakcją obserwatorium jest tzw. „kopuła", którą jest spadzista iglica jednej z wież Czardworku. Jej otwieranie i zamykanie, gdy „szczęki" spadzistego dachu na siłownikach opadają na północ i południe, na każdym muszą robić wrażenie. Nie jest wtedy trudno domyślić się, skąd tak oryginalna, niemal ezoteryczna nazwa tego ciekawego obiektu.

Warsztaty finansowane z programu Erazmus+ łączyły w sobie zarówno bardzo konkretny naukowy wymiar, ale również jego praktyczne aspekty. Pasjonaci lotnictwa i kosmosu od godzin porannych do późnych wieczornych realizowali bardzo napięty program przygotowany przez organizatorów.

Najważniejszym elementem warsztatów był praktyczny wymiar lotnictwa. Grupa korzystała z samolotów pobliskich aeroklubów, doskonaląc swoje umiejętności pilotażu. Równolegle prowadzone były prelekcje na temat historii lotnictwa, zajęcia teoretyczne, wielogodzinne symulacje lotów w symulatorze oraz zajęcia z pierwszej pomocy. Uczestnicy projektu odbyli wiele zajęć z ekspertami pilotażu i budowy samolotów. Wiele czasu poświęcili na omówienie technik pilotażu, radzenia sobie w niekorzystnych warunkach atmosferycznych, co w praktyce zostało wielokrotnie przećwiczone za pomocą symulatora. Odbyły się również wykłady o historii lotnictwa krajów uczestniczących w projekcie oraz praw aerodynamicznych umożliwiających lot samolotem i helikopterem.

Międzynarodowa grupa miała okazję spróbować swoich sił na ściance wspinaczkowej, podczas jazdy konnej i wspólnej gry w siatkówkę. Poznawali również region, w którym spędzali prawie 3 tygodnie. Zwiedzali zabytki w okolicy Brzozowa oraz przejechali Wielką Pętlą Bieszczadzką, szlakiem dogodnych miejsc do obserwacji ciemnego nieba. Odwiedzili również Kraków i Instytut Fizyki Jądrowej Polskiej Akademii Nauk.

Nie zabrakło wielu zajęć z astronomii i kosmonautyki. Studenci odwiedzili obserwatorium w słowackiej Kolonicy. Poznali także tajniki radioastronomicznych obserwacji w Obserwatorium Astronomicznym Królowej Jadwigi w Rzepienniku, a autor tego tekstu zaprezentował uczestnikom film „Tajemnice de Revolutionibus" o kulisach wydania drukiem dzieła Mikołaja Kopernika. Studenci obejrzeli także wybrane odcinki naukowego serialu dokumentalnego „Astronarium", a także zapoznali się z najnowszymi numerami „Uranii – Postępy Astronomii".

Entuzjazm młodych adeptów lotnictwa i ich zaangażowanie w poznawanie najnowszego stanu badań kosmosu pozwala mieć nadzieję, że już w niedługim czasie niektórzy z nich mogą stać się następcami Ivana Belli (pierwszego Słowaka w kosmosie), Leonida Kadeniuka (jedynego astronauty niepodległej Ukrainy) czy Mirosława Hermaszewskiego.

Robert Szaj

ASTRONOMICZNE SPOTKANIE Z LUDŹMI
Z 80 KRAJÓW ŚWIATA

50 lat obozu astronomicznego IAYC

Michał Dauenhauser

12 sierpnia 1969 roku w Schmallenbergu, w ówczesnej RFN, odbył się po raz pierwszy Międzynarodowy Młodzieżowy Obóz Astronomiczny — IAYC (ang. *International Astronomical Youth Camp*). Organizatorzy pod wodzą Wernera Liesmanna zapewne nie przypuszczali, że ich pomysł będzie wciąż żywy po pół wieku i tego lata kolejna grupa młodych aspirujących astronomów z różnych zakątków świata zgromadzi się, by wspólnie sięgnąć myślami daleko poza krańce Ziemi.

IAYC jest przedsięwzięciem unikatowym. Przez 50 lat funkcjonowania obóz opuścił swój dom w Niemczech i zagościł w wielu różnych krajach: Wielkiej Brytanii, Hiszpanii, Austrii, Czechach, Polsce, Serbii… Podobnie ilość reprezentowanych narodowości wzrosła z 5 do niemal 30, a przez całą historię obozu zawitali do nas uczestnicy z przeszło 80 krajów. Każdy w wieku 16-24 lat jest tu mile widziany, niezależnie od posiadanych umiejętności i doświadczenia. Różnorodność uczestników — od licealistów po doktorantów z wielu krajów — wraz ze wspólną pasją tworzą niepowtarzalną atmosferę odzwierciedloną w wieloletnich tradycjach IAYC.

Życie obozowe jest dopasowane do nocnego trybu życia amatorów nocnego nieba: po pobudce o 11.30 wszyscy gromadzą się na śniadaniu w samo południe. Obiad serwowany jest o 17.00, a kolacja o północy (dlatego też zwana jest po prostu północnym posiłkiem — ang. *midnight meal*). Z racji tego, iż nikt nie ma serca odbierać uczestnikom czasu spędzonego pod nocnym niebem, każdy sam wybiera odpowiedni moment na sen. Jedynym warunkiem jest to, żeby móc następnego dnia aktywnie uczestniczyć w zajęciach.

Zajęcia prowadzone są w grupach projektowych o określonej tematyce. Co roku wybór jest nieco inny, ale zawsze każdy znajdzie coś dla siebie: począwszy od grup obserwacyjnych, przez teoretyczne, skupiające się na fizyce cząstek elementarnych, po praktyczne, konstruujące własne teleskopy i spektrometry. W tym roku będzie można uczestniczyć w projektach poruszających zagadnienia pomiarów odległości, astronomii w tekstach kultury, programowania, astrobiologii czy też budowy własnych rakiet i radioteleskopów. Oczywiście nie zabraknie też obserwacji i fotografowania ciał niebieskich.

Grupy spotykają się dwa razy dziennie — po śniadaniu i przed kolacją — kiedy to uczestnicy pracują nad projektami pod okiem liderów. Choć liderzy służą pomocą i doświadczeniem, to uczestnicy, podążając za własną ciekawością, nadają ostateczny kształt swojej pracy. IAYC nie jest typowym obozem naukowym, jednak daje możliwość pogłębienia wiedzy, rozwinięcia zainteresowań i umiejętności pracy zespołowej oraz pisania prac o charakterze naukowym. Zwieńczeniem trzech tygodni codziennego wysiłku jest książka zawierająca sprawozdania

Fot. Eva-Maria Arher

Zdjęcie gwiazd nad ośrodkiem w Hiszpanii podczas IAYC2017

ze wszystkich projektów, a także zdjęcia z obozu. Każdy otrzymuje własną kopię tego zbioru jako pamiątkę i dowód swoich osiągnięć.

Naturalnie, obozowa społeczność nie zamiera iść spać po północy. Przy czystym niebie większość osób można znaleźć na pobliskim polu obserwacyjnym. Lokalizacja i termin IAYC dobierane są tak, aby zapewnić jak najlepsze warunki do obserwacji. Choć niektórzy wolą oddawać się niekończącym się dyskusjom pod rozgwieżdżonym niebem, do dyspozycji każdej zainteresowanej osoby jest kilka teleskopów wraz z osprzętem: 8-calowe teleskopy Schmidta-Cassegraina i Newtona, 12-calowy teleskop Dobsona, statywy ze zmotoryzowanym montażem paralaktycznym (i systemem GOTO), jak również matryce CCD, zestawy filtrów, soczewek i adapterów. IAYC zapewnia wspaniałą okazję do zdobycia doświadczenia w dziedzinie amatorskiej astronomii oraz szansę na niezapomniane przeżycia, jak ujrzenie pierścieni Saturna na własne oczy przez teleskop.

Dodatkowo czas urozmaicają różne prelekcje, wykłady i tradycyjne obozowe sympozjum, na którym wszyscy mają okazję zapoznać się z pracą reszty uczestników i liderów. Na przestrzeni lat poruszano takie tematy, jak wstęp do astronomii, detektory neutrin, obserwacje blazarów, badania pyłu międzygalaktycznego, budowa Ekstremalnie Wielkiego Teleskopu (ELT) w Chile, ale również science fiction, zasady prawidłowego pisania prac naukowych czy mechanizmy zmiany klimatu.

Co więcej, uczestników co roku czeka jednorazowy trud znacznie wcześniejszej pobudki, wynagrodzony wycieczką w miejsce związane z astronomią, jak np. Obserwatorium Karla Schwarzschilda w Tautenburgu, gdzie oprócz imponującego dwumetrowego teleskopu optycznego zainstalowane są również anteny radioteleskopu interferometrycznego LOFAR (którego stacja znajduje się także w Polsce). Zwiedzaniu towarzyszyły prezentacje na temat historii obserwatorium i prowadzonych tam badań. Celem innej wycieczki było ESAC, centrum kontroli misji ESA pod Madrytem, gdzie oprócz modeli satelitów i anten komunikacyjnych, mogliśmy zobaczyć stanowiska operatorów kosmicznych obserwatoriów. Podobnie i tym razem wysłuchaliśmy prelekcji na temat obecnych i przyszłych misji Europejskiej Agencji Kosmicznej.

Dla rozluźnienia i odpoczynku umysłów, prowadzony jest program zajęć nieastronomicznych (ang. *NAP — Non-Astronomical Programme*). Lider NAP dba o to, aby, oprócz wytężonej pracy, wszyscy mieli okazję na chwilę dobrej zabawy. Po przełamaniu pierwszych lodów i zapamiętaniu przeszło 70 nowych imion, uczestnicy mają możliwość spróbowania własnych sił w rywalizacjach sportowych, zawodach konstruktorskich lub poczucia w sobie duszy aktora, komedianta czy poszukiwacza skarbów. W ramach „wieczoru międzynarodowego" każdy ma szansę przybliżyć pozostałym kulturę swojego kraju. Przy tej okazji można także wysłuchać poezji z różnych zakątków świata, a innym razem uczestniczyć we wspólnym śpiewaniu przy akompaniamencie gitar.

I choć dziś świat wygląda inaczej niż 50 lat temu, to co roku kolejne pokolenia miłośników astronomii z zadumą spoglądają na niezmienną smugę Drogi Mlecznej, budując więzi silniejsze niż rzucające im wyzwanie granice i kilometry. Dla wielu IAYC jest czymś więcej niż tylko letnim obozem — niektórzy znajdują tu wieloletnie przyjaźnie, inni zdobywają odwagę, żeby kontynuować swoją drogę ku profesjonalnej astronomii. Dla każdego jest to niezapomniane przeżycie, do którego chętnie wracają wspomnieniami, nawet po wielu latach.

Więcej informacji o obozie IAYC oraz formularz zgłoszeniowy można znaleźć na stronie www.iayc.org, jak również na profilu www.facebook.com/IAYC.IWA

IAYC 2019 w skrócie

Lokalizacja	Klingenthal, Niemcy (50° 23′ 23″ N, 12° 30′ 23″ E, 936 m n.p.m.)
Termin	21 lipca – 10 sierpnia 2019 r.
Uczestnicy	63 osoby w wieku 16-24 lat z różnych zakątków świata
Liderzy	10 wolontariuszy z zamiłowaniem do astronomii
Termin zgłoszeń	29 marca 2019 r. (22 marca dla podania o grant)
Oficjalny język obozu	Angielski
Program	7 grup projektowych, nocne obserwacje, całodniowa wycieczka, gry i zabawy zespołowe, wieczory kulturalne, niekończące się dyskusje, dobra zabawa i nowe przyjaźnie
Więcej informacji	www.iayc.org/nextcamp

Fot. IAYC

Ośrodek w Klingenthal, gdzie odbędzie się IAYC 2019

Michał Dauenhauer jest miłośnikiem lotów kosmicznych i łazików marsjańskich, trzykrotnym uczestnikiem i dwukrotnym liderem IAYC. Obecnie studiuje na Uniwersytecie Edynburskim, a na obozie zajmuje się zagadnieniami związanymi z programowaniem i elektroniką.

Biuletyn Pracowni Komet i Meteorów

PKiM PRACOWNIA KOMET I METEORÓW 00-716 Warszawa ul. Bartycka 18

WSPÓŁCZESNE OBSERWACJE WIZUALNE — CZĘŚĆ 2

Niniejszy tekst jest kontynuacją artykułu, który ukazał się w poprzednim numerze Uranii — Postępy Astronomii. Chciałbym w nim przedstawić sposób raportowania obserwacji wizualnych za pośrednictwem strony IMO (International Meteor Organization), na podstawie danych obserwacyjnych zamieszczonych w Cyrqlarzu nr 230.

STRONA IMO

Strona IMO (www.imo.net) jeszcze do niedawna straszyła surowością, pozostając w niezmiennej postaci od czasów, gdy zaczynałem swoją przygodę z meteorami. Od kiedy webmasterem został Vincent Perlerin, strona zyskała zupełnie nowe, współczesne oblicze. W górnej części strony odnajdziemy pasek menu, w prawym górnym rogu opcje rejestracji i logowania. Do wprowadzenia danych z obserwacji potrzebna jest wcześniejsza rejestracja na stronie. Środkową część strony wypełniają wszelkiego rodzaju newsy, w dolnej części odnajdziemy kilka stałych elementów, między innymi raport bolidowy, raport do obserwacji wizualnych oraz prosty kalendarz meteorowy.

REJESTRACJA

W prawym górnym rogu strony widnieją opcje *Signup*, *LogIn*, *Forum*. Wybierając *Signup*, pojawi się podstrona, na której możemy dokonać prostej rejestracji lub jeżeli mamy taką ochotę — możemy przyłączyć się do organizacji, płacąc składkę członkowską w wysokości 26 euro. Aby dodać obserwacje, nie musimy być członkiem IMO, zaznaczamy więc opcję *FreeUserRegistration*. W dalszej części strony podajemy imię, nazwisko, adres mailowy, ustawiamy hasło, a na koniec klikamy przycisk *Register*. Warto podać co najmniej prawdziwe imię i nazwisko, dane te będą używane do identyfikacji obserwatora wizualnego w raporcie.

LOGOWANIE

Mając już utworzone konto, logujemy się, klikając *Login* w prawym górnym rogu ekranu. Pojawia się podstrona z profilem użytkownika, który możemy edytować, możemy dodawać zdjęcia i filmy. Na samym dole strony, w ramce „Visual Observation Session" znajdziemy przyciski *Add* oraz *Upload*. Oba przyciski służą do dodawania obserwacji wizualnych, pierwszy z przycisków uruchamia formularz, drugi pozwala na załadowanie raportu przygotowanego wcześniej w formacie csv. W artykule skupimy się na dodawaniu obserwacji za pomocą formularza. Klikamy *Add* aby dodać obserwację.

RAPORT — NAGŁÓWEK

Po kliknięciu *Add* wyświetli się podstrona zawierająca pusty raport, który należy wypełnić. Tuż pod wstępnymi instrukcjami dotyczącymi wysyłania raportu znajduje się nagłówek raportu (1. *Location*). W nagłówku podajemy współrzędne geograficzne miejsca obserwacji — możemy podać je w sposób dziesiętny lub podając w formacie stopni, minut i sekund kątowych. Możliwa jest też opcja wyboru lokalizacji poprzez podanie miejscowości (Przycisk *Map Option*). Jest to bardzo wygodne rozwiązanie — nagłówek formularza wypełni się sam. Dla osób pamiętających stare raporty papierowe dziwny może wydawać się brak imienia i nazwiska — te dane pobierane są automatycznie z profilu na stronie IMO. Po uzupełnieniu wszystkich danych zatwierdzamy je przyciskiem *Continue*.

RAPORT — DATA I CZAS

W drugiej części raportu podajemy moment początku obserwacji. Możemy go podać w czasie lokalnym lub w czasie UT. Osobiście polecam podawanie czasu UT, jako że notatki podczas obserwacji również prowadzimy w czasie UT. Patrząc w notatki, odnajdujemy moment rozpoczęcia pierwszego przedziału. W przykładowej obserwacji jest to 12 sierpnia 2018 r., godzina 19:45 UT. Taki moment wprowadzamy w pola *UT Date*, *UT Time*. Klikamy *Continue*, aby przejść dalej.

RAPORT — OBSERWOWANE ROJE

Trzecia część raportu pozwala określić roje, jakie zamierzaliśmy obserwować danej nocy. Chodzi o wszystkie roje, które spodziewaliśmy się zobaczyć, nawet jeśli w rezultacie obserwacji nie zaobserwowaliśmy ani jednego meteoru z któregoś z rojów. Tabela, jaka wyświetla się w tym segmencie raportu, zawiera wszystkie roje aktywne danej nocy (wg listy IMO), aby wybrać obserwowane roje, wystarczy kliknąć *Select* przy każdej pozycji po prawej stronie. Domyślnie aktywny jest wybór meteorów sporadycznych (SPO, pod tabelą). W razie potrzeby możemy też zdefiniować i dodać własny rój. Podążając za przykładową obserwacją zamieszczoną w poprzedniej *Uranii*, wybieramy roje Perseidów (PER) i Kappa Cygnidów (KCG).

RAPORT — ZLICZENIA

Kolejna sekcja raportu jest zatytułowana *Count Distribution*. To w tej części wprowadzamy dane dotyczące przedziałów, widoczności granicznych, zachmurzenia oraz co najważniejsze — ilości zaobserwowanych meteorów. Do wypełnienia mamy tabelkę taką jak poniżej:

	Date UT	Period (UT)		Field (°)		Teff	F	Lm	PER		KCG		SPO	
	MM/DD	hhmm-hhmm		RA (°)	Dec (°)	h.hhhh	f.ff	m.mm	M	N	M	N	M	N
1	8/12	1945	- 2017	270	35	0.5000	1.00	5.61	C	8	C	0	C	2
2	8/12	2017	- 2034	277	35	0.2500	1.00	6.10	C	4	C	1	C	0

Rys. 1. Tabela do wprowadzania zliczeń

Kolejne parametry w tabelce:

Date UT — data początku przedziału

Period (UT) — momenty początku i końca przedziału obserwacyjnego

Field — rektascensja i deklinacja środka pola widzenia. Jeśli na początku obserwacji patrzymy np. w gwiazdozbiór Lutni, to wpisujemy rektascensję 285° (rektascensja 19 h przeliczona na stopnie, jedna godzina = 15°), oraz deklinację +35°. Jeśli w ciągu nocy nie zmieniamy kierunku patrzenia, to wystarczy zwiększać początkową rektascensję o 15° na każdą godzinę. Ten parametr nie jest krytyczny dla dalszych wyników, bywa używany w bardziej zaawansowanych analizach.

Teff — czas efektywny dla przedziału. Czas efektywny to czas rzeczywistej obserwacji, krótszy niż czas odmierzony za pomocą zegarka. W formularzu wstępnie pojawia się czas wyliczony z początku i końca przedziału, w pole należy wprowadzić rzeczywisty czas efektywny (w tym przykładzie 0,500 h pomiędzy 19:45 UT a 20:17 UT oraz 0,250 h pomiędzy 20:17 UT a 20:34 UT.

F — współczynnik zachmurzenia wyliczany na podstawie notatek dotyczących zachmurzenia. Przy braku zachmurzenia współczynnik ten wynosi 1,00. Przy zmiennym zachmurzeniu sprawa jest nieco bardziej skomplikowana. Załóżmy, że mamy obserwację, podczas której przez 8 minut mieliśmy zachmurzenie 10%, przez 7 minut zachmurzenie 20%, a cała obserwacja trwała 62 minuty. W pierwszej kolejności wyliczamy parametr *K*:

$$K = \frac{8^{min} \cdot 10\% + 7^{min} \cdot 20\%}{62^{min} \cdot 100\%} = \frac{80+140}{6200} = 0,0355$$

Aby obliczyć współczynnik *F*, podstawiamy *K* do wzoru:

$$F = \frac{1}{1-K} = \frac{1}{1-0,0355} = \frac{1}{0,9645} = 1,04$$

Dla czystego nieba *F* wynosi 1,00, dla nieba zachmurzonego w 50% wynosi 2,00. Pamiętajmy, że obserwacje mogą być prowadzone przy zachmurzeniu pokrywającym mniej niż 50% pola widzenia (co ważne — pola widzenia, nie całego nieba). Współczynnik *F* dotyczy nie tylko chmur. Jeśli z jakichś powodów w polu widzenia znajduje się jakaś przeszkoda (np. wysokie drzewo), to również powinniśmy uwzględnić stopień, w jakim pole widzenia jest zasłonięte. Jest to współczynnik, który podczas analizy pozwoli przeskalować obserwowane ilości zjawisk stosownie do zachmurzenia czy obecności obiektów w polu widzenia

Lm — Widoczność graniczna w przedziale. Określana na początku i końcu przedziału. Jeśli się nie zmienia — wszystko jest dość proste, wpisujemy właściwą wartość. Jeśli ulega zmianie (zazwyczaj przed rozpoczęciem nocy astronomicznej i po jej zakończeniu, ale również wskutek zmian warunków atmosferycznych, wschodu Księżyca itp.), to musimy podać średnią ważoną. Podczas przykładowej obserwacji Perseidów w godzinach 19:45 UT — 19:55 UT widoczność wynosiła +5,0 mag (10 minut), od 19:55 UT do 20:05 UT widoczność wynosiła +5,74 mag (10 minut), od 20:05 UT do końca przedziału +6,01 mag (12 minut). Mnożymy więc 5,0 mag przez 10 minut, 5,74 mag przez 10 minut i 6,01 mag przez 12 minut. Sumujemy wyniki mnożenia i dzielimy przez sumę wszystkich minut w przedziale (32). Uzyskujemy rezultat 5,61 mag.

PER, *KCG*, *SPO* — Kolejne kolumny dotyczą zliczeń meteorów należących do konkretnych rojów (lub sporadyków). Na podstawie notatek sumujemy ilości dla poszczególnych rojów w poszczególnych przedziałach. Litera *C* w kolumnie *M* każdego roju określa metodę obserwacji — w tym wypadku Counting, czyli zliczenia. Kolumna *N* określa ilość meteorów. Po uzupełnieniu wszystkich danych klikamy przycisk *Continue*.

RAPORT — ROZKŁAD JASNOŚCI

Sekcja Magnitude Distribution pozwala wprowadzić rozkład jasności dla danego roju i danego przedziału. Przypomnijmy — rozkład jasności określa ilość meteorów o określonych magnitudach obserwowanych w określonych przedziałach czasowych. Na podstawie notatek zliczamy więc ilość meteorów o jasności +3 mag, +2 mag, +1 mag i tak dalej. Przykład obserwacji z poprzedniego numeru zawiera jasności określane z dokładnością do 0,5 mag, co nieco komplikuje tworzenie rozkładu (np. przy jasności +1,5 mag zapisujemy 0,5 meteoru do klasy +1 mag i 0,5 meteoru do klasy +2 mag). Aby uniknąć pomyłek i uprościć zliczenia, osobom początkującym polecam określać jasności meteorów z dokładnością do jednej magnitudy.

Na rysunku na następnej stronie widzimy fragment raportu przeznaczony do wprowadzenia rozkładu jasności wraz ze skromnym rozkładem jasności uzyskanym z naszej przykładowej obserwacji. Zauważmy, że w kolejnych wierszach mamy roje a dla każdego roju kolejne przedziały obserwacyjne. Po prawej stronie wierszy widzimy sumę meteorów wcześniej wprowadzonych dla danego roju i przedziału. Jeśli łączna suma meteorów dla wszystkich jasności nie będzie zgodna z sumą po prawej stronie, zostanie to wychwycone przez raport. Raport na stronie IMO jest obecnie wyjątkowo odporny na różne przypadkowe pomyłki — praktycznie wszystko, co się da, jest na bieżąco sprawdzane przy wprowadzaniu a wszelkie nieprawidłowości natychmiast sygnalizowane. Klikamy *Continue*.

RAPORT — KOMENTARZ I WYSYŁKA

W ostatnim polu możemy dodać dowolne uwagi dotyczące obserwacji (np. moment pojawienia się jasnego bolidu, informacje na temat okoliczności obserwacji itd.). Uwagi wpisujemy w języku angielskim. Zazwyczaj pole to pozostawiamy puste.

Na koniec sprawdzamy poprawność wypełnienia raportu i jeśli chcemy wysłać nasz raport do IMO, klikamy przycisk *Save* — nasz raport powędruje do wstępnego sprawdzenia i jeśli nie zawiera błędów, to w ciągu kilku godzin dołączy do bazy obserwacji IMO (tzw. baza VMDB) i będzie dostępny dla każdego zainteresowanego.

DALSZE LOSY OBSERWACJI

Obserwacje po wprowadzeniu są przekazywane do bazy danych, a jeśli dotyczą jakiegoś dużego roju, to dodatkowo stają

Biuletyn Pracowni Komet i Meteorów

5 MAGNITUDE DISTRIBUTION

IMPORTANT:
- Use short periods - please, dont include more than 20 meteors per period and shower.

Click the buttons to split the periods

or Merge Periods.

Shower	Period	-6	-5	-4	-3	-2	-1	0	+1	+2	+3	+4	+5	+6	+7	Total	Mx	
SPO	1945 - 2017									1						1	2	
SPO	2017 - 2034																0	
PER	1945 - 2017					0.5	2	3.5		0.5	1.5					8	8	
PER	2017 - 2034									1	3					4	4	
KCG	1945 - 2017																0	
KCG	2017 - 2034										1					1	1	

Continue

Rys. 2. Tabela rozkładu jasności

się częścią globalnej zautomatyzowanej analizy aktywności roju. Tego typu archiwalne analizy możemy w prosty sposób przeglądać — wystarczy w menu u góry strony wybrać *Resources* a następnie *VMDB*: *Live ZHR*. Pojawi się lista rojów wraz z listą, z której możemy wybrać rok. Po wybraniu interesujących nas danych zostajemy przeniesieni na podstronę z automatyczną analizą ubiegłorocznego maksimum. Na stronie znajdziemy między innymi wykres aktywności roju oraz tabelę ze szczegółowymi danymi. U góry podstrony mamy szereg dodatkowych zakładek:

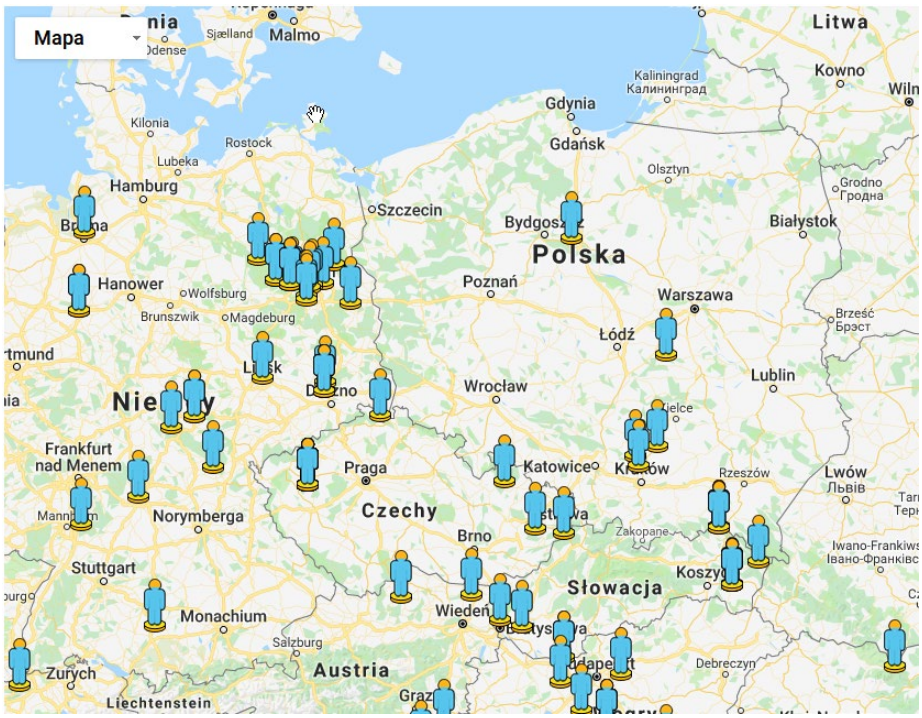
Peak — przedstawia szczegółową analizę samego maksimum roju. Dane podzielone są na krótsze przedziały, widoczne są krótko czasowe wahania aktywności, przy czym wyniki są obarczone większymi błędami

Observers — mapa oraz lista obserwatorów biorących udział w obserwacjach wraz z ilością zaobserwowanych meteorów i czasem efektywnym obserwacji. Kliknięcie w imię i nazwisko na liście prowadzi do podstrony z profilem obserwatora.

Sessions Distribution — przedstawia wykres z ilością sesji obserwacyjnych wykonanych przez obserwatorów z całego świata. Poniżej znajduje się tabela z listą zebranych raportów. Każdy przesłany raport można otworzyć, klikając przyciski *View session* po prawej stronie wiersza.

Periods of observations — lista przedziałów obserwacyjnych posortowana chronologicznie wraz z wyszczególnionymi warunkami obserwacyjnymi, czasem obserwacji oraz liczbą zaobserwowanych zjawisk.

Options and references — przedstawia listę parametrów wykorzystanych do automatycznej kalkulacji aktywności roju.



Rys. 3. Mapa z geograficznym rozmieszczeniem obserwatorów dla Perseidów 2018

Przedstawione są też referencje do metodyki obliczeń.

Live Graph — automatycznie odświeżający się wykres dla maksimum aktywności roju. Moim zdaniem bardziej czytelny niż ten domyślnie zastosowany na stronie z wynikami.

BAZA WIZUALNA VMDB

Obserwacje wizualne w ustandaryzowanej formie są gromadzone przez IMO od 1982 r. Aby uzyskać dostęp do bazy zawierającej prawie 4 mln meteorów, należy w głównym menu strony wybrać *Resources* a następnie *VMDB*: *Visual Meteor Database*. Pojawi się podstrona z podsumowaniem wszystkich danych. U góry strony jest widoczny wykres, na którym widać ilość danych zgromadzonych w poszczególnych latach. Wybierając konkretny rok z rozwijanej listy u góry strony, otrzymujemy listę obserwatorów prowadzących obserwacje w danym roku wraz ze statystykami. Wpisując nazwisko obserwatora (lub kod IMO) w pole po prawej, uzyskamy dostęp do wszystkich obserwacji wykonanych przez daną osobę na przestrzeni wielu lat. Po lewej stronie ekranu znajdziemy duże przyciski — *Download VMDB* pozwala ściągnąć bazę wizualną na dysk. Po kliknięciu otwiera się strona, z której możemy wybrać konkretny rok, wybrać wszystkie roje lub jeden konkretny, na dole znajduje się przycisk *Download*, który pozwoli zapisać plik w formacie csv. Znajdujący się po prawej przycisk *Browse VMDB Campaign* pozwala na dostęp do analiz konkretnych rojów, przycisk *Browse Latest VMDB Sessions* umożliwia sprawdzenie ostatnich obserwacji.

LISTA AKTYWNYCH ROJÓW WIZUALNYCH

Dostęp do listy rojów uzyskujemy, klikając *Resources* w głównym menu strony a następnie *VMDB: Meteor Shower Working List*. Pojawi się tabela z listą rojów nadających się do obserwacji wizualnych. Nie jest to oczywiście lista wszystkich istniejących rojów. Te na liście można brać pod uwagę, przygotowując się do obserwacji, można powiedzieć, że najsłabsze roje z tej listy doświadczony obserwator jest w stanie odnotować, będąc pod ciemnym niebem i obserwując przez dłuższy czas. Istnieje oczywiście kilkaset słabszych rojów, które można obserwować technikami wideo i ponad drugie tyle, o których istnieniu można dyskutować (zainteresowanych pełną listą rojów odsyłam do IAU Meteor Data Center.

INNE PRZYDATNE MATERIAŁY

Na stronie IMO można znaleźć też wiele innych materiałów przydatnych do obserwacji wizualnych (w zdecydowanej większości są to materiały anglojęzyczne).

Kalendarz meteorowy — w menu wybieramy *Resources* a następnie *Meteor Shower Calendar*. Pojawi się strona, na której przedstawiono informacje o nadchodzących maksimach rojów meteorowych. Szczególnie wartościowy jest jednak kalendarz w formacie pdf, do którego linki znajdują się po lewej stronie. W kalendarzu tym opisano szczegółowo wszystkie nadchodzące maksima z wyłączeniem tych, które mają miejsce blisko pełni Księżyca. Kalendarz ten zawiera dokładne momenty maksimów rojów (z dokładnością do godziny lub lepszą). W opisach aktywności można znaleźć konkretne przewidywania na dany rok, między innymi momenty dodatkowych maksimów przewidzianych przez różne modele teoretyczne.

Materiały dotyczące obserwacji wizualnych — dostępne w menu *Observations — Visual Observations*. Znajdziemy tam opis wykonywania obserwacji zarówno dużych rojów, jak i tych słabszych. Rozdział dotyczący małych rojów polecam ze względu na bardzo obszerny opis klasyfikacji przynależności, rozszerzający materiał zawarty w pierwszej części artykułu.

POLA DO WYZNACZANIA WIDOCZNOŚCI

W poprzednim numerze zamieszczono mapkę okolic północnego bieguna niebieskiego przeznaczoną do wyznaczania widoczności granicznej. Bardziej poprawną metodą używaną przy obserwacjach meteorów jest metoda zliczeń gwiazd w specjalnie określonych obszarach nieba. Aby wyznaczyć widoczność, liczymy ilość gwiazd widocznych w danym obszarze, łącznie z gwiazdami tworzącymi obrys pola. Zaobserwowaną ilość gwiazd porównujemy z tabelami i odczytujemy widoczność graniczną. Pola są specjalnie przygotowane tak, aby wzrost ilości widocznych gwiazd wraz ze wzrostem widoczności był w miarę równomierny oraz aby obszary nie zawierały zbyt blisko położonych gwiazd, które można pomylić przy liczeniu. Położenia obszarów można znaleźć na mapach Atlasu Brno, który niegdyś używany był do szkicowania meteorów. Aby uzyskać dostęp do pól, należy z górnego paska menu wybrać *Observations*, następnie *Visual Observations*. Po prawej stronie pojawi się dodatkowe menu, w którym wybieramy kolejno *Major Showers Observations* a następnie *The Observation*. Tabela 1 w dolnej części strony opisuje granice obszarów wyznaczania widoczności, a linki znajdujące się w tabeli prowadzą do odpowiednich map. Tabela 2 pozwala określić widoczność graniczną w magnitudo na podstawie ilości gwiazd zaobserwowanych w polu.

Niniejszy artykuł jest pewnym nawiązaniem do artykułu z działu SOS PTMA (*Urania–PA* nr 5/2018), w którym Tadeusz Figiel zwraca uwagę na potrzebę wykonywania obserwacji nie tyle pięknych co wartościowych. Mimo rozwoju różnego rodzaju technik obserwacyjnych wizualne obserwacje meteorów są wciąż wartościowe i potrzebne. Wykorzystywane są one obecnie do oceny aktywności większych rojów meteorowych, do wykrywania wieloletnich zmienności aktywności. Wbrew pozorom metody sprzętowe słabiej nadają się do tego celu, a wynika to z bardzo dużej różnorodności sprzętu i wynikającej stąd trudności w porównywaniu różnych wyników. Obserwacje wizualne od 150 lat wykonywane są takim samym instrumentem — ludzkim okiem.

Przemysław Żołądek

Biuletyn Sekcji Obserwatorów Komet PTMA

KOMETY WIDOCZNE Z POLSKI W 2019 R.

46P/WIRTANEN

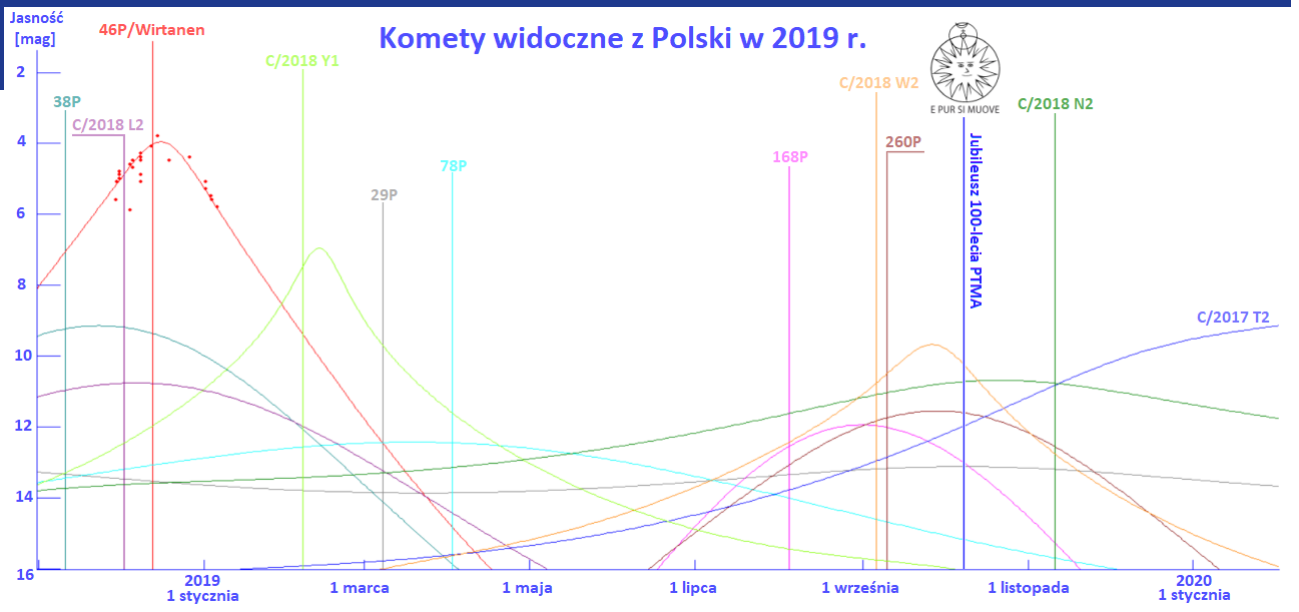
Na początku nowego roku wciąż będzie można zobaczyć kometę Wirtanena. Najjaśniejsza kometa ostatnich lat osiągnęła maksimum blasku na poziomie ok. 3,5 mag w połowie grudnia. Jej jasność była zatem poprawnie przewidziana przez prognozy, choć najbardziej optymistyczny scenariusz (pomijając wybuchy i inne mało prawdopodobne zdarzenia) zakładał maksymalną jasność nawet nieco lepszą od 3 mag. Wbrew wcześniejszym obawom, bliski przelot obok Ziemi nie skutkował słabym skondensowaniem obiektu. Wręcz przeciwnie — kometa posiadała wyraźne pojaśnienie centralne o dużej jasności powierzchniowej. Obserwatorzy z innych rejonów świata raportowali nawet, że po największym zbliżeniu do Ziemi, które miało miejsce 16 grudnia, średnica kątowa gazowej otoczki sięgała ponad 2°! Z Polski największa zmierzona średnica to blisko 1,5° i nie ma wątpliwości, że z wielu miejsc w naszym kraju kometę można było dostrzec gołym okiem. Niestety, przez większą część grudnia i początek stycznia obserwatorzy nie mogli liczyć na pogodne noce, toteż polskich obserwacji wpłynęło niewspółmiernie mało w stosunku do jasności i fenomenalnie dogodnego położenia na niebie tego obiektu. Do połowy stycznia kometa Wirtanena osłabła do blisko 6 mag. Na początku roku mieliśmy zatem ostatnią okazję, by zobaczyć ją gołym okiem. Po pełni Księżyca 20 stycznia kometa wciąż będzie w sprzyjającym miejscu na niebie, stanie się bowiem obiektem okołobiegunowym, utrzymując wciąż względnie dużą jasność ok. 7 mag wysoko ponad horyzontem w Wielkiej Niedźwiedzicy. Będzie wtedy wciąż mniej niż 0,5 au od Ziemi. Jej jasność wraz z oddalaniem się od naszej planety będzie stale spadać, uzyskując 8 mag na początku lutego, a po kolejnej pełni blisko 10 mag. W Wielkiej Niedźwiedzicy będzie do marca, kiedy na chwilę powróci w obszar Rysia, będący jedynie przystankiem na drodze ku konstelacji Małego Lwa. Stanie się wtedy obiektem słabszym od 10 mag i niewielkim kątowo. Obserwacje najjaśniejszej komety ostatnich lat i prawdopodobnie ostatniej tak jasnej komety tej dekady polscy obserwatorzy będą mogli prowadzić praktycznie do samego końca. Kometa na północnej półkuli zabawi do połowy lata, jednak z całą pewnością jej jasność dużo wcześniej uniemożliwi wychwycenie jej z tła nocnego nieba. Obserwacje wizualne będą możliwe prawdopodobnie jeszcze w kwietniu, jednak wyłącznie przez duże teleskopy i nie będzie to zadanie łatwe. Jej jasność spadnie wówczas do ok. 13–14 mag. Ze względu na wciąż znaczną wysokość ponad horyzontem, w czasie bezksiężycowych nocy kometę będzie można zarejestrować teleskopem wyposażonym w kamerę i montaż z prowadzeniem. Historia najkorzystniejszego powrotu 46P/Wirtanen zakończy się najprawdopodobniej w połowie wiosny. Na kolejne spotkanie z tym obiektem będziemy musieli poczekać do 2024 r., jednak w czasie swojego kolejnego peryhelium kometa będzie niemal dokładnie za Słońcem, co nie pozwoli jej na uzyskanie jasności większej od ok. 11 mag. Dostrzeżenie jej w takich warunkach będzie praktycznie niemożliwe.

C/2018 Y1 (IWAMOTO)

Mniej więcej od połowy stycznia w drugiej części nocy widoczna jest kometa C/2018 Y1 (Iwamoto), odkryta zaledwie miesiąc wcześniej (18 grudnia 2018 r.) przez Japończyka Masayukiego Iwamoto. Kometa porusza się po blisko parabolicznej orbicie i 6 lutego 2019 r. zbliży się do Słońca na minimalną odległość ok. 1,28 au. Do tego czasu można będzie ją zobaczyć jedynie w drugiej części nocy i przed świtem na wysokości kilkunastu stopni powyżej horyzontu. Warunki obserwacyjne, szczególnie pod koniec stycznia, nie będą korzystne za sprawą Księżyca znajdującego się w bliskim sąsiedztwie C/2018 Y1. Na szczęście, wraz ze zbliżaniem się komety do Słońca, faza Księżyca maleje i już od pierwszych dni lutego zobaczymy ją na ciemnym tle nieba ok. 25° nad horyzontem. Powinna mieć wtedy jasność ok. 9 mag. Przemierzając gwiazdozbiór Panny, kometa minie w niewielkiej odległości kilka słabych i umiarkowanie jasnych galaktyk. W peryhelium wciąż zastaniemy ją w Pannie, jednak będzie ona już obiektem widocznym przez całą noc i pnącym się coraz wyżej na niebie. Wieczorem 10 lutego minie w odległości ok. 0,5° znaną galaktykę M95 z gwiazdozbioru Lwa. Wtedy też uzyska maksymalną jasność w granicach 7–8 mag. Warunki do obserwacji komety Iwamoto w maksimum blasku będą korzystne. Dopiero kilka dni po prognozowanej nocy maksimum nocne niebo zdominuje blask Księżyca. Obserwacje od 16 lutego przez kilka kolejnych nocy utrudniać będzie srebrzysta łuna. Kometa do tego czasu uda się z Lwa przez Raka do Bliźniąt i 18 lutego znajdzie się ok. 15° od Księżyca w przeddzień pełni oraz, co ciekawe, minie w odległości ok. 0,5° Kastora. W ostatniej dekadzie lutego warunki zdecydowanie się poprawią, a samą kometę odnajdziemy w Woźnicy jako obiekt wciąż stosunkowo jasny, mający ok. 8. wielkość gwiazdową. Wtedy też na swojej drodze po nieboskłonie, kometa trafi na ciekawych towarzyszy. 27 lutego powinna być widoczna w jednym polu lornetki razem z dwiema jasnymi gromadami: Gromadą Wiatraczek i Rozgwiazdą. Ta pierwsza gromada powinna być widoczna razem z kometą w jednym polu również przez teleskop, pod warunkiem użycia szerokokątnego okularu o długiej ogniskowej. 3 marca minie natomiast stosunkowo jasną mgławicę Płonąca Gwiazda. W marcu jej jasność będzie stopniowo spadać i z każdą nocą kometa górować będzie coraz niżej. Początkiem kwietnia powinna mieć jasność ok. 11–12 mag i wraz z kwietniowym „odradzaniem" Księżyca, zakończy się okres obserwacji komety C/2018 Y1 (Iwamoto) z terenu Polski.

C/2018 W2 (AFRICANO)

Kometa C/2018 W2 znajdzie się ponad horyzontem część roku jako obiekt słaby, trudny do dostrzeżenia. Jednak wraz



ze wzrostem jasności, pod koniec lata warunki obserwacyjne ulegną zauważalnej poprawie. W ostatnich dniach sierpnia zobaczymy ją jako obiekt ok. 11. wielkości gwiazdowej w Perseuszu, z którego uda się w kierunku Andromedy. 6 września osiągnie peryhelium w odległości ok. 1,45 au od Słońca i 0,83 au od Ziemi. Geometria obserwacji nie będzie więc zbyt korzystna, co bezpośrednio przełoży się na jasność komety. Prawdopodobnie nie uzyska ona bowiem jasności większej od ok. 9 mag. Jej widok będzie zatem zarezerwowany jedynie dla teleskopów i większych lornetek. Ze względu na dość dużą odległość od Ziemi, możemy się spodziewać, że kometa będzie mocno skondensowana i nie osiągnie dużych rozmiarów kątowych. Na niebie zobaczymy ją mniej więcej do połowy października.

C/2017 T2 (PANSTARRS)

Będzie to jedna z ciekawszych komet lornetkowych u schyłku roku 2019 i w pierwszej połowie 2020. Kometę odkryto już 2 października 2017 r., kiedy znajdowała się 8,5 au od Ziemi. Przez peryhelium przejdzie dopiero 4 maja 2020 r., nie zbliżając się do Słońca na odległość mniejszą niż 1,61 au. Na szerokościach geograficznych Polski będzie wschodzić już od końca lipca, jednak na dogodne warunki do obserwacji należy poczekać do przełomu października i listopada 2019 r. Zobaczymy ją wówczas jako wciąż stosunkowo słaby obiekt, mający ok. 11–12 mag. W kolejnych dniach listopada kometa będzie się piętła coraz wyżej nad wschodnim horyzontem, mijając na swojej drodze m.in. Kapellę. O kolejną wielkość gwiazdową pojaśnieje w ciągu grudnia, pod koniec roku osiągając blisko 10 mag. W maksimum uzyska jasność lornetkową ok. 8 mag, jednak nastąpi to dopiero w przyszłym roku.

INNE SŁABSZE OBIEKTY

Od początku roku widoczna jest jeszcze kometa 38P/Stephan-Oterma, która po osiągnięciu maksymalnych 9 mag pod koniec 2018 r., nadal znajduje się wysoko ponad horyzontem i przynajmniej teoretycznie na początku roku powinna być jeszcze dostrzegalna na tle nieba. Nisko nad horyzontem w lutym widoczna może być również kometa C/2018 L2 (ATLAS), jednak jej dostrzeżenie ze względu na słabą jasność i niskie położenie nad horyzontem może okazać się niemożliwe. W ciągu roku na polskim niebie pojawi się jeszcze kilka słabych komet, które nie przekroczą 10 mag. Najciekawszą z nich będzie C/2018 N2 (ASASSN), która 11 listopada 2019 r. osiągnie peryhelium w znacznej odległości od Słońca (ok. 3,12 au). Spośród słabszych obiektów to właśnie ona najbardziej zbliży się do granicy 10 mag. W momencie uzyskania największego blasku, kometa zakreśli łuk w pobliżu Galaktyki Andromedy, zbliżając się do niej na ok. 2°. Drugą co do jasności słabą kometą w drugiej części roku będzie 260P/McNaught. Uzyska ona maksymalnie ok. 11–12 mag na przełomie września i października, w czasie nocy zbliżając się do zenitu. Pozostałe komety (168P/Hergenrother, 78P/Gehrels) prawdopodobnie nie osiągną nawet 12 mag i będą obiektami trudnymi do zaobserwowania. Od połowy roku na niebie pojawi się także 29P/Schwassmann-Wachmann — kometa-zagadka, która, mimo że stale znajduje się w stosunkowo dużej odległości od Ziemi i Słońca, co jakiś czas doświadcza rozbłysków, w czasie których jej jasność może dochodzić nawet do 10 mag.

Oczywiście opisane prognozy nie uwzględniają pojawienia się na niebie zupełnie nowej jasnej komety, która jeszcze nie została odkryta. Mimo działalności wielkich przeglądów nieba, wciąż możliwe są zupełnie zaskakujące odkrycia, jak choćby wizualne odkrycie komety C/2018 V1 przez Donalda Machholza 7 listopada 2018 r. W chwili odkrycia kometa miała ok. 10 mag, a w maksimum uzyskała 7 mag. Rok wcześniej podziwialiśmy kolejną kometę odkrytą przez Terry'ego Lovejoya, która zaledwie 3 tygodnie po odkryciu w wyniku wybuchu osiągnęła jasność 6 mag i ostatecznie jej los został przypieczętowany dezintegracją jądra. Niewykluczone również, że któraś ze znanych nam komet sprawi jakąś niespodziankę, podobnie jak dwa lata temu, kiedy zupełnie nieprzewidywalny rozbłysk spotkał kometę 252P/LINEAR. Z pewnością, sięgając do historii, jesteśmy w stanie wskazać choć jedną jasną kometę odkrytą na krótko przed uzyskaniem dużej jasności. Dlatego nawet jeśli prognozowane jasności komet na ten rok nie są obiecujące, wciąż możemy liczyć na kometarny spektakl.

Mikołaj Sabat

Polak nagrodzony za wkład w astronomię kulturową

Dr hab. Stanisław Iwaniszewski otrzymał nagrodę od Europejskiego Towarzystwa Astronomii w Kulturze (SEAC). Nagrodę „Carlos Jaschek Award 2018" przyznano podczas 26. Konferencji SEAC w mieście Graz w Austrii pod koniec sierpnia 2018 r. W uzasadnieniu wskazano szeroki wkład Polaka w astronomię kulturową w badaniu różnych kultur i okresów, działania na rzecz stosowania antropologii i archeologii teoretycznej w archeoastronomii i astronomii kulturowej, łączenie intensywnej pracy w terenie ze szczegółową analizą teorii w dziedzinie antropologii kulturowej. Laureat był też pionierem w zakresie rozważania kwestii ontologicznych, które stają się dominującymi tematami w archeologii, antropologii i humanistyce. Jest także bardzo aktywnym członkiem kilku międzynarodowych stowarzyszeń związanych z astronomią kulturową.

Krzysztof Czart

Prehistoryczne malarstwo jaskiniowe dowodem dawnej wiedzy astronomicznej

W czasopiśmie „Athens Journal of History" opublikowano nowe wyniki badań dawnych malowideł w jaskiniach, sugerujące, że wiedza astronomiczna dawnych ludzi była większa niż do tej pory sądzono. Naukowcy z University of Edinburgh oraz University of Kent dokonali badań sztuki paleolitycznej i neolitycznej, skupiając się w szczególności na symbolach zwierzęcych. Uważają, że część tych rysunków to nie tylko wizualizacje dzikich zwierząt, ale także przedstawienia gwiazdozbiorów.

Przeanalizowano malowidła w Turcji, Hiszpanii, Francji i Niemczech. Okazało się, że we wszystkich tych miejscach używano takiego samego sposobu zapisywania dat opartego na zaawansowanej astronomii (precesja momentów równonocy), pomimo iż poszczególne malowidła powstawały w okresach różniących się nawet o dziesiątki tysięcy lat. Badacze sugerują, że może nawet już 40 tys. lat temu ludzie potrafili śledzić upływ czasu na podstawie wiedzy o zmianach pozycji gwiazd przez tysiąclecia i rozumieli efekty wywoływane przez przesuwanie się osi rotacji Ziemi. Jak dotąd, odkrycie tego faktu przypisywano starożytnym Grekom. W pracy znajdziemy sugestię, że mniej więcej w okresie, gdy wyginęli neandertalczycy oraz przed osiedleniem się ludzi w Europie Zachodniej, potrafiono określać daty obejmujące czas 250 lat. Być może astronomiczna wiedza była pomocna ówczesnym ludziom w nawigowaniu po morzach.

Symbole zwierząt na tych prehistorycznych malowidłach naskalnych reprezentują gwiazdozbiory na nocnym niebie i świadczą o sporej astronomicznej wiedzy dawnych ludzi – tak sugerują wyniki analiz przeprowadzonych przez naukowców z University of Edinburgh. Źródło: Alistair Coombs

Dodatkowo, rysunki z rejonu Gobekli Tepe w Turcji są interpretowane jako zapis upadku komety 11 tys. lat p.n.e. Jedna z hipotez mówi, że zapoczątkowało to miniepokę lodowcową, tzw. młodszy dryas. Upadku komety dopatruje się także na jednej ze scen z jaskini Lascaux we Francji. W tym przypadku może chodzić o zdarzenie z około 15150 lat p.n.e. (z błędem 200 lat). Mogłoby to odpowiadać zmianom klimatycznym zgodnym z analizami rdzeni lodowych z Grenlandii.

Krzysztof Czart

Sukces studentów AGH w Indian Rover Challenge 2019

W dniach 9–12 stycznia 2019 r. w Manipalu w Indiach odbyła się druga azjatycka edycja zawodów „łazików marsjańskich" pt. Indian Rover Challenge 2019 (IRC 2019). W zawodach wzięło udział 35 drużyn z czterech krajów (w tym dwie z Polski), z czego tylko dziesięciu zespołom udało się dotrzeć do finału w Manipalu. W edycji IRC 2019 zwyciężyła drużyna Team Anveshak z Indian Institute Of Technology z Madrasu. Drugie miejsce przypadło AGH Space Systems z Polski, natomiast trzecie – IUT Mars Rover z Bangladeszu.

Skład zwycięskiego zespołu: Przemek Walczyk, Weronika Mrozińska, Jakub Pegza, Kasia Gajewska, Daniel Bula, Maciek Kurcius, Krzysztof Chutkiewicz, Marek Kalemba, Michał Krupa, Patryk Jarosz, Kamil Machoń, Maciej Kleszcz i Maciej Kotecki.

Wyróżnienie od organizatorów otrzymał zespół University of Warsaw Rover Team za ducha rywalizacji pomimo niefortunnych sytuacji, które dotknęły zespół, oraz zainspirowanie wszystkich zawodników uczestniczących w IRC. Dzięki pomocy zespołu University of Warsaw Rover Team, który poratował zespół AGH Space Systems częściami zapasowymi, polska drużyna mogła zająć dobre drugie miejsce.

Drużyna AGH Space Systems. Źródło: AGH Space Systems / IRC

Zawody Indian Rover Challenge są częścią Rover Challenge Series, czyli ligi najbardziej prestiżowych zawodów robotycznych na świecie prowadzonej przez Mars Society. W skład Rover Challenge Series wchodzą także European Rover Challenge, University Rover Challenge, Canadian International Rover Challenge oraz UK Rover Challenge.

Paweł Z. Grochowalski

Rusza European Rover Challenge 2019

Ogłoszono start kolejnej edycji Międzynarodowych Zawodów Robotów Marsjańskich (ERC), które w tym roku odbędą się 13–15 września. Na gospodarza turnieju została wybrana Politechnika Świętokrzyska, której uczelniana drużyna już kilkukrotnie odnosiła sukcesy podczas zawodów.

Jeden ze studenckich „łazików marsjańskich". Źródło: Planet PR / ERC

W ubiegłym roku w ERC wzięło udział 65 drużyn z 20 krajów. W tym roku w planach organizatorów, poza zawodami łazików marsjańskich, jest także konferencja oraz warsztaty mentoringowo-biznesowe, będące platformą wymiany informacji, wiedzy i możliwości rozwoju w obszarze nauki, biznesu, nowych technologii i kosmosu. Współorganizatorami European Rover Challenge 2019 są Europejska Fundacja Kosmiczna, Mars Society Polska, Specjalna Strefa Ekonomiczna „Starachowice" S.A. oraz Politechnika Świętokrzyska. „Urania" jest patronem medialnym.

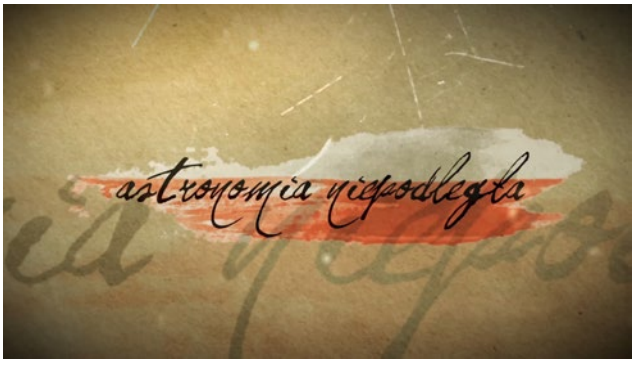
Zgłoszenia do konkursu będą przyjmowane do końca marca 2019 r. Warto wspomnieć, że w „Uranii" nr 6/2016 zamieściliśmy poradnik konstruowania łazika marsjańskiego dla początkujących zespołów chcących spróbować swoich sił w tej konkurencji, przygotowany przez laureatów jednej z edycji ERC.

Paweł Z. Grochowalski

Premiera cyklu telewizyjnego o historii polskich obserwatoriów

7 lutego w TVP 3 wyemitowano premierowy odcinek dokumentalnej serii pt. „Astronomia niepodległa", która będzie prezentować historię polskich obserwatoriów i instytutów astronomicznych od 1918 r., czyli od odzyskania przez Polskę niepodległości. Pierwszy odcinek poświęcony jest Obserwatorium Astronomicznemu Uniwersytetu Jagiellońskiego w Krakowie. Odcinki będzie można także oglądać na YouTube na kanale Astronarium (www.youtube.com/AstronariumPL). Producentami cyklu są Polskie Towarzystwo Astronomiczne (PTA) oraz Telewizja Polska (TVP). Produkcja została dofinansowana przez Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego. Cykl będzie liczył 10 odcinków.

Krzysztof Czart



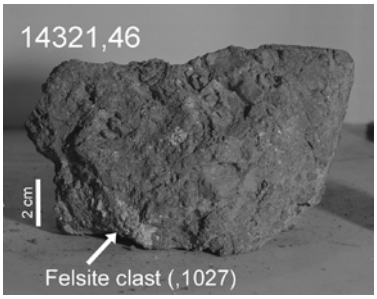
Czołówka programu dokumentalnego pt. „Astronomia niepodległa". Źródło" PTA / TVP

W próbkach z Księżyca wykryto najstarszą ziemską skałę

Międzynarodowy zespół badawczy związany z jednym z instytutów NASA (Center for Lunar Science and Exploration – CLSE) opublikował dowody na to, że jedna ze skał przywiezionych z Księżyca przez astronautów mogła kiedyś znajdować się na Ziemi. Być może 4 mld lat temu została wyrzucona w kosmos po upadku planetoidy lub komety na powierzchnię Ziemi i potem trafiła na Księżyc, który w tych czasach znajdował się trzykrotnie bliżej niż obecnie.

W próbce z misji Apollo 14 zidentyfikowano materiał pochodzący prawdopodobnie z czasów hadeiku. Znaleziono 2-gramowy fragment zbudowany z kwarcu, skalenia i cyrkonii, które są materiałami powszechnie występujących na powierzchni Ziemi. Analiza chemiczna pokazała, że fragment ten uległ krystalizacji w środowisku z tlenem, zbliżonym do ziemskiego, o temperaturze takiej jaka występuje na Ziemi, a nie w warunkach jakie panują na Księżycu.

Alternatywą dla ziemskiego pochodzenia jest krystalizacja na Księżycu, lecz wymagałoby to wyjątkowych warunków, innych niż wynikają z badań pozostałych skał księżycowych. W takiej sytuacji skała musiałaby powstać głęboko w płaszczu Księżyca. W związku z tym badacze jako preferowaną wskazują hipotezę o ziemskim pochodzeniu.



Fragment skały z Księżyca, w którym wykryto fragment mogący pochodzić z Ziemi sprzed 4 mld lat. Kamień przywieziono z Księżyca ramach misji Apollo 14 w 1971 r. Źródło: USRA

Jeśli teoria jest prawdziwa, to historia skały mogła przebiegać następująco. Najpierw skała uległa krystalizacji około 20 km poniżej powierzchni Ziemi około 4,0 do 4,1 mld lat temu. Potem została wyrzucona w kosmos przez jedno lub więcej uderzeń takich jak upadek planetoidy. W tamtych czasach powstawały kratery o średnicach tysięcy kilometrów, więc uderzenia były wystarczająco silne, aby przemieścić w górę materiał z takich głębokości.

Gdy skała dotarła na powierzchnię Księżyca, miała okazję przeżyć kolejne uderzenia obiektów w powierzchnię, a w szczególności 3,9 mld lat temu została częściowo stopiona przez tego typu impakt. Ostatnie uderzenie nastąpiło 26 mln lat temu, gdy po upadku planetoidy na Księżycu powstał krater Cone o średnicy 340 m. Ostatecznie w roku 1971 astronauci z misji Apollo 14 zabrali skałę do badań laboratoryjnych na Ziemi.

Krzysztof Czart

Naukowcy wyznaczyli kształt Drogi Mlecznej

Galaktyka, w której żyjemy – Droga Mleczna – wcale nie ma kształtu zbliżonego do płaskiego naleśnika, w jakim zwykle jest przedstawiana na ilustracjach. Nowa, trójwymiarowa mapa naszej Galaktyki pokazuje, jak bardzo w rzeczywistości jest ona zakrzywiona i skręcona.

Astronomowie z Chin i Australii stworzyli przełomową mapę Drogi Mlecznej na bazie badań rozkładu gwiazd znanych jako klasyczne cefeidy. To szybko ewoluujące, pulsujące gwiazdy zmienne, które żyją dość krótko, jak na kosmiczne standardy, ale są sto tysięcy razy jaśniejsze od Słońca. Połączenie ich obserwowanych okresów pulsacji i znanej jasności pozwoliło naukowcom określić położenia tych gwiazd w Galaktyce z wysoką dokładnością, wynoszącą w tym przypadku od 3 do 5%.

Wyznaczone w ten sposób położenia prawie 1400 cefeid naniesione w trzech wymiarach na mapę, precyzyjnie wyznaczają (odzwierciedlają) jej kształt. Okazuje się, że dysk galaktyczny Drogi Mlecznej jest skręcony i zakrzywia się w różnych kierunkach, wykazując przy tym wyraźnie spiralny wzorzec. Co więcej, Galaktyka zdaje się być bardziej powykrzywiana w swych obszarach zewnętrznych. Jest to prawdopodobnie efektem działających tam sił wynikających z jej szybkiego ruchu obrotowego.

Elżbieta Kuligowska

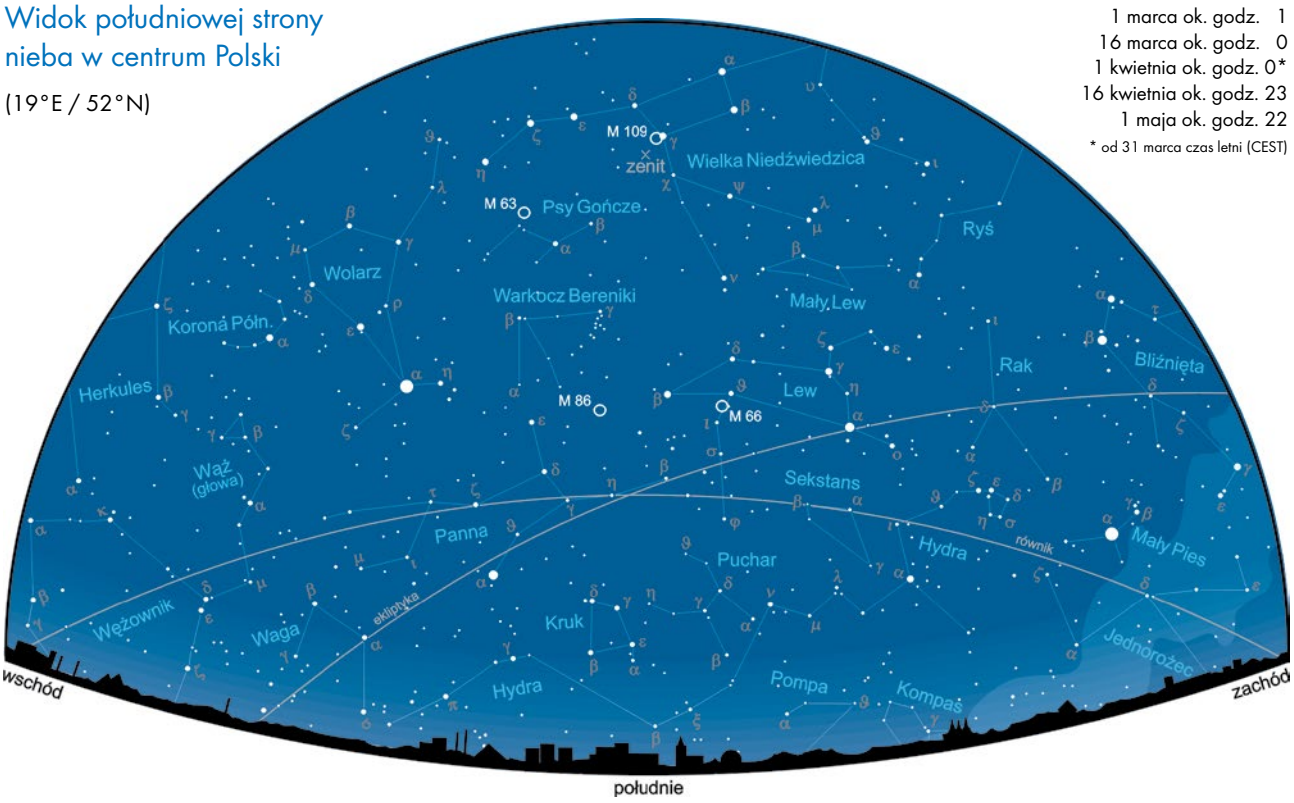
Artystyczna wizja kształtu Drogi Mlecznej (efekt zakrzywienia jest powiększony). Źródło: Xiaodian Chen (National Astronomical Observatories, Chinese Academy of Sciences)

Niebo nad Polską

Widok południowej strony nieba w centrum Polski

(19°E / 52°N)

1 marca ok. godz. 1
16 marca ok. godz. 0
1 kwietnia ok. godz. 0*
16 kwietnia ok. godz. 23
1 maja ok. godz. 22
* od 31 marca czas letni (CEST)



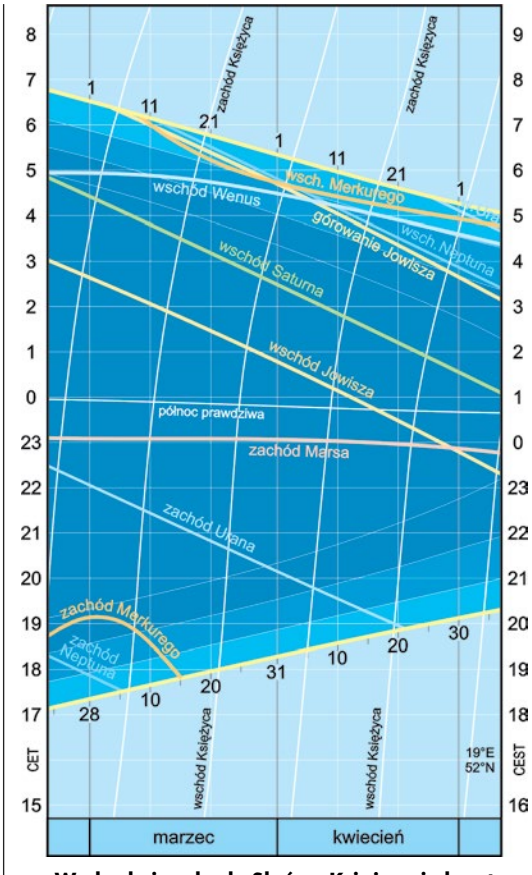
NIEBO W MARCU I KWIETNIU 2019

Marzec i kwiecień to okres najszybszego wydłużania się długości dnia i tym samym skracania nocy. W średnich szerokościach geograficznych Polski proces ten przebiega teraz w tempie około 4 min na dobę, by stopniowo zwalniać dopiero od maja. Od początku marca do końca kwietnia, w centralnej Polsce dzień ulegnie wydłużeniu z 10 h 52 min do 14 h 49 min, a więc o 3 h i 57 min, ale na krańcach południowych przyrost długości dnia będzie w tym samym czasie o 24 min mniejszy, zaś na północnych o 24 min większy.

Po niemal dokładnie 89 dobach (bez 25 min) astronomicznej zimy, nocą z 21 na 22 marca o godz. 22.58, wraz z osiągnięciem przez Słońce punktu wiosennej równonocy, nastaje tegoroczna astronomiczna wiosna. Mimo coraz krótszych nocy, co najmniej do końca marca goszczą na nocnym niebie konstelacje wszystkich czterech pór roku: od ostatnich jesiennych krótko po zmierzchu, poprzez komplet zimowych, górujące około północy wiosenne gwiazdozbiory, z okazałym trójkątem najjaśniejszych gwiazd Lwa, Panny i Wolarza oraz wznoszący się długo przed świtem Trójkąt Letni, aż po pierwsze konstelacje jesienne pod koniec nocy.

Na przełomie marca i kwietnia, przez całą noc, zarówno krótko po zmierzchu, jak i jeszcze tuż przed świtem, goszczą na niebie charakterystyczne gwiazdozbiory wiosenne, do których, oprócz już wymienionych, zaliczamy również, na ogół mniej okazałe, niezbyt obszerne konstelacje Małego Lwa, Psów Gończych, Warkocza Bereniki — wędrujące wysoko po niebie, a także niżej położone — Sekstans, Puchar i Kruk. Całą tę liczną grupę wiosennych gwiazdozbiorów, od południa „podpiera", rozciągająca się na ponad 100° pomiędzy granicznymi konstelacjami Raka i Wagi, najdłuższa pośród 88 gwiazdozbiorów całego nieba, Hydra.

Gwiezdny symbol tej pory roku, Trójkąt Wiosenny, wytyczają trzy gwiazdy o jasnościach podobnych do mniej obszernego Trójkąta Letniego. Naj-



Wschody i zachody Słońca, Księżyca i planet

Więcej informacji:
ALMANACH ASTRONOMICZNY TOMASZA ŚCIĘŻORA
http://www.urania.edu.pl/almanach

jaśniejszą spośród nich jest, nazywany również wręcz Gwiazdą Wiosenną, zerowej wielkości gwiazdowej, pomarańczowy Arktur z konstelacji Wolarza, stanowiący północno-wschodni wierzchołek Trójkąta Wiosennego. Położony 33° niżej, południowo-wschodni wierzchołek wytycza 2,3 razy ciemniejszą, błękitna Spica (inaczej: Kłos), najjaśniejsza w gwiazdozbiorze Panny, zaś oddalony o około 55° na wschód od nich trzeci wierzchołek Trójkąta stanowi jeszcze o 40% ciemniejszy, biały Regulus z konstelacji Lwa, zwany również Sercem Lwa.

Mapki i wykresy zamieszczone na pierwszych dwóch stronach Kalendarzyka pozwalają zorientować się w wyglądzie południowej części naszego nocnego nieba, głównie w połowie marcowych i kwietniowych nocy, wyznaczyć godziny wschodów i zachodów Słońca, Księżyca i planet, prześledzić zmiany obserwowanych jasności i rozmiarów kątowych planet, a także szczególnie szybko zmieniające się kształty oświetlonej części tarczy Merkurego i Wenus. Na pierwszej mapce zaznaczono również położenia kilku ciekawych obiektów, opisanych na ostatniej stronie Kalendarzyka. Panoramiczna mapa na trzeciej i czwartej stronie pokazuje m. in. zmieniające się w tym czasie położenia planet na tle gwiazd.

Dokładniejsze terminy omawianych zjawisk zebrano w tabelce na drugiej stronie Kalendarzyka. Wszystkie momenty podane są w aktualnie obowiązującym w Polsce czasie urzędowym — do 30 marca środkowoeuropejskim (CET), a od 31 marca środkowoeuropejskim letnim (CEST).

SŁOŃCE

Pozorna droga Słońca na tle gwiazd, pokonywana w ciągu w sumie 61 dni marca i kwietnia, a właściwie — z powodu zmiany czasu na letni — 60 dni i 23 godzin, wynosi łącznie 60°15', rozpoczynając się niemal dokładnie w połowie odcinka ekliptyki przebiegającego przez gwiazdozbiór Wodnika (10,0° znaku Ryb), a kończąc w połowie konstelacji Barana (10,3° znaku Byka).

Już od grudniowego zimowego przesilenia, aż do czerwcowego przesilenia letniego, Słońce stale zwiększa swą deklinację, oddalając się coraz bardziej na północ od równika niebieskiego. Bezpośrednim tego skutkiem jest coraz wyższy, a więc również coraz dłuższy łuk dzienny zakreślany na niebie przez Słońce, rozpoczynający się z każdym kolejnym dniem coraz dalej na północ od punktu E horyzontu i kończący się coraz dalej na północ od punktu W.

KSIĘŻYC

Tegoroczną marcowo-kwietniową wędrówkę na tle gwiazd, dwie doby po ostatniej kwadrze oświetlony w 26,2%, nasz naturalny satelita rozpoczyna blisko 1/3 odcinka jego drogi w gwiazdozbiorze Strzelca, by po przebyciu w ciągu 61 dni w sumie dystansu nieco ponad 795°, a więc dokonawszy 2,21 obiegów nieba, z końcem kwietnia, 4 doby przed nowiem dotrzeć niemal do wschodniej granicy Wodnika, z tarczą oświetloną w 15,8 %.

W tym czasie Księżyc 16-krotnie przewędruje na niebie w pobliżu planet, spotykając się dwukrotnie z każdą z nich, a z Saturnem i Neptunem nawet trzykrotnie. Koniunkcje z Saturnem będą tym razem szczególnie bliskie: 1 marca w odległości 18,8',

Ważniejsze wydarzenia
marca i kwietnia 2019 roku

marzec

1	7.18	maksymalna deklinacja Księżyca, δ = –21°39′
1	19.22	bliska koniunkcja Księżyca 19′N z Saturnem
2	12.03	Księżyc w węźle zstępującym, λ = 295°47′
2	23.02	koniunkcja Księżyca 1,2°S z Wenus
4	12.27	apogeum Księżyca, 406 397,3 km od Ziemi
6	17.04	nów Księżyca
6	17.47	koniunkcja Księżyca 3,0°S z Neptunem
7	1.59	koniunkcja Neptuna ze Słońcem (58′S)
7	20.07	koniunkcja Księżyca 7,9°S z Merkurym
10	8.30	koniunkcja Księżyca 4,6°S z Uranem
11	16.26	koniunkcja Księżyca 5,5°S z Marsem
12	20.01	Słońce wkracza do gwiazdozbioru Ryb
14	11.27	pierwsza kwadra Księżyca
15	4.57	koniunkcja dolna Merkurego ze Słońcem (3,5°N)
15	19.02	maksymalna deklinacja Księżyca, δ = +21°46′
16	17.22	Księżyc w węźle wstępującym, λ = 114°35′
19	20.48	perygeum Księżyca, 359 382,9 km od Ziemi
20	22.58	Słońce wstępuje w znak Barana; λ = 0°
21	2.43	pełnia Księżyca
24	18.27	koniunkcja Merkurego 2,5°N z Neptunem
27	3.36	koniunkcja Księżyca 1,9°N z Jowiszem
28	5.10	ostatnia kwadra Księżyca
28	13.55	maksymalna deklinacja Księżyca, δ = –21°52′
29	5.59	bardzo bliska koniunkcja Księżyca 3,2′′S z Saturnem;
29	14.08	Księżyc w węźle zstępującym, λ = 293°29′

kwiecień

1	2.14	apogeum Księżyca, 405 584,0 km od Ziemi
2	8.31	koniunkcja Księżyca 2,6°S z Wenus
2	11.35	bliska koniunkcja Merkurego 26′N z Neptunem
3	3.24	koniunkcja Księżyca 3,1°S z Neptunem
3	3.58	koniunkcja Księżyca 3,4°S z Merkurym
5	10.51	nów Księżyca
6	3.49	opozycja planetoidy (7) Iris, 1,93 au od Ziemi
6	18.08	koniunkcja Księżyca 4,5°S z Uranem
9	10.15	koniunkcja Księżyca 4,6°S z Marsem
9	20.22	opozycja planetoidy (2) Pallas, 1,64 au od Ziemi
10	8.12	bliska koniunkcja Wenus 17′S z Neptunem
11	21.21	maksymalna elongacja Merkurego, 27,7°W od Słońca
12	2.01	maksymalna deklinacja Księżyca, δ = +22°01′
12	20.09	Księżyc w węźle wstępującym, λ = 111°47′
12	21.06	pierwsza kwadra Księżyca
17	0.05	perygeum Księżyca, 364 210,7 km od Ziemi
19	9.01	Słońce wkracza do gwiazdozbioru Barana
19	13.12	pełnia Księżyca
20	10.55	Słońce wstępuje w znak Byka; λ = 30°
23	1.06	koniunkcja Urana ze Słońcem (29′N)
23	13.43	koniunkcja Księżyca 1,6°N z Jowiszem
24	23.18	maksymalna deklinacja Księżyca, δ = –22°08′
25	16.32	bliska koniunkcja Księżyca 22′S z Saturnem
25	17.01	Księżyc w węźle zstępującym, λ = 290°28′
27	0.18	ostatnia kwadra Księżyca
28	20.20	apogeum Księżyca, 404 588,6 km od Ziemi
30	12.32	koniunkcja Księżyca 3,3°S z Neptunem

29 marca zaledwie 3,2', zaś 25 kwietnia znów nieco dalej: 22,4' od siebie — wszystkie odległości podane są geocentrycznie. Podczas najbliższej koniunkcji 29 marca rano, względem centrum Polski, Księżyc minie Saturna w kątowej odległości 55,7', a obserwację będzie można prowadzić jedynie do świtu, kiedy będą jeszcze o 2' dalej od siebie.

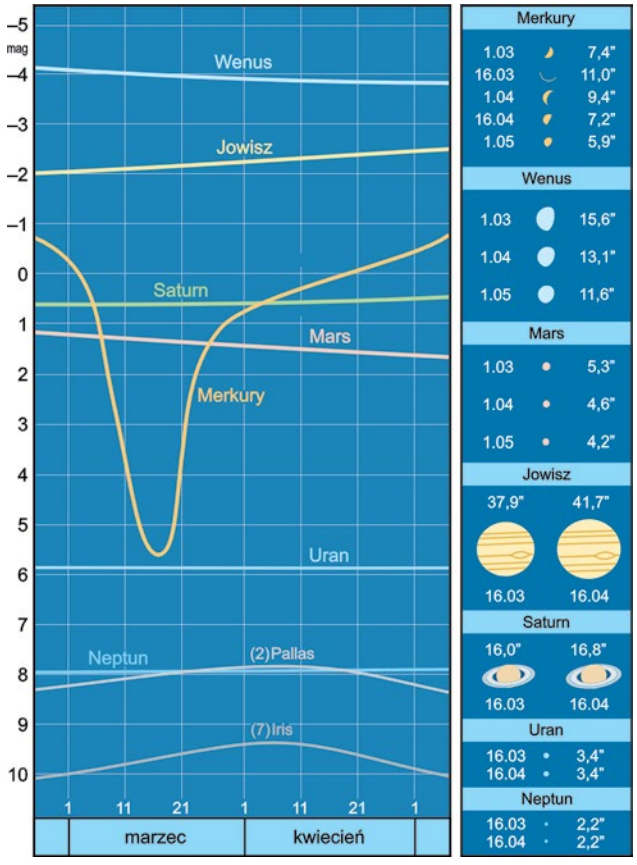
Efektownie powinna wypaść pierwsza z dwóch koniunkcji Księżyca z Jowiszem, 3,5 h po północy 26/27 marca — geocentrycznie 1,9° od siebie, ale topocentrycznie z terenu Polski widoczna jako o 0,9° bliższa i około 0,5 h wcześniej. W podobnych odległościach zachodzić będzie 23 kwietnia druga koniunkcja Księżyca z Jowiszem, geocentrycznie o 0,15° bliższa, topocentrycznie o 0,2° dalsza od poprzedniej. Niestety, będzie to w samym środku dnia i głęboko pod horyzontem, a wcześniej, przed świtem albo później, przed północą, obydwa obiekty będą jeszcze lub już daleko, 5–6° od siebie.

Wieczorem 9 kwietnia krótko po zmierzchu będzie można zobaczyć 19% sierp Księżyca w głowie Byka, 1,8° od Aldebarana, najjaśniejszej gwiazdy tej konstelacji i 6,5° od Marsa, goszczącego wtedy również w centrum Byka.

PLANETY I PLANETOIDY

Podczas tegorocznych marcowych i kwietniowych nocy mamy dość korzystne warunki do obserwacji planet. Wyjątkiem jak zawsze jest Merkury, dostępny zazwyczaj przez parę tygodni na przemian to rano, to wieczorem. Na przełomie lutego i marca Merkury zachodzi około 1 h 45 min po Słońcu, jednak już w 1. dekadzie marca czas ten gwałtownie się kurczy. Kolejny okres widoczności Merkurego, z natury rzeczy nad ranem, tym razem nie będzie atrakcyjny, bo mimo niemal ekstremalnej zachodniej elongacji 11 kwietnia (prawie 28°W), planeta przez cały ten czas wschodzić będzie nie wcześniej niż kilka minut przed świtem cywilnym.

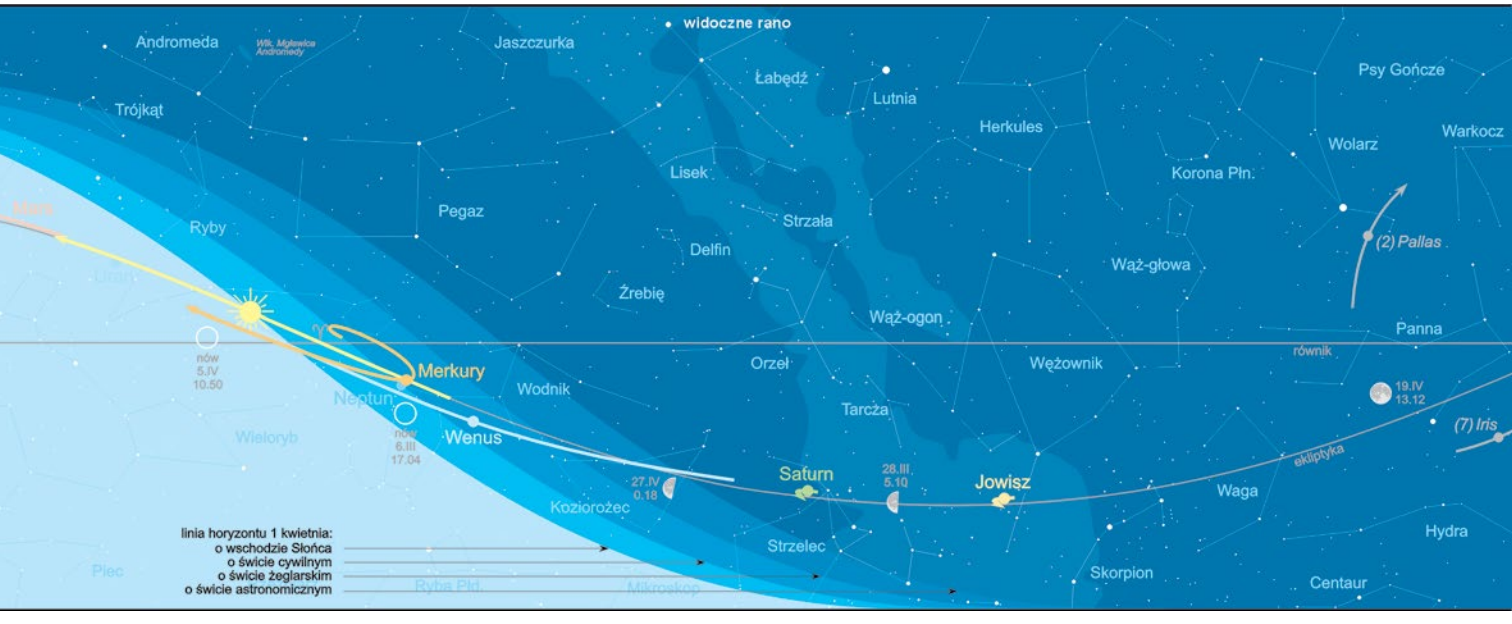
Jasność Wenus w roli Gwiazdy Porannej — imponująca nawet w minimum — w omawianym okresie zmaleje jedynie o 0,3 magnitudo, czyli około 30%. Maleje również czas widoczności Wenus, z początkiem marca wschodzącej o świcie astronomicznym, około 1,5 h przed wschodem Słońca, a pod koniec kwietnia już niespełna 3 kwadranse przed Słońcem, krótko przed świtem cywilnym — w takim mniej więcej układzie będziemy mogli Wenus oglądać aż do połowy lipca. Rankiem 10 kwietnia Wenus



Jasności, rozmiary kątowe i wygląd planet

znajdzie się bardzo blisko Neptuna, tuż obok 4. wielkości gwiazdy phi Aquarii, jednak z racji ich wschodu zaledwie 45 min przed Słońcem, dostrzeżenie 55 tysięcy razy ciemniejszego Neptuna 0,3° na północ od Wenus wydaje się niemożliwe. Jeszcze mniejsze są szanse na obserwacje dwóch wcześniejszych koniunkcji, kreślącego zamaszystą pętlę Merkurego, z jeszcze później wschodzącym Neptunem: 2 kwietnia, a zwłaszcza 24 marca

Nadal długo ozdobą wieczornego nieba jest Mars, początkowo zachodzący około godz. 23.00, z końcem kwietnia tylko o 15 min wcześniej, choć wskutek zmiany czasu na letni — dopiero krótko przed północą. Ponieważ jednak coraz później zapada zmierzch, w ciągu marca i kwietnia czas widoczności Marsa ulega skró-



ceniu, o 0,4 mag maleje również jego jasność. Szczególnie malowniczo Mars powinien prezentować się na przełomie marca i kwietnia: podczas wędrówki przez zachodnie rejony gwiazdozbioru Byka, 31 marca znajdzie się 3° na południe od gromady gwiazd Plejady. Wędrując dalej, 15 kwietnia Czerwoną Planetę zobaczymy niespełna 5,5° na północ od również czerwonego, choć o 60% jaśniejszego Aldebarana, najjaśniejszej gwiazdy tej konstelacji, warto więc, zwłaszcza tego wieczoru, skierować wzrok na zachodnią stronę nieba.

Coraz dłużej goszczą na marcowo-kwietniowym nocnym niebie planetarne olbrzymy — Jowisz w południowej części konstelacji Wężownika i Saturn niemal w centrum Strzelca. Przez cały ten czas, wędrując 26° przed Saturnem, Jowisz wschodzi około 108 min wcześniej, a z końcem kwietnia obie planety pojawiają się na niebie o prawie 4 h wcześniej niż na początku marca. Jasność Jowisza w tym czasie wyraźnie wzrasta: o 0,5 magnitudo, podczas gdy w przypadku Saturna utrzymuje się niemal dokładnie na stałym poziomie.

W marcu nie ma specjalnie atrakcyjnych opozycji jaśniejszych planetoid. Za to w pierwszej dekadzie kwietnia, po przeciwnej stronie Ziemi niż Słońce i tym samym najbliżej nas, przewędrują aż dwie dość jasne planetoidy. Odkryta w 1847 r. przez Johna Kinda, planetoida (7) Iris, wędrująca na pograniczu wiosennych konstelacji Kruka i Panny, zbliży się do nas najbardziej nocą 5/6 kwietnia. Niespełna 3,5 doby później, wieczorem 9 kwietnia, w opozycji znajdzie się druga w kolejności odkrycia, wyraźnie jaśniejsza, po raz pierwszy zaobserwowana w 1802 r. przez Heinricha Olbersa, planetoida (2) Pallas, łatwa do odnalezienia za pomocą lornetki w południowej części konstelacji Wolarza, 20' na południowy wschód od $2{,}6^m$ gwiazdy eta Bootis.

ROJE METEORÓW

W drugiej połowie kwietnia aktywny jest, na ogół średnio obfity, rój meteorów Lirydy, którego radiant usytuowany jest w doskonale widocznym w drugiej połowie wiosennych nocy gwiazdozbiorze Lutni, tuż przy granicy z Herkulesem. Najstarsze wzmianki o tym roju pochodzą z chińskich kronik sprzed 4000 lat. Meteory te związane są z odkrytą w 1861 r. okresową kometą C/1861 G1 (Thatcher), której okres obiegu Słońca wynosi 415 lat. Wielokrotnie ich aktywność skutkowała wręcz „deszczami" meteorów, podczas których odnotowywano nawet do 1800 „spadających gwiazd" w ciągu godziny, ostatnio, w latach 1803 i 1922. Zazwyczaj jednak wykazują bez porównania mniejszą aktywność: do około 18 na godzinę. Stosunkowo szybkie, białe meteory, przelatują przez ziemską atmosferę z prędkością 49 km/s, nie pozostawiając śladów. Tegoroczne maksimum przewiduje się na 23 kwietnia, obserwacje najlepiej prowadzić po północy, gdy gwiazdozbiór Lutni wznosi się wysoko na południowej części nieba.

GWIAZDY ZMIENNE

Poniżej zamieszczamy charakterystyczne momenty (maksima lub minima) przedstawicieli trzech typów gwiazd zmiennych, możliwe do zaobserwowania na nocnym niebie.

Algol (β Persei), zmienna zaćmieniowa o okresie 2,8673 doby i zakresie zmian jasności od $2{,}1^m$ do $3{,}4^m$. Tabelka zawiera momenty głównych (głębszych) minimów jasności:

marzec		kwiecień
2, 1.11	22, 2.52	14, 2.24
4, 22.00	24, 23.41	16, 23.12
7, 18.48	27, 20.30	19, 20.01

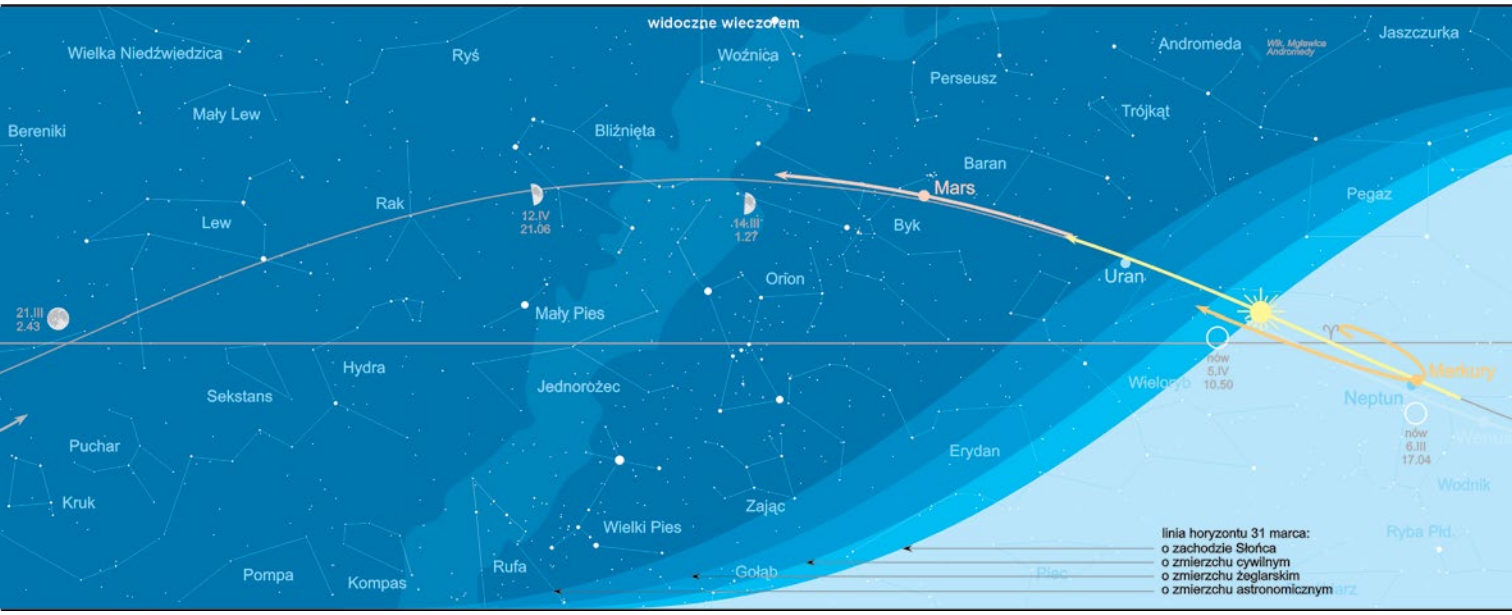
Cefeida klasyczna (δ Cephei), gwiazda pulsująca o okresie zmian jasności 5,3663 doby, w zakresie od $3{,}5^m$ do $4{,}4^m$. Tabelka podaje momenty maksimów jasności:

marzec	kwiecień
1, 20.26	3, 2.11
7, 5.14	13, 19.47
12, 22.49	19, 4.35
	29, 22.10

Mirydy — gwiazdy zmienne długookresowe o okresie zmian powyżej 100 dni. W tabelce zestawiono, przypadające w tych miesiącach, maksima blasku kilkunastu jaśniejszych miryd.

marzec			kwiecień		
2, R Vir	$6{,}9^m$		24, V Cas	$7{,}9^m$	9, W And	$7{,}4^m$
18, SS Vir	$6{,}8^m$		28, W Cet	$7{,}6^m$	24, U Ori	$7{,}3^m$
24, U Cet	$7{,}5^m$		31, R Oph	$7{,}5^m$	26, R Dra	$7{,}6^m$

Jan Desselberger



Źródło: Hewelianum / Szymon Ozimek

Galaktyka spiralna M 63

Źródło: Wikipedia / ESO

Galaktyka spiralna M 66

Źródło: NASA, STScI, WikiSky

Galaktyka eliptyczna M 86

WIOSENNE GALAKTYKI

Choć marzec jest na naszej półkuli miesiącem jeszcze w 2/3 zimowym, to nawet w pierwszych jego dniach, już przed północą możemy odnaleźć na niebie komplet wiosennych gwiazdozbiorów, z dominującymi pośród nich Lwem, Panną i Wolarzem, których najjaśniejsze gwiazdy wytyczają efektowny Trójkąt Wiosenny. Jako jeden z dwóch (oprócz nieba jesiennego) rozległych obszarów nieba usytuowanych z dala od wstęgi Drogi Mlecznej, niebo wiosenne szczególnie obfituje w różnych typów odległe galaktyki, których część prezentowaliśmy już w minionych latach.

Wybrane tym razem obiekty, to przedstawicielki trzech typów galaktyk, odkryte przez twórcę słynnego XVIII-wiecznego Katalogu mgławic i gromad gwiazd, Charlesa Messiera lub jego najbliższego współpracownika, Pierre'a Méchaina. W tamtych czasach, galaktyki traktowano na równi z należącymi do Drogi Mlecznej mgławicami. Gdy umiano już mierzyć tak wielkie odległości i okazało się, że leżą znacznie dalej, przez dziesiątki lat nazywano je mgławicami pozagalaktycznymi, by dopiero w pierwszej połowie XX w. uznać te obiekty za odrębne galaktyki, skupiska gwiazd i materii międzygwiazdowej, podobne do Naszej Galaktyki.

Wszystkie proponowane poniżej do obserwacji obiekty, w marcowe i kwietniowe noce przebywają wiele godzin ponad horyzontem, co pozwala na ich obserwację o różnych porach nocy, za pomocą niekoniecznie dużego amatorskiego teleskopu. Dostrzeżenie ich szczegółów wymaga już jednak większego teleskopu i/lub długo naświetlanych fotografii.

Słonecznik (M 63) — najjaśniejsza z przedstawionych galaktyk, pierwsza, odkryta w lipcu 1779 r. przez Messiera i zamieszczona w jego Katalogu „mgławica spiralna", wyglądem kojarząca się rzeczywiście z okazałym kwiatem słonecznika. Zwróconą ku nam ukośnie, z odległości 37 mln lat św. widoczną jako obiekt o rozmiarach kątowych około 40% tarczy Księżyca pomiędzy kwadrą a pełnią, tę spiralną galaktykę odnajdziemy blisko centrum gwiazdozbioru Psów Gończych, 5,3° na północny wschód od $2{,}9^m$ Cor Caroli — najjaśniejszej gwiazdy konstelacji.

M 66 — odkryta 8,5 miesiąca później, dwa razy ciemniejsza galaktyka spiralna z dość wyraźną poprzeczką, którą również widzimy z ukosa, jako obiekt o kątowych wymiarach trzykrotnie mniejszych od Księżyca w kwadrze. Odnajdziemy ją we wschodniej części gwiazdozbioru Lwa, 2,8° na południowy wschód od $3{,}8^m$ gwiazdy Chort, jako najdalej na południe wysunięty składnik tzw. Tripletu Lwa, tworzonego wraz ze spiralnymi galaktykami M 65 i NGC 3628.

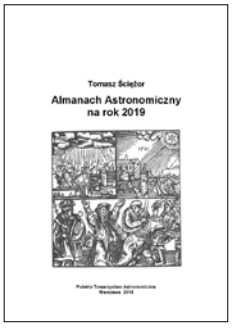
M 86 — odkryta rok po poprzedniej, równie jasna, tym razem klasyfikowana jako eliptyczna lub soczewkowata, galaktyka należąca do rozciągającej się na pograniczu gwiazdozbiorów Panny i Warkocza Bereniki, ogromnej Gromady Galaktyk w Pannie. W gąszczu sąsiednich galaktyk, bez pomocy dokładnej mapy niełatwo ją odnaleźć, 9,1° na wschód od Deneboli (β Lwa). Usytuowana niemal dokładnie na granicy obu konstelacji, stanowi centralny i najjaśniejszy obiekt tzw. Łańcucha Markariana, charakterystycznego ciągu co najmniej 7 galaktyk. Jej kątowe rozmiary na naszym niebie to około 0,3 rozmiarów księżycowej tarczy trzy dni przed lub po pełni.

Źródło: Sloan Digital Sky Survey / Wikipedia

Galaktyka spiralna M 109

M 109 — jeszcze jedna galaktyka spiralna z poprzeczką, 2-krotnie ciemniejsza od poprzedniej, usytuowana w gwiazdozbiorze Wielkiej Niedźwiedzicy, 0,65° na południowy wschód od gwiazdy Phecda (γ UMa). Nachylona ku nam pod kątem około 45°, przyjmuje na niebie rozmiary 1/4 tarczy Księżyca dobę po pierwszej lub przed ostatnią kwadrą, ukazując bardzo wyraźną strukturę spiralnych ramion, z dobrze wykształconą poprzeczką. Nie znalazła się pośród 103 obiektów pierwszego wydania Katalogu Messiera, co uzupełniono dopiero w 1953 r., jako przedostatnią pozycję ostatecznej jego wersji

Jan Desselberger



ALMANACH ASTRONOMICZNY NA ROK 2019

„Almanach" można pobrać ze strony www.urania.edu.pl/almanach
Znajduje się też w Google Play (urządzenia mobilne z systemem Android). W obu przypadkach jest bezpłatny.

Dostępna jest nowa edycja „Almanachu Astronomicznego na rok 2019" wydawanego przez Polskie Towarzystwo Astronomiczne (PTA). Almanach powstał w 2008 r. jako elektroniczna kontynuacja wydawanego przez Polskie Towarzystwo Miłośników Astronomii w latach 1992–2007 „Kalendarza Astronomicznego". Do 2014 r. wydawcą almanachu był Klub Astronomiczny „Regulus", od 2015 r. jest nim PTA.

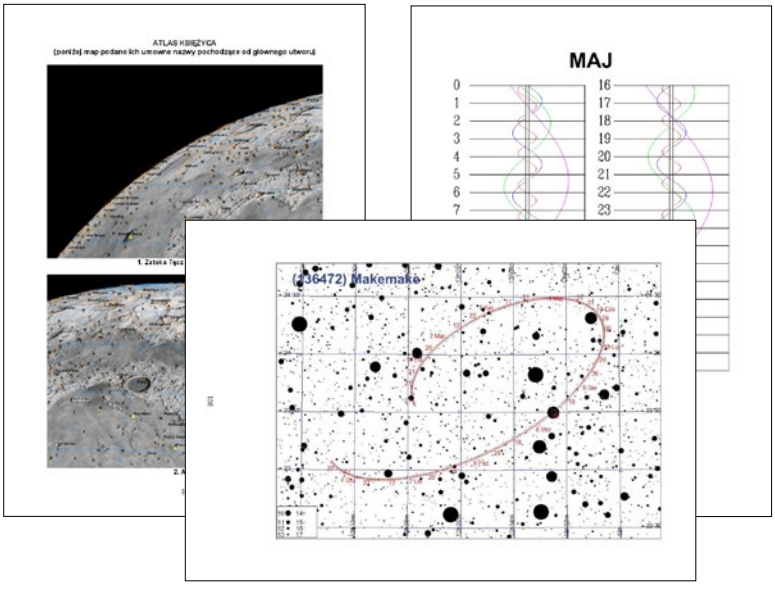
„Almanach", w zamierzeniu autora, obejmować ma całokształt problematyki obserwacyjnej, jednak pełni też funkcję kalendarza. Można w nim znaleźć m.in. szczegółowe efemerydy Słońca, Księżyca i planet, zarówno podstawowe (jak np. ich współrzędne równikowe), jak również poszerzone (np. współrzędne prostokątne Słońca czy też tabele do obserwacji fizycznych szczegółów na powierzchni wybranych ciał niebieskich, w tym nawet niedocenianego Merkurego). Podane są również efemerydy planet karłowatych, kilkudziesięciu jaśniejszych planetoid oraz najjaśniejszych komet — dla tych klas obiektów załączono mapy ich tras na niebie. W skład „Almanachu" wchodzi również szczegółowy atlas Księżyca, uzupełniony o rozdział opisujący tzw. „zjawiska sporadyczne" występujące na jego powierzchni. Podany jest także spis wszystkich znanych rojów meteorów, z zaznaczeniem rojów aktywnych oraz wyróżnieniem tych, których obserwacja jest szczególnie w danym roku pożądana. Szczegółowo opisane i zilustrowane są wszystkie widoczne na Ziemi zaćmienia Słońca i Księżyca, jak również przejście Merkurego na tle tarczy Słońca, które to rzadkie zjawisko będzie można obserwować w bieżącym roku. Oddzielny dział stanowią tabele i diagramy ułatwiające obserwacje naturalnych satelitów Jowisza, Saturna, Urana, Neptuna i (dla zaawansowanych) Plutona. Podane są równie efemerydy kilkudziesięciu gwiazd zmiennych zaćmieniowych, jak również cefeid, gwiazd typu RR Lyr i miryd. Z kolei zjawiska zakryciowe reprezentowane są przez efemerydy zakryć jasnych gwiazd przez Księżyc, podane dla 12 miast w Polsce, jak również prognozy potencjalnie widocznych z terenu Polski zakryć gwiazd przez planetoidy.

Począwszy od minionego roku w „Almanachu" są zamieszczone również efemerydy kilkudziesięciu egzoplanet, których tranzyty możliwe są do obserwacji przez miłośników astronomii. Obserwacje tych zjawisk są z jednej strony niezwykle atrakcyjne, z drugiej mają niezaprzeczalne znaczenie naukowe. Od minionego roku w „Almanachu" można znaleźć efemerydy przelotów nad Polską Międzynarodowej Stacji Kosmicznej (ISS), pozwalające na zaplanowanie obserwacji również tego, tym razem sztucznego, obiektu.

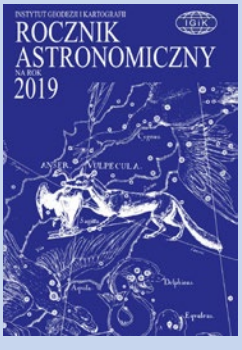
Sam „Almanach" jest dostępny w portalu *Uranii* w dwu wersjach — w postaci pojedynczego, niezmiennego pliku PDF, jak również w postaci bloków tematycznych. Niektóre z tych bloków w ciągu roku są aktualizowane w miarę pozyskiwania nowych danych — dotyczy to w szczególności efemeryd gwiazd zmiennych długookresowych (miryd). Dzięki temu „Almanach Astronomiczny" zachowuje aktualność w ciągu roku.

Autor ma nadzieję, że „Almanach" jest pozycją spełniającą oczekiwania użytkowników, jednak liczy na uwagi, które pozwolą na jego dalszy rozwój.

Tomasz Ściężor



W formie elektronicznej dostępny jest także „Rocznik astronomiczny na rok 2019" wydany przez Instytut Geodezji i Kartografii. Można go znaleźć pod adresem http://www.igik.edu.pl/pl/a/Rocznik-Astronomiczny-2019



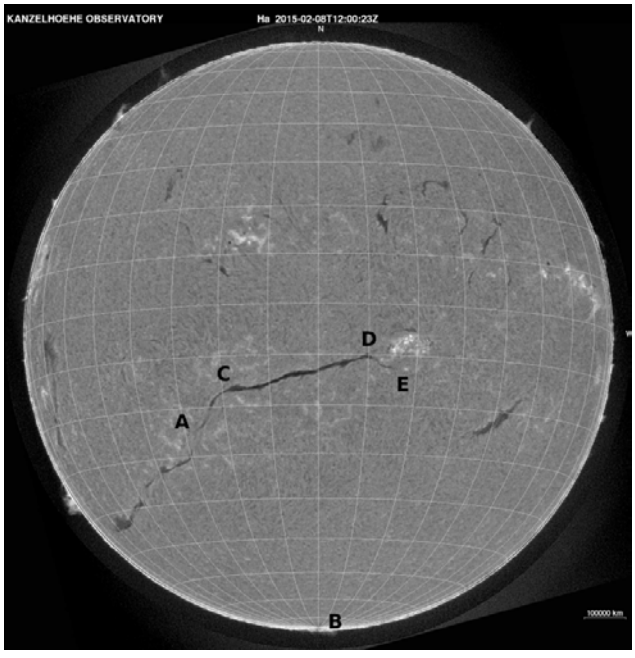
ROZWIĄZANIE ZADANIA DRUGIEJ SERII I STOPNIA LX OLIMPIADY ASTRONOMICZNEJ

TREŚĆ ZADANIA

Oszacuj masę włókna chromosferycznego (czyli protuberancji spokojnej), widocznego w centralnej części tarczy słonecznej pomiędzy południkami 27°E i 16°W. Przybliż tę protuberancję bryłą, której długość do średniej wysokości i do średniej grubości mają się do siebie jak 100:10:1 i przyjmij, że gęstość plazmy w typowej protuberancji spokojnej wynosi 10^{10} cząstek/cm^3; przy czym średnia masa cząsteczkowa to 1,5 masy protonu.

ROZWIĄZANIE

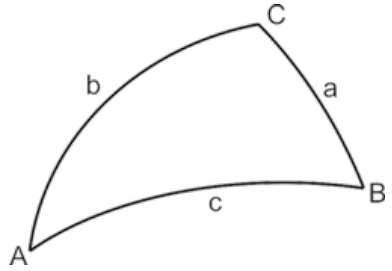
Do zadania dołączone było zdjęcie Słońca z widoczną protuberancją. Zaznaczmy na nim kilka przydatnych punktów.



Jak widać, protuberancja nie jest prosta i składa się z trzech części. Dodatkowo na zdjęciu zaznaczono południowy biegun heliograficzny. Wyznaczmy współrzędne zaznaczonych punktów:

A = (25°S, 27°E)
B = (90°S)
C = (17°S, 20°E)
D = (10°S, 10°W)
E = (13°S, 16°W)

Teraz, korzystając z wzoru cosinusów dla trójkąta sferycznego, wyznaczymy długości odcinków: |AC|, |CD| i |DE|.



Dla trójkąta przedstawionego na rysunku wzór wygląda następująco:

$$\cos(\alpha) = \cos(b)\cos(c) + \sin(a)\sin(c)\cos(A).$$

Stosując ten wzór analogicznie w naszych trójkątach, jesteśmy w stanie zauważyć, że:

$$\cos(|AC|) = \cos(|BC|)\cos(|BA|) + \sin(|BC|)\sin(|BA|)\cos(A_1),$$
$$\cos(|CD|) = \cos(|BD|)\cos(|BC|) + \sin(|BD|)\sin(|BC|)\cos(A_2),$$
$$\cos(|DE|) = \cos(|BE|)\cos(|BD|) + \sin(|BE|)\sin(|BD|)\cos(A_3).$$

Przyjmując, że szerokość heliograficzna punktu oznaczona jest przez φ, a długość przez λ, obliczmy wartości wszystkich potrzebnych kątów:

$$|BA| = \varphi B - \varphi A = 65°$$
$$|BC| = \varphi B - \varphi C = 73°$$
$$|BD| = \varphi B - \varphi D = 80°$$
$$|BE| = \varphi B - \varphi E = 77°$$
$$A_1 = \lambda A - \lambda C = 7°$$
$$A_2 = \lambda C + \lambda D = 30°$$
$$A_3 = \lambda E - \lambda D = 6°$$

Stosując funkcję arcus cosinus znajdujemy wartości długości poszczególnych odcinków:

$$|AC| = 0{,}18 \text{ rad},$$
$$|CD| = 0{,}52 \text{ rad},$$
$$|DE| = 0{,}11 \text{ rad}.$$

Niech L_p będzie długością całej protuberancji. Jej długość można obliczyć z prostej proporcji:

$$L_p = \frac{(AC + CD + DE)}{2\pi} \cdot 2\pi R_s$$

gdzie $R_S = 7 \cdot 10^8$ m jest promieniem Słońca. Z tego wynika, że

$$L_p = 5{,}7 \cdot 10^8 \text{ m}.$$

Stosunek długości wymiarów naszej bryły jest równy 100:10:1. Zakładając, że podstawą protuberancji jest elipsa, to wzór na jej objętość wyraża się wzorem:

$$V = ab\pi \cdot H = 0{,}01 L_p \cdot 0{,}1 L_p \cdot \pi \cdot L_p = 5{,}8 \cdot 10^{29} \text{ cm}^3.$$

Znamy gęstość protuberancji ρ i średnią masę cząsteczkową μ. Przekształcając wzór ogólny na gęstość substancji, otrzymujemy rozwiązanie zadania:

$$M = \rho \cdot \mu \cdot V = 1{,}5 \cdot 10^{13} \text{ kg}.$$

Krzysztof Lisiecki

Autor rozwiązania jest finalistą LX Olimpiady Astronomicznej.

Dźwięki kosmosu po raz trzeci

Voices Of The Cosmos (VOTC) to wspólny projekt Rafała Iwańskiego (Hati / X-NAVI:ET) i Wojciecha Zięby (Electric Uranus) realizowany od 2009 r. wraz z astronomem Sebastianem Soberskim. O ich wspólnych dokonaniach pisałem parokrotnie na łamach „Uranii". Pięć lat temu opis drugiej części kończyłem słowami: *Większa liczba stosunkowo krótkich utworów wręcz pozostawia pewien niedosyt. Aż chciałoby się, by niektóre z nich trwały znacznie dłużej. Może warto pomyśleć o kontynuacji projektu? „Trójka" to przecież taka ładna liczba…* I stało się! Właśnie niedawno, dokładnie w dzień całkowitego zaćmienia Księżyca 21 stycznia br. (data wybrana nieprzypadkowo) miała swą premierę trzecia część tego oryginalnego przedsięwzięcia.

Pierwsza część zdominowana była dźwiękami pulsarów i radiowymi pulsami magnetosfer planet olbrzymów, co było zapewne efektem współpracy z Sebastianem Soberskim pracującym w Centrum Astronomii UMK na 32-m radioteleskopie odbierającym m.in. takie sygnały. Na drugiej płycie projektu VOTC królowały odgłosy generowne przez plazmę słoneczną i jej interakcje z ziemską magnetosferą (zorze polarne). Słysząc zapowiedzi wydania kolejnej części VOTC, bardzo byłem ciekaw, czym teraz uraczą nas jego autorzy? Czy będzie to tylko nowe granie starych pomysłów, czy też zaskoczą czymś zupełnie nowym?

Co nam przynosi trzecia część? Przede wszystkim różnorodność. Mamy tu ponownie dźwięki rejestrowane przez radioteleskopy z aktywnego Słońca i pobudzonej nim ziemskiej magnetosfery. Mamy dźwięki zarejestrowane podczas zakończonej w 2017 r. misji badań Saturna przez sondę Cassini. Są radiowe echa meteorów z roju Leonidów. Nowością są odgłosy z symulacji układu podwójnego białych karłów, efektów sejsmicznych w gwiazdach czy też udźwiękowiony obraz powierzchni naszego Księżyca (skorzystano tu z ciekawej metody opracowanej przez amerykańskiego kompozytora Andrew Kaisera, polegającej, w wielkim skrócie, na tworzeniu dźwiękowego spektrogramu obrazu z wykorzystaniem szybkiej transformaty Fouriera).

Oczywiście to wszystko sowicie polane jest sosem dźwięków generowanych przez Iwańskiego i Ziębę za pomocą analogowych i cyfrowych syntezatorów oraz przeróżnych generatorów tonów i pętli, gongów, jak i przemyślnych źródeł dźwięków własnej produkcji. Muzycy robią to tak genialnie, że niewtajemniczonemu słuchaczowi trudno zauważyć granicę, gdzie kończą się odgłosy naturalnego, kosmicznego pochodzenia i do głosu dochodzi nieokiełznana wyobraźnia muzyczna autorów projektu.

Słuchając trzeciej części VOTC, szybko przestałem tracić energię na ten daremny trud odsiewania tego co niebiańskie od tego co ludzkie i po prostu poddałem się magii dźwięków płynących z głośników.

Czy będą kolejne części VOTC? Autorzy nie mówią „nie"!

Jacek Drążkowski

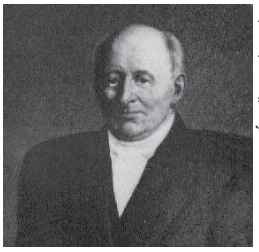
Konkurs na fotki z Uranią

Aby lepiej poznać tajemnice planet i Wszechświata, Staś Fiebich wybrał się z Uranią na szczyt kopuły Bazyliki św. Piotra w Watykanie. Zdjęcie wykonała mama – Małgorzata Fiebich.

Biuletyn Sekcji Obserwacji Słońca PTMA

Natura Słońca (cz. 2)

Obserwacją naukową plam słonecznych przez długi okres czasu zajmował się Samuel Heinrich Schwabe (1789–1875). Systematyczne obserwacje rozpoczął od 1826 r. w swoim obserwatorium astronomicznym Dessau. Był przekonany, że odkryje w pobliżu Słońca nieznaną jeszcze nikomu planetę znajdującą się znacznie bliżej niż Merkury. W każdy pogodny dzień liczył plamy na powierzchni Słońca, zapisując je skrupulatnie w swoim dzienniku obserwacyjnym. Okres obserwacji S.H. Schwabe to ponad 40 lat w różnym przedziale czasowym. Na podstawie liczonych plam dochodzi do wniosku, że liczba plam na tarczy słonecznej zmienia się w przedziale 10 lat. W tym czasie liczbowo jest ich najwięcej, później powoli ulega zmniejszeniu, osiągając minimalną wartość. Astronom wszystkie swoje zapiski liczbowe plam zestawił w tablicach, z których wynika, że plamy od 1826 r. pojawiały się okresowo. W roku 1828 nie było plam na Słońcu. 5 lat później znowu pojawiały się ich większe ilości. Za następne 5 lat w 1838 r. znowu ich liczba zmalała prawie do zera. Wszystko to w swojej mrówczej pracy przedstawił i w 1851 r. był już pewnył nasza Dzienna Gwiazda – Słońce posiada 10-letni cykl aktywności nasilania się plam słonecznych. Z różnych, jeszcze wcześniejszych niezależnie prowadzonych obserwacji Słońca, potwierdzono zgodność pojawiania się plam z obserwacjami prowadzonymi przez S.H. Schwabe. Trzeba podkreślić, że astronom prowadził obserwacje plam w sposób systematyczny przez długi okres czasu. Opierając się na jego obserwacjach, cofnięto się jeszcze bardziej w przeszłość. Okazało się, że trafiono na zapiski astronomów z 1643 i 1715 r. Liczba plam wówczas była niewielka. Ostatecznie okres aktywności uśredniono i przyjęto jako 11-letni cykl. Jednak praca, jaką wykonał S. H. Schwabe – cykl 10 letniej aktywności – odbiegała od normy. Zdarzyło się, że pomiędzy maksymalnymi wartościami plam słonecznych na powierzchni Słońca okres ten był krótszy, tylko 7-letni. W drugim przypadku u innych astronomów był znacznie dłuższy: 16-letni. Miało to miejsce w latach 1788–1804.



Źródło: Wikipedia

Janusz Bańkowski

PODSUMOWANIE ROKU 2018 I PLANY SEKCJI SOS PTMA NA ROK 2019

Koniec roku to przede wszystkim czas podsumowań. W 2018 r. udało nam się przebudować stronę tak, aby wyświetlała się w pełnej rozdzielczości. Również doprowadziliśmy do końca możliwość pisania raportu online oraz wglądu do innych raportów naszych obserwatorów. Do sekcji dołączył drugi już obserwator z Hiszpanii i bardzo szybko asymilował się na naszej stronie. Pod koniec roku udało nam się opracować graficznie i zakupić przy pomocy PTMA koszulki sekcji dla obserwatorów i chętnych. Wraz z początkiem roku chcielibyśmy, jak to już stało się tradycją, wydać nasz kolejny kalendarz astronomiczny. Byłby to już trzeci nasz kalendarz. Ze względu jednak na brak sponsorów, którzy opłaciliby druk kalendarza, prawdopodobnie zostanie on wydany w wersji elektronicznej. Tak jak w poprzednich latach tak i teraz kalendarz będzie składał się z tzw. dziennika obserwatora Słońca oraz artykułów dot. zjawisk na niebie. Całością opracowania kalendarza zajął się Janusz Bańkowski, natomiast grafiką wersji elektronicznej Maciej Polak z drukarni Tempoprint. Korektą zajmie się Adam Tużnik. Jak wiemy z artykułów ukazujących się w mediach, rok 2019 to stuletnia rocznica powstania PTMA i czasopisma Urania. Sto lat temu została powołana do życia Międzynarodowa Unia Astronomiczna. My chcemy w tym roku przeprowadzić zjazd Sekcji Obserwatorów Słońca. Zjazd miał się odbyć w 2018 roku, ale ze względów osobistych nie mogłem się zaangażować w jego przygotowanie, stąd termin zjazdu został przeniesiony na rok 2019. Miejscem zjazdu będzie obserwatorium w Piwnicach. Niestety ze względu na ograniczoną ilość miejsc w hotelu będzie również ograniczona liczba uczestników zjazdu. Osoby mieszkające w niewielkiej odległości od Piwnic nie będą korzystały z noclegu w obserwatorium. W pierwszej kolejności będą zapisywani obserwatorzy sekcji, a dopiero później osoby z grupy facebook. Obserwatorzy jak i pozostali uczestnicy, którzy zadeklarują swój przyjazd, będą musieli opłacić tzw. konferencyjne w wysokości 50 zł. Uczestnicy na zjazd przyjeżdżają na własny koszt. Pobyt osób zagwarantuje PTMA. Tak pokrótce przedstawia się plan zjazdu

21 września w godz. popołudniowych zjeżdżamy się do obserwatorium.

Około godz. 18.00 nastąpi przywitanie uczestników przez prezesa PTMA i koordynatora sekcji. W tym dniu nie będzie posiłku.

22 września

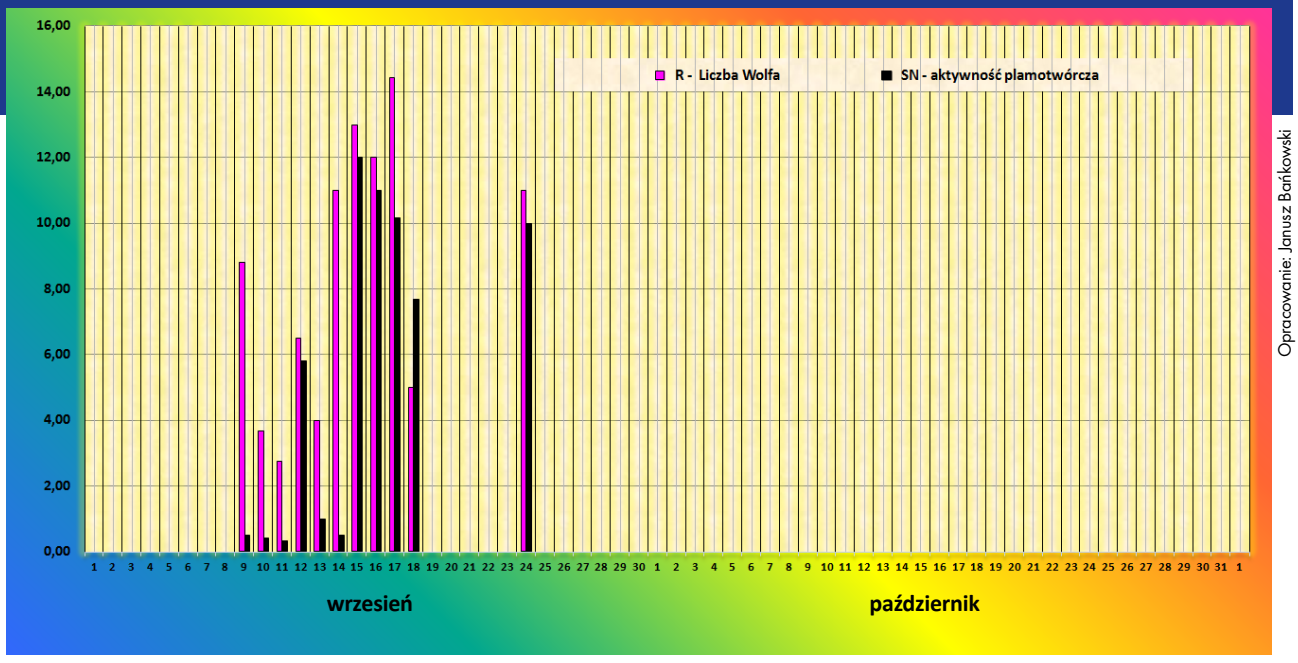
7.00 do 8.00 – śniadanie

Od 9.00 do 12.00 -prelekcje

13.00 – krótkie zwiedzanie obserwatorium

Od 15.00 do 20.00 – druga część prelekcji

21.00 – ognisko i obserwacje nocnego nieba



Raport nr 11/2018

Mimo że przewidywano pojawienie się nowego cyklu, wszystko na to wskazuje, że będziemy musieli jeszcze trochę na niego poczekać. Co prawda od czasu do czasu pojawiają się grupy nowego cyklu, ale to sporadycznie pojawiające się grupy nierozwijające się podczas przejścia przez tarczę Słońca.Tymczasem średnia liczba Wolfa w listopadzie wyniosła R = 3,07 a średnia SN = 1,98. Swoje raporty przysłało 7 obserwatorów.

OBSERWATORZY:
1. Zapata Antonio Morales 30
2. Jimenez Francisko 21
3. Zagrodnik Jerzy 18
4. Bańkowski Janusz 14
5. Mikołajczak Eugeniusz 12
6. Raczyński łukasz 10
7. Figiel Tadeusz 4

Raport nr 12/2018

Tylko w drugim tygodniu grudnia pojawiały się plamy na Słońcu. W tych dniach liczba Wolfa nie przekroczyła 25 a, średnia wyniosła R = 2,06 i średnia SN = 1,93. Reszta dni to cisza na tarczy Słońca. Siedmiu obserwatorów wykonało dla liczby Wolfa 79 obserwacji a, dla SN 54 obserwacje.

OBSERWATORZY:
1. Antonio Jesus Zapata Morales 31
2. Jimenez Francisco 25
3. Zagrodnik Jerzy 10
4. Mikołajczak Eugeniusz 6
5. Bańkowski Janusz 4
6. Raczyński Łukasz 2
7. Figiel Tadeusz 1

Koordynator SOS PTMA Tadeusz Figiel

23 września (niedziela)

7.00 do 8.00 – śniadanie

9.00 wyjazd do Truszczyn i zwiedzanie obserwatorium połączone z prelekcją Roberta Szaja

Oczywiście plan może ulec zmianie.

Chciałbym, aby jednym z tematów prelekcji było chronometryczne badanie Słońca, przeprowadzane w tamtejszym obserwatorium przez prof. Gawrońską. Temat jest mało znany, dotyczący obserwacji Słońca na specjalnym paśmie radiowym przy użyciu anten zwanych chronometrami. Oczywiście chcielibyśmy zaprosić również heliofizyka. Czy się uda, zobaczymy. Na tym zjeździe zostanie przedstawiony dorobek sekcji po I zjeździe w Toruniu. Marzy mi się, abyśmy mogli przeprowadzić poglądową obserwację Słońca specjalnym teleskopem znajdującym w jednym z obserwatoriów dla teleskopów optycznych. Na miejscu pomagać mi będą: Maciej Mikołajewski i Agnieszka Górska-Pukownik. Dokładny plan zjazdu wraz z tematami prelekcji będzie podany w późniejszych numerach Uranii.

PORTALE SPOŁECZNOŚCIOWE, ASTRONOMIA MOJA PASJA

Nowoczesne technologie i ogólny dostęp do internetu sprawiają, że przestajemy racjonalnie myśleć. Zapominamy, co jest najważniejsze w naszym tak krótkim życiu. Nigdy nie zastanawiamy się nad faktem naszego uzależnienia od portali społecznościowych typu facebook czy też samego internetu. Nie zastanawiamy się nad mijającym czasem przy komputerze. Brakuje czasu dla rodziny. Wiadomości z astronomii otaczają nas niczym sieć pajęcza. Nie zdajemy sobie sprawy, że czasem czytamy jeden i ten sam post 10 razy. Żyjemy w świecie wirtualnym, czasami w ogóle nie znając naszych znajomych, których mamy więcej i więcej. Wiem, astronomia to wspaniała nauka i chyba żadna inna jej nie dorówna, ale musimy trochę wyluzować, stać się normalnymi ludźmi. Postarajmy się zauważyć naszych bliskich, bo tak szybko odchodzą. To, kochani, taka trochę przestroga, by nasza pasja i posiedzenia na portalach społecznościowych nie przesłoniły nam rzeczywistości, realnego obrazu życia.

Tadeusz Figiel

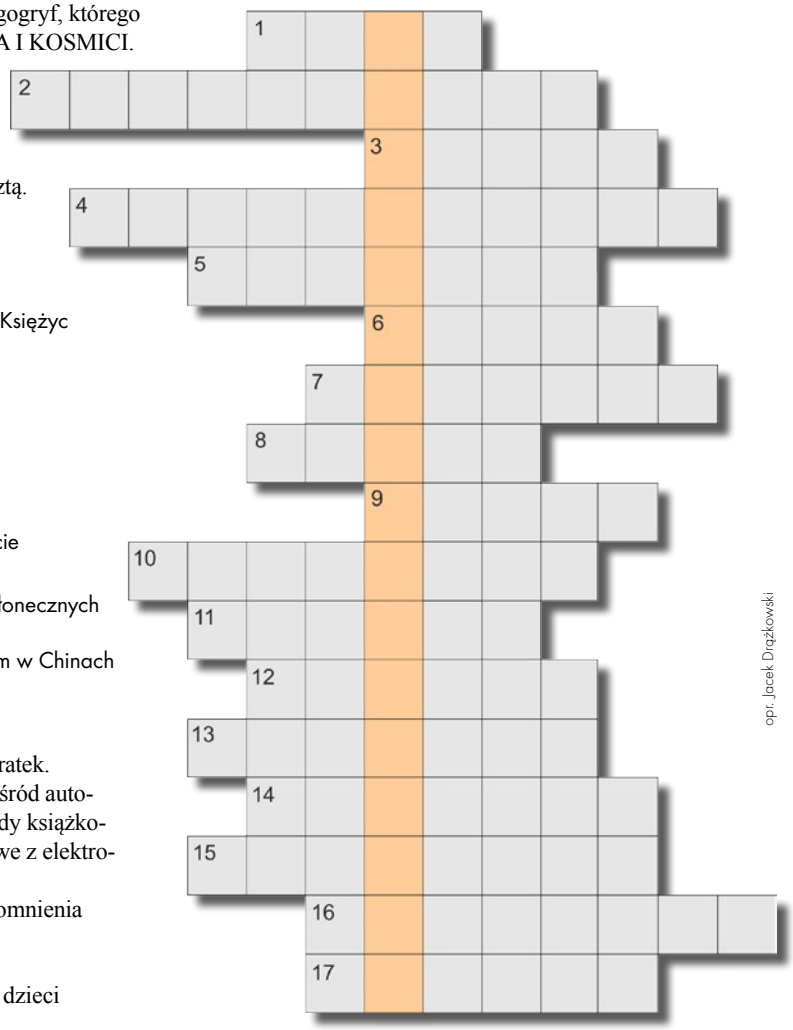
W „Uranii–PA” nr 5/2018 zamieściliśmy logogryf, którego rozwiązaniem jest hasło MAŁA URANIA I KOSMICI. Nagrody w postaci książek o tematyce astronomicznej wylosowali **Piotr Szady** z Zabrza i **Rafał Zorychta** z Kończyc Wielkich, natomiast płytę muzyczną otrzymuje **Arkadiusz Kostecki** z Łopiennika Górnego. Nagrody zostaną wysłane pocztą.

1. Chiński satelita naukowy
2. Patron uniwersytetu w Kijowie
3. Gwiazdozbiór wiosenny
4. Odkrywca pyłowych obłoków w układzie Ziemia–Księżyc
5. Oko Ziemi w Czardworku
6. Cel sondy Hayabusa2
7. Założyciel Astrokraka
8. Pręgowany księżyc Saturna
9. Kandydatki na ciemną materię
10. Słaba kometa na lato
11. Jedne z najjaśniejszych obiektów we Wszechświecie
12. Aktywny obserwator SOS PTMA
13. Nauczyciel sztucznej inteligencji szukającej pozasłonecznych planet
14. Miejsce pierwszego współczesnego obserwatorium w Chinach
15. Szuka ich Kamiokande
16. Imię sekretarza „Uranji”

Rozwiązanie utworzą kolejne litery z wyróżnionych kratek. Na rozwiązania czekamy do końca stycznia 2019 r. Wśród autorów poprawnych odpowiedzi rozlosujemy dwie nagrody książkowe o tematyce astronomicznej i dwie płyty kompaktowe z elektroniczną muzyką kosmiczną.

1. „Nowe opowiadania starego astronoma”, czyli wspomnienia i eseje profesora Józefa Smaka;
2. „Planeta Mars” Hieronima Hurnika;
3. „Kosmos. Jak to działa?”, książka o astronomii dla dzieci autorstwa Przemysława Rudzia;
4. Płyta muzyczna CD ufundowana przez sklep **www.generator.pl**

Rozwiązania można przesyłać pocztą tradycyjną, mailowo na adres urania@urania.edu.pl, lub sms-em na nr 600 663 640, podając hasło, nr nagrody, nazwisko i adres wysyłki. Podanie danych adresowych jest dobrowolne i konieczne do otrzymania nagrody.

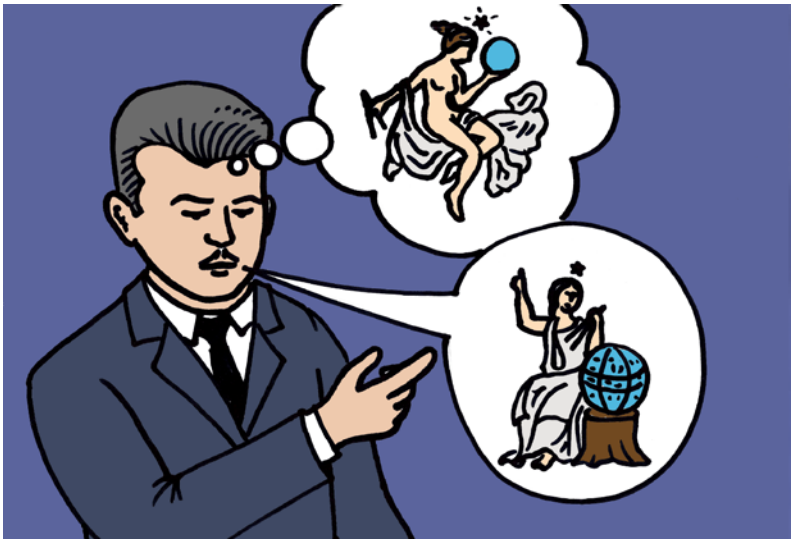


opr. Jacek Drążkowski

Słowa kluczowe do rozwiązania krzyżówki zamieszczonej w „Uranii–PA” 5/2018: 1. GEMINIDY, 2. MAEZAWA, 3. SŁOŃCE, 4. PULSARY, 5. OUMUAMUA, 6. STELLARIUM, 7. HAYABUSA, 8. TARANTULA, 9. RIVKIN, 10. UDALSKI, 11. JOWISZ, 12. PEAKE, 13. PANOPTES, 14. TESS, 15. SHOEMAKER, 16. SPITZER, 17. SPICA, 18. BIERNIKOWICZ.

Muza, co nie daje spać...

astrożarty Jacka D.



Astronomem, który „pogonił” trzech założycieli „Uranii” z obserwatorium był Felicjan Kępiński. Gwoli sprawiedliwości, szybko jednak przygarnął ich z powrotem. Żart obok, który nie przeszedł redakcyjnej cenzury w wersji dla dzieci (s. 35) nie jest jednak naszym wymysłem. Rozebrana Urania zdobi okładki całego rocznika 1926, kiedy redaktorem był Eugeniusz Rybka. Postanowiliśmy, że będzie nam towarzyszyć przy wyjątkowych okazjach.

Z pewnym niepokojem przeczytałem informację w Kalendarzu Astronomicznym pod datą 1 kwietnia 2019 r. Cytuję: "Kolizja planetoidy 30 Urania z Ziemią".

Jeśli to nie jest prima aprilis, to jak się w tej sytuacji zachować?

Z kolei niżej, w tym samym miesiącu, czytam:

17 kwietnia perygeum Księżyca 364 211 km

25 kwietnia perygeum Księżyca 368 719,6 km

Ale o co chodzi?

Kasper Fabrowski, Bydgoszcz

Red. W pierwszym przypadku najlepiej kupić specjalny kask ochronny „Astronarium":

https://sklep.pta.edu.pl/gadzety/190-czapka-astronarium-z-latarka.html

Co do drugiego problemu, to ewidentnie sprawka naszego redakcyjnego chochlika, który czasami daje o sobie znać w tak wredny, bo dotykający merytorycznych spraw, sposób. Oczywiście, łatwo zauważyć po dacie apogeum 28 kwietnia, że prawdziwą datą perygeum musi być ta wcześniejsza.

Fot. Konrad Mruk

Za spostrzegawczość i szybka reakcję wspomniana wyżej czapka należy się w prezencie!

* * *

Styczniowe zaćmienie Księżyca miałem okazję uwiecznić (szerokie i średnie kąty) na szczycie góry Śnieżki (1603 m.n.p.m.).

Pytanie: Czy będą Państwo zainteresowani zdjęciami wysokiej rozdzielczości i kilkoma słowami komentarza do nich?

Konrad Mruk

Red. Tak, efektowne zdjęcia zjawisk i obiektów astronomicznych są u nas zawsze mile widziane! Niestety, nie zawsze mamy możliwość odpowiednio zaprezentować wszystkie na stronach naszego pisma.

ZAPROSZENIA
zloty, obozy, konkursy, spotkania, odczyty, wykłady, wydarzenia...

Polskie Towarzystwo Miłośników Astronomii

- 11 marca 2019: prof. dr hab. inż. Maciej Pawlikowski – Geologia i mineralogia Marsa, PTMA O/Kraków
- 25 marca 2019: Mariusz Meus – Na Południku Zerowym i nie tylko..., PTMA O/Kraków
- 08 kwietnia 2019: inż. Kamil Piotrowski – Akustyka planetarna – warunki atmosferyczne i ich wpływ na propagację fal akustycznych na przykładzie wybranych ciał niebieskich Układu Słonecznego, PTMA O/Kraków
- 13.05 – dr Marcin Kolonko – Silnik centralny układów z czarną dziurą – ostatnie odkrycia w dziedzinie obiektów supergęstych, PTMA O/Kraków

Centrum Astronomiczne im. M. Kopernika w Warszawie

- 3 marca 2019: David Abarca – Using Supercomputers To Model The Extreme Environments Around Nature's Densest Objects
- 11 marca 2019: Magdalena Sieniawska – Jakie informacje o gwiazdach neutronowych niosą fale grawitacyjne?
- 18 marca 2019: dr hab. Arkadiusz Olech – Polowanie na zorze polarne
- 25 marca 2019: Krzysztof Hryniewicz – Czy w kosmosie wieje wiatr?
- 1 kwietnia 2019: Agnieszka Majczyna – „Siedmiu wspaniałych", czyli radiowo ciche, izolowane gwiazdy neutronowe
- 8 kwietnia 2019: Agnieszka Pollo – Wszechświat w wielkiej skali
- 15 kwietnia 2019: Edith Pilska – Od LOA do Parku Astronomicznego Muzeum Mikołaja Kopernika we Fromborku
- 6 maja 2019: Marcin Kiraga – Najbliższe planety poza Układem Słonecznym
- 13 maja 2019: dr hab. Jarosław Dyks – Pulsary: Gwiazdy najbardziej niezwykłe, najbardziej tajemnicze
- 20 maja 2019: dr hab. Agata Różańska – Gorący Wszechświat w promieniach rentgena
- 27 maja 2019: Michał Chodorowski – Portret Wszechświata w krzywym zwierciadle

Instytut Astronomii Uniwersytetu Wrocławskiego

- 26 kwietnia 2019: Piotr Kołaczek-Szymański – Trzy miejsca we Wszechświecie, gdzie zawodzi zdrowy rozsądek
- 24 maja 2019: Krzysztof Kotysz – Czy istnieje życie rozumne na Ziemi?

W takiej postaci świat poznał idee Kopernika!

Jedyne nowożytne tłumaczenie I wydania Dzieł Kopernika dokonane przez astronoma wraz z łacińskim oryginałem.

NICOLAI COPERNICI
TORUNENSIS
DE REVOLUTIONIBUS ORBIUM COELESTIUM
LIBRI SEX.

MIKOŁAJA KOPERNIKA
TORUŃCZYKA
O OBROTACH CIAŁ NIEBIESKICH
KSIĄG SZEŚĆ

VARSAVIAE,
Anno MDCCCLIV.

W WARSZAWIE,
Roku 1854.

Reprint IV wydania *De revolutionibus* w tłumaczeniu Jana Baranowskiego z 1854 roku.

Unikatowe wydawnictwo Fundacji Nicolaus Copernicus dostępne w internetowej księgarni URANII: https://www.urania.edu.pl (zakładka sklep)

Księżyce pyłowe
ISTNIEJĄ!

Zdjęcie
CZARNEJ DZIURY

Pierwiastki
WE WSZECHŚWIECIE

DWUMIESIĘCZNIK • Tom XC • **2**/2019 (800)

Urania

POSTĘPY ASTRONOMII

1919 – 2019

CENA **14,90** ZŁ
w tym 5% VAT

PULSARY
zakręcone gwiazdy

DROGA MLECZNA
w obiektywie

ISSN 1689-6009 indeks 401323

100 lat Uranii i PTMA

Nowy serial dokumentalny twórców
ASTRONARIUM

astronomia niepodległa

Filmowa historia polskiej astronomii po odzyskaniu niepodległości w roku 1918.

Losy astronomów, obserwatoriów, instrumentów i odkryć na tle dziejów ostatniego 100-lecia.

Aktualne godziny emisji w ogólnopolskim pasmie TVP3

premiery (co 2 tygodnie):

czwartek godz. 17.00

powtórki:

piątek godz. 1.05

sobota godz. 7.05, 23.40

niedziela 5.35

Wszystkie odcinki na:

https://www.youtube.com/AstronariumPL

KOPRODUKCJA

FINANSOWANIE

Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego

Urania nasza muza

Dla szkół, uczelni oraz miłośników astronomii i amatorów nocnego nieba

Chwila nieuwagi i oto kolejny sukces! Jeszcze nie zdążyliśmy się przyzwyczaić do stulecia „pierwszej” *Uranii*, a właśnie „strzela nam” okrągły 800. numer *Uranii*! Licząc po 40 okładek w wierszu powinniśmy ich ułożyć 20. Okazało się jednak, że kilkudziesięciu okładek brakuje. Część zeszytów miała bowiem numerację podwójną. Większość wydawanych w postaci miesięcznika roczników powojennych miało zawierało podwójny numer wakacyjny sygnowany „lipiec–sierpień”. Jednak licząc legendarne cztery numery powielaczowe z lat 1919–21, kilka *Uranii* specjalnych oraz wszystkie numery *Postępów Astronomii*, pewnie dobiegamy do tysiąca.

Właśnie „strzelił” 800. numer Uranii

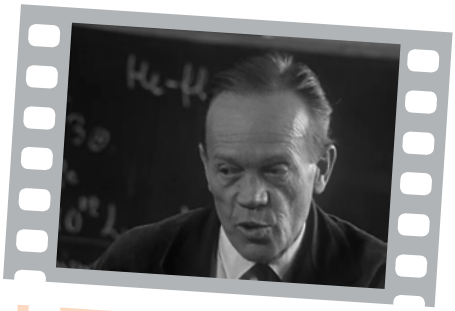
Od siedmiu lat zastanawiam się, jak uczcić rok 2019, rok 100-lecia pierwszej *Uranii*. Były różne pomysły. Numery specjalne i reprinty, konferencje, sesje naukowe, konkursy, koncerty w miastach mieszczących historyczne redakcje etc. Tymczasem nie robię nic lub prawie nic! Wydaję pismo i na nic więcej nie ma czasu. Ale jeśli macie pomysły? Działajcie!

Wybaczcie więc, że nie organizujemy tych sesji, konferencji, koncertów etc. Ilu z Was moglibyśmy na nie zaprosić? Pojawiła się okazja uczczenia Jubileuszu nie tylko teraz, ale pozostawienia czegoś dla przyszłych pokoleń. Pozostawienia astronomom trwałego śladu historii polskiej astronomii w ciągu ostatniego stulecia. Stulecia, którego świadkiem była nasza *Urania*. To „Astronomia Niepodległa”.

To tutaj na archiwalnych filmach i zdjęciach spotykamy legendy...

Kiedy proponowaliśmy Ministerstwu ten serial, nie przypuszczaliśmy, że zadanie będzie trzy razy trudniejsze, bardziej odpowiedzialne i czasochłonne niż Astronarium. Po prostu chcieliśmy wykorzystać lukę w emisji programu, aby nie stracić miejsca w ramówkach pasm ogólnopolskich TVP i ciągłości odcinków w internecie. Okazało się jednak, że realizacja dokumentu historycznego wymaga o wiele więcej wysiłku. W Astronarium mogliśmy sobie kształtować narrację tematu na niemalże dowolne sposoby, w zależności od dostępu do atrakcyjnych zdjęciowo miejsc, kompetentnych rozmówców i posiadanych środków. W „Niepodległej” nie za bardzo da się przeskładać historię. Dokumentacja każdego odcinka, znalezienie i przekonanie do występu przed kamerą odpowiednich rozmówców, logistyka i w końcu zdjęcia w ciągu dwóch tygodni to istne szaleństwo!

Pięć lat pracy i 77 odcinków Astronarium scaliło naszą ekipę. Nauczyliśmy się ze sobą pracować i podróżować. W telewizyjnym samochodzie często krystalizuje się narracja bieżących odcinków i powstają pomysły na nowe. Zyskaliśmy chyba jeszcze coś więcej, zaufanie środowiska. Prezentowanie milionowej publiczności Astronarium, osiągnięć swoich mistrzów, kolegów i uczniów, to jedno. Uwiecznienie dziedzictwa całej polskiej astronomii ostatniego stulecia w „Niepodległej”, to zadanie i odpowiedzialność, które nie mogły mi się nawet przyśnić. To już nie tylko zaspokajanie ciekawości pasjonatów najnowszych wieści z kosmosu. To jednak jakiś wkład do kultury. To tutaj na archiwalnych filmach i zdjęciach spotykamy legendy, Banachiewicza, Dziewulskiego, Mergentalera, Rybkę, Rudnickiego, Hurnika, Paczyńskiego i wielu innych. Oto jedyna szansa, kiedy przypomnieć możemy żywego Włodzimierza Zonna (na zdjęciu), prawdziwego czarodzieja popularyzacji astronomii wszech czasów.



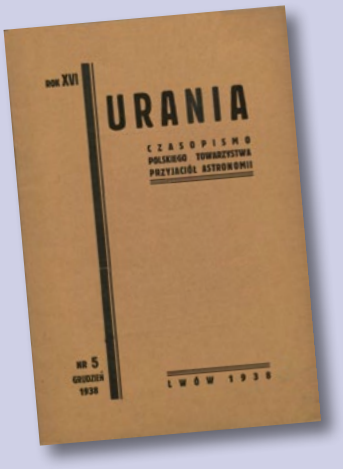
Ale jest też nagroda za naszą pracę. To emocje i wzruszenia, których dostarczają często nasi koledzy przed kamerą. Niezwykłe ogólnokulturowe i humanistyczne przesłanie o astronomii ponad wszelkimi podziałami w odcinku wrocławskim stworzył Paweł Rudawy. Astronoma budzącego się do społecznych działań, „bo źle się dzieje, bo trzeba protestować” przypomniał w odcinku o CAMK Antoni Stawikowski. Można być szczęśliwym i dumnym, będąc astronomem.

Jest też bardzo smutne przeżycie związane z naszą pracą. Wojtek Borczyk (na zdjęciu) nie tylko wystąpił w odcinku o obserwatorium Uniwersytetu Adama Mickiewicza, pięknie opowiadając o swoich ukochanych zegarach. Był naszym przewodnikiem i gospodarzem w Poznaniu i Borowcu, stając się faktycznym współautorem programu. Zmarł niespodziewanie trzy tygodnie po zdjęciach i tydzień po premierze. Nie chcemy więcej robić filmów pożegnalnych.

Toruń 21 kwietnia 2019

Maciej Mikołajewski

Dawno temu w... „Uranii”



Fotograficzne obserwacje zorzy polarnej. Wielka zorza polarna z 25–26 stycznia 1938 r. była fotografowana w południowej Norwegii w dziewięciu specjalnych stacjach, założonych dla obserwacyj zórz polarnych i kierowanych przez prof. C. Störmera. Zebrano 21 grup jednoczesnych zdjęć tej pięknej zorzy. Zdjęcia te dały możność obliczyć, że łuk zielony był na wysokości 95 km nad ziemią, podstawa promieni od 150 do 200 km, ich wierzchołki — na wysokości 500 – 600 km. Promienie zorzy były położone nad Danią, zaś łuk zielony rozciągał się od wyspy Oesel przez Danię do północnej Irlandii. Zjawisko zorzy było połączone z efektami akustycznymi, które były słyszane przez dwóch różnych obserwatorów niezależnie od siebie. Jeden z tych obserwatorów obserwował zjawisko z góry 733 m nad poziomem morza w absolutnej ciszy, bez jakiegokolwiek hałasu, pochodzącego z wiatru, wodospadów, linij telegraficznych lub samochodów, Według doniesienia tego obserwatora dźwięk trwał około 10 sek., wzmacniając się i słabnąc wraz ze wzmacnianiem i słabnięciem zorzy. Dźwięk był podobny do szmeru palącej się trawy. Osobliwością zorzy było jej czerwone zabarwienie, występujące bądź jako czerwonawe tło bądź też jako czerwone jarzenie wierzchołków promieni zorzy.

(Nature Nr 3758, 1938). **E. R.**

Popularyzacja astronomii w Ameryce. Wielkie obserwatoria amerykańskie nie tylko przyczyniają się wybitnie do rozwoju wiedzy o niebie gwiaździstym, lecz również wiedzę tę umiejętnie popularyzują. Np. obserwatorium na Mont Wilson przez jeden wieczór w tygodniu jest dostępne dla zwiedzających, którzy mogą obserwować ciała niebieskie 1 1/2 metrowym reflektorem. Również 2 1/2 metrowy reflektor bywa dostępny

Urania

POSTĘPY ASTRONOMII

(PL ISSN 1689-6009)

marzec–kwiecień 2019

Dwumiesięcznik poświęcony upowszechnianiu wiedzy astronomicznej. Czasopismo powstałe w roku 1998 z połączenia „**Uranii**” (ISSN 0042-0794) – dotychczasowego miesięcznika Polskiego Towarzystwa Miłośników Astronomii, istniejącego się od 1919 r. i **„Postępów Astronomii”** (ISSN 0032-5414) – dotychczasowego kwartalnika Polskiego Towarzystwa Astronomicznego, wychodzącego od 1953 r. Zachowana zostaje dotychczasowa numeracja „Uranii”.

Nakład: 3200 egz.

Zespół Redakcyjny:
Wieńczysław Bykowski, Krzysztof Czart (zastępca red. naczelnego), Jacek Drążkowski (grafika, skład), Agnieszka Górska-Pukownik (sekretariat), Sylwester Kołomański, Mateusz Krakowczyk, Maciej Mikołajewski (red. naczelny), Marek Muciek, Roman Schreiber, Marek Substyk (zastępca red. naczelnego)

Współpraca:
Jan Desselberger, Tadeusz Figiel, Rafał Grabiański, Paweł Z. Grochowalski, Elżbieta Kuligowska, Jerzy Kuczyński, Agnieszka Nowak, Piotr Potępa, Przemysław Rudź, Mikołaj Sabat, Robert Szaj, Janusz Wiland, Łukasz Woźniak, Przemysław Żołądek

Korekta językowa: Bożena Wyrzykowska

Koncepcja graficzna pisma: Joanna Dobkowska

Adres Redakcji:
Urania, Centrum Astronomii UMK, ul. Gagarina 11, 87-100 Toruń
tel. 600 663 640 Sekretariat, tel. 509 44 17 17 Redaktor Naczelny
e-mail**:** redakcja@urania.edu.pl

Adres WWW:
https://www.urania.edu.pl

Dystrybucja:
Joanna i Ernest Świerczyńscy, tel. 698 55 61 61
e-mail: urania@urania.edu.pl

Cena Uranii w prenumeracie 12 zł
Prenumerata roczna 72 zł
Bank Millennium S.A. o/Toruń Nr 85 1160 2202 0000 0003 3341 8732

Szczegóły dotyczące prenumeraty i promocje wewnątrz numeru i na stronie
https://www.urania.edu.pl/prenumerata

Wydawcy:
Polskie Towarzystwo Astronomiczne
www.pta.edu.pl
ul. Bartycka 18, 00-716 Warszawa
tel. (0-22) 329 61 45
e-mail: zarzad@pta.edu.pl

Polskie Towarzystwo Miłośników Astronomii
www.ptma.pl
ul. Miodowa 13a m. 35, 31-055 Kraków
tel. (0-12) 422 38 92
e-mail: sekretariat@ptma.pl

* **ARTYKUŁY I MATERIAŁY OKAZJONALNE TRAKTOWANE SĄ JAKO WOLONTARIAT AUTORÓW NA RZECZ WŁASNEGO ŚRODOWISKA ASTRONOMÓW, MIŁOŚNIKÓW ASTRONOMII I CAŁEGO SPOŁECZEŃSTWA** * **MATERIAŁÓW NIE ZAMÓWIONYCH REDAKCJA NIE ZWRACA** * **ZASTRZEGA SIĘ PRAWO DO REDAGOWANIA I SKRACANIA TEKSTÓW** * **PRZEDRUK MATERIAŁÓW TYLKO ZA ZGODĄ REDAKCJI** * **OPINIE I POGLĄDY FORMUŁOWANE PRZEZ REDAKCJĘ I AUTORÓW NIE REPREZENTUJĄ OFICJALNEGO STANOWISKA WYDAWCÓW** * **REDAKCJA NIE ODPOWIADA ZA TREŚCI I WIZERUNKI REKLAM** *

DRUKARNIA
GRAFFITI BC
Toruń, ul. Równinna 11/13
www.graffitibc.pl
drukarnia@graffitibc.pl
tel. 56 654 47 14

NA OKŁADCE

Fragment zdjęcia Piotra Potępy, autora drukowanego od kilku lat na łamach Uranii „Poradnika astrofotografa”. Tym razem dowiemy się jak fotografować Mleczną Drogę. Zapraszamy do lektury materiału na s. 38

Foto: Piotr Potępa

W AKTUALNYM NUMERZE

Artykuły

Księżyce pyłowe Ziemi 10

Księżyce pyłowe Ziemi były odkryte ponad 60 lat temu przez Kazimierza Kordylewskiego, astronoma z Uniwersytetu Jagiellońskiego. Pozostawały jednak prawie nieuchwytne, bo nie wszystkie obserwacje potwierdzały ich istnienie. Nowe obserwacje polarymetryczne wykonane przez zespół węgierskich naukowców jednoznacznie wskazały na ich istnienie!

Zakręcone gwiazdy 18

Polskie stacje międzynarodowej sieci nietypowych radioteleskopów funkcjonują od kilku lat. Czas przyjrzeć się pierwszym efektom badań z ich użyciem!

Jak fotografować Drogę Mleczną? 38

Widok Drogi Mlecznej – galaktyki, w której żyjemy, jest jednym z najpiękniejszych, jakie możemy zobaczyć na nocnym niebie. Ogrom gwiazd, widoczne gołym okiem struktury są widokiem niezapomnianym i niestety coraz rzadszym. Doświadczony astrofotograf Piotr Potępa radzi, jak efektownie utrwalić ten obraz na zdjęciach.

Stałe działy

Dawno temu w... „Uranii” 4

Kronika Odkrycia i wydarzenia astronomiczne (grudzień 2018 – styczeń 2019) 6

Kronika Misje i badania kosmiczne (grudzień 2018 – styczeń 2019) 8

Biblioteka Uranii Jubileuszowe wydanie „Dzieł” Kopernika 15

100 lat Uranii i PTMA Początki PTMA jakich nie znacie 26
Astrowspomnienia Janusza Wilanda, cz. 1: Kosmografia 29

Mała Urania Przygody Uranii w kosmicznej otchłani, 6. Liczby astronomiczne 32

Ciekawe adresy internetowe Tak daleko, a tak blisko 37

Przeczytane w Nature i Science Powstawanie pierwiastków 48

Astropodróże Rodopskie kopuły 52

Komeciarz Komety obserwowane w 2018 r. 54

Cyrqlarz Stacja bolidowa PFN 76 ZS nr 1 Kozienice 57

Kalendarzyk astronomiczny Niebo w maju i czerwcu 2019 60

Spójrz w niebo Letnie zgromadzenia gwiazd 64

Astronomia i muzyka Grek, fortepian i gwiazdy 65

Konkurs na fotki z Uranią 65

Astronomia w szkole W cieniu Malaperta 66

Kącik olimpijczyka
Rozwiązanie zadania nr 5 zawodów finałowych LXII Olimpiady Astronomicznej 68

Obserwator Słońca Natura Słońca, cz. 3; II Zjazd Sekcji SOS PTMA 70
Raport: styczeń – luty 2019 71

Relaks z Uranią logogryf; Astrożarty Jacka D. 72

Poczta / Zaproszenia 73

Galeria Uranii 74

Inne
Pierwszy w historii obraz czarnej dziury 51
Konferencja Studenckich Astronomicznych Kół Naukowych 73

W skrócie

Pierścienie Saturna powoli zanikają (46), Sonda OSIRIS-REx dotarła do planetoidy Bennu (46), Cztery nowe detekcje fal grawitacyjnych (46), Gwiazda kierująca się ku Słońcu przyniesie ze sobą komety i asteroidy (47)

dla zwiedzających. W 1936 r. zwiedziło to obserwatorium 100 000 osób. Dla użytku zwiedzających wybudowano specjalny budynek, zawierający m. i. modele astronomiczne i fotografie ciał niebieskich. W budynku tym znajduje się sala wykładowa, zdolna pomieścić 270 osób. Wykłady w tej sali są wygłaszane przez wybitnych astronomów, pracujących w obserwatorium na Mount Wilson.

E. R.

Gwiazda podwójna z orbitą paraboliczną. Astronom angielski R. v. d. R. Woolley opracował ostatnio obserwacje gwiazdy podwójnej Σ 1639 w Warkoczu Bereniki, stosując nową prostą metodę rachunków w założeniu, że orbita jest nie elipsą, ale parabolą. Zgodność rachunków z obserwacją jest zupełnie dobra nasuwa się zatem przypuszczenie, że zachodzi tu rzeczywiście rzadki wypadek ruchu dwu słońc po orbitach parabolicznych (a może nawet hiperbolicznych) jedno względem drugiego. Drugi taki wypadek to gwiazda σ_2 w gwiazdozbiorze Wielkiej Niedźwiedzicy, dla której orbitę paraboliczną obliczył w 1932 roku J. L. Halpern w Obserwatorium Yerkesa w St. Zjedn. Ameryki Północnej. Obie te gwiazdy byłyby zatem przykładem spotkania się przypadkowego słońc, bez zamiany na stałą gwiazdę podwójną. Z rozkładu i ilości gwiazd w przestrzeni, zwłaszcza w okolicach uboższych w gwiazdy, w jakich omawiane pary znajdują się, łatwo obliczyć, że takie przypadkowe spotkania gwiazd są niezmiernie mało prawdopodobnym wydarzeniem. Tym więcej zaciekawienia budzą Σ 1639 i σ_2 Ursae Maioris.

j. m-r.

Spadek wielkiego meteorytu w Rosji. 13 września 1937 r. w pobliżu miejscowości Kainsaz (Republika Tatarska, szerok. geogr. +55° 26’, długość wschodnia od Greenwich 53° 15’) spadł duży kamienny meteoryt. Meteoryt ten uległ rozerwaniu w atmosferze na wiele części; detonację słyszano do odległości 130 km. Odłamki meteorytu rozsypały się na eliptycznym obszarze na Ziemi z osią 40 km w kierunku północno-zachodnim i małą osią 7 km, czyli blisko na 900 km^2. Największy odłamek wagi 102.5 kg upadł w Kainsaz w skrajnym północno-zachodnim miejscu elipsy, najmniejsze zaś odłamki znaleziono w przeciwległym miejscu eliptycznego obszaru, objętego spadkiem meteorytu. Znaleziono jeszcze trzy duże bryły ważące kolejno po 53 kg, 27.5 kg i 22 kg.

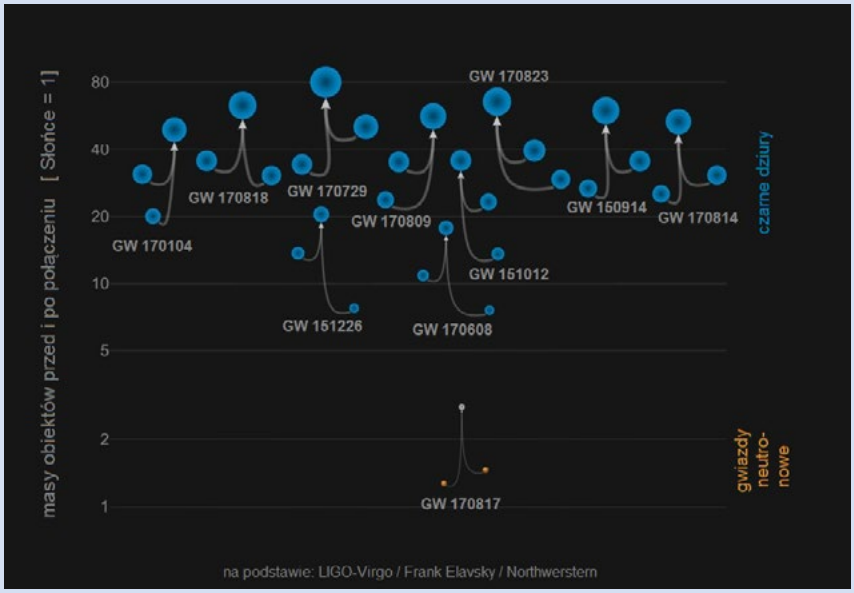
13 maja 1937 r. spadł w stepach Kirgiskich drugi meteoryt kamienny, ważący jednak tylko 3.5 kg.

(Nature Nr 3596). **E. R.**

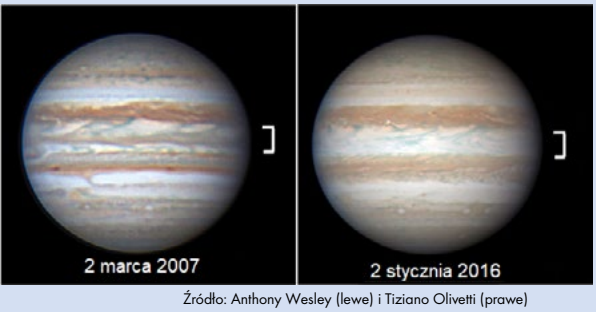
Urania 5/1938, pisownia oryginału.

Grudzień 2018 / styczeń 2019

1.12 Wszystkie trzy detektory fal grawitacyjnych od sierpnia 2017 r. przechodzą modernizację, ale to nie znaczy, że nic w tej dziedzinie się nie dzieje. Wykorzystując ten czas, jeszcze raz drobiazgowo przeczesano zarejestrowane wcześniej dane. Wykryto w nich jeszcze 4 przeoczone przedtem zdarzenia. Wszystkie były skutkiem połączenia się dwóch czarnych dziur w jedną. Najciekawszy, bo podwójnie rekordowy jest przypadek z 29 lipca 2017 r. (GW170729): jedna ze zlewających się czarnych dziur miała masę ok. 50 $M_{\odot}$, a wydarzenie nastąpiło w galaktyce odległej aż o 9 mld lat św. Łącznie, zarejestrowano dotychczas 11 niewątpliwych przypadków emisji fal grawitacyjnych (wszystkie na rys. obok).

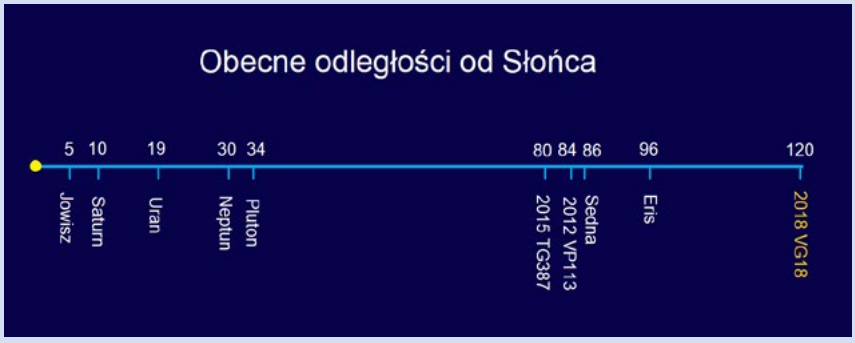


1.12 Przeanalizowano zdjęcia Jowisza (głównie podczerwone), wykonane na przestrzeni ponad 40 lat. Wydaje się, że istnieje pewna okresowość w wyglądzie jasnej strefy równikowej, rozdzielającej dwa ciemne pasy. Zalegająca tam zwykle biała mgła amoniaku co 6–7 lat rozwiewa się, odsłaniając na 1–1,5 roku leżące poniżej ciemniejsze i cieplejsze chmury (fot. niżej). Tak było w latach 1973, 1979, 1992, 1999/2000 i 2006/7, choć nie w 1986/7 i 2012/13. Jeśli to nie złudzenie, kolejny taki epizod powinien nastąpić właśnie teraz, w latach 2019–2021. Warunki obserwacji Jowisza są coraz lepsze – przyglądajmy się.



Źródło: Anthony Wesley (lewe) i Tiziano Olivetti (prawe)

3.12 Zmierzono stosunek obfitości deuteru do zwykłego wodoru dla pierścieni i dużych księżyców Saturna. Większość z nich przypomina pod tym względem Ziemię (D/H≈0,00015), z wyjątkiem Febe. Już jej wsteczny obieg Saturna wskazuje, że jest ciałem obcym, przechwyconą planetoidą, która nie mogła powstać wraz z planetą. Stosunek D/H wyróżnia ją jednak nie tylko w rodzinie Saturna, ale w całym Układzie Słonecznym: 8-krotnie przekracza wartość ziemską i ponad dwukrotnie przebija dotychczasową rekordzistkę – kometę 67P/Czuriumow-Gierasimienko. Febe musiała się więc uformować w dość egzotycznym miejscu Układu Słonecznego.



5.12 Pojawiła się idea alternatywna wobec panującej dziś wiary w ciemną materię i ciemną energię, zastępująca obie te substancje jedną: materią o masie ujemnej, stale tworzoną w rytm pęczniejącego Wszechświata. Można tym sposobem równie dobrze wyjaśnić np. rotację galaktyk czy przyspieszenie ekspansji Wszechświata, pozostając w zgodzie ze znanymi prawami fizyki. Jest to oczywiście konstrukcja czysto myślowa, nie bardziej jednak niż koncepcja ciemnej materii i ciemnej energii. Ma za to nad nimi tę przewagę, że zastępuje dwa enigmatyczne byty jednym. Może to jest właściwy trop?

17.12 Odkryto obiekt, oznaczony jako 2018 VG18 i tymczasowo przezwany „Farout", który okazał się najdalszym ciałem Układu Słonecznego. Nie jest najdalszy w sensie rozległości orbity (długości wielkiej półosi, czyli okresu obiegu) – pod tym względem ustępuje Sednie, 2012 VP113 i 2015 TG387 (zob. „Urania" 1/2019, s. 6), o kometach jednopojawieniowych nie wspominając. Jednak obecnie znajduje się najdalej ze wszystkich znanych, w odległości 120 au od Słońca (rys. wyżej). Jego średnicę ocenia się na ok. 500 km, może więc jest planetą karłowatą.

18.12 Niemal pionowo, z prędkością 32 km/s, w atmosferę ziemską wpadł kosmiczny głaz o średnicy kilku metrów, który eksplodował na wysokości 26 km, wyzwalając energię 173 kt TNT. To największe takie wydarzenie od czasu katastrofy w Czelabińsku 6 lat temu (tamta była 2,5 razy silniejsza – zob. „Urania" 2/2013 s. 6). Rzecz wydarzyła się nad Mo-

rzem Beringa, więc tym razem szkód ani świadków nie było. Bolid został zarejestrowany przez satelity wojskowe.

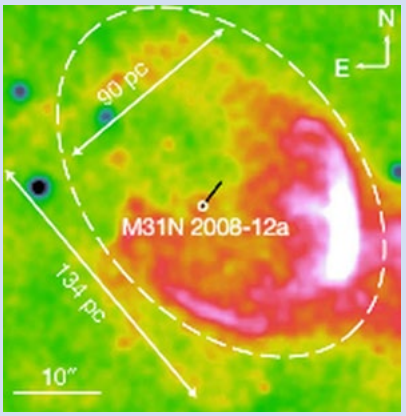
9.1 W niezbyt odległej (d= 60 Mpc) galaktyce CGCG 137-068 w czerwcu ub.r. pojawił się nowy obiekt. Wypadło oznaczyć go symbolem AT 2018cow, więc natychmiast nadano mu przezwisko „Krowa", co kojarzy się ze stworzeniem dużym, ale powolnym. Duży (w sensie jasności absolutnej) istotnie był, kilkadziesiąt razy przekraczając moc promieniowania typowej supernowej. Pod tym względem pasowałby do superjasnych supernowych (por. „Urania" 2/2017, s. 6). Jednak bynajmniej nie był powolny. Pojaśniał i osłabł błyskawicznie (rys.obok wyżej), przypominając tym raczej superszybkie obiekty przejściowe „FELT" (por. „Urania" 3/2018, s. 6). Lista osobliwości „Krowy" jest długa. Jeśli w ogóle była to supernowa, to z gatunku dotychczas nie widzianego. Jest pomysł, ze może raczej byliśmy świadkami rozerwania białego karła przez czarną dziurę o pośredniej masie. Prawdę poznamy zapewne dopiero po odkryciu kolejnych obiektów tego typu.

9.1 Szacunkowo co kilka sekund gdzieś na niebie pojawia się szybki rozbłysk radiowy (FRB – fast radio burst). Jednak każdy z nich trwa zaledwie milisekundy. Dlatego w ciągu 16 lat poszukiwań zarejestrowano ich tylko kilka tuzinów, w tym 1 obiekt, który wybuchł wielokrotnie. Wiemy o nich na razie tylko to, że pojawiają się w odległych galaktykach i są potężne (zob. „Urania" 2/2017, s. 7). Kończy się jednak budowa nowego kanadyjskiego radioteleskopu CHIME, który już w trakcie trwającej kilka tygodni sesji próbnej odkrył ich 13, wśród nich FRB180814 – drugi (dopiero? już?) powtarzający wybuchy. Zanosi się wreszcie na przełom w badaniu tych tajemniczych zjawisk, przynajmniej ilościowy.

9.1 Wybuchając, klasyczne nowe nie wyrzucają dużo materii, więc nie tworzą widowiskowych mgławic. Przytłaczająca większość tych obiektów rozbłysła tylko raz za naszej pamięci. Zaledwie kilkanaście wybuchło wielokrotnie, przeciętnie w odstępie kilkudziesięciu lat (zob. „Urania" 6/2014, s. 14). Ale w 2008 r. w galaktyce

Źródło: Daniel Perley (Liverpool John Moores University, UK)

M31 odkryto nową M31N 2008-12a, która łamie obie te reguły. Wybucha corocznie i otoczona jest pierścieniem materii, którego rozmiary przekraczają nawet pozostałości po supernowych (fot. niżej). Obliczono, że aby powstało coś takiego, obecna aktywność tego obiektu musi trwać już od 6 mln lat. Biały karzeł, serce tej „maszyny", ma masę 1,38 $M_\odot$, bliską granicy Chandrasekhara (ok. 1,4 $M_\odot$), po osiągnięciu której wybuchnie jako supernowa typu Ia. Przybiera na masie w tempie ~$1{,}6\times10^{-7}$ $M_\odot$/rok, więc stanie się to niebawem, za mniej niż 40 tys. lat. To najpewniejszy, znany nam prekursor supernowej tego typu.



Źródło: Darnley i in., doi: 10.1038/s41586-018-0825-4

17.1 Analizując dane z sondy Cassini, wyznaczono masę pierścieni A, B i C Saturna: $1{,}5\times10^{19}$ kg, mniej niż sądzono. Niedawno oszacowano też tempo, w jakim materia z pierścieni opada na planetę – parę ton/s. Łatwo obliczyć, że za czas rzędu 100 mln lat pierścienie przestaną istnieć! Z niskiej masy pierścieni wynika też drugi wniosek: mogły powstać całkiem niedawno, nawet 10–100 mln lat temu. Mieliśmy szczęście, że pojawiliśmy się w Układzie Słonecznym właśnie teraz.

21.1 Całkowite zaćmienie Księżyca, widoczne również z Polski (z powodu chmur tylko gdzieniegdzie). Tym razem atrakcją specjalną był błysk, który o godz. 4:41:38 UT pojawił się na 0,3 s przy krawędzi zacienionej już części tarczy (fot. niżej). Został zapewne sfotografowany przez setki kamer, jednak tylko nieliczni obserwatorzy wypatrzyli ten jasny punkt. Obliczenia pokazały, że był to efekt uderzenia meteorytu wielkości małej piłki, który wybił krater o średnicy kilku metrów. Takie pociski trafiają w Księżyc średnio co godzinę, ale rzadko udaje się je zarejestrować. Zwłaszcza w czasie zaćmienia.

28.1 Znany z licznych odkryć program Pan-STARRS polega na wielokrotnym fotografowaniu całego nieba widocznego z Hawajów 1,8-m teleskopem, przez 5 szerokopasmowych filtrów (g, r, i, z, y). Od teraz cały plon pracy programu z lat 2010–2014 jest dostępny dla wszystkich (https://panstarrs.stsci.edu). Są to wszystkie zdjęcia (o łącznej objętości 1,5 PB) oraz astrometria i fotometria 3 mld obiektów (150 TB). Razem jest to największy opublikowany zbiór danych astronomicznych – kopalnia skarbów, wciąż czekających na swoich odkrywców.

Wybrał i skomentował:
Marek Muciek

Grudzień 2018 / styczeń 2019

3.12 Rakieta Falcon 9 wyniosła na orbitę 4. polskiego sztucznego satelitę. PW-Sat2 to drugi satelita stworzony przez Studenckie Koło Astronautyczne Politechniki Warszawskiej. Ładunkiem tej misji było 64 satelitów z 34 firm i instytucji. Oprócz PW-Sat2 na orbitę trafił polsko-fiński satelita radarowy ICEYE-X2 firmy ICEYE. SpaceX po raz pierwszy przeprowadził 3. start tego samego dolnego stopnia swojej rakiety Falcon 9.

Źródło: Space X

Rakieta Falcon 9 startująca z misją Spaceflight SSO-A. Na jej pokładzie znalazł się polski satelita studencki PW-Sat2 oraz polsko-fiński satelita ICEYE-X2 firmy ICEYE

3.12 Z kosmodromu Bajkonur w Kazachstanie wystartowała rakieta Sojuz FG z załogowym statkiem Sojuz MS-11. Na jego pokładzie znalazło się trzech astronautów: Oleg Kononienko (Rosja), David Saint-Jacques (Kanada) oraz Anne McClain (USA). Był to pierwszy lot załogowy do Międzynarodowej Stacji Kosmicznej od czasu awarii rakiety Sojuz FG z astronautami w misji Sojuz MS-10. Wysłana załoga wejdzie w skład 57. i 58. Ekspedycji do Międzynarodowej Stacji Kosmicznej i będzie tam przebywała przez około 6 miesięcy.

Źródło: NASA/Aubrey Gemignani

Rakieta Sojuz FG ze statkiem Sojuz MS-11, startująca z trzyosobową załogą z kosmodromu w Kazachstanie

4.12 Europejska rakieta nośna Ariane 5 wyniosła z Gujany Francuskiej na orbitę parę satelitów: indyjski statek telekomunikacyjny GSAT 11 oraz pogodowy GEO-Kompsat 2A dla Korei Południowej. Oba ładunki zostały umieszczone na orbicie transferowej i o własnym napędzie trafią na orbitę geostacjonarną.

5.12 Rakieta Falcon 9 wystartowała z kosmodromu Cape Canaveral na Florydzie, wynosząc w kierunku Międzynarodowej Stacji Kosmicznej statek towarowy Dragon. Lot przebiegł pomyślnie, jednak na skutek awarii systemu hydraulicznego dolny stopień nie wylądował w wyznaczonym miejscu. Było to pierwsze nieudane lądowanie dolnego stopnia rakiety od czerwca 2016 r., kończące serię 27 udanych odzysków.

11.12 Rosyjscy kosmonauci Oleg Kononienko i Sergiej Prokopiew przeprowadzili spacer kosmiczny na Międzynarodowej Stacji Kosmicznej. Jego celem było zbadanie dziury w poszyciu statku załogowego Sojuz MS, która doprowadziła do niewielkiego wycieku powietrza w sierpniu 2018 r. 213. spacer kosmiczny w historii istnienia ISS trwał 7 godz. i 45 min.

13.12 Rakietoplan SpaceShipTwo amerykańskiej firmy Virgin Galactic po raz pierwszy w locie testowym przekroczył umowną granicę kosmosu. Statek osiągnął pułap 82,7 km oraz maksymalną prędkość 2,9 Mach. Firma rozwija system, który ma oferować suborbitalne loty turystyczne. W grudniowym locie testowym umieszczono też eksperymenty NASA do badań technologii w warunkach nieważkości.

Źródło: MarsScientific.com/Trumbull Studios/Virgin Galactic

Rakietoplan VSS Unity podczas działania silnika rakietowego w pierwszym locie testowym do granic kosmosu

17.12 Rakieta Electron firmy Rocket Lab wystartowała z prywatnego kosmodromu w Nowej Zelandii, umieszczając na orbicie grupę 13 nanosatelitów standardu CubeSat w ramach edukacyjnego programu NASA ELaNa.

19.12 Indyjska rakieta GSLV Mk.II wystartowała z kosmodromu Satish Dhawan, umieszczając na supersynchronicznej orbicie transferowej do geostacjonarnej satelitę telekomunikacyjnego GSAT 7A dla wojska. Był to siódmy i ostatni start rakiety orbitalnej Indii w 2018 r. Indie wyrównały tym samym rekord z 2016 r. w liczbie startów.

19.12 Na kazachstańskich stepach wylądowała kapsuła Sojuz MS-09 z trzema astronautami, wracającymi z misji na Międzynarodowej Stacji Kosmicznej. Rosjanin Sergiej Prokopiew, Amerykanka Serena Auñón-Chancellor oraz Niemiec Alexander Gerst spędzili na orbicie 196 dni.

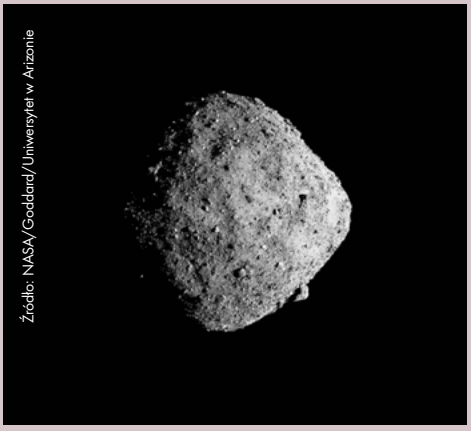
23.12 Rakieta Falcon 9 wyniosła na orbitę pierwszego satelitę nawigacyjnego GPS 3. generacji. Lot przebiegł pomyślnie i statek GPS III-SV01 po prawie 2 godzinach misji został wypuszczony przez górny stopień rakiety na średniej orbicie okołoziemskiej (MEO). Nowe satelity GPS cechują się podwojonym czasem działania (15 lat), mogą podawać 3 razy dokładniejsze dane lokalizacyjne i mają usprawnione mechanizmy przeciwzagłuszające.

27.12 Rosyjska rakieta Sojuz 2.1a wystartowała z nowego kosmodromu Wostocznyj na dalekim wschodzie Rosji. W udanej misji wyniosła na orbitę parę satelitów

obserwacyjnych Kanopus-V 5 i 6 oraz 26 mniejszych ładunków. Był to czwarty start z kosmodromu Wostocznyj od jego oficjalnego otwarcia w 2016 r.

29.12 Z kosmodromu Jiuquan wystartowała po raz ostatni w 2018 r. chińska rakieta orbitalna. System Długi Marsz 2D wyniósł na orbitę 7 niewielkich ładunków z dziedzin telekomunikacji i obserwacji pogodowych. Państwo Środka przeprowadziło w 2018 r. 39 startów orbitalnych, z czego tylko jeden był nieudany. To pobicie rekordu kraju, ustanowionego w 2016 r., kiedy Chiny wystrzeliły 22 rakiety.

31.12 Amerykańska sonda OSIRIS-REx weszła na orbitę wokół asteroidy Bennu. Jest to najmniejszy obiekt, wokół którego kiedykolwiek w historii orbitował statek kosmiczny. Sonda będzie teraz z bliska badać cechy fizyczne asteroidy. W 2020 r. ma pobrać materiał z jej powierzchni, z którym następnie wróci na Ziemię w 2023 r.



Źródło: NASA/Goddard/Uniwersytet w Arizonie

Fotografia asteroidy Bennu, wykonana nad równikiem 12 grudnia 2018 r. przez sondę OSIRIS-REx. Statek wtedy zbliżał się do asteroidy z odległości 13 km

1.1 Sonda NASA New Horizons wykonała udany bliski przelot obok planetoidy 2014 MU69 w Pasie Kuipera. O 6:33 statek znalazł się w odległości 3500 km od obiektu. Jest to najdalsze zbadane z bliska ciało niebieskie w historii. Teraz statek będzie aż do połowy 2020 r. wysyłać zebrane podczas operacji dane naukowe.

3.1 Chińska misja Chang'e 4 wylądowała jako pierwsza w historii na niewidocznej stronie Księżyca. Jest to już drugi zestaw lądownik-łazik, jaki został wysłany przez Chiny do naszego naturalnego satelity. Misja jest wyposażona m.in. w spektrometr światła widzialnego i bliskiej podczerwieni do analizy skał, radar podpowierzchniowy i eksperyment biologiczny z przeprowadzeniem uprawy roślin w zamkniętej biosferze.

Źródło: CNSA

Widok z lądownika misji Chang'e 4 tuż po wylądowaniu w kraterze Von Kármán w regionie Basenu Biegun Południowy-Aitken

11.1 Rakieta Falcon 9 firmy SpaceX wysłała na orbitę 10 satelitów sieci Iridium-NEXT. To ostatni zestaw statków, wysłanych na niską orbitę w ramach modernizacji budowanego w latach 90. systemu telekomunikacyjnego Iridium. Dzięki sieci można korzystać z mobilnej łączności satelitarnej o przepustowości do 1,4 Mb/s. Z satelitów korzystają użytkownicy na lądzie, statki morskie i powietrzne. Na satelitach sieci umieszczono także odbiorniki Aireon do śledzenia ruchu lotniczego.

15.1 Irańska rakieta Simorgh nie dostarczyła na orbitę wynoszonego satelity obserwacyjnego. Irański minister informacji i komunikacji potwierdził, że rakieta nie osiągnęła prędkości orbitalnej przez awarię 3. stopnia. Był to trzeci lot tej rakiety i pierwsza jej próba orbitalna. Irański program kosmiczny wzbudza wiele kontrowersji, a Stany Zjednoczone oskarżają Iran o program rozwoju pocisków międzykontynentalnych ICBM.

18.1 Japońska lekka rakieta nośna Epsilon wystrzeliła na orbitę 7 niewielkich satelitów demonstracji technologii. Na szczycie rakiety umieszczono m.in. satelitę RAPIS 1, testującego cienkie membranowe panele słoneczne i „zielone" paliwo do manewrów na orbicie.

19.1 Amerykańska rakieta Delta IV Heavy wystartowała z kosmodromu w Vandenberg, umieszczając na orbicie tajnego satelitę Narodowego Biura Rozpoznania USA NROL-71. Analitycy podejrzewają, że wysłany satelita może być pierwszym statkiem nowej generacji programu KH-11 – dużych satelitów obserwacyjnych dla wojska, z bardzo wysoką osiąganą rozdzielczością.

23.1 Rakieta New Shepard firmy Blue Origin wystartowała z Van Horn, wykonując udany lot suborbitalny i lądowanie na Ziemi. W kapsule na szczycie rakiety znalazły się eksperymenty NASA przeznaczone do badań w warunkach nieważkości. Firma rozwija system, który do końca 2019 r. ma zacząć świadczyć usługi turystyki suborbitalnej.

Źródło: NASA/Johns Hopkins Applied Physics Laboratory/Southwest Research Institute, National Optical Astronomy Observatory

Najdokładniejsze zdjęcie planetoidy Ultima Thule. Wykonane o 6:33 1 stycznia 2019 r. Obiekt ma na fotografii rozdzielczość 33 m/px

Wybrał i skomentował: Rafał Grabiański

Uchwytne tylko w ciemności

KSIĘŻYCE PYŁOWE ZIEMI

Pod koniec 2018 r. zespół węgierskich naukowców, Judit Sliz-Balogh, Andras Barta i Gabor Horvath, doniósł o zaobserwowaniu tak zwanego księżyca pyłowego Ziemi. Księżyce pyłowe były poszukiwane i odkryte ponad 60 lat temu przez Kazimierza Kordylewskiego, astronoma z Uniwersytetu Jagiellońskiego. Pozostawały jednak prawie nieuchwytne, bo nie wszystkie obserwacje potwierdzały ich istnienie. Nowe obserwacje polarymetryczne wykonane przez zespół węgierski jednoznacznie wskazały na istnienie pyłowego księżyca Ziemi.

Elżbieta Kuligowska

PUNKTY LAGRANGE'A

O istnieniu stabilnych punktów Lagrange'a L4 i L5 wiemy już od roku 1772, kiedy to Joseph-Louis Lagrange przedstwiał teoretyczną pracę na temat tzw. zagadnienia trzech ciał. Punkty Lagrange'a (zwane też libracyjnymi), których jest w sumie pięć, występują w układzie dwóch masywnych ciał poruszających się jedynie pod wpływem swych wzajemnych sił grawitacyjnych. W tych punktach niewielki obiekt (trzecie ciało), o masie znikomej w porównaniu z masami tych ciał, zachowuje względem nich stałe (stabilne) położenie. Stąd określenie, że punkty libracyjne są stabilne.Astronomowie znaleźli dużą liczbę drobnych ciał niebieskich zlokalizowanych wokół punktów L4 i L5, szczególnie w układzie Słońce-Jowisz (tzw. planetoidy trojańskie Jowisza). Planetoidy trojańskie posiadają też inne planety, np. Neptun, Mars i Ziemia.

Czy takie zagęszczenia materii międzyplanetarnej możemy również wykryć w punktach libracyjnych położonych w naszym najbliższym otoczeniu, w układzie Ziemia-Księżyc? Wiosną roku 1961 słynny krakowski astronom Kazimierz Kordylewski [1] zaobserwował i sfotografował dwa lokalne pojaśnienia tła nieba w miejscach odpowiadających położeniu punktu L5 Ziemi i Księżyca, prawdopodobnie pochodzące od światła słonecznego rozproszonego na obecnym tam zagęszczeniu pyłu. Miało to miejsce w obserwatorium meteorologicznym na Kasprowym Wierchu. Kordylewski szukał ich na niebie już wcześniej, co najmniej od roku 1956. Na jego cześć twory te nazwano po latach pyłowymi Księżycami Kordylewskiego, są one bowiem swoistymi satelitami Ziemi.

KSIĘŻYCE TRUDNE DO UCHWYCENIA

Wielu astronomów zakwestionowało to odkrycie. Ich argumentacja była następująca: hipotetyczne księżyce pyłowe nie mogą istnieć, bowiem grawitacyjne wpływy Słońca i innych planet oraz zjawisko wiatru słonecznego skutecznie zakłócają stabilizujący efekt wynikający z obecności punktów libracyjnych. Celem potwierdzenia swych wcześniejszych obserwacji Kordylewski zorganizował w latach 1966, 1973 i 1974 obserwacyjne wyprawy morskie na wody równikowe, jednak nie przyniosły one rozstrzygających rezultatów. Za całokształt swej pracy naukowej polski astronom został jednak odznaczony Brązowym Medalem NASA (1972), Złotym Krzyżem Zasługi (1973), Medalem Komisji Edukacji Narodowej oraz Medalem 500-lecia Urodzin Kopernika (1974).

Pyłowe obłoki libracyjne są trudne do obserwacji ze względu na swą niską jasność powierzchniową. Ich istnienie próbowano potwierdzić wielokrotnie. Również w roku 1961 w Rockport w stanie Massachusetts próbował je dostrzec astronom Richards G. Hodgson [2]. Bezskutecznie. Odkrycie Kordylewskiego potwierdził z kolei w roku 1964 amerykański astronom amator J. W. Simpson.

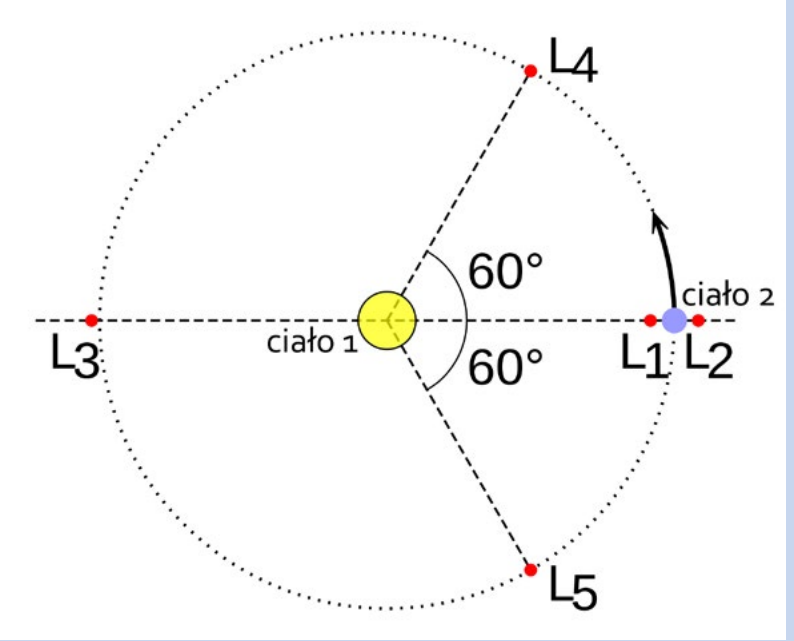
Na podstawie kolejnych obserwacji oszacowano, że rozmiary obłoków pyłowych są porównywalne z rozmiarami Ziemi, a ich masy wynoszą zaledwie około 10 ton. Gęstość księżyców pyłowych powinna być zatem niewielka. Stwierdzono ponadto, że obłoki wykazują fazy podobne do faz Księżyca, a przestrzeń w pobliżu punktów libracyjnych stanowi grawitacyjną pułapkę, w której poszczególne drobiny materii przebywają tylko przez pewien czas, a następnie opuszczają ją i w ich miejsce są wychwytywane nowe cząstki.

ZŁAPANE W BIESZCZADZKICH CIEMNOŚCIACH

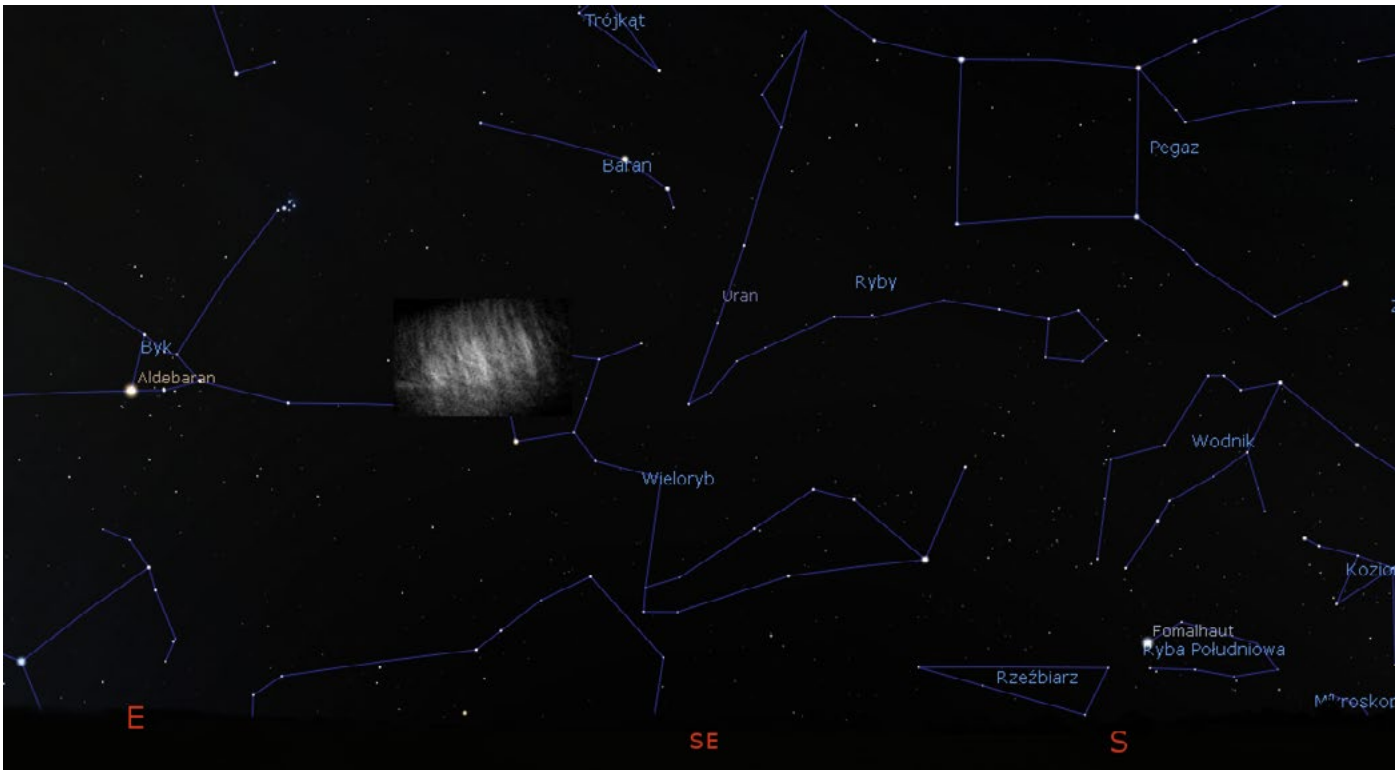
Historia ta ma jeszcze jeden ciekawy aspekt związany z Krakowem i Uniwersytetem Jagiellońskim. Księżyce Kordylewskiego wielokrotnie próbowano zaobserwować w badawczej stacji uniwersyteckiej w bieszczadzkich Roztokach Górnych.

Punkty Lagrange'a

W mechanice nieba punktami Lagrange'a nazywamy położenia równowagi równań ruchu ograniczonego kołowego zagadnienia trzech ciał. W układzie obiegających się dwóch ciał istnieje pięć takich miejsc, przy czym dwa z nich – L4 i L5 – są tak zwanymi stabilnymi punktami Lagrange'a. Jeżeli w takim punkcie znajdzie się mało masywny obiekt, może on przez długi okres czasu zachować względem dwóch masywniejszych ciał stałe położenie – innymi słowy, pozostawać tam w spoczynku. Stabilność oznacza, że niewielkie ciało o parametrach ruchu niewiele różniących się od parametrów danego punktu Lagrange'a pozostanie w pobliżu tego punktu dowolnie długo – o ile jego ruch nie zostanie zaburzony przez czynniki zewnętrzne.



Punkty Lagrange'a L1 – L5 (czerwone punkty) w układzie dwóch masywnych ciał. Ciałem 1 może być np. Słońce lub Ziemia, a ciałem 2 odpowiednio Ziemia lub Księżyc. Źródło: Wikipedia



Tak wyglądałby księżyc Kordylewskiego obecny w punkcie Lagrange'a L5 układu Ziemia-Księżyc na nocnym niebie o godzinie 01:14, w dniu 19 sierpnia 2017 r., podczas jego obrazowania polarymetrycznego przez zespół węgierski. Jasność księżyca została tu podniesiona powyżej rzeczywistej. Ilustracja wykonana na podstawie [7]

Badaniami tymi zajmował się doktor Maciej Winiarski, wieloletni adiunkt w Obserwatorium Astronomicznym UJ. Jest wysoce prawdopodobne, że z pomocą znajdującego się tam astrografu Ernostar 300/2 udało mu się zarejestrować księżyce pyłowe na kliszach fotograficznych. W artykule naukowym opublikowanym w roku 1989 i zatytułowanym „Photographic observations of the cloud in the neighbourhood of libration point L5 of the earth-moon system" napisał: *Przedstawiono wyniki trójbarwnych obserwacji fotograficznych pozycji i jasności obłoku w pobliżu punktu L5 układu Ziemia-Księżyc. Rzeczywisty charakter uzyskanych obrazów potwierdza zgodność ich pozycji na różnych kliszach naświetlanych w tym samym czasie. Barwy obłoków są zasadniczo różne od kolorów przeciwblasku. Obłoki okazują się znacznie bardziej czerwone, co może wskazywać na to, że tworzące je cząsteczki mają inny charakter niż te powodujące istnienie przeciwblasku* [3].

Ciekawostką jest, że w odpowiedzi na powyższą publikację w roku 1997 zwrócono uwagę na zasadność badań zagęszczeń materii w punktach Lagrange'a wykonywanych bezpośrednio w przestrzeni kosmicznej [4]. A już wcześniej, bo w roku 1975, J. R. Roach ogłosił odkrycie obłoków pyłowych w danych zebranych przez orbitalne obserwatorium Słońca OSO 6 (Orbiting Solar Observatory) [5].

WĘGIERSKIE POLOWANIE NA KSIĘŻYCE PYŁOWE

W roku 2018 zespół węgierskich naukowców znalazł nowe dowody obserwacyjne na istnienie pyłowych satelitów Ziemi [6]. Wykorzystano w tym celu polarymetrię — technikę polegającą na zbieraniu danych na temat obiektów rozciągłych w świetle spolaryzowanym. Teleskopy naziemne wyposażone w polaryzatory badają koronę słoneczną, powierzchnie planet i księżyców Układu Słonecznego, odległe gwiazdy oraz galaktyki i mgławice. Światło pochodzące bezpośrednio ze Słońca jest niespolaryzowane, ale jego rozpraszanie na drobinach pyłu lub w ziemskiej atmosferze powoduje polaryzację liniową. Dłuższe fale są przy tym rozpraszane słabiej niż krótsze. Hipotetyczny Księżyc Kordylewskiego może być wykryty na drodze obserwacji światła rozpraszanego przez tworzący go pył, przy czym jest to trudniejsze w podczerwieni niż w świetle widzialnym. Dodatkowo obłok pyłowy jest najlepiej widoczny kiedy znajduje się w „pełni", tzn. wówczas gdy punkt L4 lub L5 znajduje się po przeciwnej stronie Ziemi niż Słońce. Z drugiej jednak strony stopień polaryzacji liniowej światła słonecznego po przejściu przez obłok pyłu jest maksymalny przy jego kątach fazowych bliskich 90°.

Węgrzy wykonali swe pomiary polarymetryczne z użyciem kamery CCD z trzema liniowo polaryzującymi filtrami. Wybrany obszar nocnego nieba fotografowali przez każdy z filtrów z czasem ekspozycji równym 180 sekund. Po wykonaniu trzech zdjęć wybranego obszaru przez liniowy filtr polaryzacyjny z trzema różnymi kierunkami polaryzacji przetwarzali uzyskane mapy polaryzacji za pomocą autorskiego oprogramowania. W ten sposób zebrali wzorce natężenia oraz stopnia i kąta polaryzacji dla obserwowanego obszaru w świetle czerwonym, zielonym i niebieskim.

Wykryto bardzo charakterystyczną sygnaturę polaryzacji. Teoretycznie światło słoneczne rozpraszane przez pył powinno być częściowo liniowo spolaryzowane w kierunku prostopadłym do płaszczyzny przechodzącej przez ziemskiego obserwatora, Słońce i obłoku pyłu w kosmosie. Po wyeliminowaniu możliwych artefaktów wywoływanych przez aparaturę obserwacyjną i ziemską atmosferę, jedynym wyjaśnieniem za-

obserwowanej polaryzacji jest zdaniem naukowców rozpraszanie światła Słońca na cząsteczkach pyłu zebranych wokół punktu L5 układu Ziemia-Księżyc. [7].

Te nowe dowody polarymetryczne dodatkowo potwierdzają niezależnie uzyskane przez tych samych autorów wyniki symulacji komputerowej obrazującej powstawanie obłoków pyłu w punktach Lagrange'a. Pokazuje ona, że drobiny o wielkościach od mikrona do rozmiarów przeciętnego kamienia mogą przebywać w punkcie L5 przez długi czas. Złożony z nich obłok ma jednak kształt, który nieustannie się zmienia — w szczególności może on pulsować i wirować [8].

POŻYTKI Z PUNKTÓW LAGRANGE'A

Wiele więc wskazuje na to, że Księżyce Kordylewskiego są zjawiskiem nietrwałym i przejściowym. Od dawna wiadomo, że punkty libracyjne L4 i L5 nie są w pełni stabilne ze względu na zaburzenia grawitacyjne wywoływane przez planety Układu Słonecznego. Nawet częściowa stabilność tych punktów w układzie Ziemia-Księżyc zasługuje jednak na dalsze badania ze względu na ich możliwe zastosowanie praktyczne — na przykład do „parkowania" sond kosmicznych i satelitów przy minimalnym zużyciu paliwa. Mogą być też one wykorzystywane jako stacje przesiadkowe w przyszłych misjach na Marsa i inne planety. Badanie dynamiki księżyców pyłowych jest też ważne z punktu widzenia bezpieczeństwa nawigacji kosmicznej.

HISTORIA ZAPISANA NA KLISZACH

Czy obiekty dostrzeżone niemal pół wieku temu przez Kordylewskiego i Winiarskiego faktycznie były poszukiwanymi księżycami pyłowymi? Czy księżyce te okresowo zanikają, przez co wielu innym obserwatorom nieba nie udało się ich zobaczyć? Trudno ocenić.

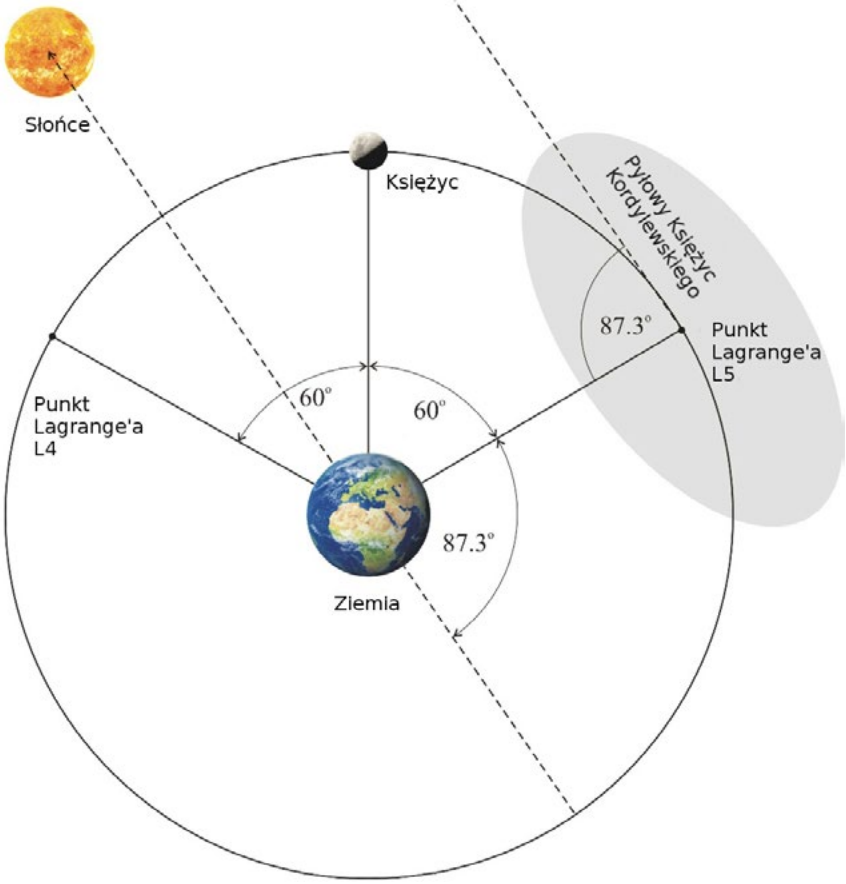
Księżyce pyłowe próbowano zaobserwować wiele razy, ale obserwacje z dawnych lat wykonywano za pomocą innych, mniej zaawansowanych metod, a często po prostu gołym okiem. Z pewnością wartościowe byłoby jednak dokładne zbadanie klisz szklanych, na których obiekty te ze znacznym prawdopodobieństwem udało się zarejestrować w latach osiemdziesiątych w Roztokach. Duże, wielotysięczne zbiory różnych klisz astronomicznych z lat 1920-1990 wciąż znajdują się w Obserwatorium Astronomicznym UJ, czekając na dokładne zbadanie i digitalizację. Prace związane z ich konserwacją niedawno się rozpoczęły.

Tymczasem możemy zachęcić czytelników *Uranii* do podjęcia próby zobaczenia Księżyców Kordylewskiego na własne oczy lub sfotografowania ich. Wyzwanie nie jest proste. To najprawdopodobniej jedne z najbardziej nieuchwytnych obiektów na ziemskim niebie. Potrzebne będzie miejsce z niebem wolnym od zanieczyszczenia światłem i sporo wytrwałości.

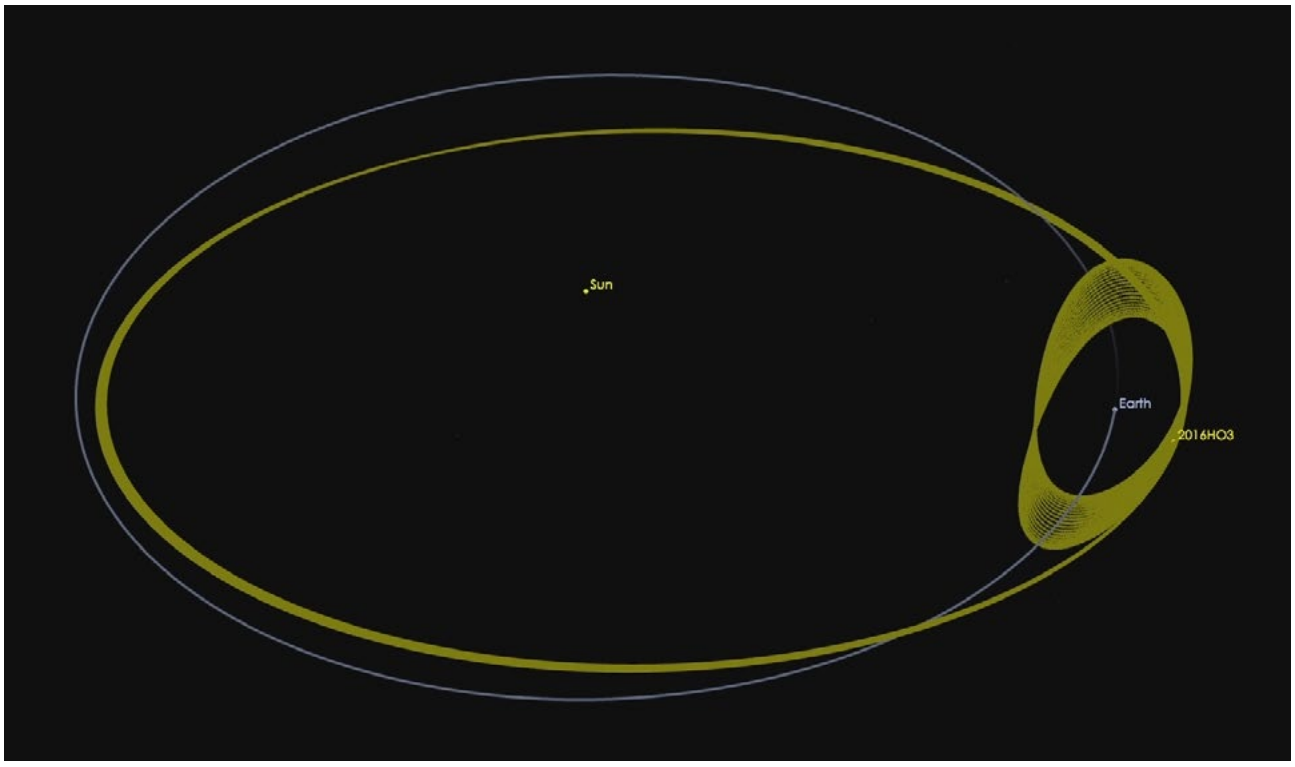
CZWARTY KSIĘŻYC ZIEMI?

Czy zatem Ziemia ma jednego naturalnego satelitę — Księżyc — oraz najprawdopodobniej słynne księżyce pyłowe? Nie do końca. Ciekawostką jest, że już od prawie stu lat naszą planetę okrąża jeszcze dodatkowo, i to na stabilnej orbicie, planetoida o nazwie 2016 HO3. To kolejny, malutki księżyc Ziemi, który po raz pierwszy dostrzeżono w kwietniu 2016 r. w ramach przeglądu nieba Pan-STARRS.

Planetoida ta oficjalnie nazywana jest jednak pseudoksiężycem ze względu



Położenie punktu L5 układu Ziemia-Księżyc w płaszczyźnie orbity Księżyca 19 sierpnia 2017 o godzinie 01:14 UT. Kąt fazowy dla tego punktu wynosił w tym momencie 87,3°. Skala rozmiarów i odległości nie jest zachowana. Kąt fazowy to kąt Słońce – obiekt – obserwator. Źródło: [7]



Nietypowa orbita 2016 HO3. Planetoida ta okrąża wprawdzie Słońce, ale jednocześnie krąży wokół Ziemi. Jej orbita jest uważana za stabilną dla czasów rzędu kilku wieków, ale prawdopodobnie nie pozostanie taką w dłuższej skali czasowej. Z tego powodu obiekt ten nazywa się często obiektem koorbitalnym, kwazisatelitą lub po prostu kwaziksiężycem – dla odróżnienia od Księżyca poruszającego się po orbicie stabilnej w dużo dłuższych okresach czasu. Animowana wersja tego rysunku znajduje się pod adresem en.wikipedia.org/wiki/(469219)_2016_HO3 Źródło: NASA/JPL-Caltech

na to, że krąży ona wokół Słońca, jednocześnie okrążając przy tym Ziemię, ale już poza granicą jej strefy Hilla (czyli obszaru wyraźnej grawitacyjnej dominacji naszej planety). Ma przy tym średnicę około 50 m. Symulacje komputerowe wykazały, że jej orbita nie zmieni się znacząco przez co najmniej kilka następnych stuleci, a sama planetoida została przechwycona, być może z Pasa Planetoid, na początku XX w.

Bibliografia

[1] www.kordylewski.pl

[2] Hodgson, R. G., *Report on Dr. K. Kordylewski's „Cloud Satellites": A Negative Observation of the L4 Position*, *The Strolling Astronomer* 1962, tom 16, s. 99–100.

[3] Winiarski, M., *Photographic observations of the cloud in the neighbourhood of libration point L5 of the earth--moon system*, *Earth, Moon, and Planets* 1989, tom 47, s. 193.

[4] Moeed, N. S., Zarnecki, J. C., *Feasibility of space based observations of the Kordylewski clouds*, *Advances in Space Research*, 1997, tom 20, s. 1527.

[5] Roach, J. R., *Counterglow from the earth-moon libration points*, *Planetary and Space Science* 1975, tom 23, s. 173.

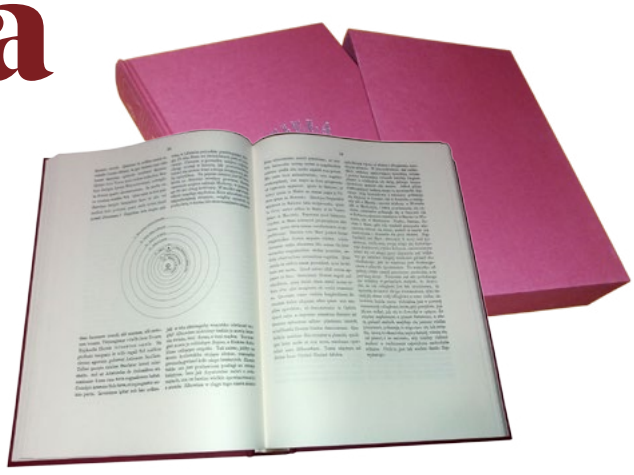
[6] ras.ac.uk/news-and-press/research-highlights/earths-dust-cloud-satellites-confirmed

[7] Slíz-Balogh J., Barta A., Horváth G., *Celestial mechanics and polarization optics of the Kordylewski dust cloud in the Earth-Moon Lagrange point L5 — Part II. Imaging polarimetric observation: new evidence for the existence of Kordylewski dust cloud*, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society* 2018, tom 482, s. 762.

[8] Slíz-Balogh J., Barta A., Horváth G., *Celestial mechanics and polarization optics of the Kordylewski dust cloud in the Earth-Moon Lagrange point L5 — Part I. Three-dimensional celestial mechanical modelling of dust cloud formation*, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society* 2018, tom 480, s. 5550.

Dr Elżbieta Kuligowska w roku 2013 obroniła doktorat z astronomii („Modelowanie dynamiki klasycznych radioźródeł") na Uniwersytecie Jagiellońskim. W chwili obecnej pracuje w Dziale Teledetekcji Satelitarnej IMGW-PIB i wciąż współpracuje z Obserwatorium Astronomicznym UJ, zajmując się m. in. badaniami radiogalaktyk, archiwizacją dawnych danych astronomicznych i promocją astronomii. Jest stałym członkiem zespołu redakcyjnego portalu „Urania – Postępy Astronomii". Poza astronomią interesuje się zwiedzaniem Polski, aktywnym spędzaniem czasu na świeżym powietrzu, meteorologią, geografią oraz historią nauki i muzealnictwem.

Jubileuszowe wydanie „Dzieł” Kopernika



Józef Gawłowicz

Wydanie tomu *Dzieła Mikołaja Kopernika* przez Fundację Nicolaus Copernicus z okazji setnej rocznicy odzyskania Niepodległości i setnej rocznicy powstania *Uranii* jest znaczącym wydarzeniem. Siedemset bez mała stronic z tekstem jednego z najważniejszych dzieł w historii nauki wydanym w solidnej płóciennej oprawie oraz płóciennym etui to wytworna ozdoba biblioteki miłośnika astronomii. Lewa część każdej stronicy zawiera tekst łaciński a prawa polski w przekładzie Jana Baranowskiego. Przedzielają je czytelne ilustracje wspólne dla obu tekstów danej stronicy.

Przytoczę tylko kilka uwag z niektórych rozdziałów księgi pierwszej — dowód na kulistość Ziemi przykuwa swoją prostotą: wędrując po ziemi na północ *biegun obrotu dziennego, zwolna coraz bardziej będzie się wznosił nad poziom*, czyli że Gwiazda Polarna stopniowo wznosić się będzie do zenitu, jeśli dotrzemy do bieguna. W XIX w., kiedy Baranowski trudził się nad przekładem *De revolutionibus*, jakiś niezbyt uważny obserwator nieba błędnie podpowiedział Mickiewiczowi umiejscowienie północnego bieguna przy świecącej brylantowym blaskiem gwieździe *Arcturus* zamiast w okolicy niezbyt jasnej *Polaris*, stąd poeta umieszczając w ósmej księdze „Pana Tadeusza” piękne strofy *Astronomii Wojskiego*, zamiast o tylnych kołach Wielkiego Wozu napisał:

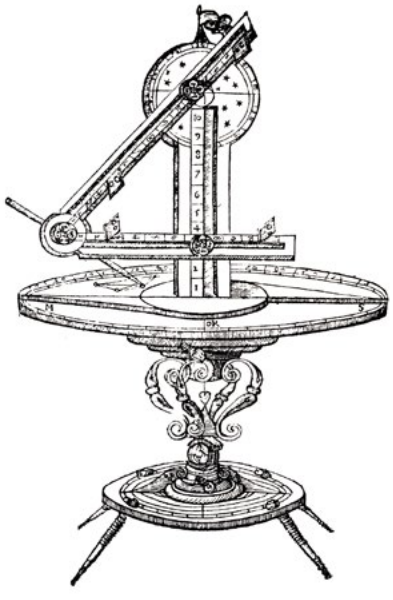
Nieco wyżej Dawida Wóz
gotów do jazdy
Krzywy dyszel kieruje
do Polarnej Gwiazdy.

Wywód o kulistości Ziemi zakończył Kopernik motywem morskim — *gdyby kto na wierzchołku masztu coś błyszczącego umieścił, wtenczas w miarę oddalania się okrętu od lądu, ludzie na brzegu stojący widzieć będą to światło powoli zniżające się, dopóki nareszcie w oddaleniu, jakby zachodzące słońce pod poziom całkiem się nie skryje*.

Rozdział X zawiera *Porządek ciał niebieskich* z rysunkiem na stronie 37 przestawiającym istotę odkrycia — heliocentryczny system kopernikański z pięcioma znanymi w średniowieczu planetami.

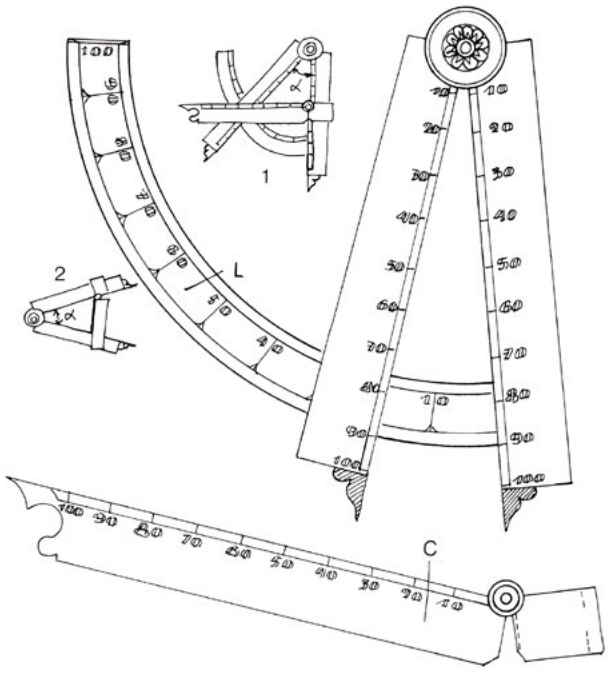
Ważny jest dzisiaj rozdział XIII o trójkątach płaskich, podkreślając ich dzielenie na trójkąty prostokątne, co znalazło zastosowanie nie tylko w astronomii, ale także w geodezji i nawigacji.

Kopernik — jak wiemy — miał skromne wyposażenie techniczne decydujące o małej dokładności jego pomiarów. Tycho de Brahe w 1569 r. wykonał duży drewniany kwadrant o promieniu 6 metrów celem zwiększenia dokładności pomiarów, a opracowanie Kopernika o trójkątach inspirowało innych wynalazców do konstruowania poręcznych przyrządów pomiarowych pozwalających



Rys. 1. Le Cosmolabe Jacquesa Bessona

znaleźć dokładne rozwiązania drogą podziału dowolnego trójkąta na dwa trójkąty prostokątne. W 1567 r. Jacques Besson, profesor z Orleanu wynalazł przyrząd zwany *Le cosmolabe* (rys. 1, — Jean Randier: *L'Instrument de Marine*, CELIV, 1990, s. 78) pozwalający rozwiązywać trójkąty na sferze niebieskiej, na ziemi czy powierzchni morza. Wykonanie tego przyrządu w technologii XVI wieku było bardzo kosztowne, więc po 30 latach Thomas Hood opracował poręczniejszy przyrząd do rozwiązywania problemów trygonometrycznych zwany *Sektorem* (rys. 2, J. Randier, *ibidem*, s. 59) z ruchomymi skalowanymi ramionami na wspólnej osi oraz skalowaną poprzeczką przesuwaną po jednym z ramion. Ramiona udoskonalonych *Sektorów* z mosiądzu lub kości słoniowej łączyła oś będąca środkiem wyskalowanego precyzyjnie kółeczka a boki trójkątów wyznaczano z pomocą cyrkli o zaostrzonych końcówkach ramion dla maksymalnej w ówczesnej dobie dokładności (rys. 3, J. Randier, *ibidem* s. 60 — a to użycie cyrkli, b pokazuje kąty, zaś c rzuty kątów sferycznych na koło wielkie). *Sektory* z kości słoniowej z kilkoma wygrawerowanymi skalami do różnorakich obliczeń służyły astronomom, nawigatorom, geodetom a nawet artylerzystom przez ponad trzy stulecia (rys. 4, J. Randier — przekład niemiecki — *Maritime antuiqiutäten*, Delius Verlag, s. 122). Jednakże dopiero Newton w 1699 r. wynalazł dokładny kątomierz lusterkowy.



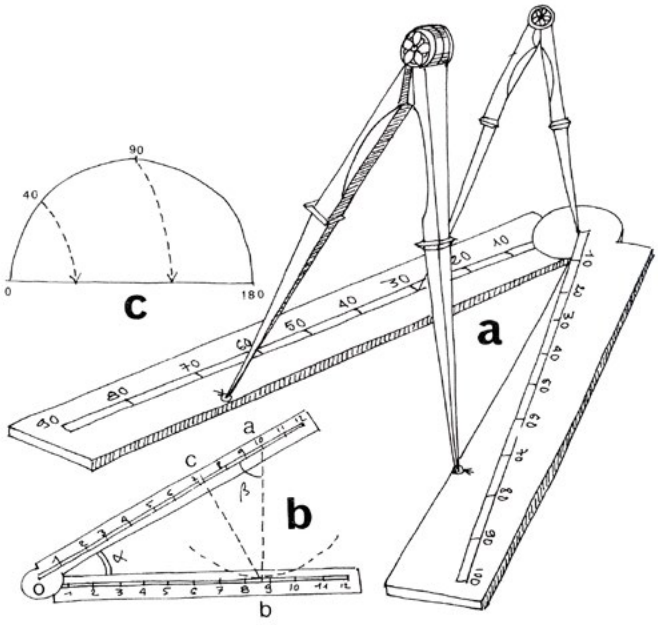
Rys. 2. Przyrząd do rozwiązywania problemów trygonometrycznych zwany Sektorem opracowany przez Thomasa Hooda. L – limbus, C – nakładka, 1 i 2 – sposób użycia

W kolejnym wykładzie (rozdział XIV — *O trójkątach kulistych*) Kopernik wprowadza pojęcia kątów dwuściennych będące doniosłym krokiem naprzód w dziedzinie trygonometrii sferycznej, nauczanej do dzisiaj. Wspominając o wpływie Kopernika na rozwój nautyki, wymienia się głównie prostotę wyznaczania promieni orbit planetarnych oraz opracowane według systemu kopernikańskiego w 1551 r. przez Reinholda *Tablice Pruskie*. Reinhold przemilczał — z ostrożności — teorię heliocentryczną, ale te tablice były ważne dla reformy kalendarza dokonanej w 1582 r. przez papieża Grzegorza XIII. Dla nawigatorów *Tablice Pruskie* stały się protoplastą późniejszych roczników astronomicznych.

Wszystkie sześć ksiąg *De revolutionibus* są znane w zarysie z opracowań popularnonaukowych, stąd przytoczyłem tylko kilka uwag dotyczących księgi pierwszej, więc polecam lekturę smakowitych „Dodatków" z listami tworzącymi skansen sztuki epistolograficznej i osobliwą poezją. Z siedmiu poematów Kopernika o gwiazdach w Gwieździe V (*O Chrystusie uczczonym przez trzech mędrców*) urzeka m.in. czterowiersz:

A wszedłszy do stajenki,
gdzie Pan na was czeka,
Na kolanach uczcijcie
tę dziecinę małą,
Lecz wielką duchem Boga
i duszą człowieka,
Bo w postaci dziecięcia
bóstwem okazałą.

Sławny traktat o spodleniu monety będącej jedną z czterech przyczyn upadku państw wymienionych w kolejnym dodatku (*Sposobie urządzenia monety*) jest aktualny do dzisiaj. Ważne w nim są stwierdzenia, że moneta, będąc powszechną miarą ceny, winna być stałą

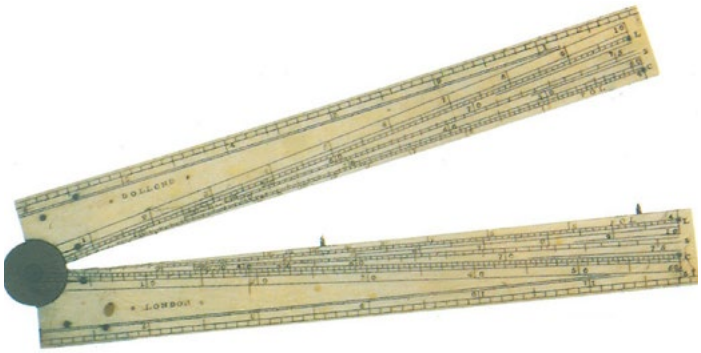


Rys. 3. Udoskonalona wersja Sektora

i niezmienną, gdyż w przeciwnym wypadku krzywdzić będzie sprzedających i kupujących. Zawarta w monecie ilość złota czy srebra jest rękojmią wiary publicznej.

Po epilogu traktatu o poprawie monety zamieszczono *Postanowienie względem opłaty sum i procentów*, w którym Kopernik zaznacza, że *długi zaciągnięte dobremi staremi pieniędzmi (...) winny być spłacone dobrymi nowemi pieniędzmi, albo ich wartością. Podobnie, długi, które podłemi pieniędzmi zostały zaciągnięte, winny być podłemi pieniędzmi spłacone*. To samo dotyczy spadków i procentów. Długi — podobnie jak dzisiaj — musiały być więc fragmentem „krajobrazu finansowego" Polski jagiellońskiej.

Na zakończenie przytoczę uwagę profesora Karola Estreichera, tłumacza *Żywotów* Giorgio Vasariego: *W roku 1577 przekładając na język polski Biblię znakomity tłumacz Jan Leopolita tak ujął swe zadanie „Rozumie to każdy baczny, iako trudna rzecz iest ieden język drugim*



Rys. 4. Przykład Sektora z kości słoniowej z kilkoma wygrawerowanymi skalami służącymi do różnych obliczeń

ięzykiem dostatecznie wyrznąć. A przeto z wielką się pilnością folgowało temu, aby y prawdziwie i snadnie on text polski on text obcy wyrzynał".

Profesor Maciej Mikołajewski i Robert Szaj w *Posłowiu* do tomu *Dzieł* wymienili fundamentalne przyczyny decydujące o wydaniu tej pozycji po polsku. Pierwsza to ta, że Baranowski był świetnym astronomem i jako inteligent wykształcony w XIX stuleciu znakomicie znał łacinę. Przy tej okazji przytoczę cytat z mojej książki *Awantury u Neptuna* będący wyznaniem Jana Parandowskiego: *Ja w gimnazjum uczyłem się łaciny i greki w takim zakresie, jak to się dzisiaj wydaje wręcz nieprawdopodobne. Wiele temu zawdzięcza struktura mojego umysłu i nie wyobrażam sobie, jak mógłbym się obejść bez bliskiego współżycia ze światem z którego pochodzą najwznioślejsze natchnienia*.

■

W takiej postaci świat poznał idee Kopernika!

Jedyne nowożytne tłumaczenie I wydania Dzieł Kopernika dokonane przez astronoma wraz z łacińskim oryginałem.

NICOLAI COPERNICI
TORUNENSIS
DE REVOLUTIONIBUS ORBIUM COELESTIUM
LIBRI SEX.

MIKOŁAJA KOPERNIKA
TORUŃCZYKA
O OBROTACH CIAŁ NIEBIESKICH
KSIĄG SZEŚĆ.

Reprint IV wydania *De revolutionibus* w tłumaczeniu Jana Baranowskiego z 1854 roku.

Unikatowe wydawnictwo Fundacji Nicolaus Copernicus dostępne w internetowej księgarni URANII: http://www.urania.edu.pl (zakładka sklep)

Obserwacje pulsarów polską częścią radioteleskopu LOFAR

Zakręcone gwiazdy

Budowa w Polsce stacji międzynarodowej sieci radioteleskopów LOFAR umożliwiło naukowcom z naszego kraju udział w wiodących badaniach astronomicznych w skali światowej. Unikalna konstrukcja obserwatoriów daje astronomom nietypowe możliwości, pozwala także na samodzielne badanie obiektów niezależnie od pozostałych instytucji.

Leszek Błaszkiewicz i Wojciech Lewandowski

Był koniec listopada 1967 r., gdy Jocelyn Bell prowadziła obserwacje skonstruowanym niewiele wcześniej przez zespół profesora Anthony Hewisha fazowym radioteleskopem w Obserwatorium Uniwersytetu w Cambridge. W tamtych czasach sygnał radiowy pochodzący z kosmosu był utrwalany pisakiem na specjalnych papierowych taśmach. W pewnej chwili zauważyła, że zarejestrowany sygnał to sekwencja impulsów powtarzających się z niezwykłą precyzją co około 1 i 1/3 sekundy.

Jakaż była to tajemnica i jaka ekscytacja. Źródło sygnału, nazwane CP1919, posądzano nawet o sztuczne pochodzenie i już zaczynano snuć wizje kontaktów z obcymi cywilizacjami. Prawda okazała się inna, ale nie mniej pasjonująca. Otóż nadzorujący prace obserwatorium prof. Hewish skojarzył dziwny sygnał z proponowanymi już pod koniec lat 30. XX w. pracami na temat możliwości istnienia supergęstych obiektów zwanych gwiazdami neutronowymi. To ich właściwości i obecność miała być wyjaśnieniem fenomenu pulsującego sygnału.

CZYM SĄ GWIAZDY NEUTRONOWE I PULSARY?

Dziś wiemy z całą pewnością, że dziwna emisja odkryta przez panią Bell to nic innego jak promieniowanie pulsara, czyli odpowiednio ustawionej w przestrzeni obracającej się szybko gwiazdy neutronowej. Odkrycie uhonorowano Nagrodą Nobla (otrzymał ją prof. Hewish), ale czym jest i jak działa owa gwiazda neutronowa?

Gwiazdy rodzą się z ogromnych mgławic pyłowo-gazowych i zaczynają „życie". W ich wnętrzach — tak jak w Słońcu — zachodzą reakcje syntezy pierwiastków. Wreszcie umierają. Sęk w tym, że gwiazdy mają różne masy, składy chemiczne i przez to zarówno czas życia, jak i końcowe chwile istnienia są różne.

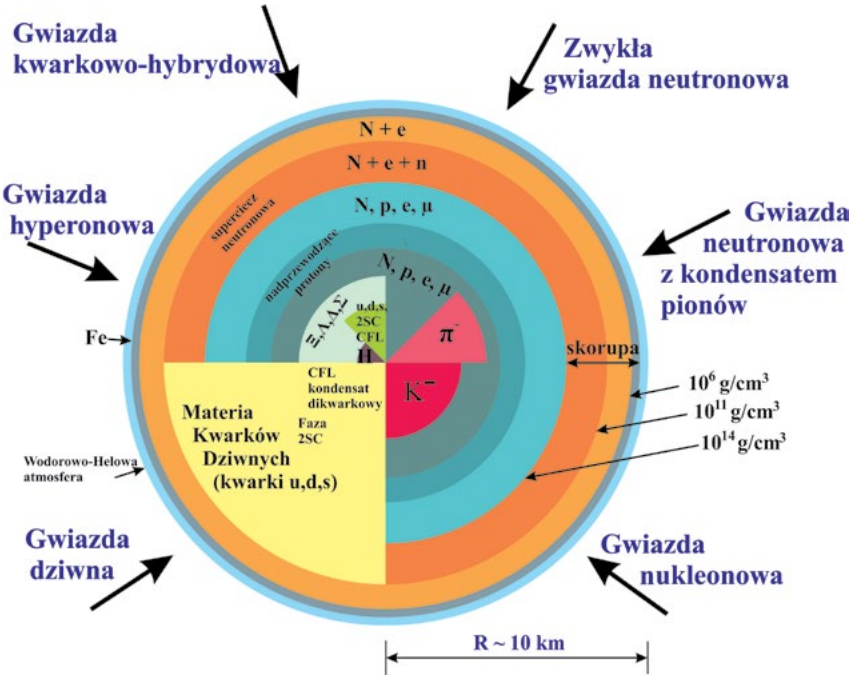
Te najbardziej masywne, wielokrotnie większe od Słońca gwiazdy w końcowej fazie życia eksplodują jako supernowe. W wyniku takiej eksplozji powstaje mgławica, zasilająca kosmos w pierwiastki ciężkie (większość cięższych od żelaza powstaje w czasie wybuchów supernowych, pewna ilość także w zderzeniach gwiazd neutronowych, zwanych kilonowymi), a w samym środku pozostaje niezwykle egzotyczny obiekt — gwiazda neutronowa. Dlaczego egzotyczny? Żeby pobudzić wyobraźnię dwa słowa o naszym Słońcu. Jego średnica jest 109 razy większa od ziemskiej, zaś masa 1000 razy większa od masy wszystkich planet Układu Słonecznego razem wziętych. A teraz wyobraźmy sobie, że zamykamy masę nawet półtora raza większą od słonecznej w kuli o średnicy kilkunastu kilometrów. A na dodatek niech taki obiekt, w zgodzie z zasadą zachowania momentu obrotowego, obraca się wokół swej osi raz na sekundę, może nawet 30 razy na sekundę. No dobrze, rekordzista to ponad 700 razy na sekundę! Czy taki obiekt może powstać? Tak!

Przepis jest dosyć prosty i wynika z budowy materii. Jak zapewne szanowny Czytelnik wie, atomy to jądra naładowane elektrycznie dodatnio i elektrony z ładunkiem ujemnym. Atom jest niewielki, ale jego jądro i elektrony są tysiące razy mniejsze. Zerknijcie na swoją dłoń. Gdyby proton w atomie helu był rozmiaru

waszego kciuka, to elektron rozmiarów ziarna maku krążyłby dziesiątki metrów od was. Atom to przede wszystkim pusta przestrzeń! Jeśli byłaby szansa na wtłoczenie elektronów do jądra atomowego, to po pierwsze — ładunki elektryczne ulęgną neutralizacji, a po drugie — zyskamy bardzo dużo przestrzeni.

I właśnie taki proces zachodzi, gdy wybucha gwiazda supernowa w samym jej centrum. Niezwykłość rodzącej się w tak ekstremalnym procesie gwiazdy neutronowej bierze się między innymi z jej kolosalnej gęstości. Jedna łyżeczka materii tego obiektu ma masę porównywalną z całym masywem góry Mont Everest!

Oczywiście na problem można spojrzeć w dużo bardziej zaawansowany sposób, co też czynią astrofizycy zajmujący się materią skondensowaną, a ich rezultaty zostały zebrane na rysunku 1.



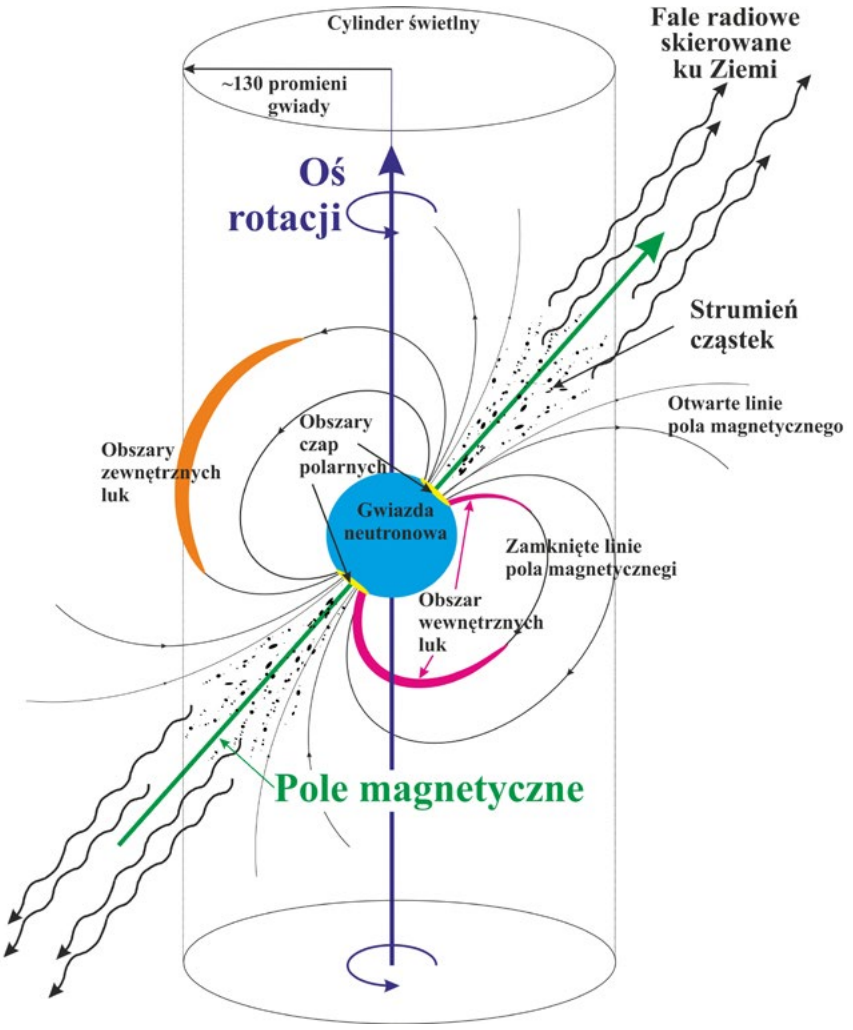
Rys. 1. Zbiorczy schemat przedstawiający różne idee dotyczące wewnętrznej budowy gwiazd neutronowych. Obraz bazuje na Weber i in., 2009. Niewyjaśnione na rysunku skróty to: CFL – Color-Flavor-Locking oraz 2CS, który odnosi się do color superconducting quark matter

CO MA WSPÓLNEGO PULSAR Z LATARNIĄ MORSKĄ?

Zatem pulsar to obracająca się, czasami niezwykle szybko, supergęsta gwiazda neutronowa. W jaki sposób taki obiekt emituje swoje promieniowanie?

Wszystkim steruje niezwykle silne pole magnetyczne, którego dipolowy układ zazwyczaj nie pokrywa się z osią rotacji gwiazdy neutronowej. To energia pola magnetycznego wymusza ruch naładowanej elektrycznie materii wypływającej z obszarów biegunów magnetycznych w dwóch wąskich wiązkach. Przyspieszane w takich warunkach elektrony i pozytony emitują w kierunku ruchu promieniowanie, przy czym jego zakres zależy od obszaru emisji — najbliżej powierzchni gwiazdy neutronowej powstaje promieniowanie o największej częstotliwości.

Wyobraźmy sobie zatem rotującą kulę wielkości sporego miasta, z której w dwóch podobnych do wąskich stożków wiązkach jest emitowane promieniowanie. Wyobraźmy sobie wreszcie nas jako obserwatorów, którzy akurat znaleźli się na drodze takiej wiązki fal radiowych. Będziemy w sytuacji analogicznej jak marynarz na statku nocą, omiatany snopem światła z morskiej latarni. Taki model emisji pulsara nazywa się nie bez przyczyny modelem morskiej latarni. Schemat pulsara przedstawia rysunek 2. Oczywiście takie podejście nie zamyka



Rys. 2. Schemat najbliższego otoczenia rotującej gwiazdy neutronowej. Rysunek bazuje na Lorimer i Kramer, 2009

zakresów emisji pochodzących z okolic gwiazd neutronowych. Nie będziemy poruszać tu szczegółowo pewnych mechanizmów, ale wystarczy wspomnieć, że często na gwiazdę neutronową zachodzi akrecja materii — najczęściej z gwiazdowego towarzysza — co powoduje także emisję w zakresach X i gamma.

RÓŻNORODNOŚĆ GWIAZD NEUTRONOWYCH

Biorąc za podstawę liczbę gwiazd i rozkład ich parametrów, przyjmuje się, że w Galaktyce znajduje się około 100 mln gwiazd neutronowych. Z tej liczby zaledwie 0,01% daje nam możliwość obserwacji tworzących się pulsów promieniowania. Oczywiście zdecydowanie najwięcej, bo około 2500, jest pulsarów radiowych, w tym około 300 znanych pulsarów milisekundowych (o tym, skąd się biorą, piszemy w ramce 1). Gwiazdy neutronowe występują czasami w parach, zwanych DNS (ang. *Double Neutron Star*), a takich znamy 15; wiele pulsarów tworzy też układy podwójne z innymi obiektami, głównie z białymi karłami. Tu warto zauważyć, że odkryto także pulsar (PSR J0337+1715), który jest składnikiem układu potrójnego. Dwa pozostałe obiekty w tym układzie to białe karły.

Badania gwiazd neutronowych pokazują, że posiadają one niezwykle silne pola magnetyczne, jednak są takie, których pola przyjmują wartości ekstremalne (powyżej 10^{10} tesli lub 10^{14} gausów)[1]. Takich obiektów wykryto do tej pory 30 i nadano im miano magnetarów.

Istnieją wreszcie takie pulsary, na które następuje akrecja materii z pobliskiej związanej z nimi gwiazdy. Mechanizmy akrecji poprzez przyspieszanie powodują grzanie materii spływającej na neutronową gwiazdę, a w wyniku tego silną emisję promieniowania rentgenowskiego. Stąd nazwa takich obiektów: *Accreting Millisecond X-Ray Pulsars* (AMXPs). Znamy obecnie 14 pulsarów tego typu. Wreszcie znanych jest też 8 pulsarów tworzących grupę XDINS (ang. *X-ray Dim Isolated Neutron Stars*), czasami zwaną też XINS. Ta grupa określana była wcześniej nieformalnie jako „siedmiu wspaniałych" (ang. *The Magnificent Seven*) — samotne obiekty odkryte przez satelitę ROSAT. Są to relatywnie bliskie (do kilkuset parseków) emitery promieniowania rentgena, dla których wiek to kilkaset tysięcy lat. Okresy rotacji zawierają się w zakresach od 3 do 12 sekund.

Wreszcie na końcu wypada wspomnieć też nieregularne pulsary określane jako RRAT (ang. *Rotating RAdio Transient*). Impulsy radiowe tych obiektów nie występują w równych odstępach czasowych. Czas trwania impulsów to ułamki sekund, natomiast odstępy między nimi wynoszą od 4 minut do kilku godzin.

Generalnie wiele aspektów związanych z podziałem pulsarów przedstawianych jest na dosyć szczególnych wykresach okres — pochodna okresu ($P-\dot{P}$), gdzie oprócz tych parametrów umieścić można także inne, takie jak wiek i natężenie pola magnetycznego (wyznaczane w sposób pośredni), jak na przykładowym rysunku poniżej.

CZEGO UCZĄ NAS PULSARY?

A jakież to ciekawe informacje niosą w sobie sygnały od pulsarów i po co je badać?

Po pierwsze dowiadujemy się wielu ciekawych informacji o fizyce samych gwiazd neutronowych. Zjawiska dostrzegane poprzez wnikliwą analizę czasu przyjścia pulsów oraz zmian w morfologii tychże (badanych puls po pulsie albo poprzez analizę zintegrowanych profili, patrz rys. 8). Czasami obserwacje przy-

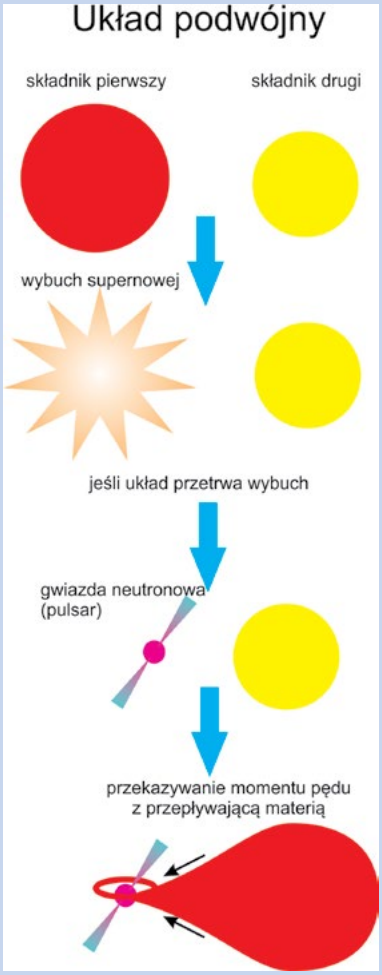
Skąd się biorą pulsary milisekundowe?

Najprostsze kalkulacje biorące pod uwagę zasadę zachowania pędu uczą nas, że obiekt gwiazdowy, zmniejszając się do rozmiarów kuli o promieniu około 10 km, zwiększa tempo rotacji do maksymalnie 60 obrotów na sekundę. Pulsary milisekundowe zaś, jak sama nazwa wskazuje, obracają się nawet kilkaset razy na sekundę. Jakie zjawisko jest w stanie nadać gwiazdom neutronowym tak dużą prędkość obrotową?

Odpowiedź jest prosta, chociaż możliwych scenariuszy ją realizujących jest wiele. Wszyscy doskonale znają analogię z łyżwiarką figurową, która składając ręce zaczyna kręcić się w piruecie dużo szybciej. Jak zwiększyć jej tempo? Wystarczy ktoś stojący obok, kto będzie rytmicznie w odpowiednim tempie popychał jej ramię. Możemy też, w bardziej techniczny sposób, owinąć ją pasem transmisyjnym i podłączyć do silnika i w ten sposób dostarczyć dodatkowej energii.

Podobnie gwiazda neutronowa zwiększa tempo rotacji kosztem pędu przekazywanego od towarzyszącej jej gwiazdy. Dzieje się to poprzez przepływ materii do dysku akrecyjnego i dalej na powierzchnię gwiazdy albo poprzez „absorpcję" wiatru gwiazdowego towarzysza.

Schematycznie takie scenariusze pokazuje rysunek 9.



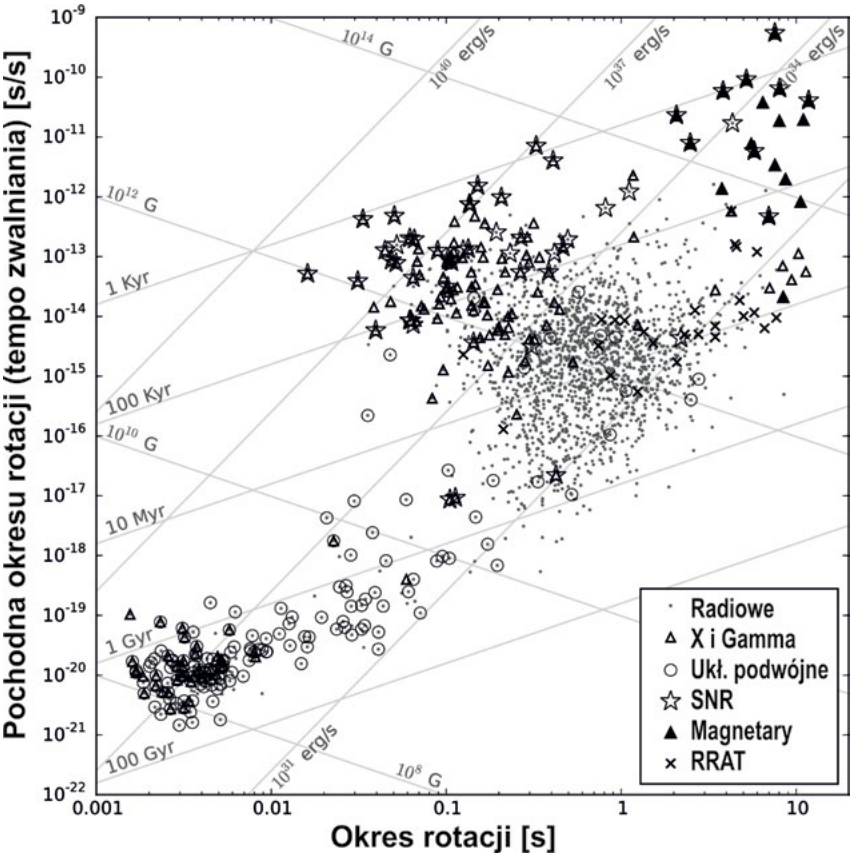
Rys. 9. Schemat powstawania pulsarów milisekundowych w podwójnych układach kataklizmicznych

[1] Ziemskie pole magnetyczne przy powierzchni ma natężenie wahające się między 25 do 65 mikrotesli (od 0,25 do 0,65 gausów).

noszą rezultaty, które nawet pomimo 50 lat badań nie do końca są dla nas zrozumiałe. Mamy, co prawda, ogólne pojęcie o tym, w jaki sposób powstaje promieniowanie radiowe pulsarów, jednakże pewne aspekty tego mechanizmu promieniowania wymykają się dokładniejszemu opisowi. Przykładami tego typu zjawisk są obserwowane polskimi teleskopami systemu LOFAR zjawiska zaniku sygnału pulsara (tzw. *nulling*), które trwać może przez kilka do kilkuset okresów rotacji gwiazdy neutronowej, występowanie w przychodzących do nas impulsach tzw. subpulsów[2] i ich quasi-periodyczne zachowanie czy zjawiska zmiany trybów promieniowania (tzw. *mode switching*), gdy zazwyczaj stabilny kształt impulsu radiowego przysłanego nam przez pulsar zmienia się na kilka minut do kilku godzin, po czym wraca do normalnego stanu. Podobnie jest z występującymi u różnych pulsarów gigantycznymi pulsami (także notowane w danych obserwacyjnych LOFAR-u), kiedy to pojedynczy impuls potrafi przynieść nam nawet tysiące razy więcej energii niż normalnie.

Choć pulsary są fantastycznymi i niezwykłymi obiektami do badań ze względu na ich ekstremalne właściwości, to badanie sygnału przysyłanego nam przez te „kosmiczne latarnie" może posłużyć nie tylko do poznawania ich samych, ale także do studiów tego, co się dzieje z wyemitowanym przez nie promieniowaniem po drodze do naszych teleskopów. Przestrzeń międzygwiezdna nie jest idealnie pusta, znajdują się w niej niewielkie ilości materii, zarówno obojętnej elektrycznie (zwykłe atomy i cząsteczki), jak i zjonizowanej (jony i uwolnione z nich swobodne elektrony). I choć wydawać by się mogło, że materii tej jest mało (średnio 1 cząstka na centymetr sześcienny), to pamiętać trzeba, że sygnał radiowy pulsara pokonuje długą drogę, sięgającą do kilkunastu tysięcy lat świetlnych. Nawet tak znikome ilości materii (szczególnie tej zjonizowanej) mają wpływ na wyemitowane przez pulsar fale radiowe — absorbując je lub zniekształcając, zanim do nas dotrą. Ten wpływ możemy oszacować poprzez analizę wyników obserwacji, a co za tym idzie, wyciągać wnioski na temat stanu i ilości materii międzygwiazdowej

[2] Profile pulsarów mogą być bardzo złożone i obok pulsu głównego notuje się też występowanie subpulsów poprzedzających tenże lub występujących po nim. Nierzadko notuje się oba przypadki.

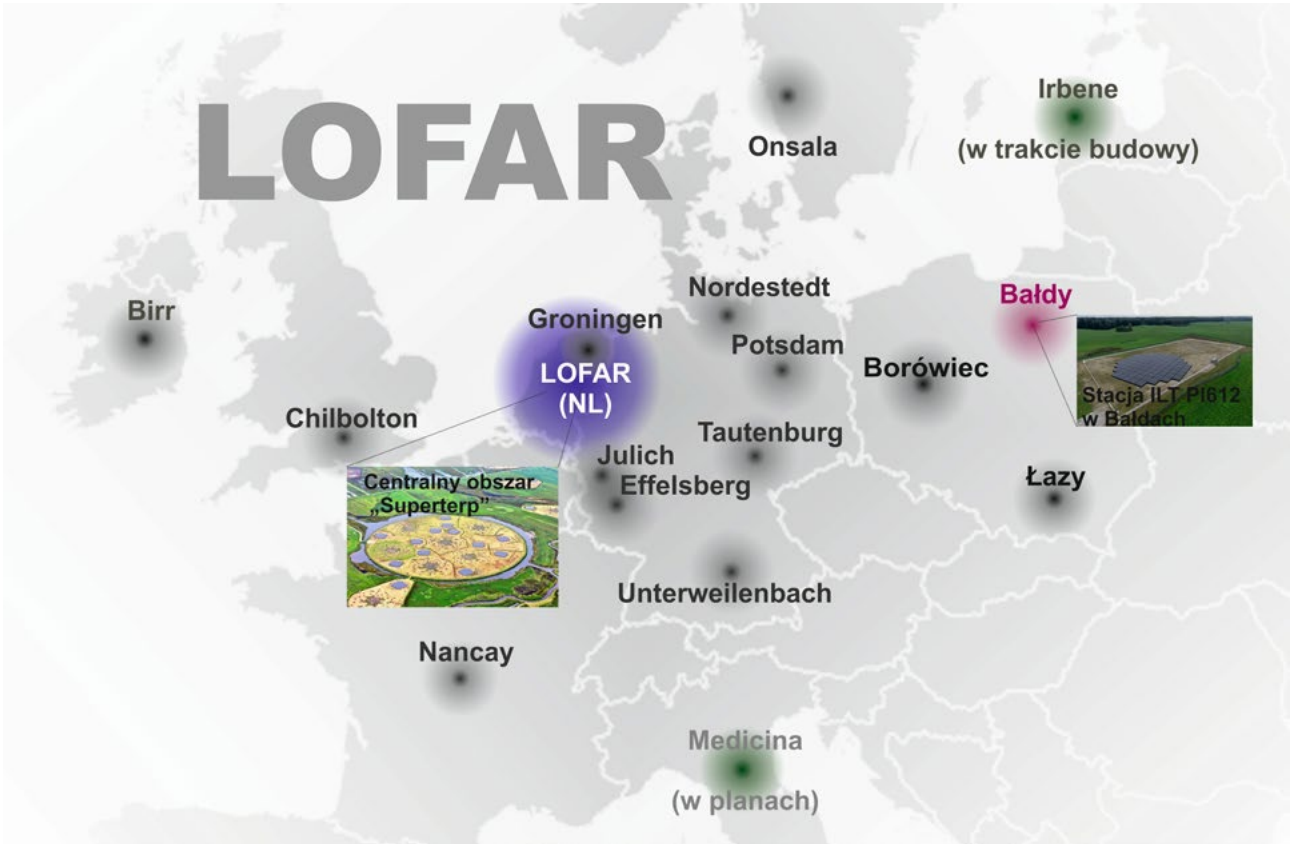


Rys. 3. Wykres okres – pochodna okresu. Wykres pozwala na wyodrębnienie grupy pulsarów milisekundowych (lewy dolny obszar) i zwykłych. Odrębnymi symbolami zaznaczono dodatkowo obiekty emitujące promieniowanie rentgenowskie i gamma, pulsary wchodzące w skład układów podwójnych; takie, które są powiązane z pozostałością po wybuchu supernowej (SNR – SuperNova Remnant); pulsary nieregularne – RRATy

w kierunku pulsara. Szczegóły znajdują się w ramce 2 i na rysunku 4.

Inną dziedziną astrofizyki, która wykorzystuje pulsary jako swojego rodzaju narzędzie badań, jest tzw. chronometraż, czyli badanie czasu nadejścia kolejnych pulsów. Pulsary ze względu na swoje ekstremalne własności fizyczne można traktować jako niebywale stabilne „kosmiczne zegary", a regularność ich „tykania" jest porównywalna w niektórych przypadkach z najlepszymi zegarami atomowymi. Kiedy więc obserwujemy zaburzenia tej regularności, to znaczy, że z pulsarem coś się dzieje; np. gdy pulsar się oddali, obserwowane przez nas impulsy będą przychodziły z opóźnieniem (będą miały dłuższą drogę do pokonania), a gdy się zbliży — odwrotnie, pulsy będą przychodzić przed czasem. Metoda ta pozwoliła Aleksandrowi Wolszczanowi odkryć pierwsze pozasłoneczne planety krążące wokół jednego z pulsarów.

Jednak nie to było największym sukcesem tego typu badań. Okazuje się, że chronometraż podwójnych gwiazd neutronowych jest doskonałym laboratorium do testowania teorii grawitacji. Kamieniem milowym okazało się w tej materii odkrycie pulsara PSR B1913+16 przez Russela Hulse'a i Josepha Taylora, którzy dzięki obserwacjom tego układu *pulsar–gwiazda neutronowa* potwierdzili pośrednio istnienie fal grawitacyjnych, co przyniosło im Nagrodę Nobla. Skoro jesteśmy przy falach grawitacyjnych, to zaburzenia te są tym większe, gdy przyspieszane masy są największe. Możemy sobie zadać pytanie: co się stanie, jeśli takie dwie gwiazdy neutronowe się zderzą? Wzbudzają się wtedy wielkie niczym tsunami fale grawitacyjne, które mknąc przez ocean czasoprzestrzeni mogą zostać zauważone przez ziemskie detektory… I zostały zarejestrowane! Po raz pierwszy 14 września 2015 o godz. 09:50:45 UTC przez detektory systemu LIGO (sygnał GW150914), zaś już 17 sierpnia 2017 r. po raz pierwszy zaobserwowano fale grawitacyjne (sygnał GW170817) wraz z towarzyszącym im rozbłyskiem gamma (GRB 170817A), pochodzącymi z połączenia dwu gwiazd neutronowych w galaktyce NGC 4993 odległej o ok. 40 Mpc.



Rys. 5. Mapa systemu LOFAR. Na mapie zaznaczono tylko schematycznie obszar anten rozlokowanych w Holandii. Pokazano też miejsce usytuowania dwóch dodatkowych elementów, które znajdą się na Łotwie oraz we Włoszech

Cały czas obserwujemy pulsary, także teleskopami systemu LOFAR umieszczonymi w Polsce, a wyniki obserwacji są bezcennym źródłem informacji o tych egzotycznych obiektach, ich otoczeniu i wielu, wielu innych tajemniczych zjawiskach. Czas opowiedzieć w wielkim skrócie, czym jest LOFAR.

TELESKOP LOFAR W EUROPIE I W POLSCE

Teleskop gościł już nie raz na łamach *Uranii – Postępów Astronomii* (np. *Urania* 1/2016, s. 42 i *Urania* 2/2013, s. 38).

Aby przypomnieć i uaktualnić tamte artykuły trzeba napisać, że do dziś w ramach tego systemu powstały 53 stacje, w których zainstalowano łącznie ponad 100 000 dipolowych anten z systemami odbiorczymi przystosowanymi do rejestracji fal o długości od jednego do kilkunastu metrów. W skład sieci wchodzi 40 stacji na terenie Holandii (24 stanowią tzw. Core, z czego 6 ulokowano w obszarze nazywanym „Superterp") oraz 13 stacji wchodzących w skład ILT (*International LOFAR Telescope*) na terenie Europy — trzy z tych stacji zainstalowano w Polsce. Dodatkowo, co zaznaczono już na schemacie rozlokowania elementów sieci LOFAR (rys. 5) dwie dodatkowe stacje ILT są w trakcie budowy.

Pola anten wyglądają niepozornie i w niczym nie przypominają gigantycznych stalowych paraboloidów „klasycznych" radioteleskopów. Na powierzchni około 2 ha ulokowane są pokryte czarną folią skrzynie oraz proste kratownice z 2-metrowymi słupkami (patrz rysunek). Jednak ta prostota to tylko pozór. 40 km kabli zakopanych pod ziemią łączących każdy dipol ze skomplikowanym systemem analizatorów próbkujących i kwantujących sygnał, a później posyłających go internetem do korelacji w tempie nawet 10 Gb/s.

By zachować systematyczność, należy napisać, że anteny w stacjach instalowane są w dwóch typach:

Anteny Wysokiej Częstotliwości (HBA) przystosowane do odbioru fal w zakresie 110—250 MHz (czyli o długości od 1 do 3 m), które zebrane są w panelach po 16 par dipoli. Każde pole to 48 lub 96 paneli.

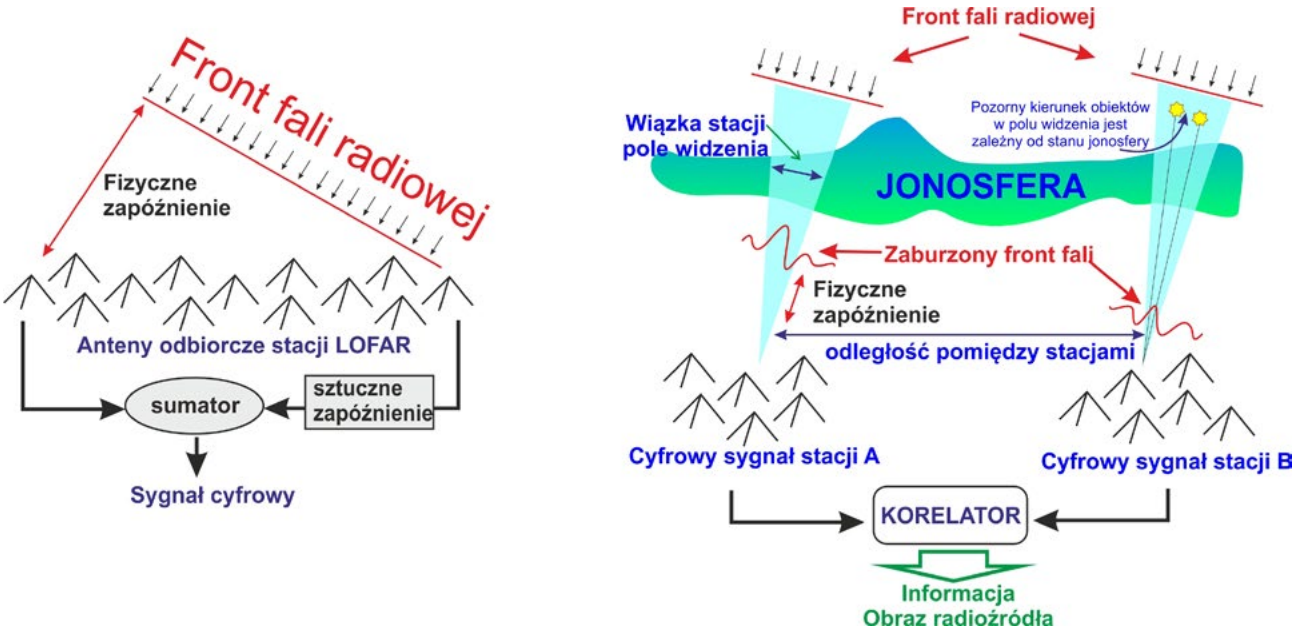
Anteny Niskiej Częstotliwości (LBA) do odbioru fal w zakresie 10—90 MHz (czyli od 4 do 10 metrów). Każda stacja to 48 lub 96 anten.

W pierwszej oddanej w sierpniu 2015 r. do użytku stacji w Bałdach pod Olsztynem należącej do Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego zainstalowano maksymalną konfigurację, czyli łącznie 3264 dipole. Podobna konfiguracja jest w stacji w Borówcu pod Poznaniem należącej do Centrum Badań Kosmicznych, zaś stacja Uniwersytetu Jagiellońskiego została wybudowana w Łazach koło Krakowa w nieco skromniejszej wersji.

JAK DZIAŁA TELESKOP LOFAR?

Każdy dipol jest anteną dookólną, czyli „widzi" całe niebo, ale ich układ — dzięki cyfrowemu sterowaniu zapóźnieniami sygnału (fazami) w poszczególnych elementach — może symulować pojedynczy kierunkowy radioteleskop. Wówczas pole widzenia takiej anteny (wiązka) ma na niebie rozmiary kilka razy mniejsze niż rozmiary kątowe Księżyca (patrz lewa cześć rys. 6).

Jeśli jednak połączymy dwa lub więcej kompletów anten, to wiązka staje się znacznie mniejsza, ale nie to jest najważniejsze. Jeśli bowiem będziemy dysponować odpowiednio szybkim systemem informatycznym, możemy tak sterować



Rys. 6. Schemat ukazujący idee działania teleskopu fazowego (część lewa) oraz opartego na takich teleskopach interferometru (część prawa)

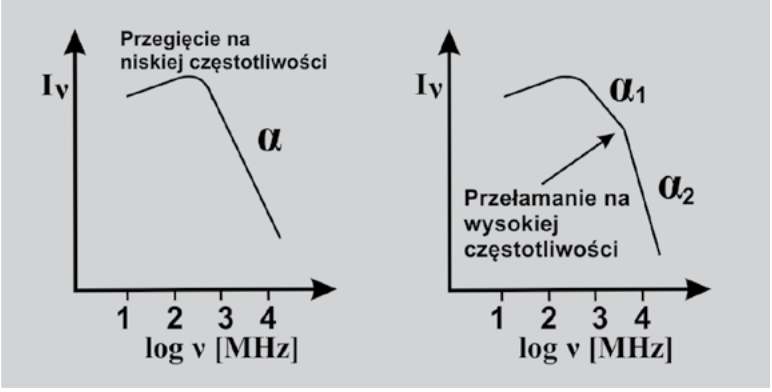
fazami, by jednocześnie tworzyć więcej niż jedną wiązkę. Czyli możemy obserwować w tym samym czasie wiele obiektów w różnych częściach nieba ponad horyzontem! Teoretycznie całą siecią LOFAR możemy jednocześnie prowadzić 256 niezależnych obserwacji.

Bardzo istotnym elementem podczas obserwacji fal radiowych o długościach powyżej 1 metra jest ziemska jonosfera, która potrafi skutecznie zmienić kierunek rozchodzenia się fal radiowych. Jest to zauważalne przy obserwacji pojedynczymi elementami systemu, a bez odpowiednich korekt czyniłoby obserwacje interferometryczne prowadzone jednocześnie wieloma oddalonymi od siebie stacjami ILT wręcz niemożliwymi (zobacz rys. 6, strona prawa). Na szczęście opracowane metody kalibracji (przy wydatnym współudziale zespołu z Centrum Diagnostyki Radiowej Środowiska Kosmicznego UWM w Olsztynie, kierowanego przez prof. Andrzeja Krankowskiego) pozwalają na skuteczną eliminację niepożądanego wpływu jonosfery

Po tym krótkim opisie instrumentu wypada zadać pytanie: Dlaczego LOFAR? Wszak pojedyncza stacja to zaledwie ekwiwalent kilkunastometrowego paraboloida. Odpowiedzią jest widmo pulsarów, które w części wysokich częstotliwości (powyżej 1 GHz) jest strome i strumień słabnie wraz ze wzrostem częstotliwości. Jednak w obszarze częstotliwości, w których pracuje system LOFAR, widmo wykazuje swoje maksimum (patrz rys. 7). To sprawia, że pojedynczą stacją jesteśmy w stanie zarejestrować profile około 100 pulsarów, zaś przeglądy prowadzone centralną częścią systemu (Core region) dały detekcje dla ponad ćwierć tysiąca pulsarów.

NAJCIEKAWSZE WYNIKI

Badania pulsarów to analiza sygnałów docierających do nas od tych obiektów.



Rys. 7. Widmo pulsara

Jak już napisałem, pulsar emituje modulowany amplitudowo sygnał o pewnej charakterystyce czasowej. Bardzo często zmiana strumienia na tle szumu jest tak niewielka, że do analizy wykorzystywane są profile pulsarów dodawane do siebie tak, by zintegrowany profil miał dostatecznie wysoką wartość stosunku sygnału do szumu (zobacz przykłady profilów na rys. 8). Dodając do siebie, celem zminimalizowania szumu, pojedyncze pulsy w jednej wybranej częstotliwości, musimy znać parametry rotacji pulsara (okres, pochodna okresu) oraz nasze dokładne położenie i kierunek ruchu — teleskop porusza się przecież na skutek rotacji Ziemi, a wraz z nią obiega Słońce. Gdy chcemy jednak dokonać tego w szerokim zakresie widma, musimy znać też wartość dyspersji w kierunku pulsara (patrz rys. 4). Po tych kilku zdaniach można wyrobić sobie opinię, jak trudne jest poszukiwanie pulsarów, gdy dodatkowo nasze obserwacje zakłóca jonosfera. A mimo to przy pomocy systemu LOFAR nie tylko prowadzi się regularne obserwacje, ale dokonuje także odkryć nowych pulsarów.

Podczas jednego z przeglądów nieznanych źródeł promieniowania gamma zarejestrowanych przez satelitarne obserwatorium Fermi należące NASA odkryto dwa pulsary milisekundowe: pierwszy, PSR J1552+5437, rotuje 412 razy na sekundę, zaś drugi (PSR J0952-0607) okazał się najszybszym pulsarem w płaszczyźnie galaktyki i rotuje aż 707 razy

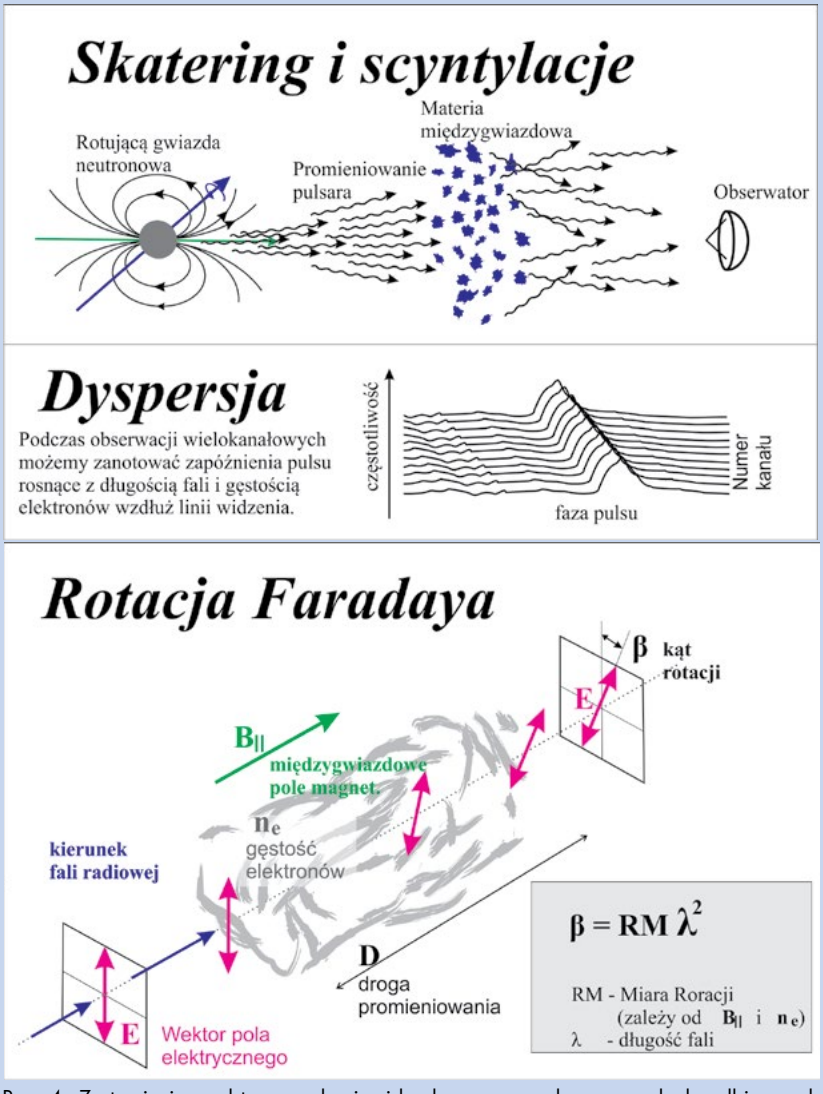
Promieniowanie a materia międzygwiazdowa

Zjonizowana materia międzygwiazdowa wpływa na poruszające się w naszym kierunku fale radiowe wysłane przez pulsar na kilka sposobów. Pierwszym z nich jest zjawisko dyspersji międzygwiazdowej: materia wpływa na prędkość propagacji fal zależnie od ich częstotliwości, bardziej spowalniając fale o niskiej częstości (fale dłuższe). Fale takie docierają do nas z opóźnieniem; gdy obserwujemy pulsar w miarę szerokim zakresie częstotliwości, to impuls pojawia się najpierw na najwyższych częstotliwościach, a potem dopiero stopniowo dociera do nas na coraz niższych. W obserwacjach pulsarów musimy uwzględnić ten efekt, inaczej obserwowane przez nas impulsy zostałyby mniej lub bardziej „rozmyte" w czasie. Efekt ten wydaje się więc nam przeszkadzać w ujrzeniu promieniowania pulsara w takiej formie, w jakiej zostało ono wysłane, ale z drugiej strony dzięki pomiarom tego efektu możemy się dowiedzieć, ile zjonizowanej materii fale radiowe napotkały w czasie swojej propagacji.

Kolejnym ważnym aspektem jest turbulentny charakter ośrodka międzygwiazdowego. Obszary zjonizowane w Galaktyce występują często w postaci obłoków lub „bąbli". Te ostatnie związane są często z rozszerzającymi się otoczkami supernowych lub gromadami gorących gwiazd, które jonizują materię wokół siebie. Propagujące się w przestrzeni fale radiowe napotykając taki obszar (który z ich punktu widzenia będzie miał inny współczynnik załamania światła niż normalna neutralna próżnia), mogą ulec zjawiskom rozpraszania i scyntylacji.

Na skutek rozpraszania, czyli zmiany kierunku propagacji fali dotrą do nas „promienie", które pierwotnie nie poruszały się w naszym kierunku, a zostały (na skutek refrakcji w ośrodku) do nas skierowane. Ponieważ fale propagujące się w ten sposób mają do pokonania nieco dłuższą drogę, to docierają do nas z opóźnieniem, co sprawia, że obserwowany kształt impulsu się zmienia i poszerza, uzyskując tzw. „ogon", który zazwyczaj przyjmuje kształt funkcji eksponencjalnego zaniku. Gdy wiele takich promieni od tego samego obiektu propaguje się w naszym kierunku, to dodatkowo mogą zacząć ze sobą interferować, powodując wzmocnienie lub osłabienie fal, co nazywany zjawiskiem scyntylacji międzygwiazdowych. Zjawisko to przypomina w swej naturze efekt migotania gwiazd, z tym że w wypadku pulsarów dotyczy fal radiowych a nie światła widzialnego, a jego powodem jest nierównomiernie rozłożony i turbulentny ośrodek międzygwiazdowy a nie ziemska atmosfera. Obserwacje wpływu obu tych zjawisk na odbierane przez nas promieniowanie pulsarów są bezcennym źródłem informacji o fizycznych własnościach zjonizowanej materii międzygwiazdowej.

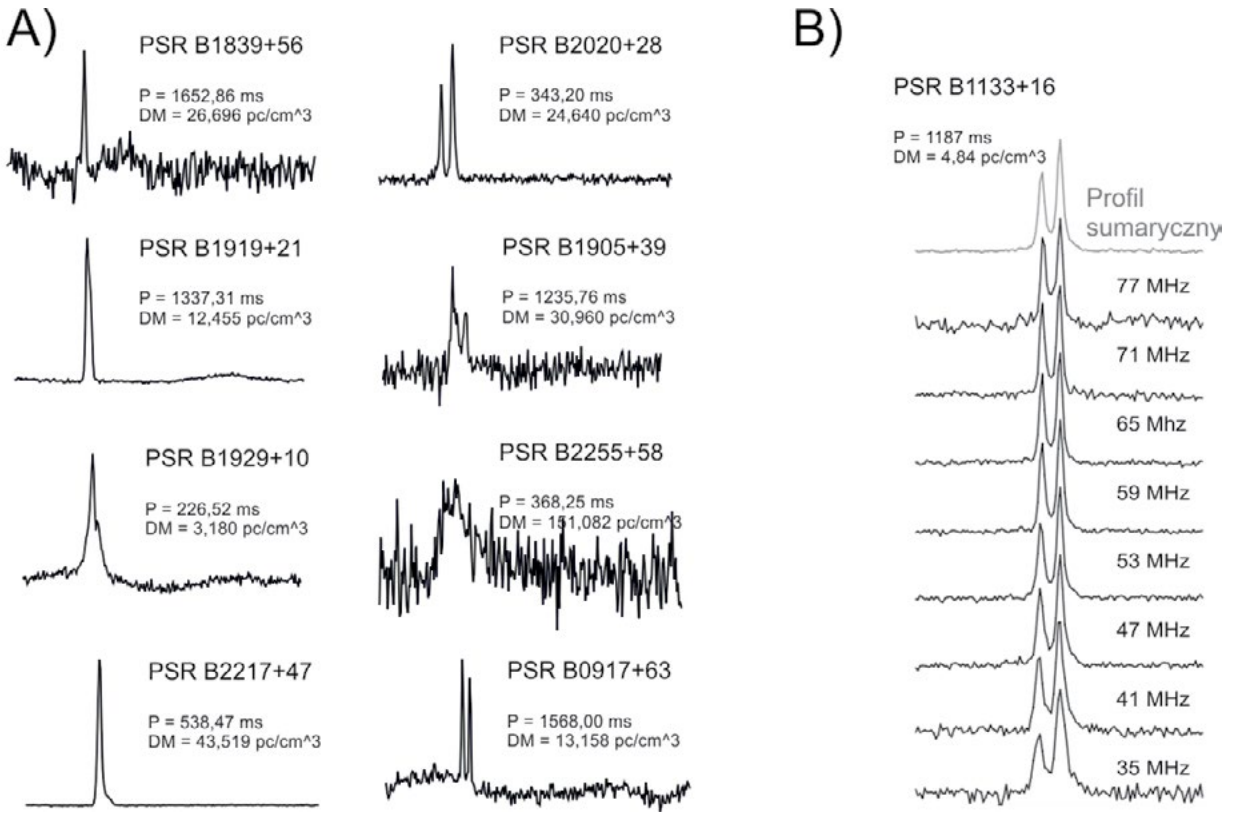
Ostatnim z obserwowanych w promieniowaniu pulsarów zjawisk jest rotacja Faradaya. Promieniowanie radiowe pulsarów jest wysoce spolaryzowane, gdyż powstaje w warunkach bardzo silnego pola magnetycznego. Występujące w przestrzeni międzygwiazdowej galaktyczne pole magnetyczne powoduje obrót płaszczyzny polaryzacji tego promieniowania, a zależny od częstotliwości, na której obserwujemy. Stopień tej rotacji zależy od natężenia pola magnetycznego, które promieniowanie spotyka na drodze swojej propagacji i pozwala oszacować właściwości pola magnetycznego Drogi Mlecznej.



Rys. 4. Zestawienie podstawowych zjawisk obserwowanych w sygnałach odbieranych od pulsarów

na sekundę. Przypomnijmy, że najszybszy pulsar ma częstotliwość rotacji 716 Hz, jednak znajduje się w gęstej grupie gwiazd poza dyskiem Drogi Mlecznej.

Jednym z podstawowych programów obserwacyjnych sieci LOFAR jest przegląd LOTAAS (*LOFAR Tied-Array All-Sky Survey*). Dzięki pracom w ramach tego programu szukającego szybkozmiennych zjawisk na północnej hemisferze, w paśmie o centralnej częstotliwości 135 MHz, odkryto najwolniejszy



Rys. 8. Profile pulsarów obserwowanych polskimi stacjami systemu LOFAR. A) Przykłady profilów zintegrowanych po czasie i w częstotliwości. B) Seria profilów zintegrowanych po czasie przedstawionych oddzielnie dla różnych częstotliwości

pulsar. PSR J0250+5854 ma okres obrotu równy 23 i pół sekundy.

Niezwykle interesujących odkryć dokonano podczas analizy danych prowadzonego od 2016 r. lat eksperymentu polegającego na niezależnych obserwacjach pulsara PSR B1508+55, w których czynny udział biorą polskie stacje LOFAR. Program nadzorowany przez dr. Olafa Wucknitza z Instytutu Radioastronomii Towarzystwa Maksa Plancka (*Max Planck Institut für Radioastronomie*) pozwolił odkryć w profilu pulsara dziwny kształt — subpuls — towarzyszący głównemu profilowi, nazwany „składową-duchem" (*ghost component*). Dokładna analiza zmienności głównego profilu oraz dodatkowego subpulsu pozwoliły na stwierdzenie, że powstaje on poprzez załamanie promieniowania w ośrodku międzygwiazdowym. Co więcej, analiza pozwoliła na ustalenie, gdzie dokładnie znajduje się ów ośrodek. Powoduje on, że dochodzi do nas główny profil drogą prostą oraz odkryte echo drogą wydłużoną. Wstępny wynik sugeruje dystans od nas do obłoku materii powodującego rozdzielenie sygnału na około 124 pc, co przy odległości do PSR B1508+55, równej 2,13 kpc jest odległością małą.

Ten krótki przegląd warto zakończyć informacją, że polskie stacje LOFAR prowadzą obserwacje pulsarów w trybie ILT, ale także w trybie pracy samodzielnej. Przykładowo, stacja PL612 w Bałdach do tej pory przeprowadziła w trybie samodzielnym blisko 1100 godzin obserwacji w kierunku kilkudziesięciu pulsarów nieba północnego. Głównymi aspektami badań jest analiza sygnału pod kątem jego zmian w ośrodku międzygwiazdowym (patrz ramka 2), krótko i długookresowe zmiany morfologii pulsów, badania chronometrażowe. Polska obecność w sieci LOFAR oraz grupach naukowców związanych z LOFAR-em i pracujących przy badaniu pulsarów już owocuje ciekawymi wynikami, a w najbliższej przyszłości zapewne o LOFAR-ze jeszcze wiele usłyszymy.

Dr Leszek Błaszkiewicz — radioastronom pracujący na UWM w Olsztynie i zajmujący się obecnie obsługą stacji, w tym także obserwacjami oraz badaniami pulsarów.
Dr hab. Wojciech Lewandowski — astronom pracujący w Instytucie Astronomii im. prof. Janusza Gila Uniwersytetu Zielonogórskiego. Od początku swej kariery naukowej zajmuje się różnymi aspektami naukowymi związanymi z pulsarami, a przede wszystkim propagacją sygnałów pulsarów przez ośrodek międzygwiazdowy.

Początki PTMA jakich nie znacie

Wydawałoby się, że znamy dość dobrze historię powstania Polskiego Towarzystwa Miłośników Astronomii. Olbrzymia ilość materiałów znajduje się przecież w archiwalnych numerach Uranii, do których mamy ogólnie dostęp. Okazuje się jednak, że to nie wszystko. Historia bowiem zaczyna się dużo wcześniej i mimo że nie jest bezpośrednio związana z PTMA, to jednak dała początek tworzenia największego w Polsce Towarzystwa Miłośników Astronomii.

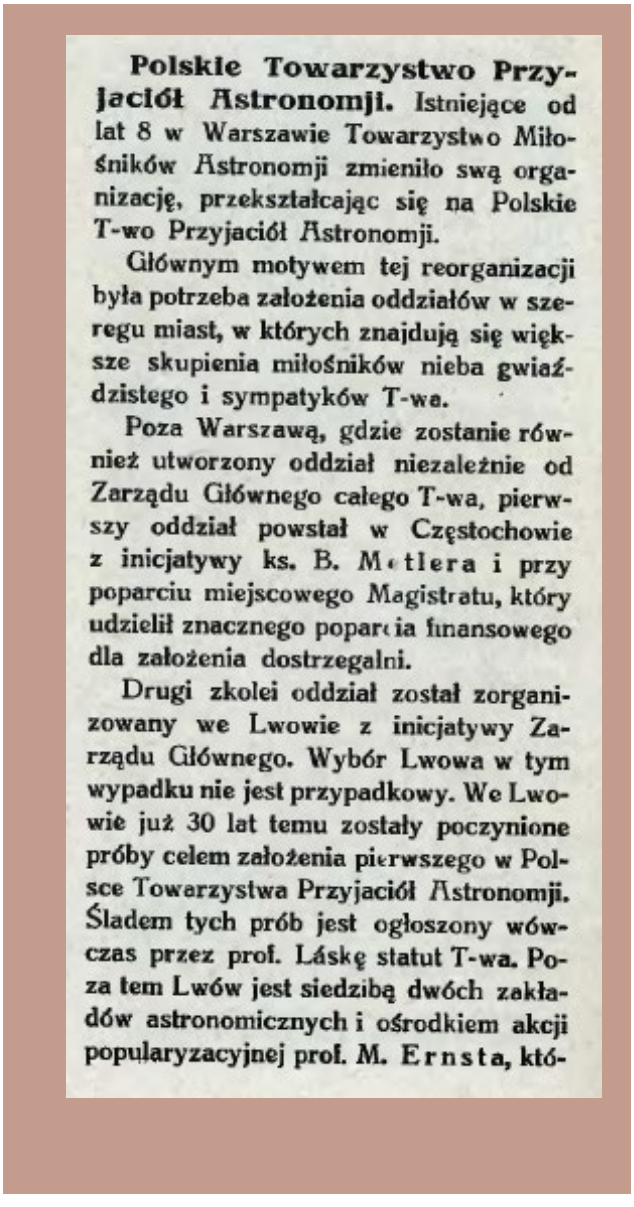
W początkach XX w. istniały na rynku prasy takie tytuły jak „Wszechświat", „Przyroda i Technika", w których podejmowano próby tworzenia stowarzyszenia o tematyce astronomicznej. Pierwszy próby założenia Towarzystwa Przyjaciół Astronomii miały miejsce już 1899 r. we Lwowie, gdzie Czech, Wacław Laska (1862–1943), docent geodezji wyższej w praskiej politechnice, a od 1897 profesor w zakresie astronomii na Uniwersytecie Lwowskim, rozpoczął nawet prace nad statutem. Towarzystwo niestety nie zostało założone, a po dziś dzień nie zachowały się żadne informacje ani kopia statutu.

Kolejne informacje, do jakich możemy dotrzeć, pojawiły się w czasopiśmie „Wszechświat", które w tym okresie jest jedynym z niewielu źródeł wiedzy ze świata astronomii. To tutaj ukazują się pierwsze informacje o zjawiskach astronomicznych czy też pierwsze kalendarzyki astronomiczne i efemerydy.

W roku 1908 na łamach „Wszechświata" (nr 25 z 21 czerwca) ukazuje się artykuł Feliksa Przypkowskiego (1872–1951) z Jędrzejowa pt. „Miłośnicy i protektorowie astronomii", w którym postuluje się założenie dwóch towarzystw: ściśle naukowego astronomicznego oraz zrzeszającego miłośników astronomii. W artykule tym czytamy:

(…) *pożądanemby było założenie u nas towarzystwa astronomicznego ściśle naukowego lub też towarzystwa miłośników i protektorów astronomii. Mielibyśmy wówczas instytucyę wyraźnie dążącą do obalenia przesądów i zabobonów* (…)*

Wkrótce na łamach tego samego „Wszechświata" nr 33 z 13 sierpnia 1911 r. ogłasza list otwarty o udzielenie na łamach tego czasopisma miejsca dla miłośników astronomii, by mogli się zrzeszać na tej płaszczyźnie.



Polskie Towarzystwo Przyjaciół Astronomji. Istniejące od lat 8 w Warszawie Towarzystwo Miłośników Astronomji zmieniło swą organizację, przekształcając się na Polskie T-wo Przyjaciół Astronomji.

Głównym motywem tej reorganizacji była potrzeba założenia oddziałów w szeregu miast, w których znajdują się większe skupienia miłośników nieba gwiaździstego i sympatyków T-wa.

Poza Warszawą, gdzie zostanie również utworzony oddział niezależnie od Zarządu Głównego całego T-wa, pierwszy oddział powstał w Częstochowie z inicjatywy ks. B. Metlera i przy poparciu miejscowego Magistratu, który udzielił znacznego poparcia finansowego dla założenia dostrzegalni.

Drugi zkolei oddział został zorganizowany we Lwowie z inicjatywy Zarządu Głównego. Wybór Lwowa w tym wypadku nie jest przypadkowy. We Lwowie już 30 lat temu zostały poczynione próby celem założenia pierwszego w Polsce Towarzystwa Przyjaciół Astronomji. Śladem tych prób jest ogłoszony wówczas przez prof. Láskę statut T-wa. Poza tem Lwów jest siedzibą dwóch zakładów astronomicznych i ośrodkiem akcji popularyzacyjnej prof. M. Ernsta, któ-

LIST OTWARTY W SPRAWIE ASTRONOMÓW-AMATORÓW

Na obszarze Królestwa jest wielu miłośników astronomii, którzy, pracując osobno, chcieliby dla dobra nauki podzielić się swemi myślami, swemi spostrzeżeniami. Rzucić chcę myśl, aby każdy z tych pracowników nadesłał do Redakcyi Wszechświata kilka danych o sobie (…) *

Pierwszy zgłosił się na to wezwanie Maksymilian Białęcki (nr 36 z 3 września 1911), apelując również o założenie towarzystwa.

W sprawie astronomów-amatorów. W No 33 Wszechświata, znajduje się list otwarty p. d-ra Przypkowskiego w sprawie astronomów-amatorów, który powinien znaleść oddźwięk pośród miłośników pięknej nauki astronomii (…) *

WSZECHŚWIAT

TYGODNIK POPULARNY, POŚWIĘCONY NAUKOM PRZYRODNICZYM

PRENUMERATA „WSZECHŚWIATA".
W Warszawie: rocznie rb. 8, kwartalnie rb. 2.
Z przesyłką pocztową rocznie rb. 10, półr. rb. 5.

PRENUMEROWAĆ MOŻNA:
W Redakcyi „Wszechświata" i we wszystkich księgarniach w kraju i za granicą.

Redaktor „Wszechświata" przyjmuje ze sprawami redakcyjnemi codziennie od godziny 6 do 8 wieczorem w lokalu redakcyi.

Adres Redakcyi: KRUCZA № 32. Telefonu 83-14.

Zaznaczyć należy, że w tym czasie od roku 1887 istniało już Towarzystwo Astronomiczne Francji, którego członkiem od 1913 r. był Feliks Przypkowski. Listownie zgłaszają się do Przypkowskiego (poza Białęckim) Felicjan Kępiński (1885––1966), inż. Władysław Szaniawski z Przegalin (1861–1931), dr Tadeusz Rakowiecki (1878–1965), a także Tadeusz Banachiewicz (1882–1954), wówczas asystent w Obserwatorium Uniwersyteckim w Kazaniu, który współpracował z „Wszechświatem", publikując kalendarzyki astronomiczne.

KOŁO MIŁOŚNIKÓW ASTRONOMII

Założenie Koła Miłośników Astronomii to pomysł dwóch uczniów ostatniej klasy w gimnazjum męskim Kazimierza Kulwiecia w Warszawie (pl. Trzech Krzyży 8) — Stefan Kaliński (1902–1970) i Stanisław Mrozowski (1902–1999), którzy zafascynowali się kometą okresową Brorsena-Metcalfa. Zwrócili się oni do prof. Feliksa Kępińskiego, prowadzącego wówczas lekcje kosmografii w paru gimnazjach, z propozycją utworzenia Towarzystwa Miłośników Astronomii. Szczęście w ówczesnym braku nauczycieli spowodowało, że prof. Kępiński prowadził zajęcia, również w innych szkołach w tym w słynnym gimnazjum Reja. Właśnie z tego liceum dołączył do zespołu Jan Mergentaler (1901–1995), a następnie dwóch młodych studentów Edward Stenz (1897–1956) i Antoni Zygmund (1900–1992).

5 października 1919 r. za zgodą dyrektora gimnazjum prof. Jana Kozakiewicza oraz kuratora p. Jezierskiego powstaje oficjalnie Koło Miłośników Astronomii.

Na spotkaniu inauguracyjnym pojawia się kilkunastu uczniów warszawskich szkół.

Pod koniec roku Koło liczy już około 20 członków, a wśród pojawiają się dr Felicjan Kępiński i zapalony miłośnik astronomii, urzędnik pocztowy Maksymilian Białęcki.

Dwa ostatnie miesiące 1919 r. to głównie sobotnie spotkania, omawianie planów utworzenia tzw. „dostrzegalni", czyli obserwatorium oraz założenia czasopisma „Uranja", które w początkowym okresie ma być kwartalnikiem. Pierwszy numer został wydany jeszcze w listopadzie 1919 r. Spotkania i odczyty dyskusyjne, jak to wtedy nazywano, dotyczyły: lunet astronomicznych, światła zodiakalnego, kanałów na Marsie, ruchu Słońca w przestrzeni, planety pozaneptunowej i atmosfery ziemskiej. Kilku członków Koła zajmuje się obliczaniem efemeryd planetoid. Od pierwszej połowy lutego rozpoczynają obserwacje Jowisza i Saturna za pomocą skromnej lunety o średnicy 52 mm.

21 lutego 1920 r. odbyło się pierwsze zebranie Koła, na którym wygłoszono pierwsze sprawozdanie z obserwacji planet. 20 marca 1920 r. na kolejnym ogólnym zebraniu postanowiono utworzyć Koło Meteorologiczne oraz Wydział Wydawniczy, który oprócz wydawania „Uranji" ma za zadanie wydawanie różnych prac naukowych. W ten sposób w połowie kwietnia 1920 r. ukazuje się rozprawa dr. Feliksa Kępińskiego „O zaćmieniach Księżycowych" z uwzględnieniem zbliżającego się wtedy całkowitego zaćmienia Księżyca z dnia 2/3 maja 1920 r. W okresie wakacyjnym Koło nie organizuje spotkań, a ukazanie się 4. numeru „Uranji"

* pisownia oryginalna

zaplanowano na 1 września. Numer ten jednak nigdy się nie ukazał z powodu wojny polsko-bolszewickiej. Stanisław Mrozowski wstąpił na ochotnika do wojska. Brał udział w obronie Warszawy i walkach o Grodno, za co został odznaczony Krzyżem Walecznych. Z oczywistych względów zawierucha wojenna spowodowała przerwanie zarówno działalności międzyszkolnego Koła, jak i wydawania „Uranji". W połowie października 1920 r. Stanisław Mrozowski został zwolniony z wojska i wraca do swojej szkoły, w której wiosną 1921, zdaje maturę i zaczyna studia na Uniwersytecie Warszawskim. Wybiera fizykę.

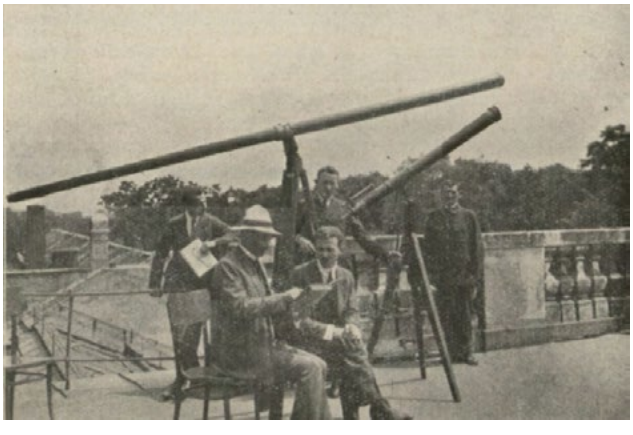
Pozostali członkowie Koła Miłośników Astronomii także rozpoczęli studia — Jan Mergentaler na Uniwersytecie Warszawskim, Stefan Kaliński na Politechnice Warszawskiej. Studia kontynuują Edward Stenz i Antoni Zygmund. Wszyscy z czasem dochodzą do wniosku, że istnienie Koła jako organizacji międzyszkolnej się nie sprawdza i trzeba szukać nowych form organizacyjnych, które mogłyby obejmować szersze kręgi osób zainteresowanych astronomią.

ZAŁOŻENIE STOWARZYSZENIA

26 listopada 1921 r. odbyło się zebranie założycielskie, na którym postanowiono przekształcić Koło w Towarzystwo Miłośników Astronomii (TMA). Jedną z pierwszych ważnych uchwał Towarzystwa była decyzja o systematycznym wydawaniu jako swojego organu w postaci drukowanej — czasopisma pod nazwą „Urania". Pierwszy Zarząd Towarzystwa to: dr Felicjan Kępiński (prezes), prof. G. Tołwiński (wiceprezes), dr J. Danilewicz (zastępca wiceprezesa), red. J. Larissa-Domański (sekretarz), S. Nowińska (zastępca sekretarza), inż. Br. Rafalski (skarbnik), artysta fotograf Zdzisław Marcinkowski (zastępca skarbnika). Skład Komisji Rewizyjnej to: prof. St. Michalski, mec. J. Niewodniczański i E. Stenz, asystent uniwersytecki. Dodani do Zarządu: pp. St. Kaliński (bibliotekarz) i Maksymilian Białęcki (kierownik dostrzegalni).

Tymczasową siedzibą Towarzystwa było prywatne mieszkanie sekretarza PTMA — Józefa Larissa-Domanieckiego. W późniejszym czasie uzyskano „własny lokal" przy ul. Siennej 15, co zawdzięczamy pomocy p. Kruszewskiego, prezesa Towarzystwa „Nasz Sklep". W lokalu tym zorganizowano bibliotekę i czytelnię Towarzystwa.

W 1921 r. uruchomiono również własne obserwatorium, tzw. „dostrzegalnię" na poddaszu gmachu przy ul. Chmielnej 88-90



(Szkoła Techniczna Kolejowa). Wyposażono ją w dwa przyrządy obserwacyjne: lunetę z obiektywem 96 mm, której właścicielem był Maksymilian Białęcki i lunetę Bardou z obiektywem 108 mm, zakupioną w styczniu 1922 r. ze składek członków Towarzystwa. Dostrzegalnia dostępna była dla publiczności trzy razy w tygodniu i w latach 1921–1924 odwiedziło ją ok. 3000

osób. Od 1922 r. trwały prace nad statutem Towarzystwa Miłośników Astronomii, który został zalegalizowany 2 lutego 1923 r. Przed legalizacją statutu, 21 listopada 1922 r., wybrano nowy Zarząd Towarzystwa. Prezesem zostaje Piotr Strzeszewski, wiceprezesem Edward Stenz, a sekretarzem Stefan Kaliński.

W tym roku mija 100 lat od ważnego dla PTMA spotkania inauguracyjnego, które przyczyniło się do stworzenia Towarzystwa. Przez jego szeregi przeszło wiele tysięcy, jak nie nawet dziesiątki tysięcy osób. Na pewno był to dobry krok i szansa na popularyzację astronomii w Polsce. Jak to w życiu bywa, początki zawsze są trudne i wiele problemów założyciele Towarzystwa musieli rozwiązywać sami. Brak sprzętu i inna epoka technologiczna nie przeszkodziły im założyć coś pięknego i dać innym poczucie dumy z bycia członkiem Polskiego Towarzystwa Miłośników Astronomii.

Zebrano z materiałów: *Urania*, *Wszechświat*, *Przyroda i Technika*

Marek Substyk
Sekcja Historyczna PTMA

Astrowspomnienia Janusza Wilanda, cz. 1

KOSMOGRAFIA

Ponad 60 lat obserwacji nieba w tym 40 lat w Polskim Towarzystwie Miłośników Astronomii, dziesiątki wykonanych teleskopów czy montażów Fastron, aplikacje: AstroJaWil, Nocny Obserwator, uczestnik niezliczonych wyjazdów astronomicznych. Zapraszamy do lektury początków historii jednego z najbardziej znanych miłośników astronomii w Polsce – Janusza Wilanda.

Rozpoczynam pisanie moich astronomicznych wspomnień w końcu sierpnia 2018 r. Uzmysłowiłem sobie, że właśnie w tych dniach mija równo 60 lat od mojej pierwszej obserwacji nieba gwiaździstego.

POCZĄTKI

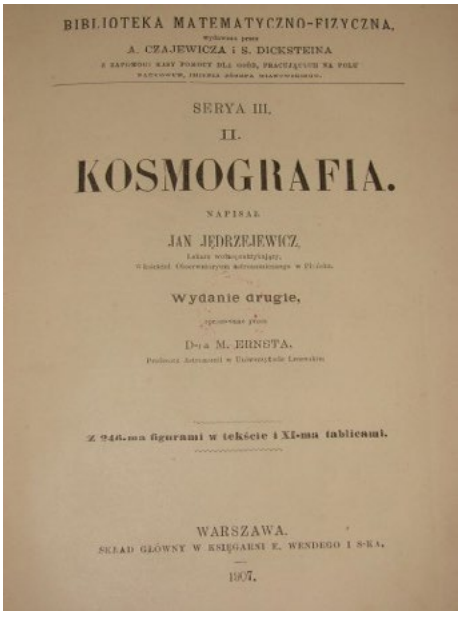
60 lat temu mój tata pracował w firmie Biuro Projektów Typowych i Studium Budownictwa Miejskiego, którego główna siedziba mieściła się w Warszawie przy ul. Wierzbowej 9/11. Biuro to miało swój dom wczasowy w Zakopanem na Antałówce w willi „Witkiewiczówka". Tak, to jest ta sama willa, której wykonanie nadzorował Stanisław Witkiewicz, a w latach 1931––1939 mieszkał tam i pracował Stanisław Ignacy Witkiewicz polski pisarz, malarz, dramaturg i fotografik. Tak się złożyło, że przez wiele lat jeździliśmy z rodzicami i bratem na cały lipiec i sierpień na Antałówkę. W czasie tego naszego pierwszego tam pobytu mieszkaliśmy i stołowaliśmy się w „Witkiewiczówce". Od następnego tylko stołowaliśmy się w „Witkiewiczówce", a mieszkaliśmy już w willi „Mariówka" — kilkaset metrów dalej — pierwszy dom od ul. Broniewskiego z widokiem na Koziniec i panoramę gór od Koszystego po Kominiarski Wierch. Przez wiele lat widzieliśmy na ścianach, drzwiach „Witkiewiczówki" ręcznie malowane portrety przez Witkacego. Pamiętam, że już wtedy, jako mały chłopiec wykazywałem swój talent budowlańca i jak po każdym deszczu ulicą Broniewskiego, która wiele lat nie wiedziała, co to jest asfalt, po kamienisto-gliniastej drodze płynęły strumyki wody, to ja rozpoczynałem budowę tamy z lokalnych kamieni. Cieszyło mnie, jak kałuża osiągała większe rozmiary. Wracając do mojej pierwszej obserwacji astronomicznej pragnę zauważyć, że jako małe dziecko nie miałem możliwości w nocy patrzeć w gwiazdy. Po całym dniu biegania i hasania po Antałówce w nocy mogłem tylko spać. Ale raz był wyjątek. W 1958 r. na koniec pobytu w Tatrach wracaliśmy do Warszawy autokarem załatwionym przez biuro taty. Wyjechaliśmy dość późno i kierowca chciał jeszcze pokazać wracającym urlopowiczom chlubę Polski Ludowej, czyli Nową Hutę pod Krakowem. Po krótkim zwiedzaniu pojechaliśmy już prosto do Warszawy. W czasie jazdy, podczas ciemnej nocy, kierowca autokaru zdecydował się zatrzymać autokar blisko lasu z powodu pilnej potrzeby fizjologicznej. Wiele osób z autokaru również skorzystało z tej okazji. Ja zostałem także wyprowadzony z autokaru i wówczas swoimi młodymi oczami spojrzałem do góry i zobaczyłem czarne niebo i mrowie jasnych punktów świecących tam wysoko. Ten obrazek mam ciągle w pamięci. Byłem mocno poruszony tym widokiem, ale nieprędko miałem okazję ponownie spojrzeć w gwiazdy.

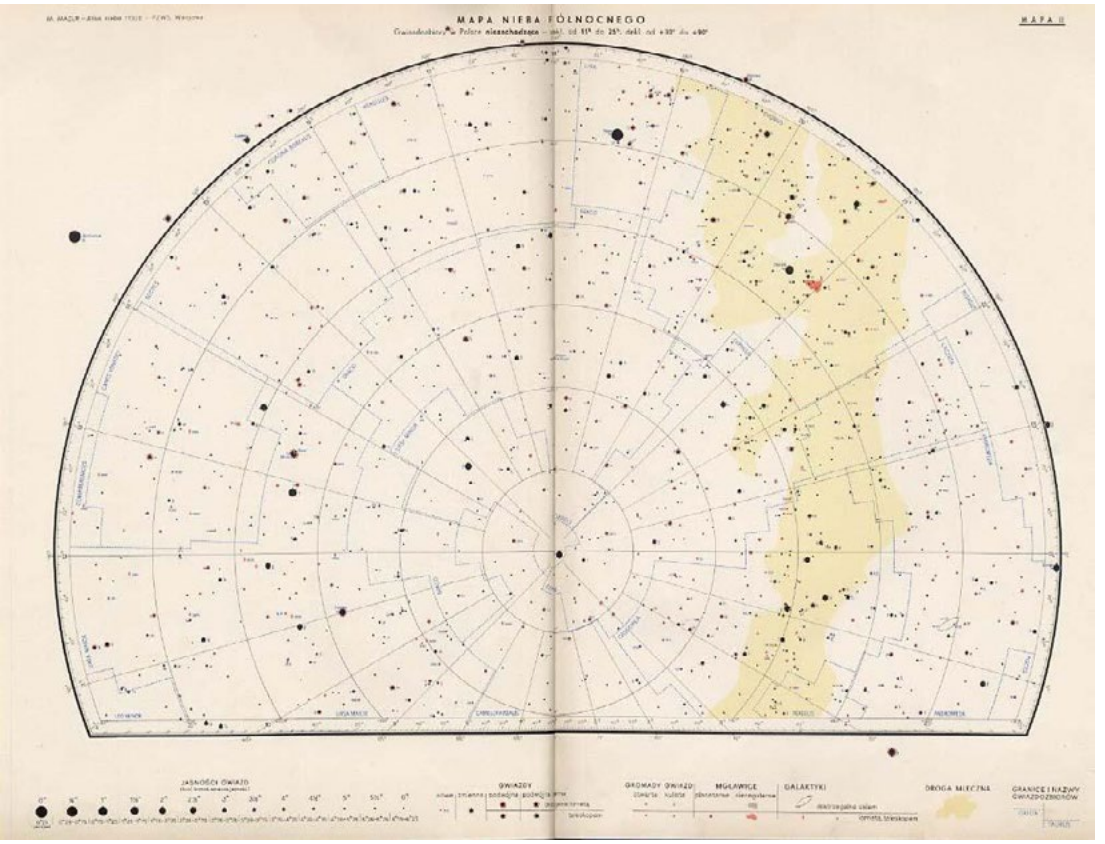
Ten następny raz miał miejsce około 1960 r., dzięki tryumfowi nauki i techniki Związku Radzieckiego, który posyłał na orbitę swoje pierwsze sztuczne satelity. Właśnie w tym czasie w „Życiu Warszawy" czy „Trybunie Ludu" można było przeczytać, że został wypuszczony kolejny sztuczny satelita z nadajnikiem radiowym, który wysyła sygnały na falach krótkich. Zachęcani byliśmy do słuchania go w radioodbiornikach, a także do obserwowania go na niebie. Wtedy drugi raz spojrzałem w niebo i wyszukiwałem lecącego satelitę. Niestety mimo kilku prób satelity ani nie widzieliśmy, ani nie usłyszeliśmy w radiu, ale za to znowu zobaczyłem gwiazdy na niebie.

15 lutego 1961 r. w Warszawie widoczne było częściowe zaćmienie Słońca o bardzo dużej fazie. To było moje pierwsze zaćmienie Słońca, które widziałem na własne oczy. Mama przygotowała filtr słoneczny techniką tamtych lat, czyli kawałek szyby okopconej nad płomieniem świecy. Potem wiele lat toczyło się moje życie bez udziału gwiazd aż do maja 1966, kiedy to widziałem moje drugie zaćmienie Słońca. Wówczas moja mama wspomniała zaćmienie z 30 czerwca 1954 r., podczas którego zrobiło się prawie ciemno i pies Arkan schował się nawet do budy, myśląc, że to noc nadchodzi.

KOSMOGRAFIA 1907

Od 1968 r. wakacje spędzaliśmy tak: w lipcu byliśmy w Zakopanem, a w sierpniu jechaliśmy z bratem już bez rodziców do rodziny w Garbatce Letnisko. Tam na skraju Puszczy Kozienickiej mama wynajmowała nam pokój w domku miejscowej ludności prawie po sąsiedzku, gdzie całe wakacje spędzała nasza bliska rodzina. Pokój nasz mieliśmy na piętrze, z którego było jeszcze wyjście na strych budynku. Pewnego sierpniowego dnia 1968 r. — równo 50 lat temu — spytałem gospodynię, co tam jest na strychu. Ona lekceważąco stwierdziła, że jest bałagan, brud, kurz i jakaś stara skrzynia i żebym tam nie chodził, bo się pobrudzę. Ale mówiąc młodemu chłopakowi o starej skrzyni, nie zdawała chyba sobie sprawy, że mnie tym brudem nie zniechęci do poznania tajemnicy tej starej skrzyni. W kilku przeczytanych przeze mnie powieściach przygodowych dla dzieci i młodzieży występowała stara skrzynia i zawsze w niej było coś ciekawego. Tak więc decyzja została podjęta i uzbrojony w latarkę wszedłem po drewnianych schodach i z emocjami otworzyłem klapę w stropie. Wszedłem na strych. Było dokładnie tak jak opisała to gospodyni, czyli rupieciarnia, brud, masa kurzu, pajęczyny jak w przeczytanych książkach, ciemno i strasznie. Kiedy przyzwyczaiłem wzrok do ciemności, odnalazłem tę starą skrzynię. Była drewniana, o grubych ściankach, ciężka — nie dałem rady jej ruszyć — około metr długości, 80 cm wysokości i 60 cm szerokości z wiekiem wypukłym ze stalowymi okuciami. Dokładnie taka, jaką można sobie wyobrazić jako rekwizyt do filmu przygodowego ze skrzynią pełną skarbów. Moja ciekawość sięgała już zenitu i bardzo chciałem wiedzieć, co tam jest w środku. Próbowałem otworzyć wieko, ale ręcznie nie dałem rady. Znalazłem w rupieciach jakiś metalowy pręt i przy jego pomocy udało mi się podważyć wieko. Ciężko się otwierało. Po pokonaniu pierwszego oporu, wieko przy otwieraniu wydawało głośny chrzęst — chrobot. Skrzynia na pewno nie była otwierana przez wiele lat. Jak tylko otworzyłem tę skrzynię, zaświeciłem latarkę, aby zobaczyć jej zawartość. Rzeczywiście była pełna skarbów w postaci starych książek naukowych, które zostawił przebywający tu pewien profesor z Radomia. Ponieważ na strychu nie było warunków do oglądania książek, więc wszystkie je zaniosłem do pokoju. Tam wśród wielu przyrodniczo-chemicznych książek jedna szczególnie zwróciła moją uwagę. Była oprawiona w sztywnych, brązowych okładkach charakterystycznych dla woluminów pożyczonych z bibliotek. Ta też należała do jednej z radomskich bibliotek, ale nie wiem, kto jej nie oddał. Przypuszczam, że mogło to być spowodowane wybuchem II wojny światowej. Książką tą był podręcznik „KOSMOGRAFIA" Jana Walerego Jędrzejewicza — astronoma z Płońska — wydanie II z roku 1907. Pięknie napisana starym polskim językiem. Wiedza astronomiczna obejmująca wszystkie dziedziny tej pięknej nauki z wieloma ilustracjami, mapkami i zdjęciami. Nazajutrz z bratem wybraliśmy się na kocyk na polankę do Puszczy Kozienickiej (5 min od domu) i wśród szumu wiatru czytaliśmy swoje wybrane książki. Brat czytał jakiś kryminał, a ja czytałem „KOSMOGRAFIĘ". Książka okazała się nadzwyczaj ciekawa, opisywała wiele ciekawych zjawisk, jak zaćmienia Słońca i Księżyca, co to są komety, co to są meteory, jak widać ruch planet z Ziemi. Wiele szczegółowych informacji, mapek i diagramów tak mi się podobało, że zostałem zauroczony astronomią. Zdałem sobie sprawę, jak wiele można zobaczyć tam na niebie. Postanowiłem najbliższej nocy spojrzeć na niebo już inaczej. Chciałem na początku spróbować rozpoznać jakieś gwiazdozbiory i odszukać najjaśniejsze gwiazdy i poznać ich nazwy. Jak tylko się ściemniło, a była to noc bezksiężycowa, zgasiłem światło w pokoju, zszedłem na dół i wyszedłem przed dom. Tego widoku nie zapomnę nigdy, gdyż niczego nie widziałem. Światła uliczne to były żarówki 15 W ustawione co 100 m, których światło ledwo dolatywało do podstawy latarni, były wygaszane po godz. 23. Od tego momentu już nic nie świeciło. Było czarno jak tylko można sobie wyobrazić. Przez parę minut stałem w miejscu i przyzwyczaiłem wzrok do ciemności. Po dobrych kilku minutach zdecydowałem się pójść przed siebie, ale nie chcąc wejść na jakieś drzewo, machałem rękami przed sobą. Gdzie były drzewa, widać było tylko po braku gwiazd na niebie w tym miejscu — tak było czarno. Po chwili znalazłem się na podwórku, skąd widziałem duży kawał rozgwieżdżonego nieba. Mrowie gwiazd było przeogromne. Tak stałem i patrzyłem z podziwem na te gwiazdy, aż w pewnym momencie z mojej lewej strony pojawiło się coś jasnego na niebie i przez ok. 2–3 sekundy przeleciało prawie całe pole widzenia, by na końcu rozbłyskiem zakończyć swój lot. W pierwszej chwili przestraszyłem się nagłością zdarzenia, ale szybko się uspokoiłem, bo pamiętałem, że taki przebieg miały opisywane w „KOSMOGRAFII" jasne bolidy. Nie minęło 5 min, a prawie z tego samego kierunku przyleciał drugi jasny bolid, którego obserwowałem do samego końca i on także rozbłysnął na końcu, ale z tej kuli światła poleciały jeszcze dalej trzy krótkie smugi świetlne. To było niesamowite, że w moich pierwszych minutach świadomego patrzenia w gwiazdy doświadczyłem takiego spektaklu na niebie. To było coś, co chyba zaważyło na tym, że pokochałem astronomię tak samo jak do tej pory kochałem fizykę i chemię. Jak się później okazało, astronomia pozostała u mnie


BIBLIOTEKA MATEMATYCZNO-FIZYCZNA,
wydawana przez
A. CZAJEWICZA i S. DICKSTEINA
SERYA III.
II.
KOSMOGRAFIA.
NAPISAŁ
JAN JĘDRZEJEWICZ
Wydanie drugie,
poprawione przez
Dra M. ERNETA.
Z 246-ma figurami w tekście i XI-ma tablicami.
WARSZAWA.
SKŁAD GŁÓWNY W KSIĘGARNI E. WENDEGO I S-KA.
1907.



do dziś, ale wiedza fizyczna i chemiczna przydaje mi się cały czas w życiu.

Po powrocie do Warszawy po wakacjach stwierdziłem, że potrzebuję innych książek astronomicznych. W mojej szkole podstawowej w bibliotece była tylko jedna pozycja astronomiczna — mały rocznik astronomiczny na 1960 rok, który od ośmiu lat był na stanie w bibliotece. Przyszedł wreszcie taki czas, że znalazł się pierwszy chętny do wypożyczenia tej książki. Zrobiłem to w 1968 r. Kiedy tak zagadywałem brata (jest starszy ode mnie o 4,5 roku) o astronomię, to powiedział mi, że nasz sąsiad — jego kolega należy do Polskiego Towarzystwa Miłośników Astronomii w Warszawie i posiada jakieś mapy nieba. Nie bez problemów, ale udało mi się pożyczyć od niego te mapy. Był to Atlas Nieba Macieja Mazura z gwiazdami do 6 mag. Już wtedy wiedziałem, że 6 magnitudo to jest jasność graniczna i żadnej słabszej gwiazdy niż 6 mag gołym okiem nie widać. Czyli Atlas zawiera wszystkie widoczne gwiazdy. W tamtych czasach oczywiście nie było punktów ksero i aby mieć takie mapy na własność, musiałem je… sobie przerysować.

Miałem to szczęście, że mój ojciec był projektantem budowlanym i miał dojście do kalki technicznej i nowoczesnych wtedy rapidografów. Mozolnie gwiazda po gwieździe przerysowałem cały „Atlas Nieba" na kalkę. Najgorzej było z bardzo szczegółowym katalogiem gwiazd do każdego gwiazdozbioru i nie wystarczyło mi cierpliwości na przepisanie go. Później, wykorzystując najnowocześniejszą technikę, nagrałem na magnetofon szpulowy, lampowy, dwuścieżkowy ZK 120 (na licencji Grundig) czytany przeze mnie katalog. Jednak tych nagrań nigdy nie wykorzystałem. Następnego roku znowu pojechałem na wakacje do Garbatki Letnisko. Tym razem miałem już swoje mapy nieba. Jedną noc spędziłem u rodziny, która miała wielki taras wychodzący na północną stronę. Znowu trafiłem na czarną noc astronomiczną i postanowiłem odszukać charakterystyczny gwiazdozbiór Kasjopei. Szukałem litery „W" na niebie. Do tej pory przeczytałem wiele już książek o tematyce astro i wiedziałem, że są takie gwiazdy, które pojawiają się na niebie, a których wcześniej w tym miejscu nie było widać. To są gwiazdy nowe i supernowe. Mając swoje mapy nieba na kalce, postanowiłem odszukać tę Kasjopeję i sprawdzić, czy widzę jakąś gwiazdę, której nie było na mojej mapie. Kiedy wreszcie odnalazłem Kasjopeję, to zdałem sobie sprawę, że tych „nowych" i „supernowych" gwiazd widzę setki, jeśli nie są to tysiące. Tam było takie mrowie gwiazd, że chyba już nigdy w takich warunkach nieba nie widziałem. Mój zasięg gołym okiem wtedy miałem chyba 7–7,5 mag. Wówczas na tarasie pomyślałem sobie, a gdyby tak spojrzeć na niebo przez jakąś lunetę czy lornetkę, to co byłoby widać. W ciągu dnia zagadałem wujka o to, czy można gdzieś przez coś spojrzeć na niebo, a on opowiadał mi, jak zaraz po wojnie na bazarach w Radomiu można było kupić za małe pieniądze lunety wymontowane z poniemieckich czołgów. Tylko rozpalił mnie tymi wspomnieniami, ale dalej miałem tylko własne oczy. Z tego tarasu w kierunku wschodnim między drzewami były przerwy, bo korony gałęzi były wysoko, ale na dole były tylko gołe pnie. Z mojej mapy wynikało, że po północy tam nisko mogą być widoczne Plejady, których nigdy jeszcze nie widziałem. Postanowiłem poczekać do oporu i pamiętam swoją olbrzymia radość i satysfakcję, jak zobaczyłem tę gromadę w wyliczonym przeze mnie miejscu. Bardzo mi się to spodobało. A wracając do kwestii posiadania lunety czy lornetki, na razie nie miałem na to szans. Lornetka w sklepach Foto-Optyki najtańsza 8×30 kosztowała około 3000 zł, co przy moim kieszonkowym 20 zł stanowiło kwotę osiągalną tylko w marzeniach.

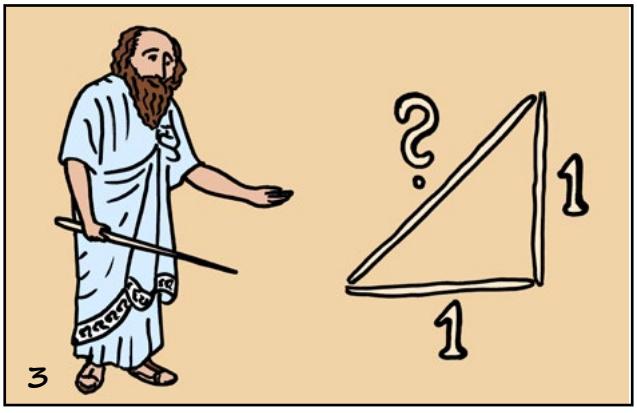
Janusz Wiland

Przygody Uranii w kosmicznej otchłani

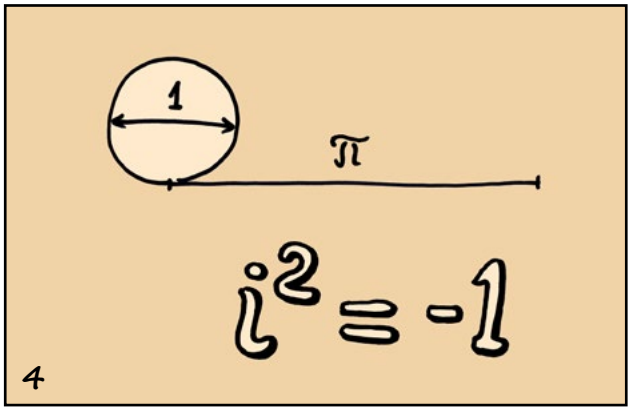
6. Liczby astronomiczne

Kto dziś nie umie zliczyć do trzech:
Raz, dwa i… dużo – często powtarza.
Po płaskich czołach i bladych twarzach
W mig ich rozpoznasz, od a do zet.

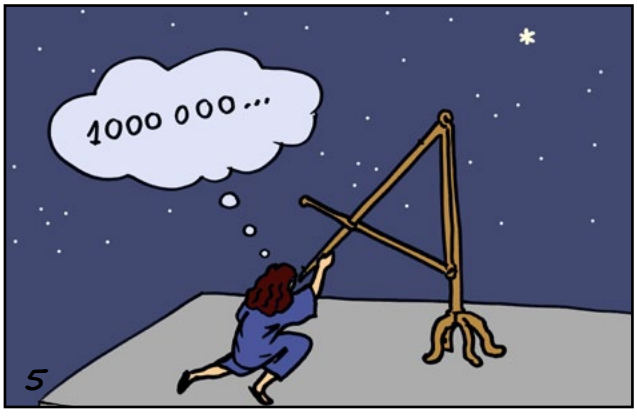
W matematyce, liczb liczny sort,
Co od początku zdziwienie budzi:
Są liczby pierwsze, nie ma liczb drugich,
Za to parzystych, co drugi rząd!



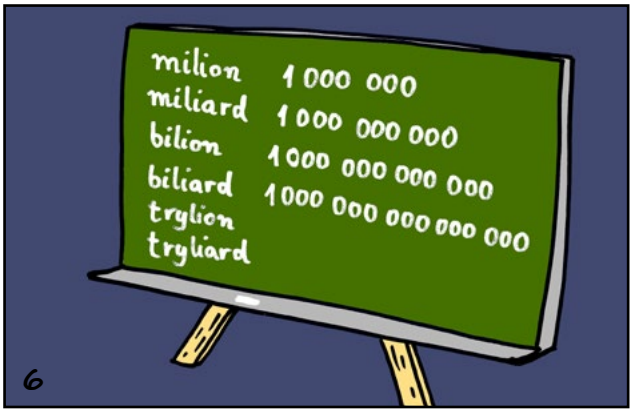
Są liczby, które zna każdy zuch:
Liczby podzielne i niepodzielne
Liczby wymierne… A niewymierne?
Ile wynosi pierwiastek z dwóch?



Jeszcze dziwniejsza jest liczba pi,
Co się nie mieści w mózgu neuronach –
Wciąż rzeczywista! Zaś urojona:
Minus w kwadracie da liczba i!



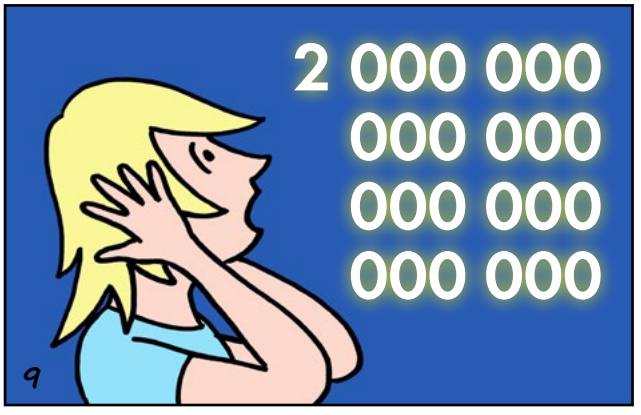
Inne Kopernik w „Obrotach sfer”
Odnalazł liczby wprost gigantyczne!
Tak zwane liczby astronomiczne,
Choć składające się głównie z… zer:



Tysiąc to mało, tym bardziej sto
Milion i miliard, bilion i biliard,
Ciągle niewiele, trylion i tryliard…
O takie liczby tu właśnie szło!

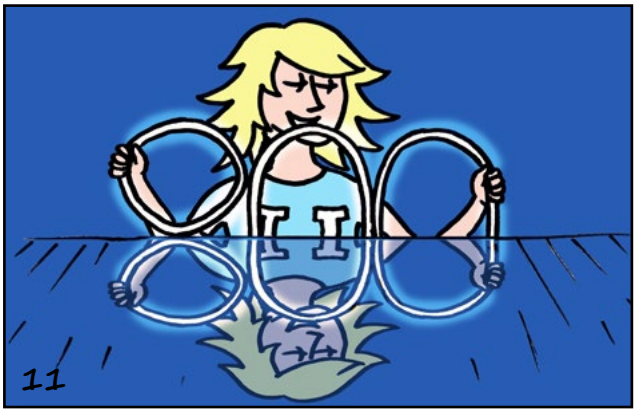
Bo w astronomii ich główny sens,
Kiedy mówimy o odległościach
Gwiazd i galaktyk lub ich ilościach.
Zaś nie dotyczą pensji i rent!

Na niebie widzisz tysiące gwiazd
Ale w Galaktyce ich z pół biliona
A tych galaktyk, o niech ja skonam,
Cztery biliony! Policz i sprawdź!



Liczy Urania: cztery... przez... pół...
Jeszcze do tego... bilion... bilionów
Gwiazd we Wszechświecie... dwa kwadryliony...
Zer dwa tuziny! Kto z was tak czuł?

A odległości? Miliardy lat
Świetlnych do granic metagalaktyk
Każdy Czytelnik wie, że to fakty
Jeśli z Uranią jest za pan brat.



Liczba „osiemset", co o niej wiesz?
W osi poziomej jest symetryczna...
Lecz dziś jest również astronomiczna
I liczbie tej poświęcam ten wiersz.

Pośród bilionów, najmniejsza z liczb
Wprost wypowiedzieć tego nie umiem:
To osiemsetny Uranii numer
Od stu lat niesie oświaty znicz.

Tekst: Maciej Mikołajewski, rysunki: Jacek Drążkowski

AstroShow

IX MIĘDZYNARODOWY OTWARTY ZLOT MIŁOŚNIKÓW ASTRONOMII
EUROPEJSKIE CENTRUM EDUKACJI GEOLOGICZNEJ W CHĘCINACH
30.08 - 1.09.2019

Najlepsza impreza astronomiczna w Polsce!

Jak co roku, czekają Was kosmiczne atrakcje:

- ★ obserwacje pięknego nocnego nieba przez potężne teleskopy
- ★ spotkania i wykłady z popularyzatorami nauki
- ★ dzienne warsztaty astronomiczne i astrofotograficzne
- ★ wypożyczalnia sprzętu obserwacyjnego i fotograficznego
- ★ dla najmłodszych: zajęcia z biologii, geologii oraz zajęcia z mikroskopami w ramach Klubu Młodego Przyrodnika

• Patronat Honorowy:

Marszałek Województwa Świętokrzyskiego
Andrzej Bętkowski

Burmistrz Gminy i Miasta Chęciny
Robert Jaworski

• Patronat Medialny:

Urania
POSTĘPY ASTRONOMII

• Partnerzy:

Canon

SIGMA
PRO CENTRUM

BEIKS
MACHULSKI

DELTA® optical

INFORMACJA I ZAPISY:
astroshow@deltaoptical.pl
801 011 337 lub 25 786 05 20
www.astroshow.deltaoptical.pl

Sky-Watcher®

DELTA® optical

DOBSON 8”
ŚREDNICA ZWIERCIADŁA: 203 MM
OGNISKOWA: 1200 MM

DOBSON 10”
ŚREDNICA ZWIERCIADŁA: 254 MM
OGNISKOWA: 1200 MM

DOBSON 12”
ŚREDNICA ZWIERCIADŁA: 305 MM
OGNISKOWA: 1500 MM

DOBSON ROZSUWANY

SW-1310	**SKY-WATCHER DOBSON 8" PYREX FLEX TUBE**	**1 999,-**
SW-1320	**SKY-WATCHER DOBSON 8" FLEX TUBE GO-TO**	**4 499,-**
SW-1311	**SKY-WATCHER DOBSON 10" FLEX TUBE**	**2 299,-**
SW-1321	**SKY-WATCHER DOBSON 10" FLEX TUBE GO-TO**	**5 499,-**
SW-1312	**SKY-WATCHER DOBSON 12" FLEX TUBE**	**4 799,-**
SW-1322	**SKY-WATCHER DOBSON 12" FLEX TUBE GO-TO**	**6 999,-**
SW-1324	**SKY-WATCHER DOBSON 16" FLEX TUBE GO-TO**	**11 999,-**

DOBSON KLASYCZNY

SW-1301	**SKY-WATCHER DOBSON 6"**	**969.-**
SW-1302	**SKY-WATCHER DOBSON 8" PYREX**	**1 399,-**
SW-1303	**SKY-WATCHER DOBSON 10" PYREX**	**1 979,-**
SW-1304	**SKY-WATCHER DOBSON 12"**	**3 089**,-

Teleskop zwierciadlany systemu Newtona oparty na azymutalnym montażu typu Dobsona to propozycja dla znakomitej większości miłośników astronomii. Atrakcyjna cena, prostota montażu, imponujące gabaryty i mnogość funkcji – to cechy, które robią wrażenie! Teleskopy tego typu należą do grupy **najczęściej używanych przyrządów do obserwacji nieba.** Dzięki nim ujrzymy nawet najsłabiej widoczne w warunkach amatorskich mgławice, gromady gwiazd i galaktyki oraz Księżyc, planety i dziesiątki innych fascynujących obiektów. Początkującym obserwatorom **szczególnie polecamy model 8”, który od lat cieszy się mianem jednego z najpopularniejszych teleskopów na świecie.**

www.deltaoptical.pl ★ blog: www.deltasky.pl ★ www.facebook.com/Delta.Optical.Polska

Mińsk Mazowiecki
Nowe Osiny, ul. Piękna 1
T. 25 786.05.20

Salon firmowy w Warszawie
Al. Jana Pawła II 19, Atrium Garden
T. 25 786.05.28

Salon firmowy w Katowicach
ul. Uniwersytecka 13, Budynek Altus
T. 32 729.94.90

Salon firmowy w Gdańsku
ul. Grunwaldzka 40/9
T. 58 739.52.10

Fot. Jacek Drążkowski

PRENUMERATA

Numery bieżące i archiwalne

PROMOCJE

Cena pojedynczego numeru Uranii:
14,90 PLN
Roczna prenumerata krajowa:
72,- PLN (12,- zł za numer)
Dłuższa prenumerata krajowa: 144,- PLN
(12 numerów)
Bieżące numery można zamawiać
również w wersji elektronicznej.
Ceny numerów archiwalnych pozostają bez zmian
Szczegóły i promocje:
https://www.urania.edu.pl/prenumerata

PRENUMERATA DLA SZKÓŁ

Promocyjna prenumerata dla szkół w cenie 60,- PLN obejmuje trzy ostatnie (4,5,6) i trzy pierwsze (1,2,3) numery „Uranii" odpowiednich roczników w roku szkolnym. Promocyjne ceny dotyczą również pakietów „Uranii" za wcześniejsze lata szkolne.

https://www.urania.edu.pl/prenumerata

Promocja dla członków PTMA

Cena indywidualnej prenumeraty na rok 2019 z wysyłką na adres domowy dla członków Polskiego Towarzystwa Miłośników Astronomii (PTMA) wynosi 50,- zł.

Skarbników lub prezesów oddziałów prosimy o dokonywanie wpłat oraz o podanie imiennej listy prenumeratorów z adresem zbiorowym lub adresami indywidualnymi do wysyłki.

Prenumeratorzy indywidualni PTMA mogą przedłużać prenumeraty samodzielnie (wpłata 50 zł na konto Uranii) wraz z oświadczeniem/informacją wysłaną na urania@urania.edu.pl o przynależności oddziałowej i mailowym adresem do władz oddziału. Szczegóły:

https://www.urania.edu.pl/prenumerata

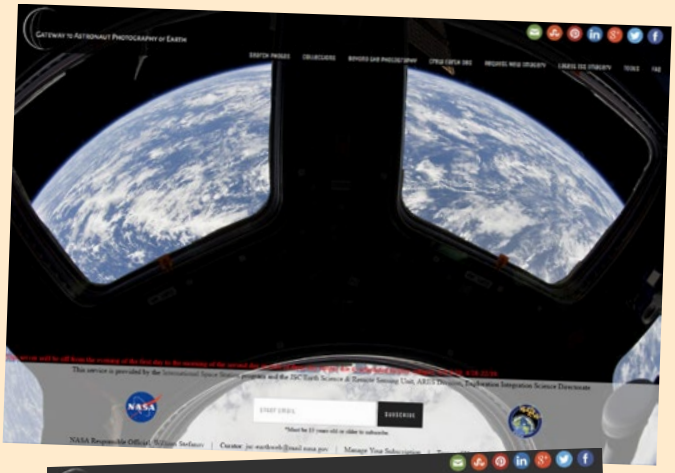
nr rachunku odbiorcy: 85 1160 2202 0000 0003
nr rachunku odbiorcy c.d.: 3341 8732
Odbiorca: POLSKIE TOWARZYSTWO ASTRONOMICZNE BARTYCKA 18 00-716 WARSZAWA
kwota
Imię, nazwisko, adres wpłacającego
Tytułem

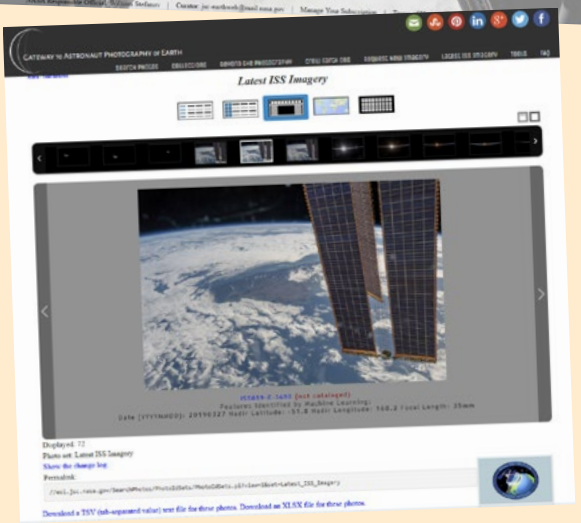
*W - wpłata gotówkowa *P - polecenie przelewu

nazwa odbiorcy: POLSKIE TOWARZYSTWO ASTRONOMICZNE
nazwa odbiorcy cd.: UL. BARTYCKA 18, 00-716 WARSZAWA
l.k.: 85 1160 2202 0000 0003 3341 8732
nr rachunku odbiorcy
WP*
waluta: PLN
kwota
kwota słownie (wpłata)
imię i nazwisko lub nazwa prenumeratora
dokładny adres wysyłki prenumeraty
dokładny adres wysyłki prenumeraty cd.
tytułem: Prenumerata *Uranii* od nr 3/2019, dodatkowo zamawiam

Opłata
Data (pieczęć) podpis zleceniodawcy
Opłata
Podpis

Tak daleko, a tak blisko





W poprzednim odcinku naszego serialu pisałem o ziemskich zjawiskach atmosferycznych. Dziś proponuję nadal pozostać przy tematyce związanej z Ziemią, ale patrząc na naszą planetę z pewnej odległości. Pomoże nam w tym portal **https://earth.jsc.nasa.gov** oferujący dostęp do ciągle powiększającej się bazy zdjęć Ziemi robionych głównie z pokładu Międzynarodowej Stacji Kosmicznej (ISS), ale też promów kosmicznych, Skylaba, misji Apollo lub nawet znacznie wcześniejszych misji jak Gemini czy Mercury.

Zanim zaczniemy myszkować po zakamarkach portalu, warto przeczytać czerwony napis nałożony na główną stronę i informujący o najbliższych przedziałach czasu (rzędu trzech i pół dnia) w obrębie których portal będzie niedostępny. Sam padłem ofiarą braku uwagi w tej sprawie, inaczej własnego gapiostwa — adres odwiedziłem już wcześniej, a potem chciałem przygotować tekst notki i akurat trafiłem na jedną z takich przerw. Przez trzy dni z rzędu próbowałem bezskutecznie dostać się do portalu. W końcu się udało.

Możemy zacząć podróż, wybierając poszczególne zakładki odsyłające nas m.in. do wyszukiwarki zdjęć czy gotowych kolekcji tematycznych. Niektóre są precyzyjnie zdefiniowane (jak np. „Lodowce” czy „Wulkany”). Zdjęcia zostały wykonane przy pomocy różnych kamer o różnych ogniskowych jak i różnych rozmiarach matryc rejestrujących obrazy. Niektóre zdjęcia wykonano z użyciem filmu — kamerami z ery „przedcyfrowej”, jak np. zdjęcia uzyskane w czasie trwania misji Apollo.

Wszystkie (przynajmniej te, z którymi sam miałem do czynienia) można oglądać w dużej rozdzielczości. Są na to dwa sposoby: przesuwamy ramkę-lupę po zdjęciu widocznym na ekranie komputera lub zapisujemy całe zdjęcie w maksymalnej rozdzielczości. W obydwu wypadkach mamy do czynienia z tą samą rozdzielczością. Ale to są proste zabawy, portal oferuje dużo, dużo więcej. Możemy m.in. dotrzeć do galerii przepięknych filmów uzyskanych ze zdjęć wykonanych na pokładzie ISS w trybie poklatkowym. Dodatkowo do dyspozycji mamy mapę Ziemi, na której możemy wybierać interesujące nas punkty/obszary. Pod spodem pojawi się lista, tym razem krótszych filmików wykonanych dla wybranych przez nas okolic.

Kolejnym krokiem może być zapoznanie się z treścią FAQu. Znajdziemy tu mnóstwo istotnych szczegółów technicznych, w tym związanych z geometrią Ziemia — ISS — ustawienie aparatu w przestrzeni. Do FAQu będziemy wracać w miarę potrzeb, w szczególności gdy zaczniemy posługiwać się narzędziami oferowanymi przez portal.

Interesujące nas zdjęcia możemy wyszukiwać, posługując się prostym interfejsem tekstowym. Ale portal oferuje również specjalne narzędzie o nazwie I4 będące zaawansowanym interfejsem graficznym. Dostęp do poszczególnych opcji poszukiwań znajdziemy pod pierwszą zakładką „Search Photos”.

Portal umożliwia usystematyzowany dostęp do bogatych archiwów fotografii Ziemi wykonanych spoza atmosfery naszej planety. Zdjęcia nie ograniczają się jedynie do obszaru widzialnego widma, wiele z nich wykonano z myślą o multispektralnej analizie danych. Możemy też dowiedzieć się, co dzieje się na Międzynarodowej Stacji Kosmicznej. Również i tu mamy najświeższe informacje. Portal jest ciągle uzupełniany o nowe materiały, a małe ikonki w prawym górnym rogu pozwalają na szybkie przesyłanie informacji do Twittera, Facebooka czy innych serwisów. Możliwa jest też subskrypcja comiesięcznego listu z informacjami o nowych zdjęciach. Niestety, jest to możliwość oferowana osobom w wieku 13 lat i więcej…

Roman Schreiber

PORADNIK **ASTROFOTOGRAFA**

Piotr Potępa

JAK FOTOGRAFOWAĆ DROGĘ MLECZNĄ

Widok Drogi Mlecznej – galaktyki, w której żyjemy, jest jednym z najpiękniejszych, jakie możemy zobaczyć na nocnym niebie. Ogrom gwiazd, widoczne gołym okiem struktury są widokiem niezapomnianym i niestety coraz rzadszym.

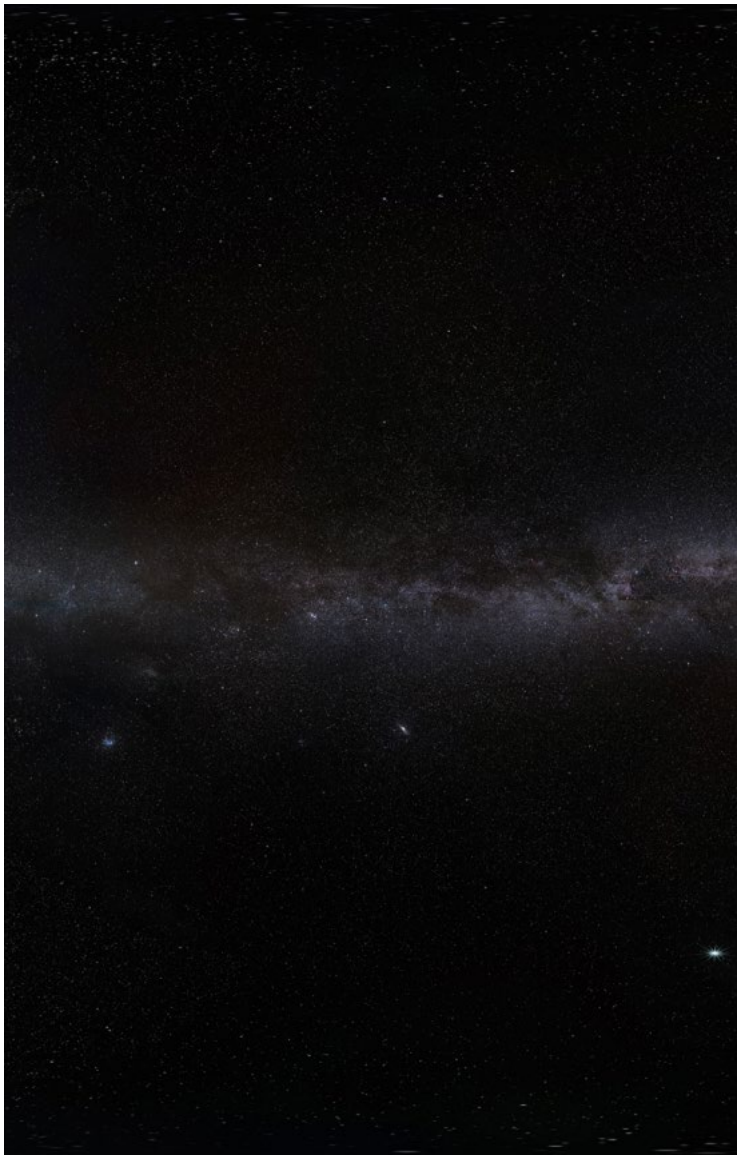
Droga Mleczna — nasz dom

Stale rosnące zanieczyszczenie światłem sprawia, że coraz mniej ludzi może ten widok podziwiać. A szkoda, bo on od zawsze inspirował ludzi, pobudzał ciekawość, skłaniał do zadawania pytań.

Droga Mleczna jest również bardzo wdzięcznym, a może nawet najciekawszym obiektem do fotografowania. To właśnie na fotografii można pokazać bogactwo jej kolorów i struktur, które są zbyt słabe, aby je obserwować nieuzbrojonym okiem. Wstęga Drogi Mlecznej jest ozdobą zdjęć astrokrajobrazowych i odpowiednio wkomponowana w kadr wzbudza zachwyt wśród oglądających.

Wiosenna Droga Mleczna nad Bieszczadami

KIEDY OBSERWOWAĆ I FOTOGRAFOWAĆ DROGĘ MLECZNĄ?



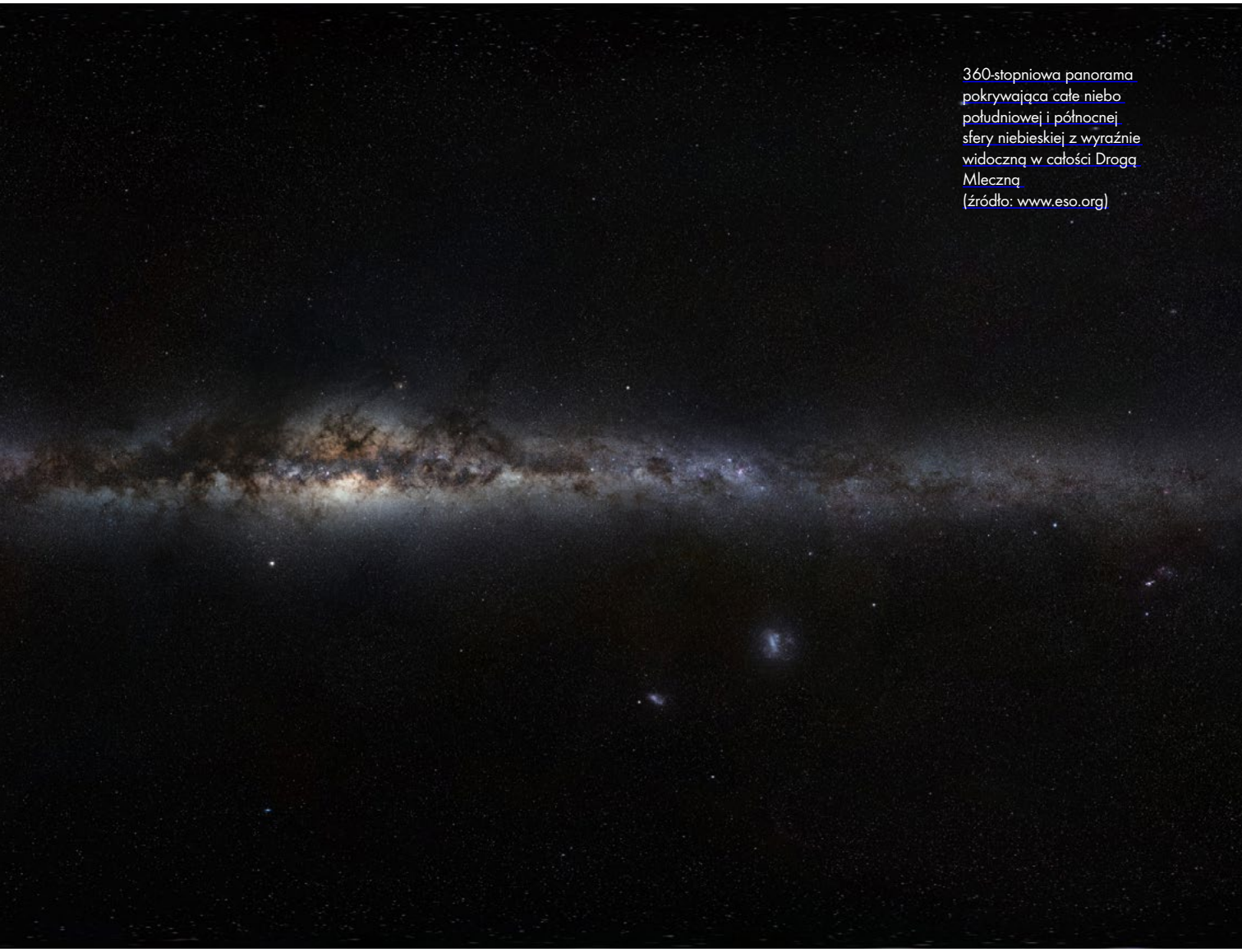
Droga Mleczna, galaktyka spiralna, jest naszym domem. To w niej żyjemy. W związku z tym patrzymy na nią od wewnątrz. Nasza Galaktyka widoczna jest dla nas w formie wyraźnie jaśniejszej smugi przecinającej całe niebo, niczym mleko rozlane po nieboskłonie.

Droga Mleczna widoczna jest dla nas przez cały czas, o każdej porze roku. Jednak nie zawsze widzimy jej centrum. A to właśnie centrum Galaktyki potocznie w środowiskach fotograficznych nazywano Drogą Mleczną. Głównie dlatego, że właśnie ono jest najjaśniejsze i najbardziej atrakcyjne zarówno wizualnie, jak i fotograficznie. Na fotografowaniu centrum Drogi Mlecznej, czyli okolic gwiazdozbioru Strzelca, skupimy się w tym poradniku.

GDZIE NA NIEBIE SZUKAĆ DROGI MLECZNEJ

Jak już mowa o gwiazdozbiorach, zatrzymajmy się przy nich na chwilę. Drogę Mleczną najłatwiej zlokalizować na niebie, odnajdując bardzo charakterystyczny układ gwiazd tworzący Trójkąt Letni. Jest to asteryzm, który, jak sama nazwa wskazuje, ma kształt trójkąta. Jego wierzchołki tworzą jasne gwiazdy: Deneb z gwiazdozbioru Łabędzia, Wega z gwiazdozbioru Lutni oraz Altair z gwiazdozbioru Orła. Droga Mleczna przecina wspomniany Trójkąt Letni, biegnąc w dół ku horyzontowi przez gwiazdozbiór Tarczy (nazwany pierwotnie przez Heweliusza Tarczą Sobieskiego) i gwiazdozbiór Wężownika. W Polsce tuż nad horyzontem, w okresie najlepszej widoczności Drogi Mlecznej można zobaczyć jeszcze gwiazdozbiór Strzelca, którego gwiazdy

Droga Mleczna na tle gwiazdozbiorów (źródło: Stellarium)



360-stopniowa panorama pokrywająca całe niebo południowej i północnej sfery niebieskiej z wyraźnie widoczną w całości Drogą Mleczną (źródło: www.eso.org)

To właśnie centrum Galaktyki potocznie w środowiskach fotograficznych nazywano Drogą Mleczną

tworzą kształt przypominający czajniczek. Należy również wspomnieć o gwiazdozbiorze Skorpiona z pięknie świecącym w ciepłych barwach jasnym Antaresem.

Odnalezienie Drogi Mlecznej jest na początku największym wyzwaniem dla początkujących fotografów nocnego nieba. Wiem, że część osób ma z tym duży problem. Często próbują fotografować o złej porze roku, przy złej fazie Księżyca lub najzwyczajniej kierują aparat nie w tę stronę co trzeba. Zatem kiedy i gdzie najlepiej fotografować Drogę Mleczną?

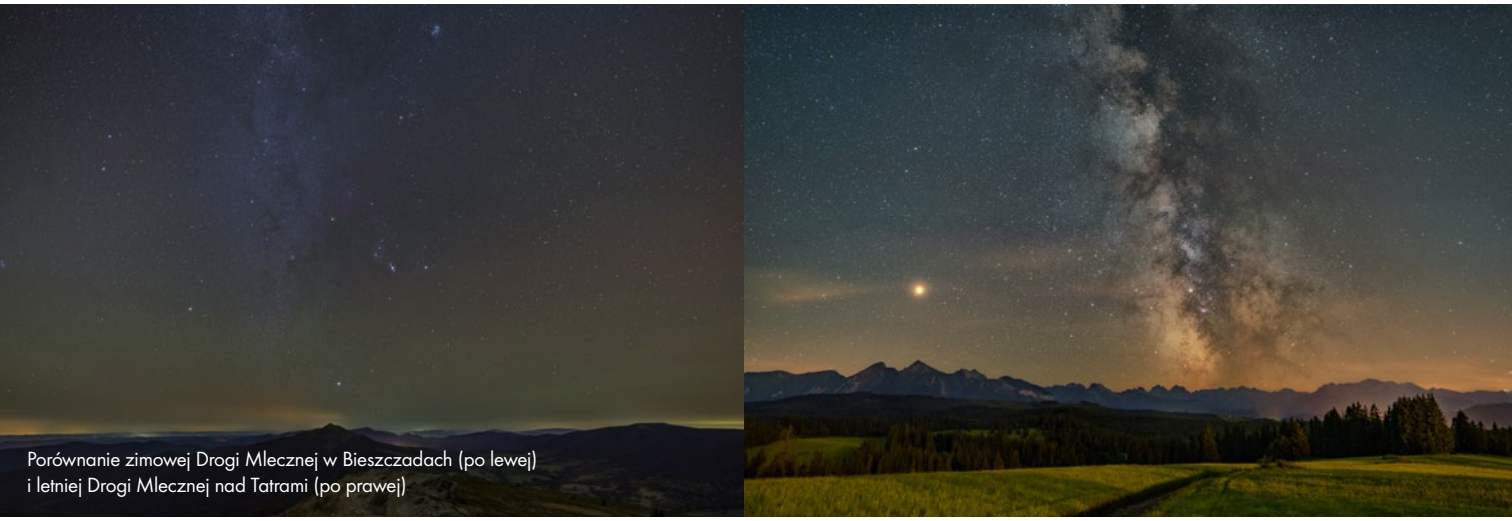
PORY ROKU MAJĄ ZNACZENIE

Najlepszy czas na fotografowanie to okres od połowy marca do maksymalnie połowy października, przy czym największą część centrum Galaktyki zaobserwujemy na wiosnę podczas kwietniowego nowiu. Wiąże się to z koniecznością bardzo wczesnego wstawania, bo na wiosnę Droga Mleczna widoczna jest przed wschodem Słońca. Można również nie kłaść się przez całą noc :)

Latem i jesienią jest łatwiej, bo wypatrywanie centralnej części Galaktyki możemy rozpocząć wieczorem, gdy tylko dostatecznie się ściemni.

No właśnie, musi być ciemno, a precyzyjnie musi być noc astronomiczna. W Polsce w okresie przesilenia letniego cieszymy się tak długim dniem, że noce astronomiczne nie występują. W tym okresie mamy do czynienia z tzw. „białymi nocami", kiedy to niebo nigdy nie robi się całkiem czarne. To najtrudniejszy okres dla wielbicieli rozgwieżdżonego nieba. Na północy Polski to okres mniej więcej od początku maja do początku sierpnia. Na południu kraju noce astronomiczne żegnamy na krócej, od początku czerwca do początku lipca. W tym czasie możemy się wybrać na romantyczny spacer przy gwiazdach, jednak Drogi Mlecznej raczej nie zobaczymy.

Należy również wspomnieć, że w zależności od pory roku, Droga Mleczna inaczej przecina nasze niebo. Na wiosnę jest nachylona pod większym kątem, przez co łatwiej ją ująć w po-



Porównanie zimowej Drogi Mlecznej w Bieszczadach (po lewej) i letniej Drogi Mlecznej nad Tatrami (po prawej)

ziomym kadrze. Późnym latem Galaktyka wyłania się znad horyzontu praktycznie pionowo. Jeśli więc chcemy pokazać jej większą część, musimy fotografować w pionowym kadrze.

KSIĘŻYC LUBI PRZESZKADZAĆ

Poza porą roku jest jeszcze jeden element, istotny przy wyborze dogodnego do fotografowania terminu. Mowa tu oczywiście o Księżycu. Droga Mleczna jest bardzo subtelnym obiektem na niebie. Aby była widoczna, musi być ciemno, a więc również Księżyc nie może rozświetlać nieba. Najlepszą fazą, przy której sfotografujemy Księżyc, jest oczywiście nów i jego okolice. To wtedy światło odbite od Księżyca nie będzie nam zupełnie przeszkadzało. Jednak nie tylko w nowiu możemy fotografować Galaktykę.

Na wiosnę, gdy centrum Drogi Mlecznej widoczne jest nad ranem, możemy fotografować od nowiu nawet do pierwszej kwadry. Ważne jest, aby Księżyc zachodził przed rozpoczęciem świtu astronomicznego [patrz *Urania* 6/20015], dając tym samym szansę na sfotografowanie centrum Drogi Mlecznej.

Późnym latem i jesienią mamy do czynienia z odwrotną sytuacją. Droga Mleczna w największym zakresie widoczna jest wieczorem, po zapadnięciu zmierzchu astronomicznego [patrz *Urania* 6/20015]. Ważne, aby to wtedy na niebie nie było Księżyca. Z taką sytuacją mamy do czynienie od trzeciej kwadry do nowiu.

Zestawienie okresów najlepszej widoczności centrum Drogi Mlecznej w Polsce przedstawia poniższa tabela.

GDZIE FOTOGRAFOWAĆ DROGĘ MLECZNĄ

Poza porą roku i fazą Księżyca kolejnym bardzo istotnym czynnikiem jest miejsce, z którego będziemy prowadzili obserwację lub będziemy fotografować. Wybierając lokalizację, powinniśmy zwrócić szczególną uwagę na zanieczyszczenie światłem. Im większe rozświetlenie nieba sztucznym oświetleniem, tym mniejsze szanse na zobaczenie Drogi Mlecznej. Dlatego na poszukiwanie Drogi Mlecznej najlepiej udać się w miejsce z dala od zabudowy oświetlenia dużych miast. Z pomocą przyjdzie nam mapa zanieczyszczenia światłem dostępna pod adresem **https://www.lightpollutionmap.info**

Planując dalszą wycieczkę, wybierajmy raczej kierunek południowy niż północny. Szerokość geograficzna, na której będziemy, też ma znaczenie. Im dalej na południe, tym wyżej na niebie będzie się znajdowało centrum Galaktyki. W Polsce zdecydowanie lepiej jechać w góry niż nad morze lub Mazury. Wybierając już konkretne miejsce, w danej lokalizacji zadbajmy o to, aby elementy krajobrazu nie zasłoniły nam najważniejszej części Drogi Mlecznej, która na naszych szerokościach geograficznych jest widoczna nisko nad horyzontem. Upewnijmy się, że wiosną będziemy mieli odsłonięty horyzont w kierunku południowo-wschodnim i południowym. Latem i jesienią musimy zadbać o dobrą wi-

NAJLEPSZA WIDOCZNOŚĆ CENTRUM DROGI MLECZNEJ W POLSCE

MIESIĄC	NAJLEPSZA PORA/CZAS WIDOCZNOŚCI	WYMAGANA FAZA KSIĘŻYCA	KIERUNEK
Styczeń	niewidoczne	–	–
Luty	od końca lutego, tuż przed wschodem Słońca (utrudnione)	3Q - Nów	E - SE
Marzec	3:00 - 4:30, nad ranem, przed wschodem Słońca	Nów - 1Q	SE - S
Kwiecień	3:00 - 4:00 nad ranem, przed wschodem Słońca	Nów - 1Q	SE - S
Maj	23:00 - 2:00 (utrudnione, tylko południe kraju)	Nów - 1Q	S
Czerwiec	prawie niemożliwe (białe noce)	-	–
Lipiec	23:00 - 00:00 (utrudnione, tylko południe kraju)	3Q - Nów	S - SW
Sierpień	22:00 - 23:00	3Q - Nów	S - SW
Wrzesień	21:00 - 22:00	3Q - Nów	S - SW
Październik	19:30 - 21:00	3Q - Nów	SW
Listopad	niewidoczne	–	–
Grudzień	niewidoczne	–	–

doczność w kierunku południowym i południowo-zachodnim. To właśnie tam będzie widoczna Droga Mleczna.

Podsumujmy. Idealne miejsce do fotografowania Drogi Mlecznej położone jest na południu, musi być wolne od zanieczyszczenia światłem, zwłaszcza w kierunku południowym. Jak widać, w Polsce wszystkie drogi prowadzą astropejzażystów w Bieszczady. Najlepiej jechać tam na wiosnę lub późnym latem.

POTRZEBNY SPRZĘT

Fotografowanie Drogi Mlecznej zasadniczo nie różni się od fotografowania innych obiektów na nocnym niebie. Musimy się więc zaopatrzyć w typowy sprzęt używany w fotografii nocnej.

Aparat — To oczywiście podstawowy element, jaki będziemy potrzebowali. Najlepiej jak będzie to lustrzanka lub bezlusterkowiec z wymienną optyką. Może to być również kompakt lub nawet smartfon z górnej półki. Ważne jest, aby posiadał tryb manualny, który umożliwi pełną kontrolę nad parametrami naświetlania. Oczywiście im nowszy aparat, z nowszą matrycą, tym lepsze jakościowo zdjęcia zrobimy. Fotografowanie Drogi Mlecznej jest bardzo wymagające dla sprzętu.

Obiektyw — Im jaśniejszy obiektyw posiadamy, tym lepiej. Będziemy w stanie „złapać" więcej światła, co jest jak najbardziej wskazane przy tak słabo świecącym obiekcie, jakim jest Droga Mleczna. Jaśniejszy obiektyw to ten, który pozwala nam fotografować z mniejszą wartością przysłony. Im mniejsza wartość przysłony, jaką możemy ustawić w obiektywie, tym jaśniejszy jest sam obiektyw. Przykładowo przysłona f/1.4 wpuści więcej światła niż f/2.0 czy też f/2.8. Zdecydowanie lepsze będą również obiektywy szerokokątne niż teleobiektywy. Pozwolą one z jednej strony dłużej naświetlać bez poruszenia gwiazd, a z drugiej pozwolą zarejestrować większy obszar samej Drogi Mlecznej.

> **W Polsce wszystkie drogi prowadzą astropejzażystów w Bieszczady**

Typowe obiektywy kitowe to zazwyczaj te o ogniskowych 18–55 i światłosile f/3.5–5.6. Są one trochę „ciemne", jednak nawet nimi możemy sfotografować Drogę Mleczną. Możemy również wykorzystać jasne obiektywy stałoogniskowe o dłuższej ogniskowej 35 lub 50 mm. Są one relatywnie tanie w stosunku do jasności, jaką oferują. Jednak w takim przypadku, chcąc pokazać większy obszar Galaktyki, będziemy musieli wykonać panoramę.

Statyw — Jak w każdej fotografii nocnej, tak i tutaj będziemy musieli skorzystać ze statywu umożliwiającego zrobienie ostrych zdjęć z dłuższymi czasami naświetlania. Statyw może być dowolny, byle był w stanie stabilnie utrzymać nasz aparat z obiektywem.

Pilot lub wężyk — Przydadzą się do zdalnego wyzwolenia migawki. Nie są jednak niezbędne. Mo-

Droga Mleczna sfotografowana w miejscu o dużym zanieczyszczeniu światłem i w górach przy ciemnym niebie

Sierpniowa Droga Mleczna sfotografowana w Alpach austriackich

żemy również skorzystać z wbudowanej w aparat opcji samowyzwalacza. Ważne jest, abyśmy nie poruszyli aparatu w trakcie wykonywania zdjęć.

Latarka lub nawet dwie — Niby sprawa oczywista, lecz trzeba o niej wspomnieć. W nocy dobrze jest mieć ze sobą dwie latarki, w tym jedną czołówkę. Ułatwia to znacznie poruszanie się po terenie oraz fotografowanie. Drugą latarkę wykorzystamy do ustawienia ostrości.

Opcjonalnie przydadzą się nam również:

Smartfon — Nie, nie będziemy go używać jako latarki. Przyda się on osobom nieobeznanym z nocnym niebem . Przy pomocy odpowiedniego oprogramowania z łatwością odszukamy Drogą Mleczną. Polecam zainstalowanie i przetestowanie takich programów jak: Sky Map, SkySafar czy Star Walk 2.

Zielony laser — Bardzo przydatne narzędzie znacznie ułatwiające kadrowanie ciemną nocą.

JAK FOTOGRAFOWAĆ DROGĘ MLECZNĄ

Fotografowanie rozpoczynamy od stabilnego rozłożenia statywu. To ważne, bo będziemy naświetlać kilkanaście lub nawet kilkadziesiąt sekund, podczas których statyw nie może się np. osuwać na niestabilnym gruncie. Statyw warto również wypoziomować. Ułatwi nam to kadrowanie i wykonywanie panoram, jeśli się na nie zdecydujemy.

Ustawiając parametry w naszym aparacie pamiętajmy o:

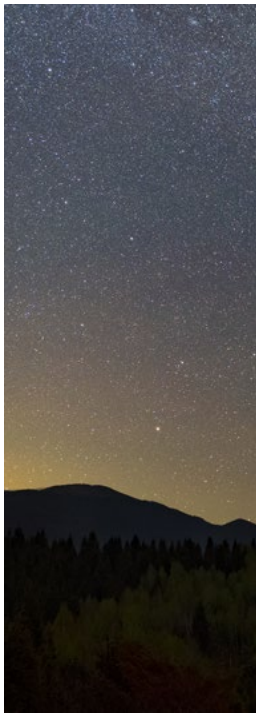
Format zapisu RAW — Zawsze w nocy fotografujemy w formacie RAW. Pozwoli nam to w pełni wykorzystać potencjał naszego aparatu. Zarejestrujemy więcej danych co będzie później bardzo pomocne przy postprocesingu.

Ogniskowa — Jeśli dysponujemy obiektywem zmiennoogniskowym (tzw. zoom), ustawmy najkrótszą możliwą ogniskową.

Ustawienie ostrości — Zalecam ustawić ostrość ręcznie, korzystając z trybu *live-view*. Przy powiększonym obrazie kręcimy pierścieniem ostrości tak długo, aż uzyskamy punktowe gwiazdy, najmniejsze jak to tylko możliwe. Możemy również skorzystać z autofocusa, ostrząc na jakieś oddalone źródło światła, takie jak np. latarnia na horyzoncie. W tym wypadku musimy pamiętać, aby po ustawieniu ostrości wyłączyć w aparacie lub na obiektywie autofocus.

Tryb manualny — Przestawmy aparat w tryb manualny oznaczony najczęściej w aparatach literą M. W nocy automatyka aparatu zazwyczaj się nie sprawdza. Jest najzwyczajniej za ciemno, aby światłomierz aparatu był w stanie poprawnie dobrać parametry.

Odszumianie — Możemy się pokusić o włączenie w aparacie funkcji odszumiania przy długich czasach ekspozycji. Jeśli włączymy tę funkcję, aparat po zrobieniu zdjęcia wykona drugą ekspozycję przy zamkniętej migawce aparatu. Zarejestruje wtedy same szumy, które następnie odejmie od właściwego zdjęcia. Pozwoli to uzyskać mniej zaszumione zdjęcia, co ma duże znaczenie, zwłaszcza jeśli fotografujemy starszym aparatem.



Balans bieli — W tym przypadku możemy zdać się na tryb automatyczny. Jeśli nasz aparat pozwala na manualne ustawienie temperatury barowej, to warto skorzystać z tej możliwości. W takim przypadku gdy fotografujemy w miejscu o małym zanieczyszczeniu światłem, ustawmy balans bieli na 4500–5000 K. Pozwoli to na wierniejsze zarejestrowanie kolorów Drogi Mlecznej. Gdy fotografujemy przy dużym zanieczyszczeniu światłem, możemy ustawić balans bieli przesunięty w stronę chłodniejszych kolorów, na poziomie 2500–3500 K. Dzięki temu niebo nie będzie aż tak bardzo brązowe, jednak kolory Drogi Mlecznej będą zdecydowanie zbyt chłodne, a barwy gwiazd nie zostaną oddane wiernie.

PARAMETRY NAŚWIETLANIA

Na koniec zostanie nam ustawienie parametrów samej ekspozycji. Tu

nie ma jednego uniwersalnego ustawienia, a wszystko zależy od tego, czym i gdzie fotografujemy.

Przysłona — Rozpocznijmy od ustawienia najniższej dostępnej w naszym obiektywie przysłony, czyli zostawmy obiektyw maksymalnie otwarty. W przypadku obiektywu kitowego, sprzedawanego razem z aparatem, będzie to zazwyczaj wartość f/3.5. Jeśli mamy jasny obiektyw stałoogniskowy, to możemy pokusić się o jego delikatne przymknięcie w celu skorygowania wad optycznych obiektywu i poprawienia jakości rejestrowanego obrazu. Poruszamy się raczej w zakresie niższych wartości f/1.4 – f/2.8.

Czas — W kolejnym kroku przechodzimy do ustalenia czasu, przez jaki będziemy naświetlać nasze zdjęcie. Nie możemy tego robić zbyt długo, gdyż wtedy gwiazdy na zdjęciu zarejestrują się formie kresek a nie punktów. Wynika to oczywiście z pozornego ruchu obrotowego gwiazd na niebie. Chcąc uniknąć tego efektu, skorzystajmy z reguły reguła 600 (lub 500), o której już kiedyś pisałem [patrz *Urania* 1-2/2016]. Maksymalny czas naświetlania, na jaki możemy sobie pozwolić, otrzymamy, dzieląc liczbę 600 lub 500 przez ogniskową, jaką będziemy fotografowali.

W przypadku fotografowania Drogi Mlecznej zalecam bardziej restrykcyjne podejście i podstawienie do wzoru liczbę 500. Wynika to z faktu, że będziemy fotografowali w kierunku południowym, gdzie najszybciej zauważamy przemieszczanie się gwiazd w kadrze. Czasy, jakie będziemy stosować przy fotografowaniu ze statywu, powinny się zawierać w przedziale mniej więcej od 10 do 30 s. Dla bardzo szerokich obiektywów typu rybie oko może to być nawet 40 s. Będzie to też zależało, jak duże poruszenie gwiazd na zdjęciu będzie dla nas akceptowalne.

ISO — Na końcu ustawiamy czułość, z jaką będziemy fotografować. Zacznijmy od ustawienia iso na poziomie 3200. Zróbmy zdjęcie i oceńmy poziom jego naświetlania. Jeśli jest zbyt jasne, zmniejszymy iso do 1600 i wykonujemy kolejne zdjęcie. Jeśli pierwsze zdjęcie było zbyt ciemne, wykonujemy kolejne zdjęcie z iso podniesionym do 6400. Jeśli drugie zdjęcie jest zbyt jasne/ciemne, wykonujemy kolejne, zmieniając wartość iso.

Najczęściej parametry, z jakimi fotografujemy Drogę Mleczną, wyglądają następująco: przysłona — f/1.4 — f/2.8; czas — 15 — 30 sekund; iso — 3200 — 6400. Są to oczywiście sugerowane zakresy parametrów wynikające z mojego doświadczenia. Mogą się one różnić w zależności od miejsca, w którym fotografujemy, zanieczyszczenia światłem, jakie tam występuje, sprzętu, jakim dysponujemy. ■

Piotr Potępa
Zawodowo zajmuje się geofizyką, prywatnie zaś jest miłośnikiem fotografii. Od wielu lat w kręgu jego szczególnych upodobań znajduje się astrofotografia krajobrazowa. Jest autorem tysięcy zdjęć ukazujących piękno nocnego nieba w plenerze. Swoją pasją dzieli się w trakcie warsztatów astrofotografii „Szlakiem gwiazd". Od kilku lat na łamach „Uranii" publikujemy jego poradnik, jak fotografować nocne niebo. W internecie można je znaleźć na stronach autora: http://nightscapes.pl

Panorama kwietniowej Drogi Mlecznej w Bieszczadach

Wiadomości z portalu URANIA.EDU.PL

Pierścienie Saturna powoli zanikają

Zespół naukowców z instytucji amerykańskich i brytyjskich opublikował pracę, w której potwierdza oszacowania tempa, w jakim Saturn traci materię z pierścieni. Najbardziej charakterystyczny element Saturna – jego pierścienie – może zaniknąć w ciągu 300 mln lat.

Mimo iż to długi okres czasu, to porównaniu do wieku planety (ponad 4 mld lat), oznacza to, że pierścienie nie są stałą cechą Saturna. Dla przykładu w czasach dinozaurów mogły być znacznie większe i jaśniejsze niż obserwujemy to obecnie.

O tym, że pierścienie tracą materię, wiadomo już od dość dawna. Początki sięgają czasów misji sond Voyager 1 i Voyager 2, które przeleciały koło Saturna kilkadziesiąt lat temu. Zaobserwowano wtedy pozornie niewiążące się ze sobą zjawiska: zmiany w jonosferze Saturna, zmiany gęstości w pierścieniach i trzy wąskie ciemne pasma okrążające planetę w północnych szerokościach. Ciemne pasma były widoczne na zdjęciach z 1981 r. wykonanych przez sondę Voyager 2.

Źródło: NASA/JPL-Caltech/Space Science Institute

Północna półkula Saturna i jego system pierścieni. Zdjęcie wykonała w 2016 r. sonda Cassini z odległości około 3 mln km

W 1986 r. opublikowano pracę, która wskazała na związki pomiędzy tymi ciemnymi pasmami a kształtem linii pola magnetycznego Saturna. Wnioskiem z tego było, iż elektrycznie naładowane lodowe cząstki z materii zawartej w pierścieniach Saturna opadają na planetę wzdłuż linii pola magnetycznego. Ten proces powoduje dostarczanie wody do górnych warstw atmosfery i czyści ją z mgły stratosferycznej – w ten sposób generując ciemne pasma widoczne na zdjęciach.

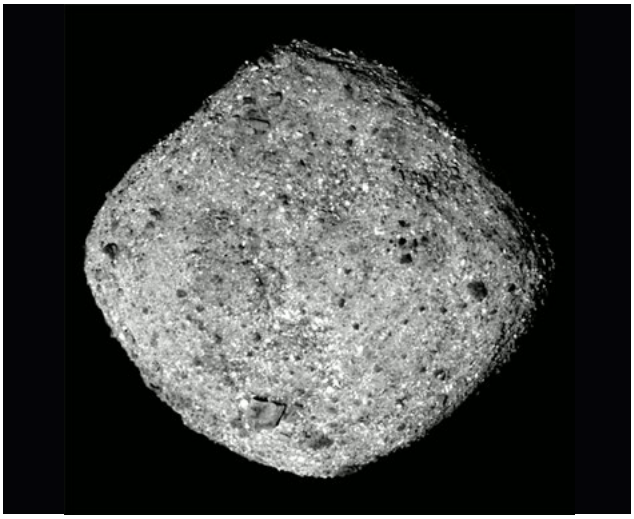
Zjawisko „deszczu" z pierścieni było też obserwowane przez sondę Cassini, która wykryła opad materii z pierścieni na obszar równikowy Saturna. Siłą, która wyciąga materię z pierścieni, jest grawitacja.

Dr James O'Donoghue z NASA Goddard Space Flight Center w Greenbelt (USA, Maryland) jest pierwszym autorem nowej publikacji, która ukazała się w czasopiśmie „Icarus". Według jego szacunków, tempo spadku materii (wody) z pierścieni wynosi od 432 do 2870 kilogramów na sekundę, co odpowiada zabieraniu z pierścieni objętości całego basenu olimpijskiego w ciągu pół godziny. W trakcie nowych analiz wykorzystano obserwacje wykonane w 2011 r. przy pomocy 10-m teleskopu Kecka na Hawajach.

Krzysztof Czart

Sonda OSIRIS-REx dotarła do planetoidy Bennu

Amerykańska sonda OSIRIS-REx dotarła 3 grudnia 2018 r. do planetoidy Bennu. Statek znalazł się w odległości 19 km od obiektu. Następnie 31 grudnia sonda weszła na orbitę wokół asteroidy. Podróż z Ziemi trwała od 8 września 2016 r. Od tamtej pory sonda pokonała 2 mld km.



Źródło: NASA/Goddard/University of Arizona

Zdjęcie planetoidy Bennu wykonane przez sondę OSIRIS-REx z odległości około 80 km

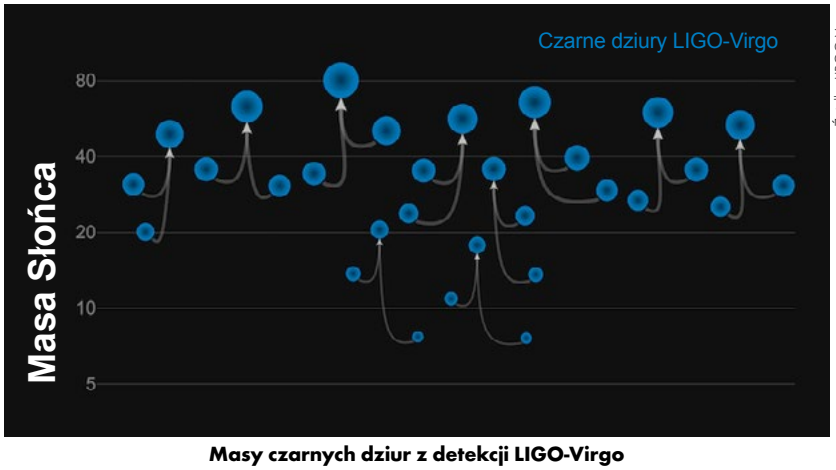
Pierwszym celem naukowców będzie dokładniejsze oszacowanie masy planetoidy, prędkości jej rotacji i ukształtowania powierzchni. Przegląd ten pomoże też w wyborze kandydatów na miejsca do pobrania próbek materiału skalnego, co ma nastąpić w 2020 r. Dostarczenie próbek na Ziemię zaplanowano na rok 2023.

Z dotychczasowych badań, dzięki spektrometrowi zamontowanemu na sondzie wykryto obecność wody uwięzionej w minerałach na powierzchni Bennu, a przeloty przeglądowe nad biegunami i równikiem asteroidy umożliwiły wykonanie dokładnych map pola grawitacyjnego, dzięki czemu możliwe było zaprojektowanie ostatecznej orbity.

Rafał Grabiański

Cztery nowe detekcje fal grawitacyjnych

1 grudnia 2018 r. naukowcy przedstawili nowe wyniki z interferometru laserowego LIGO oraz detektora fal grawitacyjnych Virgo, które wyszukują łączących się obiektów kosmicznych, takich jak pary czarnych dziur bądź gwiazd neutronowych. Urządzenia wspólnie wykryły fale grawitacyjne pochodzące w sumie od dziesięciu łączących się czarnych dziur o masach gwiazdowych oraz jednego połączenia się gwiazd neutronowych, które są gęstymi, sferycznymi pozostałościami po gwiezdnych eksplozjach. Sześć zdarzeń związanych z łączeniem



Źródło: LIRGO-Virgo

Masy czarnych dziur z detekcji LIGO-Virgo

się czarnych dziur zostało zgłoszonych wcześniej, a cztery ogłoszono niedawno.

Od 12 września 2015 r. do 19 stycznia 2016 r., podczas pierwszej serii obserwacyjnej LIGO, wykryto fale grawitacyjne z trzech potrójnych połączeń czarnych dziur. Druga seria obserwacyjna, która trwała od 30 listopada 2016 r. do 25 sierpnia 2017 r. przyniosła jedno potwierdzenie z łączących się gwiazd neutronowych i siedem od łączących się czarnych dziur, w tym cztery nowe zdarzenia fal grawitacyjnych zgłaszane teraz. Zdarzenia zostały nazwane GW170729, GW170809, GW170818 oraz GW170823, w odniesieniu do dat, kiedy zostały wykryte.

Warto wskazać, iż GW170729 to najmasywniejsze i najodleglejsze źródło fal grawitacyjnych, jakie kiedykolwiek zaobserwowano. Wydarzyło się 5 mld lat temu, a w promieniowanie grawitacyjne została przekształcona energia równa prawie 5 masom Słońca.

Następna seria obserwacyjna rozpocznie się na wiosnę 2019 r. i powinna przynieść znacznie więcej kandydatów do fal grawitacyjnych.

Agnieszka Nowak

Gwiazda kierująca się ku Słońcu przyniesie ze sobą komety i asteroidy

Gliese 710 to czerwony karzeł leżący około 62 lat świetlnych stąd. Astronomowie z Uniwersytetu Adama Mickiewicza w Poznaniu oszacowali, że za kilka milionów lat minie on Słońce w odległości zaledwie 13 tys. jednostek astronomicznych. Gwiazda będzie miała wówczas jasność około −2,7 mag, a na ziemskim niebie zaświeci ponad trzy razy jaśniej niż Syriusz.

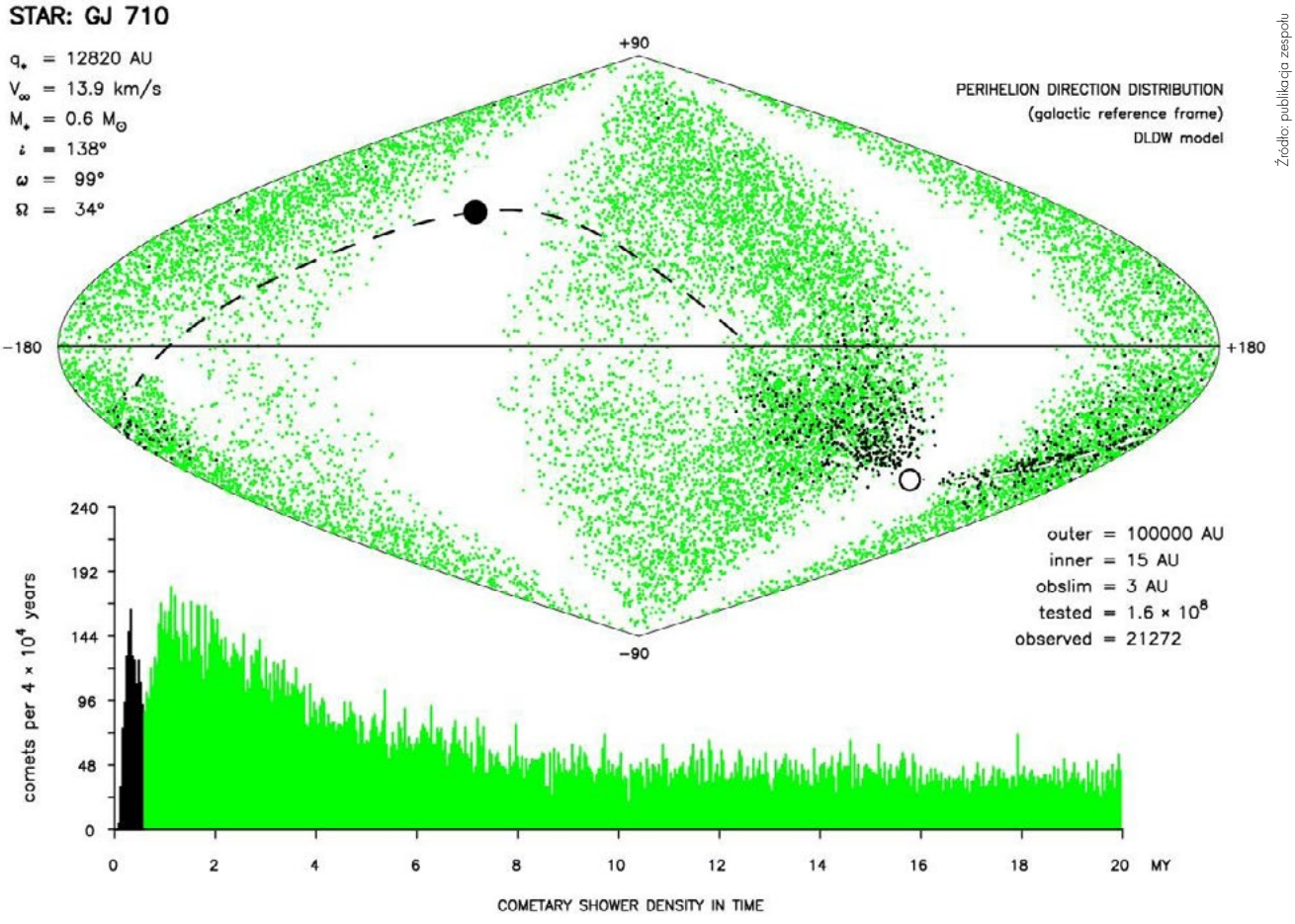
Będzie to jednocześnie największe zbliżenie innej gwiazdy do Słońca w przedziale 10–20 mln lat od chwili obecnej. Co więcej – według polskich naukowców korzystających w swej pracy między innymi z dokładnych danych z sondy Gaia – przelatując w pobliżu naszego układu przejdzie przez Obłok Oorta, czyli krążące na jego rubieżach skupisko drobnych, lodowych ciał, kierując w stronę Słońca i planet wewnętrznych duże ilości komet i planetoid.

Oszacowano, że któryś z tych obiektów może z dość dużym prawdopodobieństwem zderzyć się z Ziemią. Obliczono także, że bliski przelot Gliese 710 wywoła obserwowalny deszcz komet o średniej częstotliwości wynoszącej nawet 10 komet na naszym niebie rocznie, trwający przy tym od 3 do 4 mln lat!

Naukowcy zastanawiają się, czy podobne „bliskie spotkanie" z inną gwiazdą naszej Galaktyki o dużym ruchu własnym mogło w przeszłości przekierować w okolice Ziemi liczne ciała z Obłoku Oorta. Jeśli tak, jedna z komet lub planetoid może być odpowiedzialna za zagładę dinozaurów mającą miejsce prawie 65 mln lat temu.

Gliese 710 jest od nas obecnie odległa o prawie 64 lata świetlne, ale zbliża się do Słońca z prędkością 51,499 km/h. Pamiętajmy jednak, że od jej przelotu dzielą nas wciąż miliony lat – to dość dużo czasu na ewentualne przygotowania.

Elżbieta Kuligowska



Źródło: publikacja zespołu

Rozkład roju komet, jaki uruchomi przyszły bliski przelot Gliese 710 w pobliżu Słońca. Początkowe parametry gwiazdy są przedstawione w lewym górnym rogu, natomiast parametry wynikające z symulacji komputerowej pokazano na dole po prawej. Zastosowano model DLDW (Dones et al. 1998). Projekcja heliocentrycznej orbity GJ 710 jest oznaczona linią przerywaną. Peryhelium gwiazdy symbolizuje duża, czarna kropka. Obserwowalny napływ komet rozpoczyna się krótko po bliskim przejściu gwiazdy, osiągając maksimum milion lat później

Powstawanie pierwiastków

Jak wiemy, jesteśmy popiołami gwiazd – pierwiastki, z których zbudowana jest prawie cała otaczająca nas materia, powstały w gwiazdach. Jedynie wodór, praktycznie nie występujący na Ziemi hel oraz trochę litu powstało w pierwotnej nukleosyntezie. Cała reszta powstała w różnych etapach ewolucji różnych rodzajów gwiazd.

Jerzy Kuczyński

Wiemy o tym już od sześćdziesięciu kilku lat. Konkretnie w październiku 1957 r. Margaret Burbidge, Geoffrey Burbidge, William A. Fowler i Fred Hoyle opublikowali pracę zwaną B^{2}FH[1], w której, jak się uważa, problem został wyjaśniony. Oczywiście od tego czasu wiedza i o gwiazdach, i o nukleosyntezie nieco się powiększyła. Rzecz jest zdecydowanie istotna, więc warto zreferować współczesny stan wiedzy w tym zakresie.

1 lutego w *Science* ukazał się artykuł omawiający ten problem (Jennifer A. Johnson, *Science*, 2019, 363, s. 474). Artykuł jest przeglądowy i dość precyzyjnie przedstawia całość problemu. Poniżej spróbuję go streścić, raczej niewiele odbiegając od jego zawartości — jak się wydaje, temat jest dosyć ustabilizowany i rewelacji jest niewiele (czas powstania B^{2}FH!).

Na wstępie omawianego tekstu znajdziemy podsumowanie sytuacji. Otóż w ciągu prawie 14 miliardów lat istnienia Wszechświata powstałe w pierwotnej nukleosyntezie wodór i hel były przerabiane na inne pierwiastki. Skuteczność tej przeróbki nie była jednak wielka. Metale (w nomenklaturze astronomicznej wszystkie pierwiastki cięższe od helu nazywamy metalami) to około 2% materii barionowej. Nie licząc wodoru, cała materia, z której zbudowana jest bliska nam rzeczywistość, to około jedna pięćdziesiąta z nie więcej jak 5% całości materii Wszechświata — w przybliżeniu jeden promil. Tym niemniej obecnie metali jest wystarczająco dużo, by zapewnić, przynajmniej gdzieniegdzie, różnorodność związków chemicznych. Potrzebne do tego pierwiastki zawdzięczamy procesom zachodzącym w gwiazdach. Dlatego im dłużej działają gwiazdy, tym więcej jest metali i tym bogatsza chemia. Przy czym udaje się dość precyzyjnie oszacować, jakie procesy złożyły się na obecną ilość danego pierwiastka. I w dużej mierze temu ostatniemu jest poświęcona praca J.A. Johnson.

[1] Widziałem, ale nie czytałem — praca ma sto stron od początku do bibliografii. Tym niemniej jest powszechnie do dzisiaj cytowana i jest łatwo dostępna — po wpisaniu do wyszukiwarki B^{2}FH można ją przeczytać. W tekście J.A. Johnson jest cytowana pod numerem 4.

Metale a masa gwiazd

Przede wszystkim trzeba zauważyć, że interesujące jest nie tyle, ile metali zostanie wyprodukowanych, ale ile z nich znajdzie się w przestrzeni tak, by mogły wejść do „dalszej obróbki". Gdy Wszechświat osiąga „poważny wiek" rzędu 10^8 lat, temperatura jest wystarczająco niska, by obszary o większej gęstości mogły kurczyć się, tworząc następnie gwiazdy III populacji. Te gwiazdy nie zawierają metali, co ma istotne znaczenie. Otóż wzbudzony, np. w wyniku zderzenia, atom, wracając do stanu podstawowego, emituje foton, który w praktyce może z powrotem pochłonąć tylko taki sam atom. A że metali jest mało, nawet w „wysoko metalicznych" obłokach materii, droga swobodna tak wytworzonego fotonu jest duża i po względnie niewielkiej ilości zderzeń energia opuszcza obłok materii — w konsekwencji obłok się chłodzi i kurczy, w miarę szybko prowadząc do powstawania gwiazd. Metale tworzą więc kanał ucieczki energii z wnętrza cieplejszych obszarów. W materii złożonej wyłącznie z wodoru i helu chłodzenie jest słabe, bo wyemitowany foton natychmiast jest absorbowany i ciśnienie wewnątrz nawet masywnego obłoku materii powstrzymuje kurczenie się. W przypadku gwiazd tworzących się współcześnie temperatura wewnętrzna obłoku gazu jest rzędu 10 K i nawet względnie mało masywny obłok może się kurczyć. W przypadku gwiazd III populacji było to około 100 K, dlatego masy obłoku, a tym samym i masy powstających gwiazd, musiały być odpowiednio większe. Był to jedyny okres w historii Wszechświata, gdy powstawały głównie bardzo masywne gwiazdy.

Wraz z kurczeniem się obłoku i wzrostem ciśnienia w centrum rośnie też temperatura[2]. W temperaturze milionów kelwinów zaczynają być możliwe reakcje termojądrowe. Jednak sytuacja jest zupełnie inna niż w pierwotnej nukleosyntezie. Przede wszystkim nie ma, bardzo ważnych w pierwotnej nu-

[2] Warto zwrócić na tę oczywistą, a na pierwszy rzut oka absurdalną, własność — w układach związanych zwykle utrata energii wiąże się ze wzrostem energii kinetycznej. A więc im bardziej chłodzimy, tym temperatura jest wyższa. Nie prowadzi to do perpetuum mobile, bo układ ma (z zasady) „widmo ograniczone od dołu". W przypadku gwiazd tym dolnym ograniczeniem widma jest stan białego karła, gwiazdy neutronowej lub czarnej dziury.

kleosyntezie, wolnych neutronów. Jedyną możliwością jest powstawanie deuteru z dwu protonów przy emisji pozytonu i neutrina. To reakcja z zakresu oddziaływania słabego więc mało prawdopodobna (powolna). Na szczęście na tę reakcję jest sporo czasu, bo protogwiazda kurczy się wolno. Warto zauważyć, że dla pierwotnej nukleosyntezy czas był liczony w minutach (i w tych warunkach kluczową rolę pełniły powszechne wówczas swobodne neutrony), bo Wszechświat chłodził się bardzo gwałtownie. Tu czas liczony jest przynajmniej w tysiącleciach i dodatkowo temperatura ciągle rośnie. Tym niemniej reakcja proton-proton jest zbyt mało efektywna do powstrzymania kontrakcji. Parametry w centrum gwiazdy rosną i powstały hel zamienia się w węgiel. Ten ostatni katalizuje reakcję zwaną CNO (węgiel-azot-tlen). Ta reakcja jest wystarczająco energetyczna, by powstrzymać kurczenie się gwiazdy, a produktem ubocznym są azot i tlen. Gdy wodór zaczyna się wyczerpywać, jądro znowu się kurczy, a temperatura rośnie. Zaczynają się tworzyć coraz cięższe pierwiastki. Zależy to od masy gwiazdy, ale gwiazdy masywne (o masie 8 i więcej $M_{\odot}$) mogą tworzyć pierwiastki z „piku żelaza" (mające największy defekt masy). Tempo „spalania" jest coraz większe. W gwieździe o masie 15 $M_{\odot}$ wodór pali się miliony lat, węgiel już tylko tysiące, tlen kilka tygodni, a krzem kilka dni. Jak wiemy, czas życia gwiazdy zależy od jej masy. Po prostu masywniejsza gwiazda ma wyższe ciśnienie i temperaturę w centrum, więc reakcje następują szybciej i paliwo szybciej się wyczerpuje. Gwiazda o masie zbliżonej do słonecznej „żyje" około 10 miliardów lat. Dziesięciokrotnie masywniejsza 25 mln, a 30-krotnie już tylko 6 mln. Gwiazdy III populacji mogły mieć masy nawet kilkaset razy większe od Słońca, dlatego we względnie krótkim czasie powstaje sporo różnych pierwiastków.[3]

Jak wydobyć metale z gwiazd

Mamy więc już podstawowe metale i pozostaje problem, jak je wydostać z wnętrza gwiazdy. Masywne gwiazdy kończą życie jako supernowe — po wyczerpaniu paliwa jądro gwiazdy zapada się i wydziela się energia powodująca rozpad gwiazdy. Rozpadająca się gwiazda zasila w metale otaczającą przestrzeń. Rozproszone przez supernowe metale powstają na trzy sposoby. Pierwszy to oczywiście synteza w trakcie życia gwiazdy. Drugi to produkcja nuklidów w trakcie rozpadu — w fali uderzeniowej supernowej są tak ekstremalne warunki, że może tam powstawać nawet żelazo. I w końcu powstałe w trakcie wybuchu promieniowanie (w tym i cząstki masywne o prędkościach zbliżonych do „c") produkuje nowe nuklidy, głównie przez rozpad cięższych nuklidów. Ten ostatni mechanizm odpowiada za większość obserwowanych w przestrzeni lekkich pierwiastków, takich jak lit, beryl czy bor oraz część węgla i tlenu. Pierwiastki z supernowych gwiazd III populacji odpowiadają za pojawienie się metali w materii, z której powstały gwiazdy II populacji. Mogą to być również niewielkie gwiazdy, bo metali jest już wystarczająco dużo, by zapewnić chłodzenie. Te rzeczywiście niewielkie gwiazdy II populacji dotrwały do teraz, świadcząc o nukleosyntezie w początkach istnienia Wszechświata.

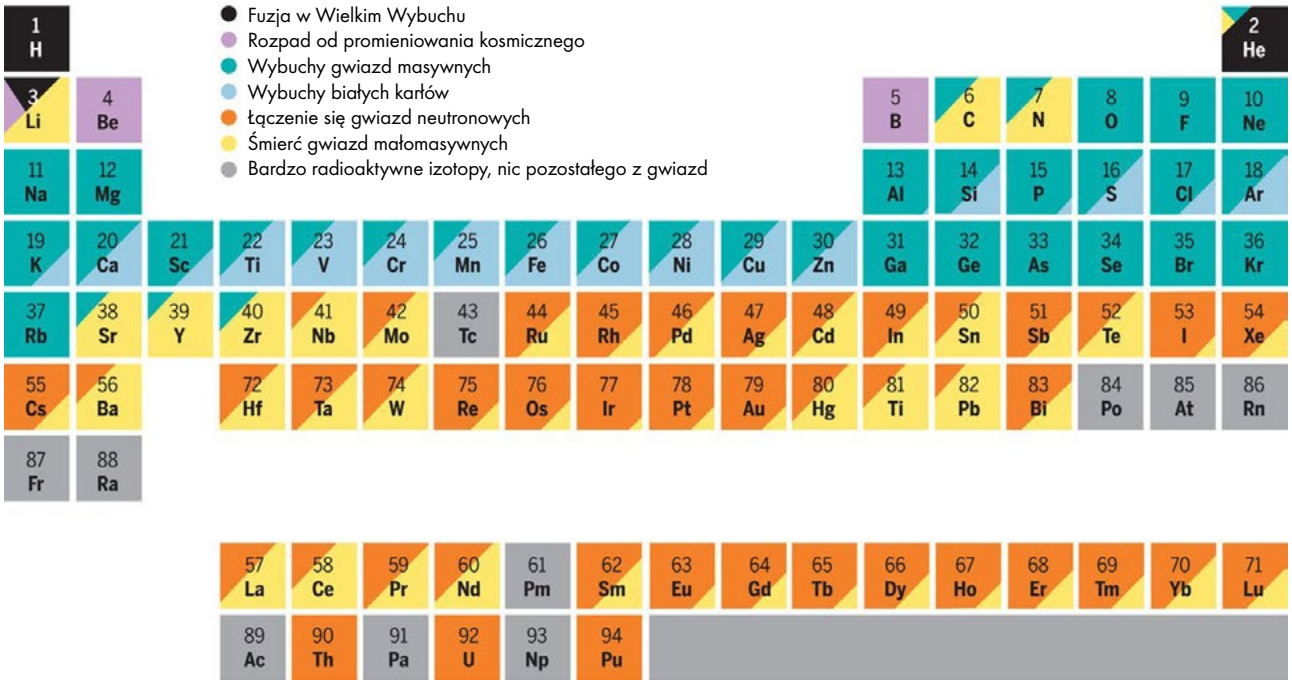
[3] Tak naprawdę nuklidów. Ale biorąc pod uwagę, że materia barionowa jako całość jest elektrycznie obojętna, to elektronów do utworzenia normalnych atomów nie braknie.

Supernowe wprawdzie rozsypują wokół metale, tym niemniej nie wszystkie pierwiastki mogły w ten sposób znaleźć się w przestrzeni. W szczególności większość pierwiastków masywniejszych od niklu (pik żelaza) musiało powstać w wyniku wychwytu neutronów. To dość trudna droga tworzenia pierwiastków — zaczynając od nuklidów z piku żelaza, jest potrzebnych około stu takich zdarzeń, by stworzyć pierwiastki ziem rzadkich. Warunki do takich procesów nie są częste. Duża ilość wychwytów neutronów może zachodzić w gwiazdach neutronowych, gdzie w wyniku tzw. procesu „r" (szybki wychwyt neutronów) mogą tak powstawać nawet uranowce. Aby te nuklidy znalazły się w przestrzeni, gwiazda neutronowa musi się rozpaść. To jest możliwe w przypadku zlewania się dwóch gwiazd neutronowych w jeden obiekt lub pochłaniana takiej gwiazdy przez czarną dziurę. Wówczas część materii wzbogaconej o te pierwiastki może się rozsypać w przestrzeni. Jak łatwo się domyśleć, takie zdarzenia nie są częste i pierwiastków tego typu jest niewiele, na przykład w Układzie Słonecznym około miliona razy mniej niż tlenu. Warto dodać, że jeszcze cięższe pierwiastki o masach atomowych powyżej 250 też powstają w tym procesie, ale ze względu na niewielki czas życia nie dotrwały do naszych czasów.

Gwiazdy o masach mniejszych od 8 $M_{\odot}$ nie tworzą supernowych. Ich koniec życia jest bardziej łagodny. W części centralnej pojawia się dodatkowe ciśnienie związane z degeneracją gazu elektronowego powstrzymujące dalsze kurczenie się, zanim nastąpi spalanie tlenu i krzemu. Pojawia się jednak sporo neutronów w obszarze spalania helu. Neutrony wchodzą w reakcje ze znajdującymi się tam nuklidami. Nie jest to zbyt istotne energetycznie, ale czasu jest tu sporo. Gwiazdy tego typu mają znaczne obszary konwekcji wynoszącej materię do chłodnych warstw w pobliżu powierzchni gwiazdy, skąd już łatwo dostają się w przestrzeń. Również większość ołowiu pochodzi z takich względnie lekkich gwiazd — proces r zachodzi tu szybciej niż rozpad. W umierających lekkich gwiazdach wychwyt neutronu w danym nuklidzie zachodzi w skali czasowej rzędu tygodni. A ponieważ proces umierania lekkich gwiazd trwa około stu tysięcy lat, jest dość czasu, by powstało sporo ciężkich nuklidów. Jeżeli zostanie wyprodukowane niestabilne jądro, to oczywiście rozpada się, dążąc do jąder o większej stabilności (tzw. proces s). Powstałe pierwiastki są rozrzucane w przestrzeni w wyniku odrzucenia zewnętrznych warstw gwiazdy — jak wiemy, masy białych karłów są mniejsze od 1,4 $M_{\odot}$, w praktyce zwykle dużo mniejsze i pozostały po gwieździe biały karzeł zawiera niewielką część początkowej masy gwiazdy. Do tego lekkich gwiazd jest dużo więcej niż masywnych, więc mają one znaczący wpływ na ilość metali we Wszechświecie.

Wpływ małomasywnych gwiazd na rozpowszechnienie metali we Wszechświecie się na tym nie kończy. Białe karły w układach podwójnych też mają udział w powstawaniu metali. W wyniku transferu masy biały karzeł przekracza granicę Chandrasekhara i zapada się, uwalniając energię umożliwiającą zapalenie się reakcji w zewnętrznych rozpraszających się w przestrzeni warstwach. To oczywiście wybuch supernowej typu Ia. Wprawdzie nukleosynteza trwa tutaj zaledwie sekundy, to jednak produkowane są wszystkie pierwiastki aż do żelaza. Cięższe pierwiastki nie są produkowane, bo nie ma tu wolnych neutronów. Powstawanie metali w lekkich gwiaz-

Ewoluujący skład Wszechświata



Źródło: Jennifer A. Johnson / Science

Źródła nukleosyntezy pierwiastków w Układzie Słonecznym. Każdy pierwiastek w układzie okresowym został pokolorowany w sposób pokazujący źródła pierwiastków. Pokazano jedynie pierwiastki naturalnie występujące w Układzie Słonecznym, a pozostałe – wytworzone sztucznie lub na skutek radioaktywnego rozpadu długo żyjących jąder – pokazano na szaro

dach trwa w ciągu całej historii Wszechświata. Wyłączony jest tylko krótki okres na początku — by pojawiła się supernowa tego rodzaju, względnie lekka gwiazda musi przeżyć całą ewolucję, co dla masy granicznej, by powstał biały karzeł, trwa minimum 30 mln lat. Do tego akrecja materii na białego karła trwa długo. W sumie dopiero po upływie miliarda lat po Wielkim Wybuchu mechanizm z supernowymi tego typu nabiera istotnego znaczenia w procesie produkcji metali. I od tego czasu we Wszechświecie działają już wszystkie główne źródła produkcji metali.

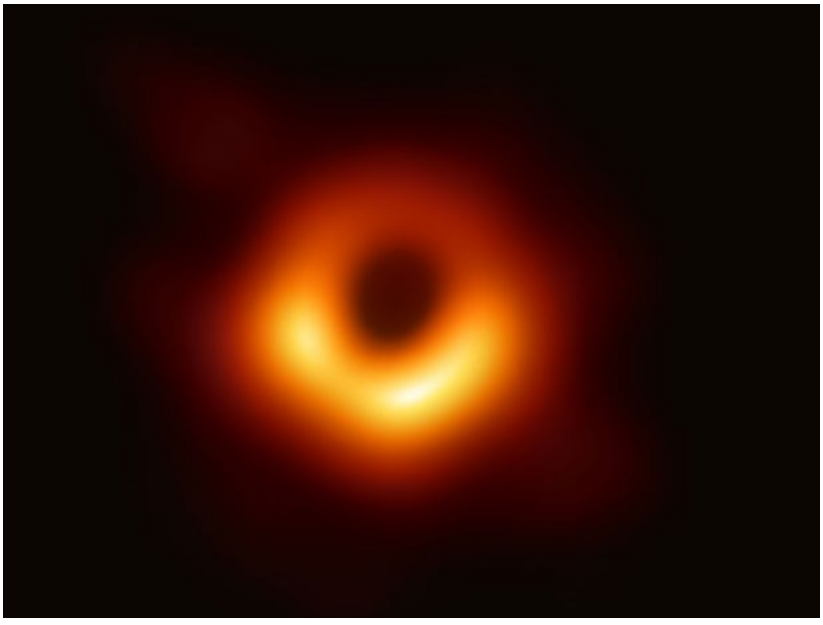
Chemiczna ewolucja Wszechświata w skrócie

Można więc krótko podsumować historię powstawania metali. Bardzo szybko po powstaniu pierwszych gwiazd powstały wszystkie pierwiastki z tablicy Mendelejewa. Po prostu pierwsze gwiazdy ewoluowały bardzo szybko, a zlewanie się gwiazd neutronowych nastąpiło niewiele później. Świadczy o tym skład najstarszych zbadanych gwiazd. Nie widać tam jedynie izotopów, których powstanie związane jest z ewolucją lekkich gwiazd. Późniejsze gwiazdy zawierają już nuklidy pochodzące z ewolucji lekkich gwiazd i powstałe w supernowych typu Ia, co zmienia wzajemne stosunki izotopów i ogólnie powoduje wzrost metaliczności. Ta ostania własność sugeruje możliwość powstawania planet. Najpierw gazowych olbrzymów, a później planet typu Ziemi. Wprawdzie trudno powiedzieć, kiedy staje się możliwe powstanie pierwszych tego typu planet, ale z faktu istnienia Układu Słonecznego wynika, że musiało to nastąpić nie później niż 8–9 mld lat po Wielkim Wybuchu. Od tego czasu skład izotopowy Wszechświata praktycznie się nie zmienia. Oczywiście lekkie gwiazdy i supernowe Ia dorzucają metali, ale to ilościowo coraz mniej istotny proces. Po prostu powstają coraz lżejsze gwiazdy, których ewolucja jest coraz dłuższa, a więc produkują coraz mniej metali i potrzebują na to coraz więcej czasu. Wprawdzie, jak pisze Johnson, wiele jest jeszcze niejasności (np. powstawanie pierwiastków od niklu do cyrkonu), ale w zasadzie chemiczna ewolucja Wszechświata jest znana.

Praca Johnson jest wyposażona w rysunek przedstawiający tablicę Mendelejewa, w której kolorami zaznaczono procentowe pochodzenie danego pierwiastka. W suplemencie znajdziemy tabelę przestawiająca to samo w postaci tabelarycznej. Referując to w skrócie: wodór i hel w praktyce pochodzą z Wielkiego Wybuchu. W przypadku litu jest to około jednej czwartej, a reszta pochodzi z lekkich gwiazd i fotolizy. Ta ostatnia odpowiada za całość istniejącego berylu i boru. Masywne i lekkie gwiazdy mają udział 25% i 75% w produkcji węgla i neonu. Tlen, fluor, neon, sód, magnez, aluminium i fosfor (3% w supernowych typu Ia) w całości powstały w wyniku eksplozji masywnych gwiazd. Podobne pochodzenie mają gal, german, arsen, brom, krypton i rubid. Następne w kolejności pierwiastki, takie jak krzem, siarka, chlor, potas, wapń, tytan, żelazo, miedź czy cynk, powstały głównie w supernowych i supernowych typu Ia. Kolejna seria pierwiastków pochodzi z masywnych supernowych i z nukleosyntezy w ginących lekkich gwiazdach. Są to stront, itr i cyrkon. Nieco masywniejsze od nich pierwiastki powstały w zlewających się gwiazdach neutronowych oraz w ostatnim etapie ewolucji lekkich gwiazd. Są to np. srebro, cyna, cez, wolfram, platyna, złoto, rtęć, ołów. Z kolei ostatnie trzy pierwiastki (tor, uran i pluton) mające wystarczająco stabilne izotopy, by dotrwać do naszych czasów, powstały w wyniku zlewania się gwiazd neutronowych. ■

Pierwszy w historii obraz czarnej dziury!

10 kwietnia astronomowie pokazali pierwszy obraz czarnej dziury (a tak naprawdę jej cienia). Udało się to osiągnąć w obserwacjach supermasywnej czarnej dziury w centrum galaktyki M87, odległej od nas o 55 mln lat świetlnych. Wyniki uzyskane w ramach projektu o nazwie Teleskop Horyzontu Zdarzeń (EHT) ogłoszono na jednoczesnej konferencji prasowej w Brukseli i w kilku innych miastach. Informacja szybko obiegła nagłówki mediów na świecie. Udział w odkryciu mają Polacy.



Źródło: Event Horizon Telescope (EHT) Collaboration

Tak wygląda cień supermasywnej czarnej dziury w galaktyce M87

Czarne dziury fascynują wiele osób. O ich istnieniu jesteśmy w zasadzie przekonani, chociażby na podstawie obserwacji ruchów innych obiektów w pobliżu czarnych dziur i przewidywań ogólnej teorii względności, ale do tej pory nie udało się takiej czarnej dziury zaobserwować bezpośrednio. Aby zmienić tę sytuację, ponad 200 naukowców zaangażowało się w Event Horizon Telescope (EHT), czyli Teleskop Horyzontu Zdarzeń. To globalny projekt z celem zaobserwowania cienia czarnej dziury. Łączy radioteleskopy z różnych miejsc na Ziemi, tworząc wirtualny teleskop o wielkości naszej planety, techniką tzw. interferometrii wielkobazowej (VLBI). W ten sposób w przypadku supermasywnej czarnej dziury w galaktyce M87 udało się uzyskać kątową zdolność rozdzielczą 20 mikrosekund łuku. To tak jakbyśmy siedząc w kawiarni w Paryżu, byli w stanie przeczytać gazetę umieszczoną w Nowym Jorku, albo będąc na Ziemi, rozróżnić szczegóły wielkości karty kredytowej na Księżycu.

Jak przebiegło to przełomowe odkrycie? Najpierw wielokrotnie obserwowano strukturę w kształcie pierścienia w sercu galaktyki M87. Wewnątrz tej struktury znajduje się ciemny obszar. Po upewnieniu się, że wszystkie elementy występują w kolejnych obserwacjach EHT, zaczęto sprawdzać wyniki obserwacji z przewidywaniami modeli teoretycznych, takich które uwzględniają fizykę zakrzywionej przestrzeni, supergrzanie materii i silne pola magnetyczne. Okazało się, że obserwacje zgadzają się z przewidywaniami teoretycznymi. Ten ciemny obszar w środku to cień czarnej dziury!

Obserwacje prowadzono na fali o długości 1,3 mm. Udało się uzyskać obraz cienia czarnej dziury oraz wyznaczyć jej masę. Uzyskany wynik to 6,5 mld mas Słońca, co jest zgodne z niezależnymi wyznaczeniami na podstawie dynamiki gwiazd w M87. Sam cień czarnej dziury jest około 2,5 razy większy niż horyzont zdarzeń, który mierzy nie więcej niż 40 mld km średnicy (mniej niż 250 au). Zaobserwowany rozmiar cienia jest zgodny z przewidywaniami.

Europa jest zaangażowana w EHT zarówno od strony sprzętowej (teleskopy), naukowej (astronomowie), jak i finansowej (np. grant Europejskiej Komisji ds. Badań Naukowych w wysokości 14 mln euro na projekt BlackHoleCam). W projekcie bierze też udział dwoje Polaków: prof. Monika Mościbrodzka z Radboud University w Nijmegen w Holandii oraz dr Maciek Wielgus z Black Hole Initiative na Harvard University w USA. Prof. Mościbrodzka kieruje grupą badawczą zajmującą się polaryzacją, była też w gronie naukowców referujących uzyskane wyniki podczas konferencji prasowej w Brukseli. Z kolei dr Wielgus kieruje statystyczną weryfikacją danych oraz badaniem czasowej zmienności obserwowanych źródeł.

Opracowanie: Krzysztof Czart

Dr Maciej Wielgus z Black Hole Initiative na Harvard University w USA jest zaangażowany w badania prowadzone w ramach Teleskopu Horyzontu Zdarzeń. Oto jego krótki komentarz do opisywanego odkrycia.

Maciej Mikołajewski: Dlaczego wcześniej zaobserwowaliście czarną dziurę w M87 niż w centrum Galaktyki?

Maciek Wielgus: Supermasywna czarna dziura w M87 wykazuje zmienność w skali dni, natomiast przeszło tysiąc razy mniej masywna czarna dziura w centrum naszej Galaktyki, Sagittarius A*, ewoluuje w skali minut. Standardowa technika radiowej interferometrii wielkobazowej wymaga natomiast, by obiekt nie zmieniał się w ciągu pełnej nocy obserwacji. Obrazowanie Sagittariusa jest zatem większym wyzwaniem i konieczne jest użycie specjalnych, nowatorskich algorytmów.

Dlaczego promień horyzontu ok. 100 au jest 2,5-3 razy mniejszy?

Jest to związane z bardzo silnym zakrzywieniem trajektorii fotonów, co jest bezpośrednim skutkiem ogromnej krzywizny czasoprzestrzeni w pobliżu horyzontu zdarzeń. Ten efekt, opisany dokładnie przez równania ogólnej teorii względności, powoduje, że cień rzucany przez czarną dziurę jest około 2.5 razy większy od samej średnicy horyzontu zdarzeń.

Co właściwie widać na „zdjęciu"?

Na „zdjęciu", albo lepiej „obrazie", jako że jest to nie tyle zdjęcie, co rekonstrukcja danych radiointerferometrycznych, widać ślad emisji promieniowania synchrotronowego w najbliższym otoczeniu czarnej dziury, którego geometria została bardzo silnie odkształcona przez wpływ bardzo silnej grawitacji. Większa jasność w dolnej części obrazu zgadza się z interpretacją dopplerowskiego wzmocnienia promieniowania rotującego gazu, gdzie kierunek rotacji odpowiada rotacji dżetu obserwowanej w większej skali.

W drodze przez rozgwieżdżoną Bułgarię

RODOPSKIE KOPUŁY

Bałkany rzadko kojarzą się z nauką czy astronomią. Czy jednak słusznie? Odrodzona po wiekach tureckiej niewoli Bułgaria zapragnęła dołączyć do grona „cywilizowanych" krajów Europy, między innymi inwestując w naukę. Tak rozpoczęły się dzieje astronomii w tym pięknym zakątku planety.

Bułgaria kojarzy się przede wszystkim ze słonecznymi, czarnomorskimi plażami. Rozciągające się od Dobrudży po Trację są zdecydowanie najważniejszym magnesem na turystów. Moim zdaniem ciekawszy jest jednak interior tego państwa, pełen zaskakujących krajobrazów, ciekawych zabytków, kolorowej kultury łączącej w sobie wpływy wielu ludów — Słowian, Traków, Turków, Greków, Rumunów czy Cyganów.

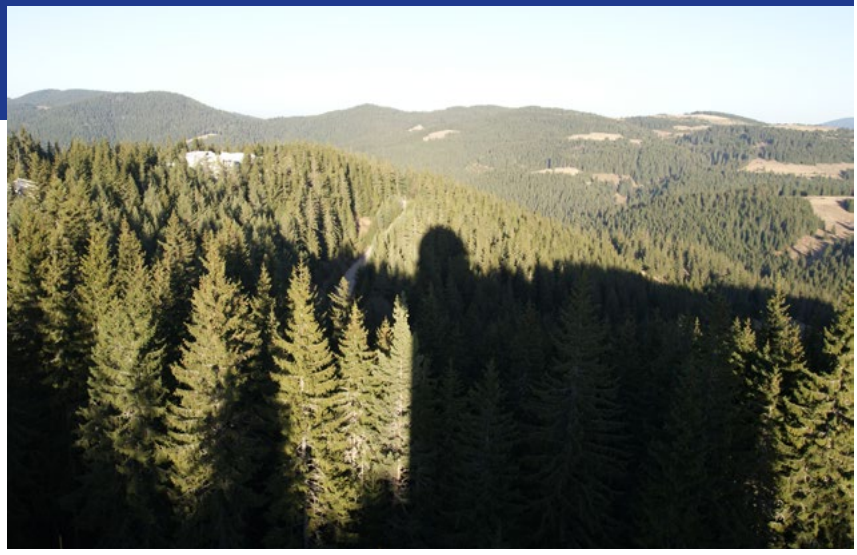
Dzisiejsza Bułgaria powstała w 1878 r. na fali odrodzenia narodowego z XIX w., kończąc 482 lata panowania osmańskiego. Średniowieczne królestwo było jednym z najpotężniejszych państw chrześcijańskich, a jego wpływy kulturowe sięgały niemal całej słowiańszczyzny. Szkoły piśmiennicze w Presławiu i Ochrydzie (dziś w Macedonii Północnej) powstałe w IX stuleciu dały początek słowiańskiej literaturze, to choćby z nich wywodzi się cyrylica. Odkrywanie bogatego dziedzictwa średniowiecznej Bułgarii jest fascynującym zajęciem. Nic też dziwnego, że nowe państwo inspirowało się okresem dawnej świetności. Między innymi z tych pobudek powołano w XIX w. dwie instytucje naukowe: Akademię Nauk i Uniwersytet w Sofii.

Uniwersytet, dziś noszący imię św. Klemensa z Ochrydy, powstał w 1888 r. i długo był jedynym w kraju. Bardzo szybko, bo w 1892 r., powstała katedra astronomii założona przez prof. Marina Baczewarowa. Pierwszą lunetę należącą do obserwatorium można dziś oglądać w Narodowym Muzeum Politechnicznym. Zbudował ją wybitny pedagog, dr Piotr Beron. Pięć lat później naukowcom udało się zakupić teleskop o średnicy 15,2 cm — pierwszy na stałe zamontowany instrument astronomiczny w historii kraju. Co ciekawe, jest używany w celach edukacyjnych do dzisiaj. Trzeba jednak pamiętać, że obserwatorium uniwersyteckie od początku służyło przede wszystkim edukacji, a badania naukowe były drugorzędne. Zawodowych astronomów w całej monarchii było zaledwie kilku, w większości pracowali oni w powołanym na Uniwersytecie w 1910 r. Instytucie Astronomii. Z czasem jednak coraz solidniej ugruntowywali swoją pozycję w świecie nauki. Zaczęły też powstawać nowe grupy badawcze, a prof. Cyryl Popow jako pierwszy bułgarski astronom zdobył uznanie międzynarodowe, przede wszystkim za swoje prace dotyczące mechaniki nieba.

Najstarszy profesjonalny teleskop w Bułgarii z 1897 r.

Druga wspomniana instytucja, Bułgarska Akademia Nauk, powstała w 1869 r. w rumuńskiej Braili jako Bułgarskie Towarzystwo Literackie. Jak tylko Bułgaria zdobyła niepodległość, instytucja przeniosła się do Sofii. Z czasem stowarzyszenie nabierało coraz bardziej naukowego charakteru i przyjęło używaną do dziś nazwę oraz nowy statut w 1911 r. W jej ramach astronomia zaistniała w 1958 r., gdy powołano Instytut Astronomii BAN. Wkrótce zbudowano należące do niego obserwatorium w Bełogradcziku w północno-zachodniej części państwa, nadając pracy badawczej nową jakość. W pierwszych latach istnienia było ono intensywnie wykorzystywane w sowieckim programie kosmicznym przy śledzeniu satelitów. Między innymi te doświadczenia zaowocowały powołaniem w 1987 r. Instytutu Badań i Technologii Kosmicznych, jednej z najstarszych agencji kosmicznych wśród państw uzależnionych od Związku Sowieckiego.

Kilka lat wcześniej, w smutnym dla Polaków roku 1981, otwarto na górze Rożen



Krajobraz Rodopów z kopuły dwumetrowego teleskopu i jego cień

w Rodopach nowe Bułgarskie Narodowe Obserwatorium Astronomiczne. Była to największa inwestycja w infrastrukturę badawczą w całej historii państwa, a wydano około 10 mln dolarów amerykańskich.

* * *

Rodopy są zalesionymi górami wznoszącymi się łagodnie nad Niziną Tracką. Według greckiej mitologii w Trigradskim Wąwozie znajdowało się wejście do Hadesu, a na położonej na północ od nich Nizinie Trackiej bachantki rozerwały na strzępy zrozpaczonego po ponownej stracie Eurydyki pieśniarza Orfeusza. Odludne, do dziś wyróżniają się charakterem etnicznym. We wschodniej części mieszka wielu Turków, zaś w zachodniej — Pomaków, czyli bułgarskojęzycznych muzułmanów. Południowa część masywu stanowi granicę między Grecją a Bułgarią, która w czasie zimnej wojny rozdzielała NATO od Paktu Warszawskiego. Z tej przyczyny obserwatorium zbudowano nieco bardziej na północ, mimo nieco gorszych warunków pogodowych. Oczywiście sytuacja z czasem się zmieniła, a granica stała się dużo przyjaźniejszą.

Wjeżdżając w góry od strony Płowdiwu (którego historyczne centrum zdecydowanie warto zwiedzić), mija się strategicznie położony zamek, mający chronić wnętrze kraju przed bizantyjczykami. Znacząco rozbudowany przez cara Iwana Asena II w XIII w. nosi dziś jego imię, podobnie jak znajdujące się u jego stóp miasto. Nieco bardziej w głębi Rodopów stoi klasztor w Baczkowie, jeden z najważniejszych w Bułgarii. Dalej, jadąc doliną Czepelarskiej Rzeki pomiędzy zalesionymi stokami Rodopów, mija się kilka miejscowości, by ostatecznie dojechać na szczyt mający 1759 m n.p.m. — wspomniany wcześniej Rożen.

W okolicy znajduje się niemało kapliczek, jedna — pod kopułą teleskopu

Zbudowany na nim kompleks astronomiczny jest rozległy i składa się z budynku hotelowo-administracyjnego, niewielkiej sali muzealnej oraz kopuł kilku teleskopów. Najważniejszym jest — największy na Półwyspie Bałkańskim — 2-m teleskop Ritcheya-Chrétiena-Coude, skryty w charakterystycznej, wysokiej białej budowli. Ponadto w obserwatorium umieszczono kilka mniejszych instrumentów: 60-cm teleskop Cassegraina, 50/70 cm teleskop Schmidta i 15-cm koronograf. Do tego własnością instytutu jest 30-cm teleskop Meade wykorzystywany w celach edukacyjnych. W 2012 r. na terenie obserwatorium uruchomiono jeszcze, niezależne od BAS, dwa robotyczne 30-cm refraktory IRIDA, mające w zamierzeniu śledzić komety, planety pozasłoneczne i gwiazdy binarne.

Najważniejszy jest – największy na Półwyspie Bałkańskim – 2-m teleskop Ritcheya-Chrétiena-Coude

Malowniczo położone obserwatorium można zwiedzać, wystarczy wcześniej zadzwonić. Astronomowie, jak i turyści mogą też w wolnej chwili przejść się przez zalesione szczyty i doliny jednym z kilku oznakowanych szlaków turystycznych. Względnie niedaleko znajduje się także popularny ośrodek sportów zimowych w Pamporowie oraz turystyczne miasteczka Czepełare i Smolian.

Szczególnie to drugie może zainteresować miłośników astronomii. Miejscowość rozwinęła się z małych wsi w miasto w ostatnich dekadach, nie jest więc zbyt historyczna. Mimo to jest głównym ośrodkiem kulturowym regionu. Znajduje się tu więc teatr, kino, muzea, a także największe w Bułgarii planetarium. Jego kopuła ma 15 m średnicy, a spektakle może oglądać 150 widzów. Wyposażone jest w analogowy projektor Zeissa Cosmic Flight Planetarium, a także bibliotekę astronomiczną i dwa teleskopy wykorzystywane przy pokazach nocnego nieba. Spektakle są na szczęście dostępne w wielu językach, zagraniczni turyści nie są więc skazani na zagłębianie się w skomplikowaną bułgarszczyznę.

Bułgaria jest położona na peryferiach dzisiejszej Europy. Najbiedniejsze spośród państw unijnych przyciąga miliony turystów na swoje plaże, zazwyczaj ignorując jego wnętrze. Warto jednak pojechać w głąb kraju, zapoznać się z jego skomplikowaną historią, przejść przez piękne góry, a także zobaczyć rozgwieżdżone niebo w środku zielonych Rodopów! Astropodróżnicy nie będą zawiedzeni.

Wieńczysław Bykowski

Biuletyn Sekcji Obserwatorów Komet PTMA

KOMETY OBSERWOWANE W 2018 R.

Jak co roku, na łamach *Uranii* publikujemy wyniki obserwacji przeprowadzonych przez członków Sekcji Obserwatorów Komet PTMA. Rok temu, podsumowując obserwacje z 2017 r., napisałem, że uzyskaliśmy rekordowy wynik na przestrzeni ostatnich dziesięciu lat. Tym milej przychodzi mi powtórzyć te słowa, podsumowując kolejną kampanię obserwacyjną. W 2018 r. zebraliśmy 467 raportów obserwacyjnych dotyczących 21 komet. I obie liczby stanowią swoisty rekord! Po raz ostatni ponad 20 obiektów Polacy obserwowali w 2008 r., a liczbą obserwacji poważnie zbliżyliśmy się do znakomitego wyniku z 2007 r. Tym razem nie za sprawą całkowicie nieprzewidywalnego wybuchu jednej z komet, lecz kilku stosunkowo jasnych obiektów i, co najważniejsze, niesłabnącej aktywności obserwatorów. Na wielkie słowa uznania zasługują Piotr Guzik i Maciej Kwinta, którzy jako jedyni przekroczyli liczbę stu obserwacji w ciągu roku, dostarczając do SOK kolejno 140 i 104 raporty. Dla Macieja ubiegłoroczny wynik to rekord osobisty, natomiast Piotr zanotował najbardziej udaną serię obserwacji w ciągu całej dekady. Niezmiernie budujący jest stały wzrost liczby otrzymywanych obserwacji.

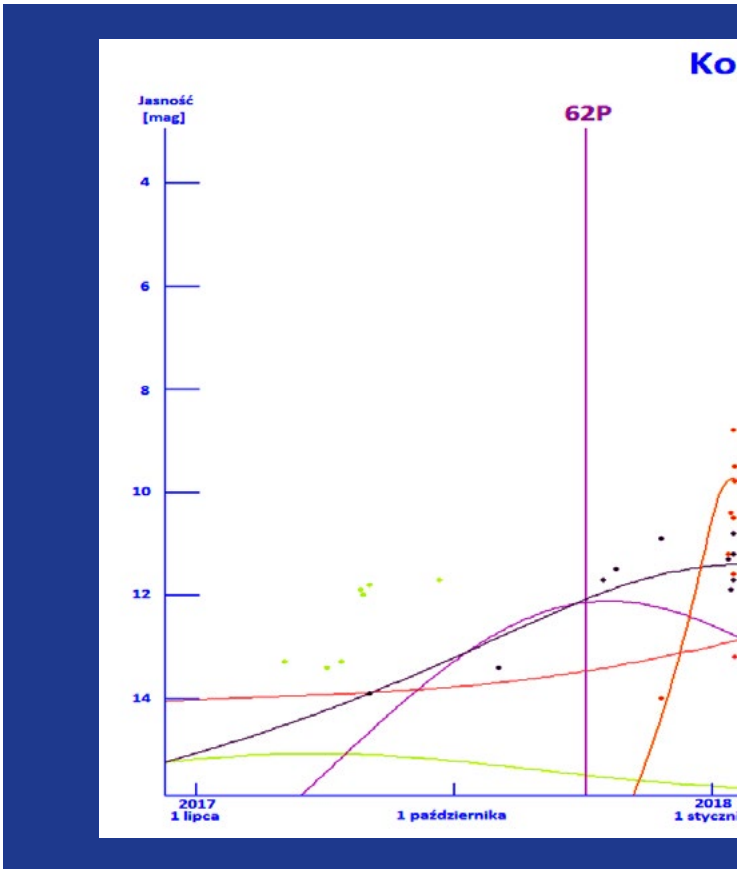
Rok 2017 określiliśmy na łamach *Uranii* „rokiem komet krótkookresowych", a przecież największą popularność ostatecznie zdobyła długookresowa kometa C/2015 V2 (Johnson). W przeciwieństwie do 2017, miniony rok w pełni zasługuje na to miano. Mimo że spośród okazałej liczby 21 obserwowanych w 2018 r. komet, krótkookresowych było zaledwie o jedną więcej niż pozostałych, to jednak cztery z największą liczbą obserwacji to właśnie te o krótszych okresach orbitalnych. Mimo że na 2018 r. każdy komeciarz czekał z utęsknieniem głównie za sprawą historycznego powrotu 46P/Wirtanen, to nie ona zdominowała wizualne obserwacje w naszej sekcji. Pokrótce przyjrzyjmy się kilku najchętniej obserwowanym kometom minionego roku.

21P/GIACOBINI-ZINNER

Największą liczbę 150 raportów otrzymaliśmy dla komety 21P/Giacobini-Zinner. Powrót z jesieni 2018 r. był trzecim obserwowanym w SOK PTMA. Wcześniej 65 raportów zebrano w latach 1998–1999, kiedy kometa osiągnęła 8 mag. Kilka obserwacji wykonano również w 2005 r., choć wówczas 21P była stosunkowo słabym obiektem. Ostatni powrót był bez wątpienia najkorzystniejszym obserwowanym z terenu Polski. Dzięki korzystnemu położeniu na niebie i stosunkowo niewielkiej odległości do Ziemi (ok. 0,4 au) w czasie osiągania peryhelium, kometa Giacobini-Zinner była widoczna praktycznie nieprzerwanie przez 3 miesiące w obiektywach lornetek. Maksymalną raportowaną jasność 6,6 mag osiągnęła 11 września 2018 r., zaledwie dzień po peryhelium. Pełna seria obserwacji z Polski trwała jednak nieco dłużej, bo od czerwca do połowy października. Seria obserwacji doskonale oddaje ewolucję gazowej otoczki komety, która zgodnie z obserwacjami wizualnymi, w połowie czerwca wynosiła zaledwie 50 000 km, jednak wraz z poddawaniem coraz wyższym temperaturom w miarę zbliżania do Słońca, koma rozwijała się do 110 000 km w lipcu, by ostatecznie uzyskać maksymalną średnicę blisko 250 000 km w połowie sierpnia. W sierpniu i wrześniu panowały także doskonałe warunki do obserwacji warkocza. 68 otrzymanych raportów zawierało ocenę jego długości i kąta pozycyjnego. Maksymalna zmierzona długość liniowa warkocza wynosiła 1 250 000 km zaledwie 3 dni po tym, jak kometa znalazła się w przysłonecznym punkcie swojej orbity.

64P/SWIFT-GEHRELS

Sprzyjające warunki w połowie jesieni i korzystne położenie na niebie komety 64P/Swift-Gehrels przełożyły się na udaną akcję obserwacyjną. Wprawdzie kometa nie zaskoczyła nas dużą jasnością, jednak mimo wszystko w maksimum uzyskała nieznacznie więcej niż prognozowaliśmy — ok. 8,3 mag. Obiekt był widoczny praktycznie przez całą drugą połowę roku. Peryhelium 64P miało miejsce 3 listopada, jednak najwyższą jasność odnotowano ponad miesiąc później. Co ciekawe, był to pierw-



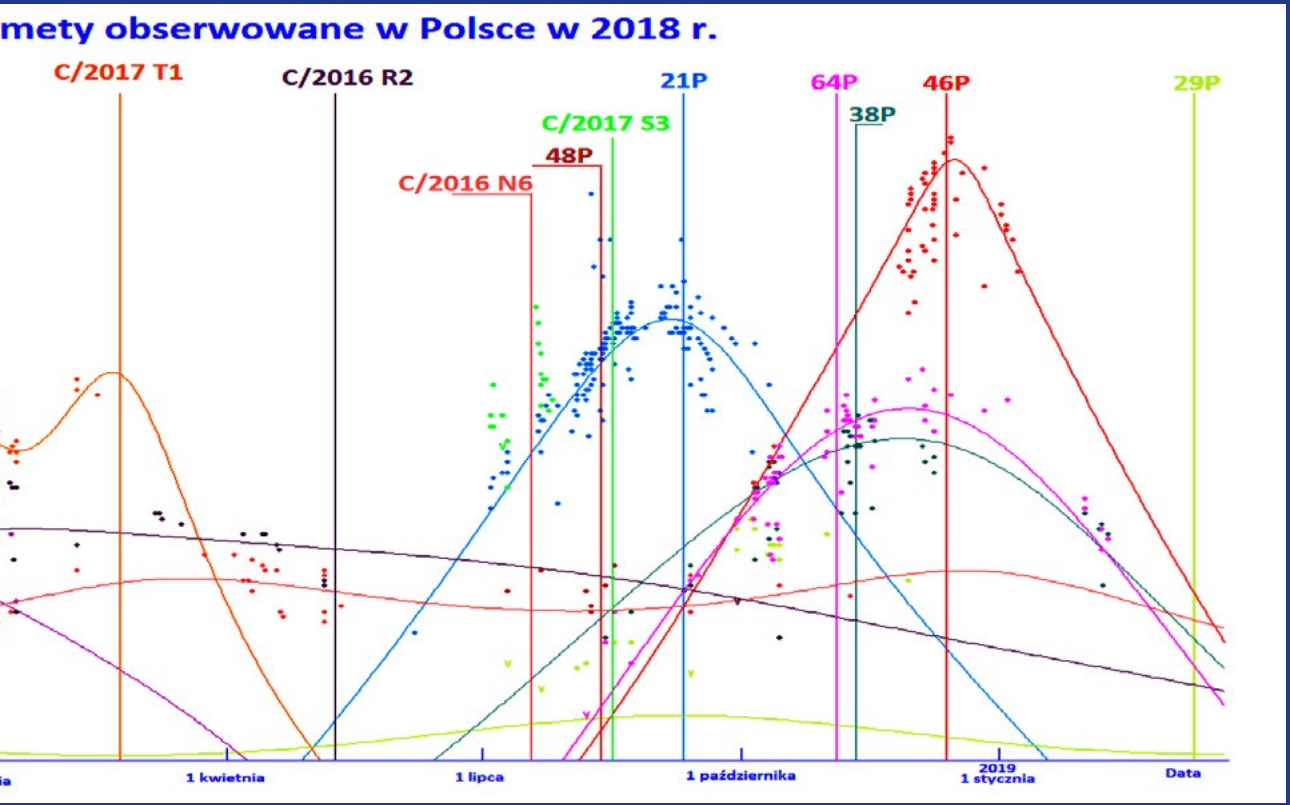
szy powrót tej komety widziany przez członków SOK PTMA, jednak nie tylko dla polskich obserwatorów była do pewnego momentu nieuchwytna. Mimo że została odkryta pod koniec XIX w. przez L. Swifta, do 1972 żaden z jej powrotów nie był odnotowany przez astronomów. Dopiero wtedy bowiem jej powtórnego odkrycia dokonał T. Gehrels. Podobnie jak w przypadku 21P, dwa nazwiska w nazwie komety nie pochodzą więc od odkrywców niezależnie rejestrujących obiekt w czasie pierwszego obserwowanego z Ziemi powrotu, lecz skrywają historię o dawnym zagubieniu obiektu, w tym przypadku trwającym ponad 80 lat. Seria polskich obserwacji pozwoliła na oszacowanie jasności absolutnej komety na ok. 6 mag. Mimo że maksymalną jasność widomą zmierzono dopiero w połowie grudnia, największa raportowana średnica komy wyniosła ponad 300 000 km 29 listopada. Okres obserwacji tego obiektu trwał do końca lutego 2019 r., kiedy kometa była już obiektem słabym (ok. 13 mag). W sumie do Sekcji wpłynęło ponad 60 raportów obserwacyjnych. Nie odnotowano jednak widoczności warkocza.

46P/WIRTANEN

Wbrew oczekiwaniom to nie kometa Wirtanena, na którą wszyscy czekaliśmy, stała się najliczniej obserwowaną „gwiazdą z warkoczem". Warunki pogodowe ostatniej zimy sprawiły, że nawet uzyskując oczekiwane 3,8 mag w połowie grudnia, liczba obserwacji zdecydowanie nie odzwierciedla atrakcyjności tego obiektu. Wprawdzie pojedyncze pierwsze obserwacje z Polski wykonano już we wrześniu i październiku 2018 r., jednak dopiero od końca listopada położenie obiektu pozwalało na jego ciągłe obserwacje. Na początku grudnia 46P miała jasność ok. 6 mag, jednak jej bardzo bliskie przejście w pobliżu Ziemi (0,08 au 16 grudnia, w 4 dni po peryhelium) sprawiło, że jej jasność zwiększała się bardzo szybko. Co ważne, nie była przy tym obiektem słabo skondensowanym o słabej jasności powierzchniowej. Wręcz przeciwnie, dzięki czemu z sukcesem można było dostrzec ją nawet na niebie miejskim, choć oczywiście do ujrzenia jej w pełnej okazałości nie można było obyć się bez ciemnego nieba. Wyjazd z dala od dużych skupisk świateł odpłacał się doznaniami wręcz spektakularnymi. W dobrych warunkach wprawny obserwator mógł dojrzeć ją nawet bez użycia jakiegokolwiek instrumentu optycznego. Jednak już w lornetce pod ciemnym i klarownym niebem można było dostrzec komę rozciągającą się na ponad 1 stopień! Tak dużą średnicę kątową głowa komety utrzymywała prawdopodobnie przez większą część grudnia, choć od połowy miesiąca polskie obserwacje mają wyraźną lukę, spowodowaną niekorzystną pogodą panującą wówczas praktycznie na obszarze całego kraju. Niemniej kometa pozostawała widoczna jeszcze przez pierwsze 3 miesiące 2019 r., stopniowo słabnąc wraz z oddalaniem się od Ziemi i Słońca. W sumie w 2018 r. do SOK trafiło 46 raportów obserwacyjnych, a do marca 2019 r. jeszcze kolejne 30. Biorąc pod uwagę pełną serię polskich obserwacji, kometę Wirtanena obserwowano częściej niż 64P, jednak pod koniec ubiegłego roku wynik z pewnością uległby wyraźnej poprawie, gdyby nie niesprzyjające warunki. Maksymalna średnica gazowej otoczki wyniosła 320 000 km na początku grudnia. Warkocza nie zaobserwowano.

38P/STEPHAN-OTERMA

Spośród najliczniej obserwowanych komet roku warto wyróżnić jeszcze 38P/Stephan-Oterma. Podobnie jak 64P, tę kome-



tę polscy obserwatorzy widzieli po raz pierwszy, choć sam obiekt znany jest już od 1867 r. Dlaczego więc do tej pory żaden z naszych obserwatorów nie zaraportował obserwacji tego obiektu? Wszystko za sprawą długiego okresu orbitalnego, wynoszącego niecałe 38 lat. Kiedy po raz ostatni 38P pojawiła się na niebie, nie istniała jeszcze Sekcja Obserwatorów Komet PTMA. Mimo że jasność tej komety jedynie nieznacznie przekroczyła 10 mag, uzyskując w maksimum 9,2 mag w czasie peryhelium, w samym 2018 r. wykonano 44 obserwacje tej komety. Wyjątkowo korzystne położenie na niebie i praktycznie całonocna jej widoczność z Polski sprawiła, że obserwatorzy chętnie kierowali na nią swoje lornetki i teleskopy. Jesienią na niebie można było w ciągu jednej nocy zaobserwować kilka stosunkowo jasnych komet, wśród których na pewno obowiązkową pozycją była właśnie 38P. W porównaniu do omawianych wcześniej obiektów, rzeczywista średnica kometarnej atmosfery nie była zbyt duża i nie przekroczyła 200 000 km przez cały okres obserwacji. Mimo to aktywność komety była całkiem duża, co zaowocowało dość dużą jasnością, mimo że obiekt stale znajdował się stosunkowo daleko od Ziemi. Kilka obserwacji słabnącej komety wykonano również w 2019 r. Z całkowitej serii obserwacji oszacowano jasność absolutną komety na ok. 6 mag.

POZOSTAŁE OBIEKTY

Miniony rok był tak bogaty w dość jasne komety, że nie sposób odnieść się do każdej z nich. Aż siedem obserwowano przynajmniej 20-krotnie w ciągu roku, co przy dobrym pokryciu czasowym wydaje się rozsądną granicą dla próby statystycznej interpretacji wyników obserwacji. Dużą popularnością cieszyły się m.in. **C/2016 R2**, **C/2016 N6** czy **C/2017 S3**. Byliśmy również świadkami kolejnych wybuchów komety **29P/Schwassman-Wachmann**, a koniec roku przyniósł odkrycie **C/2018 V1 (Machholz-Fujikawa-Iwamoto)**, dostrzeżonej wizualnie przez odkrywcę-weterana Donalda Machholza przez 18,5" teleskop. Zaledwie kilka godzin później ten sam obiekt odkryli niezależnie dwaj Japończycy. Jak wspomina Donald Machholz, od czasu jego ostatniego odkrycia musiało minąć ponad 740 godzin obserwacji, by dostrzec wizualnie nową kometę po raz kolejny. To już dwunasty obiekt odkryty przez Amerykanina. Jest on największym żyjącym odkrywcą komet, stosującym do tego celu metody wizualne. W Polsce wykonano kilka obserwacji tego obiektu. Takie odkrycia sprawiają, że świat komet nigdy nie przestanie nas zaskakiwać i nawet pomimo braku spektakularnych zapowiedzi na bieżący rok, z całą pewnością każdy komeciarz liczy na kolejną miłą niespodziankę.

Pełną analizę obserwacji będzie można znaleźć w planowanym na ten rok 51. numerze Biuletynu Naukowego SOK PTMA Komeciarz, a jego skróconą angielską wersję w najbliższym wydaniu rocznika *The Astronomical Reports*.

Mikołaj Sabat

Droga Mleczna, Orion i Geminidy nad Halą Gąsienicową w Tatrach. Pod Plejadami kometa 46/P Wirtanen. Zdjęcie wykonane 13 grudnia ubr. o godz. 23.14 CSE. Fot. Michał Ostaszewski

Biuletyn Pracowni Komet i Meteorów

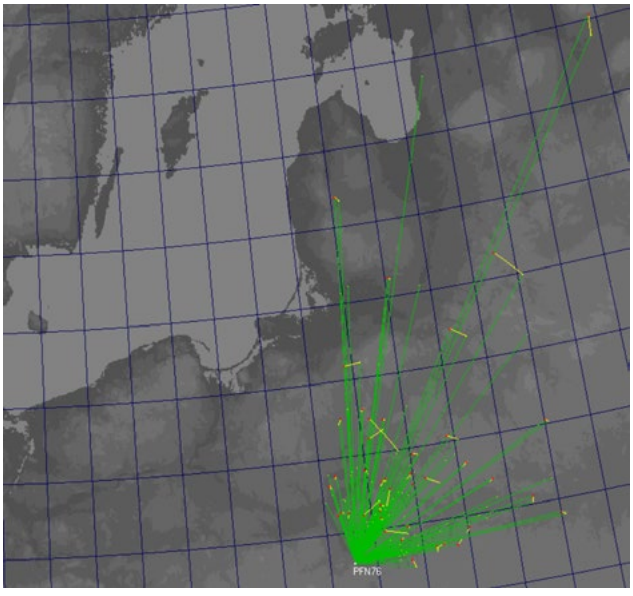
STACJA BOLIDOWA PFN 76 ZS NR 1 KOZIENICE

Każda dodatkowa stacja bolidowa w sieci PFN jest szansą na polepszenie statystyk meteorowych i poprawę jakości zbieranych danych. Umiejscowienie nowej stacji w Kozienicach było planowane już od dłuższego czasu. Chcieliśmy, żeby nasz projekt oprócz wartości naukowej miał też charakter dydaktyczny.

Włączenie się w projekt naukowy realizowany od 2004 r. przez Pracownię Komet i Meteorów (PKiM) oraz Centrum Astronomiczne im. Mikołaja Kopernika PAN (CAMK) w Warszawie, który służy do rejestrowania meteorów, wyznaczania orbit oraz przede wszystkim miejsc potencjalnych spadków meteorytów, ma kilka swoich powodów. Przede wszystkim chcieliśmy zachęcić młodzież do oderwania się od smartfonów i spojrzenie w niebo. Naszym celem jest propagowanie astronomii poprzez nietypowe, bo wideoobserwacje nocnego nieba z wykorzystaniem kamer sprzężonych z komputerem oraz rejestracje meteorów za pomocą specjalnego programu wykrywającego meteory. Stacja PFN76 powstała na terenie Zespołu Szkół nr 1 w Kozienicach i była owocem innego wydarzenia, a mianowicie 35-lecia Technikum Mechanicznego. Wówczas, podczas spotkania absolwentów, powstała propozycja założenia stacji na dachu budynku szkoły. Na początek postanowiono zbudować niskobudżetową stację testową z jedną kamerą tak, aby zachęcić młodzież do obsługi i analizy rejestrowanych meteorów. W 15-letniej historii PFN założono 5 stacji bolidowych na terenach szkół i do dnia dzisiejszego tylko jedna jest obsługiwana przez kolejne pokolenie uczniów. PFN76 wyposażono w analogową kamerę firmy Tayama C3102-01A1 z obiektywem Computar TG3Z2910FCS-IR o parametrach f = 2,9–8,2 mm (ustawiony na ok. 3,8 mm) F = 1,0, komputer z systemem Windows 7, procesorem 2-rdzeniowym Intel, dyskiem twardym 580 GB i pamięcią RAM 2 GB. Do rejestracji zjawisk zakupiono program UFOCaptureHD2 (Sonotaco, www.sonotaco.com), a do wyznaczania i analizy orbit zainstalowano darmowy software UFO Analyzer V2. Montaż i uruchomienie stacji nastąpiło 1 grudnia 2018 r., po 3 tygodniach od powstania pomysłu.

Zdj. 1. Montaż stacji, od lewej Mirosław Mazur i Zbigniew Tymiński, fot. Artur Jaśkiewicz

Wysokość budynku oraz jego położenie pozwoliło na uzyskanie znacznego pola widzenia kamery sięgającego aż do 1500 km na północny wschód i obejmującego kraje nadbałtyckie oraz tereny za stolicą Rosji — Moskwą. Początkowo operatorami tymczasowymi zostali pomysłodawcy projektu (Mirosław Mazur — nauczyciel geografii w ZS nr 1, Artur Jaśkiewicz — absolwent) oraz Zbyszek Tymiński, który „ożywiał" stację PFN76. W ciągu pierwszych dwóch miesięcy, grudzień -styczeń, zarejestrowano w sumie aż 97 zjawisk meteorowych, w tym kilka bolidów.



Zdj. 2. Zarejestrowane położenia meteorów z dwóch miesięcy pracy stacji, fot. Zbigniew Tymiński

W lutym nastąpiło uroczyste otwarcie stacji PFN76, okraszone wykładami oraz prezentacjami meteorytów, w których uczestniczyła młodzież nie tylko ZS nr 1, ale i innych lokalnych szkół. Podczas spotkania można było obejrzeć, a nawet dotknąć meteorytów polskich: żelaznego Morasko, kamiennego meteorytu pułtuskiego, meteorytów przywiezionych z wypraw na afrykańskie i arabskie pustynie oraz meteorytów marsjańskiego i księżycowego. W sumie w wydarzeniu uczestniczyło ponad 160 uczniów.

Całe wydarzenie zostało utrwalone przez lokalne portale internetowe i telewizję — Kronikę Kozienicką. Po uroczystym otwarciu zorganizowaliśmy warsztaty dla młodych operatorów, którzy zapoznali się z podstawową obsługą oprogramowania do detekcji i analizy. Opiekun stacji Mirosław Mazur zaprosił do współpracy pięcioro uczniów ZS nr 1, a byli to: Dominika Kowalska, Mateusz Krekora, Ignacy Szymanowski, Grzegorz

Biuletyn Pracowni Komet i Meteorów

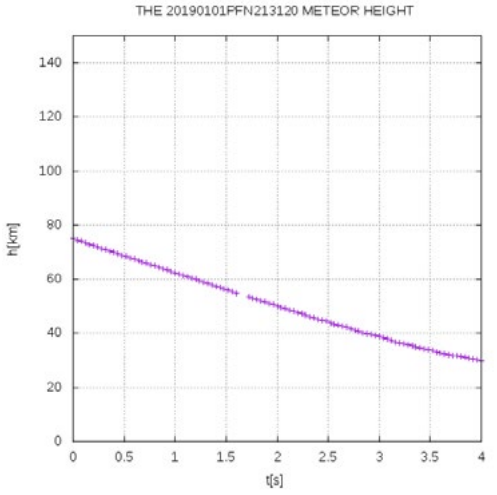
Zdj. 3. Wywiad dla lokalnej telewizji, fot. Mirosław Mazur

Kacperek i Jakub Kęska. Istotą szkolenia była obróbka już zgromadzonych danych oraz wyznaczanie trajektorii na tle gwiazd i orbit meteorów. Wszystkie przeanalizowane dane w początkowej fazie są poddawane weryfikacji przez doświadczonych operatorów innych stacji. Po prostu chodzi o sprawdzenie poprawności wyznaczonych wyników przez nabierających dopiero wprawy młodych operatorów stacji PFN76. Należy pamiętać o tym, że aby projekt mógł przetrwać, trzeba pozwolić uczniom zgromadzić doświadczenie w zakresie obsługi stacji, które później powinno być przekazane ich następcom. Dane ze stacji PFN76 po analizie trafiają na serwer PFN-u znajdujący się w NCBJ POLATOM, w którym są gromadzone wyniki analiz ze wszystkich stacji bolidowych.

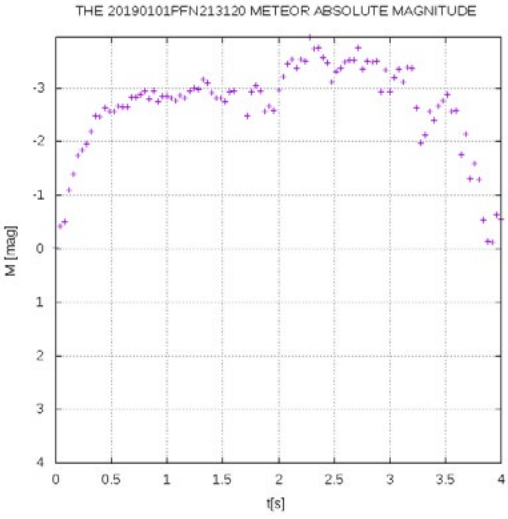
Wieczorem 1 stycznia 2019 r. stacja PFN76 zarejestrowała powolny przelot bolidu. Fakt ten został zgłoszony do prezesa PKiM Przemysława Żołądka, który jest również główną osobą odpowiedzialną za wyznaczania pola ewentualnego spadku meteorytów. Również dzięki detekcjom z innych stacji (MDC07 Siedlce) zjawisko to zostało dokładnie policzone.

Był to całkiem ciekawy bolid wyróżniający się małą wysokością początkową sięgającą 74,8 km. Prędkość początkowa bolidu wynosiła 13,6 km/s i mieściła się w skrajnym obszarze wykresów opisujących zależności prędkości początkowej i wysokości początkowej dla różnych typów meteoroidów dających spadki. Można przypuszczać, że mieliśmy do czynienia z me-

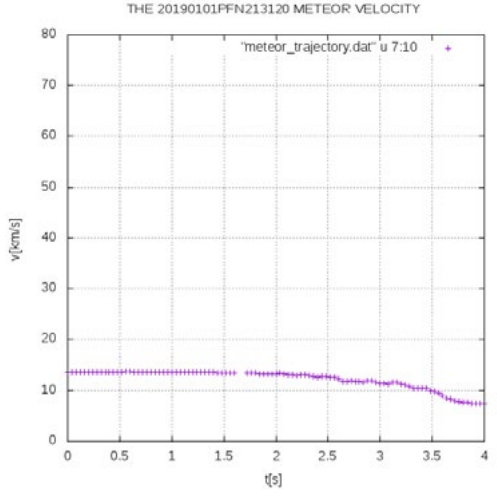
Zdj. 4. Ujęcie bolidu ze stacji MDC07 Siedlce (operator Maciej Myszkiewicz)



Zdj. 5. Zmiana wysokości od wejścia bolidu w atmosferę aż po jego zgaśnięcie w funkcji czasu



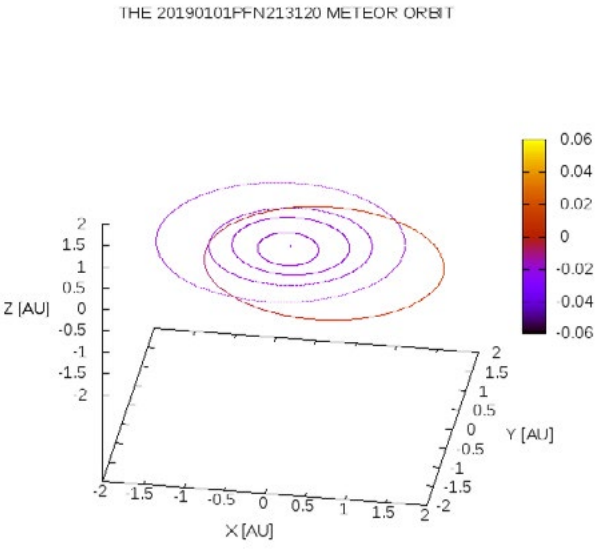
Zdj. 6. Rejestrowana jasność bolidu w M (magnitudo) w funkcji czasu



Zdj. 7. Zmiana prędkości bolidu w czasie

teoroidem żelaznym, choć potwierdzenie tego faktu wymagałoby poważniejszych analiz z wykorzystaniem spektrometrów analizujących widmo. Wysokość końcową bolidu określono na 30 km, a prędkość końcową na 7,4 km/s.

Niestety, obiekt ten najprawdopodobniej nie dotarł do powierzchni Ziemi, wobec czego nie możemy mówić o spadku meteorytu. Bolid zakończył swój lot nad miejscowością Sobienie-Jeziory. Wyznaczona orbita była ciasna, w płaszczyźnie ekliptyki.



Zdj. 8. Wyznaczona orbita bolidu

Rejestracja takich spektakularnych zjawisk zachodzących w naszej ziemskiej atmosferze pobudziła kozienicką młodzież do zainteresowania się astronomią. W marcu tego roku wszyscy zaangażowani w projekt stacji PFN76 zostali zaproszeni na uroczyste seminarium z okazji 15-lecia PFN zorganizowanego w CAMK-u. W trakcie seminarium, zgromadzonym została przedstawiona prezentacja dotycząca młodej stacji PFN76.

Plany. Po udanym starcie projektu doszliśmy do wniosku, że rozbudujemy stację i wyposażymy ją w nowocześniejsze, cyfrowe kamery o większej rozdzielczości. To pozwoli na uzyskiwanie lepszej jakości rejestracji przelatujących meteorów, dokładniejsze wyznaczanie orbit i ewentualnych pól spadków meteorytów. Dodatkowo zamontujemy kamerę typu All-Sky (z obiektywem o polu widzenia 180°), która będzie miała za cel rejestrację najbardziej spektakularnych przelotów bolidów nad terytorium Polski.

Zachęcamy wszystkich czytelników „Uranii – PA" do wzięcia udziału w projekcie PFN i założenia własnej stacji bolidowej. Tym bardziej że obecnie istnieje możliwość pozyskania sprzętu za przysłowiowe „nic", a zainwestować należy tylko własną, włożoną w projekt pracę.

Bibliografia

Pobrano z lokalizacji https://pl.wikipedia.org/wiki/Polska_Sie%C4%87_Bolidowa

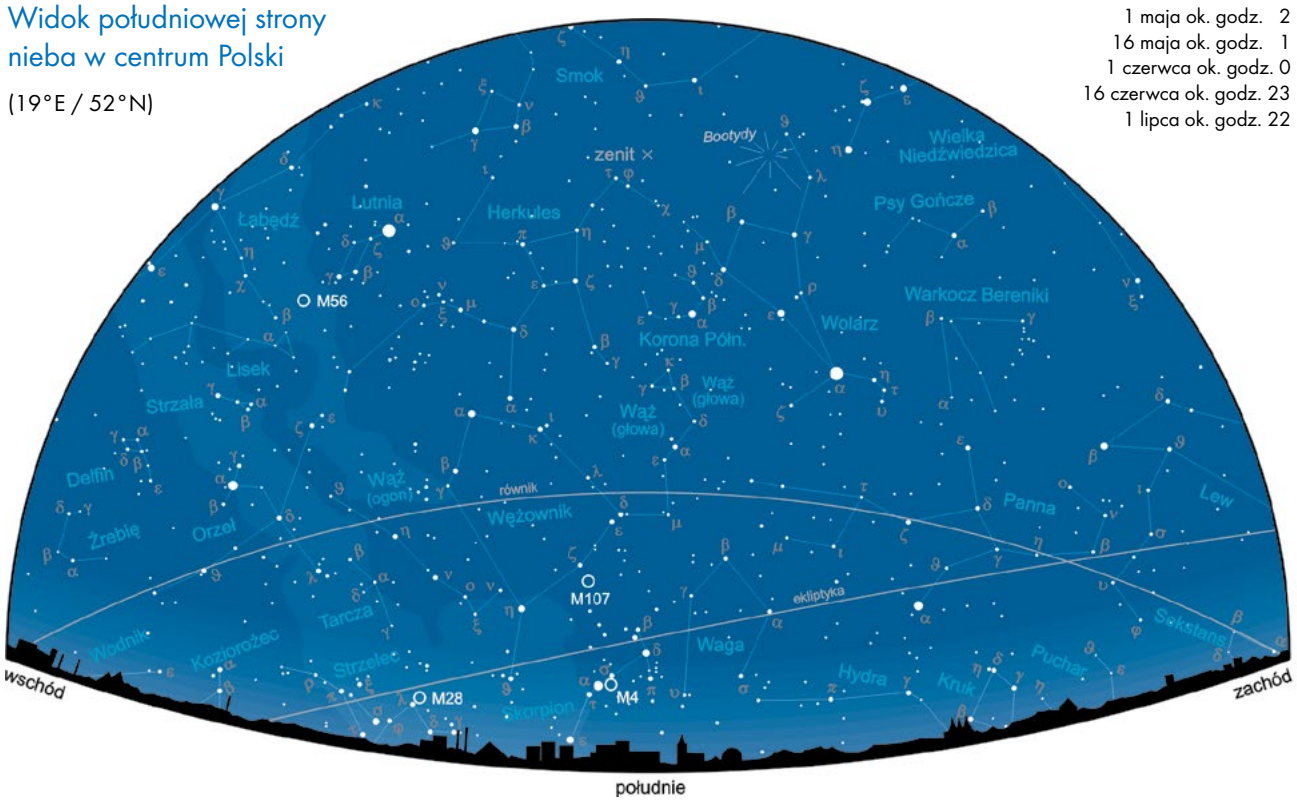
Artur Jaśkiewicz, Zbigniew Tymiński, Przemysław Żołądek, Mirosław Mazur

Niebo nad Polską

Widok południowej strony nieba w centrum Polski

(19°E / 52°N)

1 maja ok. godz. 2
16 maja ok. godz. 1
1 czerwca ok. godz. 0
16 czerwca ok. godz. 23
1 lipca ok. godz. 22

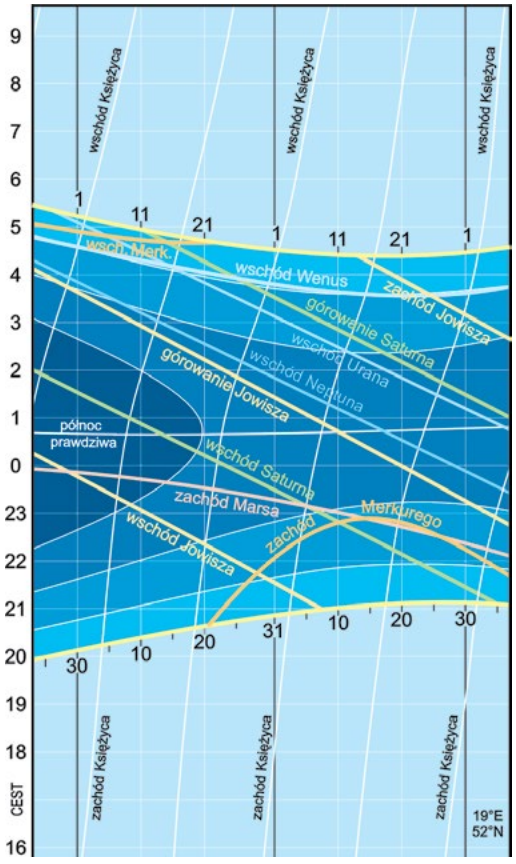


NIEBO W MAJU I CZERWCU 2019

Maj i pierwsze trzy tygodnie czerwca, to na północnej półkuli Ziemi okres dalszego wydłużania się długości dnia i tym samym skracanie nocy, jednak w miarę zbliżania się do daty letniego przesilenia tempo tego procesu stopniowo maleje do zera. Po trwającej 92 d 17 h 56 min wiośnie, wraz z osiągnięciem przez Słońce 21 czerwca o godz. 17.54 punktu Raka, rozpocznie się, dłuższe o 22,0 h, tegoroczne astronomiczne lato. Ta nieznaczna różnica ma związek z przypadającym już latem, tuż po północy 4/5 lipca, aphelium, czyli największym w roku oddaleniem Ziemi od Słońca, co przekłada się na najmniejszą wtedy liniową prędkość naszej planety.

Od początku maja do letniego przesilenia, w centralnej Polsce dzień wydłuża się z 14 h 53 min do 16 h 44 min, a więc jeszcze o blisko 2 godziny, ale do końca czerwca, przez pierwsze 9 letnich już dni ubędzie zaledwie 4 min dnia. Pierwszego dnia lata maksimum osiąga różnica w długości dnia pomiędzy południowymi a północnymi krańcami Polski: od 16 h 12 min w Ustrzykach Górnych do 17 h 19 min w Jastrzębiej Górze.

Na przełomie maja i czerwca, przez całą noc towarzyszy nam już Trójkąt Letni, gwiezdny symbol nadchodzącej pory roku, wytyczony przez najjaśniejsze gwiazdy letnich gwiazdozbiorów Lutni, Łabędzia i Orła. Najjaśniejszą jego gwiazdą jest zerowej wielkości gwiazdowej Wega z Lutni, której arabska nazwa pochodzi od określenia pikującego orła, zaś pozostałe, to 2 razy ciemniejszy Altair, czyli również… orzeł, ale tym razem z konstelacji o tej samej nazwie i jeszcze 1,5-krotnie ciemniejszy Deneb, co tłumaczy się jako ogon Łabędzia. W tym czasie, przez całą krótką już noc, Trójkąt Letni wędruje przez południowo-wschodnią stronę nieba, by najwyżej wznieść się krótko przed świtem. Wyprzedzają go jednak mniej wyraziste letnie konstelacje Herkulesa, Wężownika i Węża, nad ranem wypełniające znaczną połać południowo-wschodniej części nieba.

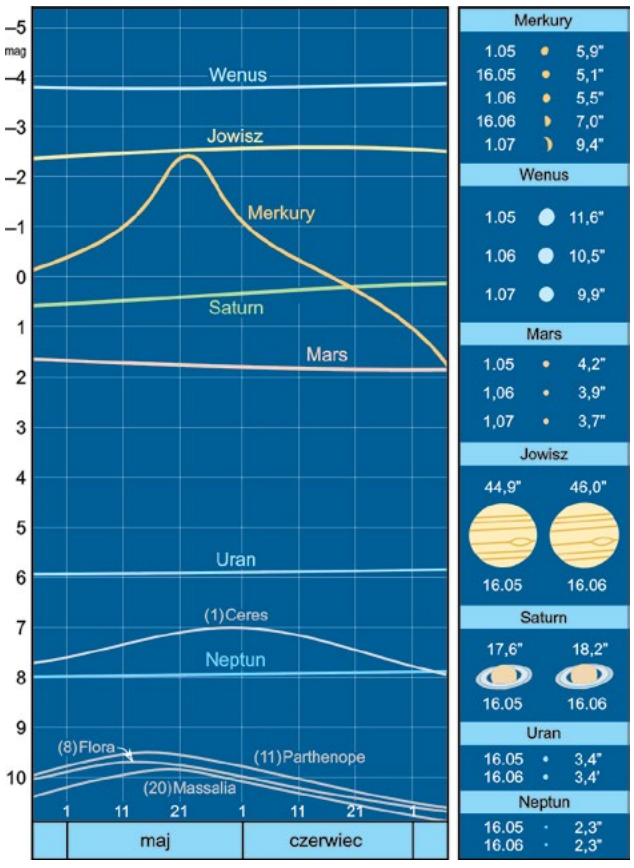


Wschody i zachody Słońca, Księżyca i planet

Więcej informacji:
ALMANACH ASTRONOMICZNY TOMASZA ŚCIĘŻORA
http://www.urania.edu.pl/almanach

Znacznie niżej wędrują ponad horyzontem zodiakalne letnie gwiazdozbiory Skorpiona, Strzelca i Koziorożca. Nieznacznie ustępujący jasnością Altairowi, czerwony Antares, którego nazwę należy rozumieć jako anty-Ares (czyli anty-Mars), to jeszcze jedna z czwórki najjaśniejszych gwiazd obszaru letniego nieba. Dość obszerny gwiazdozbiór Skorpiona, swymi południowymi krańcami nigdy nie wychyla się spod naszego horyzontu. Wskutek głównie precesji osi ziemskiej, w naszych czasach przez konstelację Skorpiona przebiega zaledwie 6,5° ekliptyki, natomiast kolejne 18,5° znalazło się dziś w granicach Wężownika, błędnie nazywanego nierzadko „trzynastym znakiem zodiaku". Znaków zodiaku było i będzie zawsze 12 – wyznaczają je jednakowej długości, 30-stopniowe odcinki pozornej rocznej drogi Słońca na tle gwiazd. Dziś znaczenie znaków zodiaku w astronomii jest w zasadzie marginalne, jednak to one wytyczają położenia powoli przesuwających się punktów równonocy i przesileń, lub też – jeśli ktoś woli – to owe punkty decydują o położeniu znaków zodiaku.

Mapki i wykresy zamieszczone na pierwszych dwóch stronach Kalendarzyka pozwalają zorientować się w wyglądzie południowej części naszego nocnego nieba, głównie w połowie majowych i czerwcowych nocy, wyznaczyć godziny wschodów i zachodów Słońca, Księżyca i planet, prześledzić zmiany obserwowanych jasności i rozmiarów kątowych planet, a także szczególnie szybko zmieniające się kształty oświetlonej części tarczy Merkurego i Wenus. Na pierwszej mapce zaznaczono również położenia kil-



Jasności, rozmiary kątowe i wygląd planet

Ważniejsze wydarzenia
maja i czerwca 2019 roku

maj

2	16.38	koniunkcja Księżyca 3,3°S z Wenus
3	10.46	koniunkcja Księżyca 2,7°S z Merkurym
4	4.14	koniunkcja Księżyca 4,4°S z Uranem
5	0.45	nów Księżyca
6	~16.00	maksimum aktywności roju meteorów Eta-Akwarydy
8	1.49	koniunkcja Księżyca 3,2°S z Marsem
8	15.22	koniunkcja Merkurego 1,3°S z Uranem
9	7.46	maksymalna deklinacja Księżyca, δ = +22°15′
9	20.50	Księżyc w węźle wstępującym, λ = 109°05′
12	3.12	pierwsza kwadra Księżyca
12	5.09	opozycja planetoidy (8) Flora, 1,53 au od Ziemi
13	23.53	perygeum Księżyca, 369 014,9 km od Ziemi
14	20.26	Słońce wkracza do gwiazdozbioru Byka
15	2.56	opoz. planetoidy (11) Parthenope, 1,41 au od Ziemi
18	18.16	koniunkcja Wenus 1,1°S z Uranem
18	23.11	pełnia Księżyca
19	5.09	opozycja planetoidy (20) Massalia, 1,62 au od Ziemi
20	19.04	koniunkcja Księżyca 1,7°N z Jowiszem
21	9.59	Słońce wstępuje w znak Bliźniąt; λ = 60°
21	14.12	koniunkcja górna Merkurego ze Słońcem (20′N)
22	8.38	maksymalna deklinacja Księżyca, δ = –22°19′
22	21.12	Księżyc w węźle zstępującym, λ = 288°12′
23	0.22	bliska koniunkcja Księżyca 31′S z Saturnem
26	15.27	apogeum Księżyca, 404 144,3 km od Ziemi
26	18.34	ostatnia kwadra Księżyca
27	21.38	koniunkcja Księżyca 3,5°S z Neptunem
30	1.24	opoz. planety karłowatej (1) Ceres, 1,75 au od Ziemi
31	15.25	koniunkcja Księżyca 4,5°S z Uranem

czerwiec

1	21.55	koniunkcja Księżyca 3,1°S z Wenus
3	12.02	nów Księżyca
4	17.41	koniunkcja Księżyca 3,7°S z Merkurym
5	14.59	maksymalna deklinacja Księżyca, δ = +22°22′
5	16.47	koniunkcja Księżyca 1,6°S z Marsem
6	0.46	Księżyc w węźle wstępującym, λ = 107°37′
8	1.15	perygeum Księżyca, 368 510,0 km od Ziemi
10	7.59	pierwsza kwadra Księżyca
10	17.27	Jowisz w opozycji do Słońca, 4,284 au od Ziemi
16	20.09	koniunkcja Księżyca 2,0°N z Jowiszem
17	10.31	pełnia Księżyca
18	17.28	maksymalna deklinacja Księżyca, δ = –22°23′
18	18.04	bliska koniunkcja Merkurego 14′N z Marsem
19	3.51	Księżyc w węźle zstępującym, λ = 287°21′
19	5.53	bliska koniunkcja Księżyca 27′S z Saturnem
21	17.54	Słońce wstępuje w znak Raka; λ = 30°
22	4.01	Słońce wkracza do gwiazdozbioru Bliźniąt
23	9.50	apogeum Księżyca, 404 554,7 km od Ziemi
24	1.15	maksymalna elongacja Merkurego, 25,2°E od Słońca
24	5.55	koniunkcja Księżyca 3,6°S z Neptunem
25	11.46	ostatnia kwadra Księżyca
28	~0.00	maksimum aktywności roju meteorów Bootydy
28	2.34	koniunkcja Księżyca 4,5°S z Uranem

ku ciekawych obiektów, opisanych na ostatniej stronie Kalendarzyka (Spójrz w Niebo). Panoramiczna mapa na trzeciej i czwartej stronie pokazuje m. in. zmieniające się w tym czasie położenia planet na tle gwiazd.

Dokładniejsze terminy omawianych zjawisk zebrano w tabelce na drugiej stronie Kalendarzyka. Wszystkie momenty podane są w obowiązującym w Polsce od 31 marca do 26 października br. czasie środkowoeuropejskim letnim (CEST).

SŁOŃCE

W ciągu w sumie 61 dni maja i czerwca, Słońce pokonuje na niebie pozornie dystans 58°33', rozpoczynając wędrówkę na tle gwiazd niemal w połowie odcinka ekliptyki zawartego w gwiazdozbiorze Barana (10,0° znaku Byka), a kończąc w zachodniej części konstelacji Bliźniąt u stóp Kastora (8,6° znaku Raka). Krótsza tym razem, w porównaniu z innymi miesiącami, trasa pokonana przez Słońce, wiąże się również z bliską datą aphelium (4/5 lipca) i niemal już najwolniejszym pod koniec czerwca ruchem orbitalnym Słońca.

Podczas letniego przesilenia nasza Dzienna Gwiazda osiąga największą odległość na północ od równika, czyli maksymalną deklinację dodatnią: +23°26', dzięki czemu obserwowane z centralnej szerokości geograficznej Polski (52°N), podczas górowania wznosi się na 61,4° nad południowy horyzont, zaś najdłuższy tego dnia łuk dziennej wędrówki Słońca po niebie, rozpoczyna się i kończy 41° na północ od kardynalnych punktów wschodu E i zachodu W.

KSIĘŻYC

Tegoroczną majowo-czerwcową wędrówkę na tle gwiazd, 4 doby po ostatniej kwadrze oświetlony w 15,8%, nasz naturalny satelita rozpoczyna w północno-wschodnim krańcu gwiazdozbioru Wodnika, 3,5° od granicy z Rybami, by po dokonaniu 2,45 obiegów nieba i przebyciu łącznie dystansu 783°, z końcem czerwca, niespełna 2 doby przed nowiem, dotrzeć do centrum konstelacji Byka, z tarczą oświetloną w 4,7%.

Jak zwykle, w tym czasie Księżyc dwukrotnie przewędruje na niebie w pobliżu każdej z planet, z Uranem spotykając się nawet trzykrotnie. Podobnie jak w marcu i kwietniu, również tym razem najbliższymi z tych spotkań będą koniunkcje z Saturnem. Podczas pierwszej z nich, krótko po północy 22/23 maja, pomiędzy pełnią a ostatnią kwadrą, oświetlony w 83% Księżyc, geocentrycznie minie Saturna w odległości 31', jednak z naszego punktu widzenia (topocentrycznie) będzie to 2,7-krotnie dalej (1,4°). Podczas drugiej koniunkcji, rankiem 19 czerwca, Księżyc niespełna 2 doby po pełni oświetlony jeszcze w 96,7%, geocentrycznie znajdzie się w odległości 26,5' od Saturna, na naszym niebie, 2,5 h po wschodzie Słońca, podobnie jak poprzednio minie planetę 2,6 razy dalej. To jednak nie koniec tegorocznej serii bliskich, a nawet bardzo bliskich koniunkcji Księżyca z Saturnem, z których najbliższe, na odległość niespełna 2,5', czekają nas 12 sierpnia i 8 września.

Choć już ponad rok minął od ostatnich z wielomiesięcznej serii zakryć Aldebarana przez Księżyc, nadal za efektowne uznać możemy same przejścia Księżyca na tle gwiazdozbioru Byka, w pobliżu Plejad i Aldebarana, jednak raczej nie będą takimi trzy majowo-czerwcowe wizyty Księżyca w Byku, przypadające w pobliżu nowiów.

PLANETY I PLANETOIDY

Choć noce coraz krótsze, maj, a zwłaszcza czerwiec, są w tym roku całkiem dogodnym okresem obserwacji większości planet. Jednak tylko dzięki dużej, nawet w minimum blasku, jasności Wenus, możemy przez cały ten czas obserwować ją jeszcze w roli Gwiazdy Porannej, ale wschodzącą zaledwie 40–50 min przed Słońcem, czyli pod koniec świtu żeglarskiego. Z kolei czerwiec, to najlepszy w całym tym roku okres wieczornej widoczności Merkurego, zachodzącego od 1 h 15 min do 1 h 45 min po Słońcu, ponad 6-krotnie zmniejszającego jednak w tym czasie swą jasność (od –1 do +1 magnitudo), więc optymalnie najlepsze warunki obserwacji to pierwsza połowa miesiąca.

Po wielu miesiącach zachodów Marsa o niemal stałej godzinie, od połowy kwietnia Czerwona Planeta powoli przyspiesza swoje zachody, z końcem czerwca znikając pod horyzontem już 1,5 h wcześniej niż na początku maja, przy niemal stałej, bliskiej minimum, jasności. Coraz późniejsze jednak zachody Słońca i tym samym zmierzchy, powodują, że czas widoczności Marsa maleje znacznie szybciej: licząc od zmierzchu cywilnego do zachodu Marsa — z 3 godzin 1 maja do pół godziny 30 czerwca.

Jowisz, z racji przypadającej 10 czerwca jego opozycji do Słońca, osiąga w tym czasie maksymalną jasność i przez cały

ten miesiąc będzie widoczny od zmierzchu aż po świt. Miesiąc później przypadającej opozycji Saturna zawdzięczamy również jego wzrastającą niemal do maksimum w końcu czerwca jasność oraz niemal całonocną, zwłaszcza pod koniec czerwca widoczność.

Z braku na przełomie wiosny i lata całkowicie ciemnych nocy astronomicznych, niełatwo obserwować Urana, a tym bardziej Neptuna, zwłaszcza że pojawiają się na niebie w drugiej połowie nocy również dopiero w czerwcu. Na korzystniejsze warunki ich obserwacji musimy jednak poczekać do jesieni.

W omawianym okresie brak specjalnie atrakcyjnych opozycji jaśniejszych planetoid. Warto jednak zwrócić uwagę na serię trzech opozycji planetoid: (8) Flora, (11) Parthenope i (20) Massalia, zachodzących w ciągu jednego tygodnia (12–19 lipca), na tle gwiazdozbioru Wagi, podczas których osiągają one jasności zaledwie 9,5–9,8 mag. Zdecydowanie lepiej prezentuje się podczas opozycji, niegdysiejsza planetoida (1) Ceres. Odkryta 1 stycznia 1801 r. przez Giuseppe Piazziego jako domniemana, wówczas ósma planeta, od 2006 r. zaliczana do nowej, nielicznej dotąd kategorii planet karłowatych, 30 lipca na granicy konstelacji Skorpiona i Wężownika osiągnie jasność 10–13-krotnie większą od wcześniej wymienionych trzech planetoid.

ROJE METEORÓW

W omawianym okresie godnymi uwagi są dwa obfite roje meteorów, których maksima przypadają w warunkach sprzyjających obserwacji. Pierwsze wzmianki o meteorach z roju eta-Akwarydów, związanych ze słynną kometą 1P/Halley, pochodzą z chińskich kronik z VII w. n.e. Te bardzo szybkie meteory ze śladami są aktywne od trzeciej dekady kwietnia niemal do końca maja. Tegoroczne maksimum przewidziane jest na popołudnie 6 maja, więc najlepszą porą obserwacji meteorów tego roju będzie końcówka, bezksiężycowej dobę po nowiu, nocy 5/6 maja. Mamy wtedy szansę dostrzeżenia ponad południowo-wschodnim horyzontem nawet do około 50 przelotów meteoru, pozornie wybiegających z północnych rejonów, wschodzącej właśnie konstelacji Wodnika.

Radiant czerwcowego roju Bootydów usytuowany jest blisko północnej granicy konstelacji Wolarza, dzięki czemu podczas górowania sięga u nas niemal zenitu. I właśnie z bardzo wysoka rozbiegają się na wszystkie strony powolne, czerwonawe meteory tego roju, Wywołują je drobinki okresowej komety 7P/Pons-Winnecke, do których Ziemia każdego roku zbliża się w trzeciej dekadzie czerwca. Podczas maksimum, około północy 27/28 czerwca, mamy szanse w ciągu każdej godziny dostrzec nawet do 100 przelotów meteorów. Tej nocy oświetlony w 1/4 Księżyc w Wielorybie, wzejdzie dopiero około godz. 2.00, niespecjalnie utrudniając obserwacje nawet krótko przed świtem,

GWIAZDY ZMIENNE

Poniżej zamieszczamy charakterystyczne momenty (maksima lub minima) przedstawicieli trzech typów gwiazd zmiennych, możliwe do zaobserwowania na nocnym niebie.

Algol (β Persei), zmienna zaćmieniowa o okresie 2,8673 doby i zakresie zmian jasności od 2,1^m do 3,4^m. Tabelka zawiera momenty głównych (głębszych) minimów jasności:

maj		czerwiec
4, 4.06	24, 5.47	16, 4.16
7, 0.55	27, 2.36	19, 1.05
9, 21.44	29, 23.29	21, 21.53

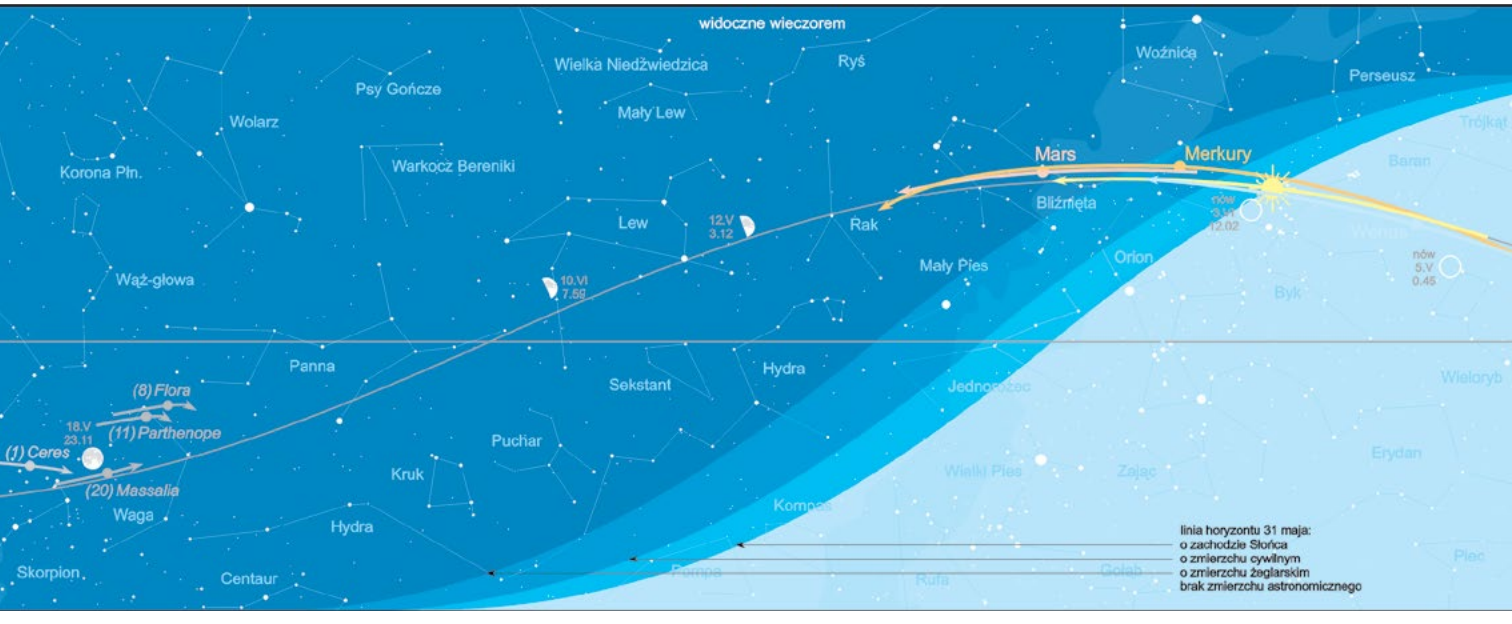
Cefeida klasyczna (δ Cephei), gwiazda pulsująca o okresie zmian jasności 5,3663 doby, w zakresie od 3,5^m do 4,4^m. Tabelka podaje momenty maksimów jasności:

maj	czerwiec
16, 0.32	1, 2.55
	27, 22.53

Mirydy — gwiazdy zmienne długookresowe o okresie zmian powyżej 100 dni. W tabelce zestawiono, przypadające w tych miesiącach, maksima blasku kilkunastu jaśniejszych miryd.

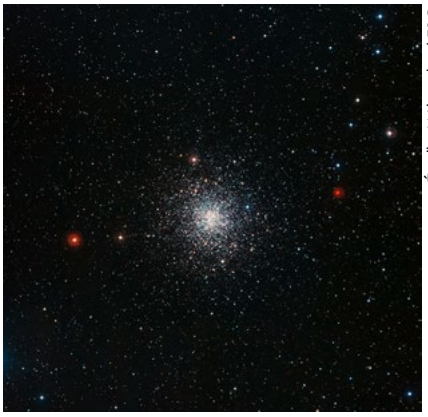
maj	czerwiec	
5, R Aql 6,1^m	1, T Her 8,0^m	21, RT Cyg 7,3^m
9, R LMi 7,1^m	3, U Cyg 7,2^m	27, R Sgr 7,3^m
9, S Vir 7,0^m	4, R Ser 6,9^m	30, R Aqr 6,5^m
14, V Mon 7,0^m	19, R Aur 7,7^m	30, T Cep 6,0^m
16, R Boo 7,2^m		
23, R Peg 7,8^m		

Jan Desselberger



Źródło: Wikipedia / ESO

Galaktyka kulista M 4


Źródło: Wikipedia / ESO

Galaktyka kulista M 107

Źródło: Wikimedia / NASA & ESA

Galaktyka kulista M 56

LETNIE ZGROMADZENIA GWIAZD

Znaczną część naszego obszaru nieba letniego obserwujemy na tle szerokich pasm Drogi Mlecznej: Ramion Tarczy-Krzyża oraz Strzelca. Dzięki temu, zwłaszcza w południowej części tego obszaru, mamy wyjątkowe bogactwo skupisk gwiazd w postaci gromad otwartych i kulistych. Te widoczne z naszych szerokości geograficznych, w przeważającej większości nie wznoszą się zbyt wysoko na niebo, więc czas ich widoczności jest niekiedy znacznie ograniczony. Jednak już nawet z początkiem maja, wybrane tu przykładowe kuliste gromady gwiazd dadzą się obserwować przez większą część krótkich letnich nocy.

Wszystkie przedstawione tym razem obiekty pochodzą z XVIII-wiecznego słynnego Katalogu mgławic i gromad gwiazd, francuskiego astronoma Charlesa Messiera, z tym że w pierwotnej jego wersji, z bliżej niewiadomych powodów, nie znalazła się m.in. gromada M 107, co wraz z kilkoma innymi obiektami znanymi już autorowi Katalogu, zostało uzupełnione dopiero w XX wieku.

Proponowane poniżej do obserwacji obiekty różnią się dość znacznie jasnością, wszystkie jednak, przynajmniej jako mgiełki, dostrzeżemy przez niewielki nawet amatorski teleskop, poszczególnych gwiazd dopatrzymy się jednak dopiero przy zastosowaniu większego teleskopu i/lub długo naświetlanych fotografii.

M 4 — najjaśniejsza z prezentowanych tu gromad kulistych, odkryta już w 1746 r., przez szwajcarskiego astronoma Jean-Philippe'a de Chéseaux, to obiekt o średnicy około 75 lat św., skupiający kilkadziesiąt tysięcy gwiazd. Jedna z bliższych nam gromad, z odległości 7,2 tysiąca lat św., na naszym niebie przyjmuje kątową średnicę 36', czym nieznacznie przewyższa rozmiary księżycowej tarczy. Nawet za pomocą dobrej lornetki, bez trudu możemy ją dostrzec w postaci mgiełki, zaledwie 1,3° na zachód od czerwonawego Antaresa, najjaśniejszej gwiazdy konstelacji Skorpiona.

M 28 — odkryta w 1764 r. przez samego Messiera, gromada kulista gwiazd w Strzelcu. Przy mniejszych o 1/5 w porównaniu z M 4 rozmiarach i 2,5-krotnie większej odległości, jej kątowa średnica na naszym niebie to niewiele ponad 11', a więc 3 razy mniej od tarczy Księżyca i również jasnością 3-krotnie ustępuje poprzedniej gromadzie. Za pomocą amatorskiego teleskopu, gromadę tę odnajdziemy niespełna 1° na północny zachód od Kaus Borealis (lambda Sagittarii), jednej z najjaśniejszych gwiazd konstelacji Strzelca

M 107 — odkryta w 1782 r. przez Pierre'a Méchaina gromada kulista gwiazd w konstelacji Wężownika, położona 12° wyżej od poprzednich, przez co widoczna ponad naszym horyzontem przez około 10 godzin, o 3 h dłużej od dwóch poprzednich. Obiekt o średnicy 80 lat św., z odległości niespełna 21 tysięcy lat św. na naszym niebie ma rozmiar 13', ale jest jeszcze 2,7-krotnie ciemniejszy od poprzedniej gromady. Gromadę odnajdziemy kierując obiektyw teleskopu 2,7° na południowy zachód od gwiazdy zeta Ophiuchi w zachodniej części Wężownika.

M 56 — jeszcze o 30% ciemniejszą od poprzedniej, największą (85 lat św.), ale też najdalszą (33 tys. lat św.) z prezentowanych tym razem kulistych gromad gwiazd, odkrył w 1779 r. Charles Messier. O różnych porach nocy można ją obserwować przez cały rok — usytuowana wewnątrz Trójkąta Letniego, w południowo-wschodniej części gwiazdozbioru Lutni, wznosi się na nasze niebo na niemal 70°. Najjaśniejsze gwiazdy gromady są jasności zaledwie 13 mag., więc przez średniej nawet wielkości amatorski teleskop o aperturze 180 mm, nie sposób dostrzec pojedynczych gwiazd, a jedynie mglistą plamę o średnicy kątowej niespełna 9'. Gromadę odnajdziemy w połowie odcinka łączącego gwiazdy Albireo (beta Cygni) w Łabędziu i Sulafat (gamma Lyrae) w Lutni.

Źródło: NASA, STScI, Wikisky

Galaktyka kulista M 28

Jan Desselberger

Grek, fortepian i gwiazdy

Ostatnio o muzyce Vangelisa pisałem przy okazji wydania albumu z muzyką stworzoną na zamówienie Europejskiej Agencji Kosmicznej do misji „Rosetta" uwieńczonej lądowaniem na jądrze komety Czuriumowa-Gierasimienki (*Urania* 5/2016). Ponoć kompozytor zaangażowany jest obecnie w tworzenie muzyki ilustrującej trwającą wciąż epopeję sondy Juno wysłanej przez NASA do największej planety Układu Słonecznego — Jowisza. Wykorzystane mają być w niej dźwięki przetworzonych drgań elektromagnetycznych zarejestrowanych w przestrzeni kosmicznej. Kto wie, czy na efekt końcowy nie trzeba będzie czekać do zakończenia misji Juno, czyli do lipca 2021 r.?

Na razie jednak jest czym cieszyć uszy, gdyż Wielki Grek wydał na początku tego roku piękny, nastrojowy album zatytułowany „Nocturne". Album jakby stworzony do słuchania pod rozgwieżdżonym niebem. Wypełnia go 11 premierowych, niesłychanie subtelnych kompozycji, przeplatanych sześcioma bardzo znanymi tematami z wcześniejszej twórczości Vangelisa, ale w nowych, fortepianowych aranżacjach. W podtytule czytamy „The Piano Album". Nie oznacza to ograniczenia się kompozytora i wykonawcy w jednej osobie do tego jednego tylko instrumentu. Ba! W samym środku albumu w utworze *Intermezzo* i w finałowym *Pour Melia* wręcz nie usłyszymy fortepianowych dźwięków! Swoją drogą, ciekawe, kim jest owa Melia, której poświęcił Vangelis tę uroczą miniaturkę zamykającą album, a nawet zadedykował całość?

Już od pierwszego wysłuchania Vangelisowych nokturnów moim faworytem stał się trzeci utwór na płycie, czyli brawurowo zagrany na fortepianie *Movement 9* — kompozycja pochodząca z albumu „Mythodea" poświęconego misji Mars Odyssey 2001. Co ciekawe, to jedyny utwór na płycie zagrany nie przez samego Vangelisa, lecz przez gościnnie występującą tu Irinę Valentinovą.

Gorąco polecam wszystkim miłośnikom astronomii i muzyki to ostatnie dzieło greckiego oscarowego kompozytora samouka (tak, tak, grający i komponujący od czwartego roku życia Evangelistos Papatanasiou, bo takie jest jego prawdziwe nazwisko, nie ma żadnego formalnego muzycznego wykształcenia). Słuchanie „Nocturne" to jak patrzenie nocą w niebo pełne gwiazd. Dziwne połączenie uczucia jednostkowej samotności z równoczesnym poczuciem bycia częścią czegoś wielkiego i pięknego. Nie przypadkiem okładkę zdobi zdjęcie nieba usianego gwiazdami. Nie znalazłszy informacji o jego źródle, podejrzewam, że zrobił je sam Vangelis!

Jacek Drążkowski

Konkurs na fotki z Uranią

Spotkanie Opiekuna Żagańskich Astronomów – Johannesa Keplera – z czytelnikami „Uranii". Pan Johannes bardzo zainteresowany pismem zachodzi w głowę, co tam o nim powypisywano? Ale będzie zdziwiony, jak zajrzy do środka. Fot. Jacek Patka

Koło Astronomiczne w Kaliszu

W CIENIU MALAPERTA

„Astronomia jest kobietą” to tytuł wykładu, który w Kaliszu wygłosiła sekcja młodzieżowa lokalnego Koła Astronomicznego Malapert. Impreza odbyła się 7 marca 2019 r. z okazji Dnia Kobiet, w ramach obchodów 100 rocznicy powstania Międzynarodowej Unii Astronomicznej i globalnej pod hasłem „kobiety i dziewczęta w astronomii” („Women and girls in astronomy”).

Odznaka „Prawdziwego Astronoma Amatora” przyznawana za zdobycie 10 sprawności astronomicznych w Grupie Młodszej, opis w tekście

Patronem naszego Koła jest Karol Malapert — jezuicki uczony, który w 1613 r. przywiózł do Kalisza lunety i wynalazł tutaj pierwowzór montażu paralaktycznego. Publiczne wykłady to jedna z form promocji astronomii. Staramy się realizować nasze spotkania w możliwie atrakcyjny i innowacyjny sposób. Dla przykładu, w listopadzie 2018 r. obchodziliśmy 5 rocznicę powstania naszego Koła. Obchody rocznicowe przypieczętowaliśmy zorganizowanym wspólnie z Państwową Wyższą Szkołą Zawodową i Miastem Kalisz wykładem pod kontrowersyjnym tytułem „Gdzie jest Pluton?”. Plutona szukaliśmy w wybuchowej atmosferze, przy krzykach zgromadzonej licznie widowni. Przypomnieliśmy, że wbrew obiegowym opiniom, ta karłowata planeta jest przecież częścią Układu Słonecznego. Innym razem, z okazji prima aprilis zaprosiliśmy „wierzących w horoskopy” na prelekcję pt. „Nie wierzę w horoskopy”. Opowiadaliśmy o mitach związanych ze znakami zodiaku, rysowaliśmy horoskopy w oparciu o położenie planet na sferze niebieskiej i badaliśmy statystykę własnych dat urodzenia.

Koło Astronomiczne Malapert realizuje swoją działalność przede wszystkim poprzez regularne, cotygodniowe spotkania w dwóch grupach wiekowych. Grupa Młodsza (mówią na siebie Malapertki) skupia uczniów młodszych klas szkół podstawowych oraz przedszkolaków. Zajęcia tej grupy to bardzo dynamiczna lekcja astronomii. Na zajęciach wykorzystujemy teleskopy, mobilne planetarium, sugestywne doświadczenia z zakresu nauk ścisłych, a przede wszystkim niczym nieposkromioną kreatywność żądnych wiedzy i zabawy młodych odkrywców kosmosu.

Grupa Młodsza Koła Astronomicznego Malapert w Kaliszu we wrześniu 2015 r. w trakcie uroczystości otwarcia 3. sezonu zajęć. Fot. Radosław K. Pior

Właśnie z myślą o młodych odkrywcach przetłumaczyłem na język polski i dostosowałem do lokalnych warunków kolekcję „sprawności” astronomicznych znanych pod nazwą odznak „prawdziwego astronoma”. „Prawdziwy astronom amator” to kolekcja 12 odznak przygotowanych dla zdobywania sprawności astronomicznych dla najmłodszych uczestników Koła Astronomicznego. Inspiracją i bezpośrednim oryginalnym źródłem dla aktywności jest przygotowana przez Universe Awarness kolekcja „The awesome ameteur astronomer” dostępna na stronie: www.unawe.org/awesome Polska edycja dostępna jest pod adresem: www.malapert.pl/odznaki

Grupa Starsza, która nosi oficjalną nazwę Malaperty, zrzesza starszych uczniów podstawówek, licealistów, studentów i wszystkich starszych zainteresowanych astronomią. Zajęcia Grupy Malaperty opierają się w całości na propozycjach członków grupy. Pomysły te zwykle dotyczą bieżących zjawisk na niebie i wydarzeń medialnych znanych

ze świata wielkiej astronomii i astronautyki. Młodzież zrzeszona w kole astronomicznym reprezentuje Kalisz w ogólnopolskich olimpiadach i seminariach, a także w sposób aktywny pomaga w organizacji wykładów i pokazów nieba dla mieszkańców Kalisza i okolic.

Większość członków Koła Astronomicznego dysponuje własnym sprzętem do obserwacji nieba. Korzystając z prywatnych teleskopów, staramy się obserwować niebo w czasie naszych spotkań. Niestety na przeszkodzie w realizacji tego celu, w wielu przypadkach stoją warunki pogodowe. Na szczęście za każdym razem mamy przygotowane materiały do zajęć, które pogodnego nieba nie wymagają. Dzisiejszy, niczym nieograniczony dostęp do astronomicznych materiałów filmowych i zdjęciowych w znacznym stopniu rekompensuje brak pogody nad Kaliszem w czwartki, kiedy mają miejsce nasze spotkania.

Do stałych elementów naszych spotkań należą organizowane w otwartej formie wykłady, seanse w mobilnym planetarium, pokazy nieba, wycieczki i wyprawy astronomiczne. Członkowie Koła Malapert realizują wspólnie nie tylko kosmiczne pasje, potwierdzając, że nie samą nauką żyje człowiek. Formalny opis tego fenomenu nazwałem 3×F (patrz ramka na s. 69).

Na regularnych zajęciach utrzymujemy stałą frekwencję po kilkanaście osób w każdej grupie wiekowej. Prawdziwym testem liczebności naszych imprez są jednak publiczne obserwacje nieba, na które zapraszamy mieszkańców Kalisza i okolic przy okazji wielkich wydarzeń na niebie. W przypadku dobrej pogody mieszkańcy nigdy nie zawodzą. Pod tym względem rekordowe było spotkanie pod kaliskim niebem z okazji zaćmienia Księżyca i wielkiej opozycji Marsa w lipcu 2018 r. Kilkaset osób czekało po kilka godzin w długich kolejkach przy naszych teleskopach, aby na własne oczy, przez chwilę zobaczyć skrawek nieba.

Plan pracy na kolejne lata obejmuje jeszcze większe zaangażowanie młodzieży w otwarte konkursy, olimpiady, seminaria itd., zwiększenie intensywności integracyjnych wycieczek i wykładów otwartych. W 2019 r., świętując 100-lecie Międzynarodowej Unii Astronomicznej, planujemy wyprawę do Chile na zaćmienie Słońca w dniu 2 lipca oraz (po powrocie z wyprawy) obserwacje częściowego zaćmienia Księżyca 16 lipca połączone z celebracją 50. rocznicy lądowania człowieka na Srebrnym Globie. Pod koniec wakacji zorganizujemy lokalny zlot astronomiczny „Pod niebem południowej Wielkopolski", a w nowym roku szkolnym chcemy zachęcić uczniów kaliskich szkół do wzięcia udziału w miejskim konkursie o tematyce astronomicznej.

Dodatkowo, korzystając ze społeczności zgromadzonej na facebookowej grupie „Astronomia w Kaliszu", planujemy zorganizować i wypromować na terenie miasta „Pogotowie astronomiczne". Z założenia ma to być grupa wolontariuszy, którzy pomogą każdemu w dobraniu sprzętu astronomicznego i uruchomieniu pierwszego teleskopu. „Pogotowie" ma też wyjaśniać podstawowe zjawiska na niebie albo pomagać w odpowiedzi na pytanie: „Czy kamień, który trzymam w ręku to meteoryt?".

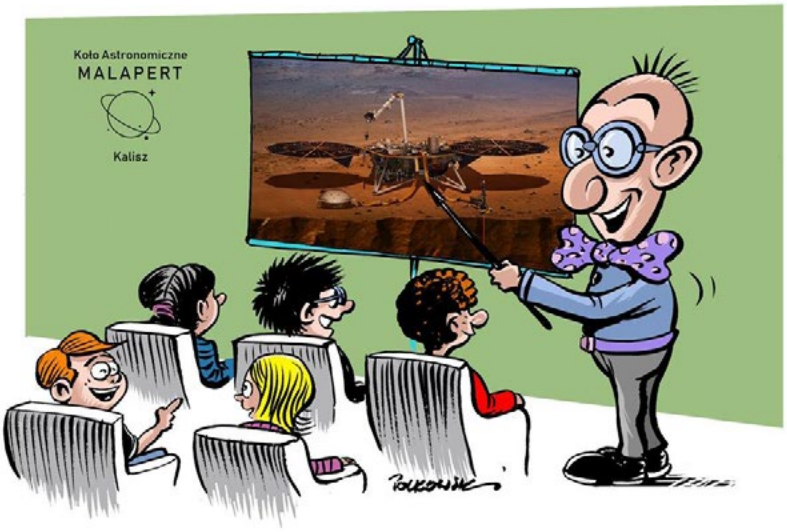
Obserwacja interakcji pomiędzy poszczególnymi członkami Koła Malapert pokazuje, że tylko zbilansowane *facts*, *friends* i *fun*, przy jednoczesnej konse-

Astronomia w Kaliszu przez 18,5 wieku

Kalisz ma bardzo stare tradycje astronomiczne. Za sprawą mapy Klaudiusza Ptolemeusza z II w. n.e., na której oznaczono gród Calisia (kojarzony z dzisiejszym Kaliszem) jest nasze miasto „najstarszym w Polsce". Dzięki tej tradycji wspomnienie po Ptolemeuszu z Aleksandrii i jego geocentrycznym modelu świata jest obecne w całym mieście.

W nowożytnej historii Kalisz może się poszczycić pierwszym polskim obserwatorium astronomicznym. W 1613 r. jezuici sprowadzili tutaj lunety i – szukając dowodów dla obalenia teorii Kopernika – na przylegającej do jezuickiego kościoła wieży obserwowali Słońce. Obserwacje te miały potwierdzić dość śmiałą tezę, jakoby plamy słoneczne były „księżycami Słońca", a to pozwoliłoby wysnuć teorię o tym, że Słońce jest „zwykłą planetą", a Ziemia cały czas jest w centrum Wszechświata. To dość karkołomne zadanie realizował Karol Malapert wraz z uczniami. Przy okazji tych nowatorskich obserwacji Malapert skonstruował pierwowzór montażu paralaktycznego. Znany i lubiany po dziś dzień montaż teleskopów EQ ma więc swoje źródło właśnie na jezuickiej wieży w Kaliszu.

Tradycja astronomiczna w „najstarszym mieście w Polsce" była kontynuowana w XX w. w Dostrzegalni Astronomicznej prowadzonej od 1964 r. z niesamowitą pasją i pełnym zaangażowaniem przez inż. Janusza Kaźmierowskiego. Dostrzegalnia nie przetrwała zmian polityczno-gospodarczych po 1989 r., a jej tradycje – już po śmierci inż. Kaźmierowskiego – przez kilka lat kontynuowało Kaliskie Towarzystwo Astronomiczne.



Maskotka Koła Astronomicznego – Profesor Malapert – prezentuje założenia i cele misji InSight. Rys. Adam Polkowski

ROZWIĄZANIE ZADANIA NR 5 ZAWODÓW FINAŁOWYCH LXII OLIMPIADY ASTRONOMICZNEJ

TREŚĆ ZADANIA

Zbadaj skutki centralnego zderzenia z Ziemią niewielkiej czarnej dziury, której masa wynosiła 10^{20} kg (co odpowiada masie sporej planetoidy). W dużej odległości od Ziemi prędkość tej czarnej dziury wynosiła 50 km/s.

Ścisłe rozwiązanie takiego problemu wymaga stosowania ogólnej teorii względności i jest bardzo skomplikowane. Dlatego w celu uzyskania prostych oszacowań można rozważyć przybliżony model zderzenia. Ze względu na potężne siły w pobliżu czarnej dziury, siły spójności ziemskiej materii można pominąć i przybliżyć tę materię zbiorem swobodnych cząstek oddziałujących grawitacyjnie wyłącznie z czarną dziurą.

W związku z tym przyjmij, że pomijamy oddziaływania grawitacyjne innych ciał oraz że wszystkie cząstki, które znajda się bliżej czarnej dziury niż promień ISCO, zostaną przez nią wchłonięte, natomiast wszystkie, które przelecą w większej od niej odległości będą poruszały się po orbitach hiperbolicznych zgodnie z mechaniką newtonowską i wchłonięte nie zostaną. Pomijamy również wszelkie inne oddziaływania, takie jak, np. wpływ wydzielanego promieniowania oraz tarcie dynamiczne.

Rozważając skutki zderzenia, oszacuj masę ziemskiej materii wchłoniętą przez czarną dziurę oraz oceń, czy czarna dziura utknie w Ziemi?

W obliczeniach przyjmij, że promień ISCO: $R_{ISCO} = 6GM/c^2$, gdzie M jest masą czarnej dziury, G – stałą grawitacji, a c – prędkością światła.

ROZWIĄZANIE

Rozważmy najpierw inny problem. Dana jest nieruchoma, sferycznosymetryczna masa oraz znajdująca się bardzo daleko masa m poruszająca się z prędkością taką, że $m << M$. Ponadto oznaczmy jako odległość między kierunkiem wektora prędkości v oraz prostą do niego równoległą przechodzącą przez masę M. Będziemy chcieli policzyć, na jaką najmniejszą odległość zbliżą się te dwa ciała. Na mocy założenia o dużej odległości między tymi masami możemy przybliżyć, że całkowitą energią mechaniczną układu jest początkowa energia kinetyczna ciała o masie m. Mamy więc

$$E = \frac{mv^2}{2} \qquad (1)$$

Z drugiej strony możemy policzyć, jakie pole zakreśli promień wodzący w bardzo krótkim czasie dt. W tym celu oznaczmy długość promienia wodzącego jako R, a kąt pomiędzy nim a wektorem prędkości jako α. Ponieważ dt jest bardzo małe, możemy przybliżyć ruch ciała m do ruchu jednostajnego prostoliniowego. Wówczas zakreślone pole jest łatwo wyliczalne i wynosi:

$$S = \frac{R\sin\alpha v dt}{2} \qquad (2)$$

Zauważmy również, że $R\sin\alpha = h$, co po podstawieniu do równości (2) daje ostatecznie:

$$S = \frac{hvdt}{2} \qquad (3)$$

Rozważmy teraz moment, w którym ciała znajdują się w najmniejszej odległości od siebie.

Oznaczmy ją jako R_{min}, a prędkość ciała m jako u. Na mocy założenia, że $m << M$, prędkość ciała o masie M będzie pomijalnie mała. Ponownie policzymy energię mechaniczną układu:

$$E' = \frac{mv^2}{2} - \frac{GMm}{R_{min}} \qquad (4)$$

Możemy również w tej chwili wyliczyć pole zakreślone przez promień wodzący w czasie dt. W przypadku, gdy ciała są najbliżej siebie, ich prędkość radialna jest zerowa. Wynika z tego, że kąt pomiędzy wektorem prędkości ciała o masie m oraz promieniem wodzącym wynosi 90°. Możemy więc wyliczyć zakreślone w tym czasie pole

$$S' = \frac{R_{min}udt}{2} \qquad (5)$$

Zastosujemy teraz zasadę zachowania energii oraz drugie prawo Keplera. Pierwsze z nich pozwala nam stwierdzić, że energia mechaniczna w czasie trwania tego ruchu pozostała stała, natomiast drugie daje nam równość pól zakreślonych przez promień wodzący w czasie dt. Otrzymujemy więc układ dwóch równań

$$\frac{mv^2}{2} = \frac{mu^2}{2} - \frac{GMm}{R_{min}} \qquad (6)$$

$$\frac{hvdt}{2} = \frac{R_{min}udt}{2} \qquad (7)$$

Możemy z nich wyznaczyć zależność miedzy minimalną odległością, na którą zbliżą się te dwa ciała, a h. Wyznaczając u z równania (6) i podstawiając do (7) otrzymamy

$$h = R_{min}\sqrt{1 + \frac{2GM}{v^2 R_{min}}} \qquad (8)$$

Wykorzystamy tę zależność we właściwiej części rozwiązania zadania. Założenie o braku oddziaływań między cząsteczkami Ziemi pozwala rozważać każda z nich osobno. Ponadto, jeżeli przyjmiemy układ odniesienia związany z czarną dziurą, każda taka cząstka spełnia wszystkie założenia potrzebne do wyprowadzenia (8). Zauważmy, że cząstka znajdzie się bliżej czarnej dziury niż R_{ISCO}, jeżeli najmniejsza odległość, na którą się zbliży, będzie od niej mniejsza, czyli $R_{min} < R_{ISCO}$. Podstawiając więc R_{ISCO} do (8) otrzymamy minimalną długość h, z której cząsteczki nie zostaną wchłonięte do czarnej dziury. Otrzymamy wówczas

$$h = \frac{6GM}{c^2}\sqrt{1 + \frac{c^2}{3v^2}} \qquad (9)$$

Podstawiając wartości: $G = 6{,}67\cdot10^{-11}$ m^3/kg/s^2, $M = 10^{20}$ kg, $c = 3\cdot10^8$ m/s, $v = 5\cdot10^4$ m/s otrzymamy

$$h = 1{,}54\cdot10^{-3}\ \mathrm{m}$$

Widzimy, że zderzenie z taką czarną dziurą spowoduje powstanie tunelu w kształcie walca o promieniu równym h. Zakładając stałą gęstość Ziemi masa materii pochłoniętej przez czarną dziurę wyniesie:

$$m_x = \frac{M_Z}{\frac{4}{3}\pi R_Z^3}\pi h^2\left(2R_Z\right) = \frac{3M_z h^2}{2R_Z^2} = 5{,}3\cdot10^5\ \mathrm{kg} \qquad (10)$$

Jest to masa na tyle mała, że parametry czarnej dziury nie zmienią się prawie wcale. Dotyczy to również jej prędkości, która cały czas będzie zdecydowanie większa od prędkości ucieczki ziemskiego pola grawitacyjnego. Z tego powodu nie może ona utknąć wewnątrz planety, tylko po wydrążeniu tunelu ponownie poleci w przestrzeń kosmiczną.

Wojciech Kolesiński

Autor rozwiązania jest laureatem i zdobywcą drugiego miejsca LX Olimpiady Astronomicznej i jedynym uczestnikiem Finału, który prawidłowo rozwiązał powyższe zadanie.

Dokończenie ze s. 67

kwencji w budowaniu zespołu i regularnych spotkaniach grupy pozwalają na stworzenie stabilnego filaru pod długoterminowy rozwój astronomii w Kaliszu.

OPINIE UCZESTNIKÓW KOŁA:

Wokół astronomii w Kaliszu ukształtowała się wielopokoleniowa społeczność, w której młodsi i starsi prezentują różne punkty widzenia. Uczymy się wzajemnie, bo każdy w astronomii odnajduje swój ulubiony obszar. Co ciekawe: dyskusje przenoszą się na grunt prywatny, by po tygodniu zgłębiania tematu powrócić na czwartkowe zajęcia. (Damian Kowalski)

Koło astronomiczne bardzo pomogło spełnić moje największe marzenie o zaćmieniu Słońca. Ważne jest to, że mamy możliwość swobodnej rozmowy oraz poprowadzenia prezentacji. To pomaga się otworzyć i zdobyć pewność siebie. No i wymiana doświadczeń. Każdy znajduje tutaj coś dla siebie. (Daniel Stasiak)

Dlaczego chodzę na zajęcia astronomiczne? Po prostu, bo lubię! Lubię wybuchy i supernowe. Lubię miłą atmosferę i ciekawe opowieści. Lubię uczyć się i zdobywać odznaki. Lubię obserwować niebo, kiedy ktoś mi w tym pomaga. Lubię doświadczać nowości fizycznych i chemicznych. (Zbyszek Kędzierski)

Nasze Koło można porównać do Plejad — gromady otwartej. Pasjonat astronomii znajduje wiele pokrewnych dusz. Nie ma ograniczeń i podziałów związanych z wiedzą astronomiczną. Nie ma pytań, na które zainteresowany nie uzyskałby odpowiedzi. Największym osiągnięciem jest chyba spora grupa młodych pasjonatów, którzy wybierają astronomię na swoją drogę życiową. (Paweł Bińczyk)

Na zajęciach obu grup panuje bardzo przyjazna atmosfera. Podoba mi się to, że mamy różnorodność tematów oraz to, że przeprowadzamy różnorakie eksperymenty (niektóre są bardziej efektowne, inne mniej). Cieszę się, że uczestniczę w zajęciach Koła Astronomicznego od samego początku. Myślę, że to wszystko wpłynęło na mnie w dużym stopniu. (Ela Samek)

Radosław K. Pior

Efekt pracy sekcji modelarstwa kosmicznego przy Kole Astronomicznym Malapert – rakieta Pollux tuż przed startem. Fot. Damian Kowalski

3×F: Facts, Friends, Fun

Od początku pracy naszego Koła Astronomicznego zależy mi na zapewnieniu jak najlepszych podwalin pod kilka, kilkanaście, a najlepiej kilkadziesiąt lat pracy. Doszedłem do wniosku, że poza oczywistymi elementami takiej współpracy (odpowiednio liczna grupa osób, brak wzajemnych niesnasek, aktywna współpraca w grupie itp.) potrzeba elementów, które w nietrywialny sposób nas zespolą:

1. FACTS – fakty: grupa miłośników astronomii musi gromadzić się wokół astronomicznych faktów. Nie może się spotykać i działać w oderwaniu od wspólnego celu. To dość oczywiste. Spotkanie astronomiczne musi mieć osnowę z materii kosmicznej. Ale to nie wszystko!

2. FRIENDS – przyjaciele: grupa osób, która się spotyka, musi się lubić. Musi kultywować wewnętrzną tradycję. Atmosfera spotkań musi być sprzyjająca wymianie myśli. Sprzyjające tej atmosferze są organizowane wspólne wydarzenia, wycieczki itd.

3. FUN – radość: wspólne spotkania muszą koniecznie być okazją do okazywania wewnętrznego zadowolenia, inaczej byłoby nudno. W ramach kultywowania wewnętrznej radości dodać należy, że „nie samym kosmosem żyje astronom" – wskazane są więc dyskusje i spotkania pozaastronomiczne, szczególnie te, które gromadzą kilka pokoleń.

Wspólne zdjęcie w trakcie obserwacji nieba z okazji całkowitego zaćmienia Księżyca i wielkiej opozycji Marsa 27 lipca 2018 r. Fot. Damian Kowalski

Biuletyn Sekcji Obserwacji Słońca PTMA

Natura Słońca (cz. 3)

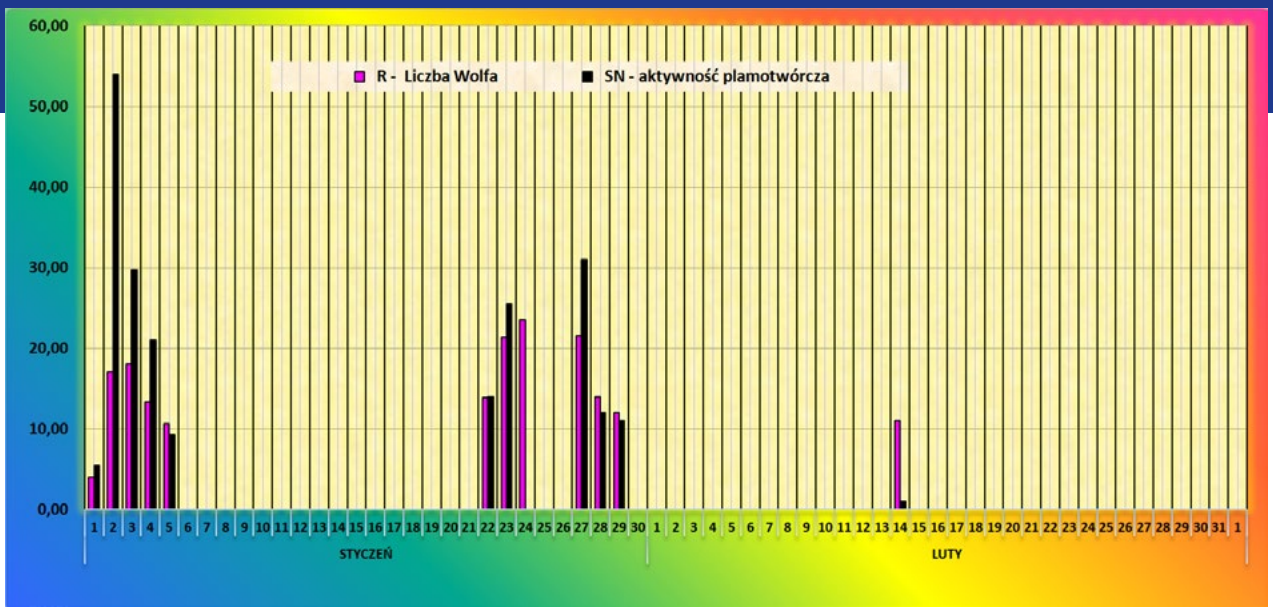
Niemiecki amator astronomii Samuel Heinrich Schwabe, przez 40 lat w XIX w. obserwując skrupulatnie Słonce, zliczał ilości plam występujących na jego powierzchni. Na podstawie wykonanych obserwacji S.H. Schwabe ustalił okres, po jakim czasie w sposób regularny liczba plam osiąga maksymalne i minimalne wartości. Były to w dziejach Słońca pierwsze prawidłowe naukowe wnioski wynikające z prowadzonych obserwacji. Już znacznie wcześniej przypuszczano, że plamy słoneczne pojawiają się w sposób regularny. Z taką sugestią pod koniec XVIII w. wyszedł duński astronom Christian Horrebow. Nie potrafił jednak ustalić okresu powtarzalności, w jakim przedziale on jest zawarty. Zapewne nie prowadził systematycznych obserwacji naszej Dziennej Gwiazdy. Aktywność słoneczną możemy również określać nie tylko z bezpośrednich prowadzonych obserwacji powierzchni Słońca. Ślady jej aktywności zauważalne są w warstwach słoi poprzecznych starych drzew. Takim specjalistą badawczym przekrojów drzew był amerykański astronom Andrew Ellicout Douglass (1867–1962). Astronom znał lata, w których występowały momenty wzmożonej aktywności słonecznej. Badając i prowadząc analizę ściętych drzew, odkrył grubość przyrostów w poszczególnych słojach pokrywającą się z latami wzmożonej aktywności. Dokładnie odczytywał momenty występowania maksimów plam naszej Dziennej Gwiazdy. Analizę badań prowadził na przecinanych poprzecznie drzewach w Kalifornii. Wykazywały one okres 72 lat. Maksima, jakie występowały w tym czasie, co 72 lata odbiegały zasadniczo od normy. W latach 50. XIX w. z kolei obserwowano zmiany, jakie zachodzą w polu magnetycznym Ziemi. Analizę obserwacji dokonywano na podstawie występujących zórz polarnych. Na takie zaburzenie magnetyczne zwrócił już uwagę niemiecki astronom Johann von Lamont (1805–1879) z Monachium. Zauważył, że zaburzenie magnetyczne Ziemi związane jest z nasileniem pojawiających się zórz polarnych. Powtarza się ono regularnie średnio co 10,1 lat. Wiek XIX był tym, w którym w technice obserwacyjnej w astronomii zaczęto stosować coraz to lepsze teleskopy. Wykonywano dokładniejsze obserwacje Słońca. Astronomowie odkryli, że jego powierzchnia posiada strukturę ziarnistą – tzw. granule. Zjawisko granulacji powierzchni Słońca była zaobserwowane już XVIII za pomocą własnoręcznie wykonanego teleskopu przez Shorta. Obserwacje granulacji dokonał również William Herschel w latach 1795–1801. Bardziej na granulację zwracał uwagę Dawes, który w 1830 r. ją dokładnie opisał. Obserwator plam S.H. Schwabe także widział granulacje Słońca. Jak jesteśmy w latach 30. XIX w., to nie sposób pominąć sir Johna Herschela, który dokonał pierwszych fizycznych pomiarów natężenia energii słonecznej. Kilka miesięcy po tych pomiarach powtórzył je francuski fizyk Pouillet, uzyskując ten sam wynik. Chodzi tu o tzw. stałą słoneczną różniącą się troszkę od współczesnych pomiarów, a wynoszącą ok. 1,4 cal/cm^2. Błąd pomiarów tych uczonych z XIX w. wynosił 2% w stosunku do współczesnych.

Janusz Bańkowski

II ZJAZD SEKCJI OBSERWACJI SŁOŃCA PTMA

Po trzech latach od I Zjazdu SOS PTMA, który odbył się w Bachotku, ale także w Obserwatorium w Piwnicach znów wracamy na ziemię kujawsko-pomorską. Konkretnie tym razem do samych Piwnic. Początkowo plan przewidywał nocleg również w Piwnicach, ale po informacji od Agnieszki Górskiej Pukownik, iż planuje się remont hotelu w Obserwatorium, postanowiłem poszukać miejsc noclegowych w hostelach w Toruniu. Poszukiwaniami noclegu zajęła się Agnieszka i dość szybko udało nam się znaleźć odpowiedni hostel. Wspólnie już wybraliśmy Hostel Silver i dokonaliśmy rezerwacji miejsc noclegowych w pokojach dwu- i trzyosobowych. Dlaczego Piwnice, a nie inne miejsce? Są trzy powody, aby to właśnie w Piwnicach zrobić zjazd. Pierwszy to instrument, który nie został nam przedstawiony na poprzednim zjeździe. Wspomniał nam jedynie o tym Maciej Mikołajewski i mogliśmy obejrzeć go z daleka. Instrumentem tym jest interferometr do obserwacji radiowej Słońca w paśmie 127 MHz. Takie obserwacje wykonywała prof. Grażyna Gawrońska wraz z dr. Kazimierzem Borkowskim. Próby namówienia tych osób jednak spełzły na niczym, ale polecono pana Eugeniusza Pazderskiego będącego przy budowie interferometru. Tak dzięki Sebastianowi Soberskiemu udało nam się przekonać pana Pazderskiego, aby opowiedział nam o tym szczególnym badaniu, jak sam zaznaczył, od strony technicznej. Drugi powód to wykonanie obserwacji Słońca specjalnym teleskopem do którego światło Słońca kierowane jest po przez lustra. Trzeci powód to fantastyczni ludzie i niezapomniana atmosfera poprzedniego zjazdu. Teraz trochę o zaproszonych gościach. Cieszę się, że w końcu udało mi się zaprosić naszego grafika I wydawcę kalendarzy Macieja Polaka z drukarni Tempoprint. Kolejnym gościem będzie Adam Derdzikowski z Towarzystwa Obserwatorów Słońca. Przedstawi nam prelekcję na temat CV. Swą obecnością zaszczyci nas również Adam Tużnik, który opowie o kolorach Słońca. Mam wielką nadzieję, że w końcu dotrze do nas nasz webmaster i administrator strony oraz forum Krzysztof Świtała. Na okoliczność zjazdu przygotowuję jak poprzednio identyfikator osobisty. Tym razem będzie to dwustronny identyfikator w formacie A6. Na głównej stronie zostaną umieszczone dane uczestnika oraz nazwa zjazdu. Drugą stronę stanowić będzie plan zjazdu. Do tego załatwimy smycze jednokolorowe. Na koniec muszę jeszcze napisać, że jestem ogromnie wdzięczny Agnieszce Górskiej-Pukownik za wszelką pomoc w przygotowaniu zjazdu.

Tadeusz Figiel



Opracowanie: Janusz Bańkowski

Raport nr 1/2019

Mimo że nastał nowy rok, to ani pogoda ani plamy zbytnio nie dopisywały. Tylko na początku miesiąca i na końcu Liczba Wolfa nieznacznie wzniosła się ponad 11. Średnia liczba Wolfa za styczeń wyniosła R = 5,64 a, średnia SN= 7,1. 25 i 26 zabrakło obserwacji. Ogółem w styczniu przeprowadzono 86 obserwacji dla R i 59 dla SN. Swoje raporty przysłało 9 obserwatorów.

OBSERWATORZY:
1. Zapata Antonio Morales 24
2. Jimenez Francisko 22
3. 3.Mikołajczak Eugeniusz 11
4. Zagrodnik Jerzy 8
5. Bańkowski Janusz 6
6. Kucemba Łukasz 6
7. Raczyński Łukasz 5
8. Figiel Tadeusz 3
9. Bohusz Jerzy 1

Raport nr 2/2019

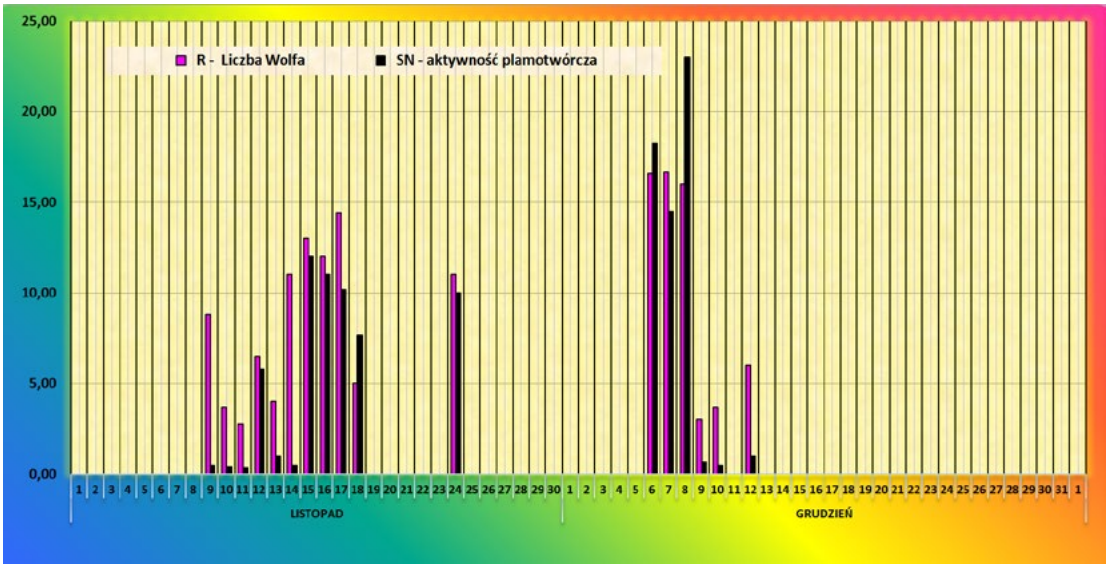
Luty poza jednym epizodem zaobserwowanym z Hiszpanii przez Paco, gdzie na tarczy Słońca pojawiła się jedna plama, niczym więcej się nie zaznaczył, jeśli chodzi o aktywność plam. Liczba Wolfa w tym miesiącu bardzo niska i średnia to R=0,39. Średnia SN jeszcze niżej i zaledwie 0,04. W lutym do naszej sekcji zgłosiła się Grupa-Abelowa kierowana prze Panią Justynę Put. Serdecznie witamy.

OBSERWATORZY:
1. Jimenez Francisco 24
2. Kucemba Łukasz 21
3. Mikołajczak Eugeniusz 18
4. Bańkowski Janusz 18
5. Zagrodnik Jerzy 16
6. Raczyński Łukasz 11
7. Figiel Tadeusz 6
8. Bohusz Jerzy 5
9. GrupaAbelowa 1

Koordynator SOS PTMA Tadeusz Figiel

Errata

Dziwnym zbiegiem okoliczności w poprzednim numerze Uranii został wydrukowany zły wykres zmian aktywności słonecznej w listopadzie i grudniu 2018 r. Właściwy wykres prezentujemy obok. Przepraszamy za ten błąd. (red.)



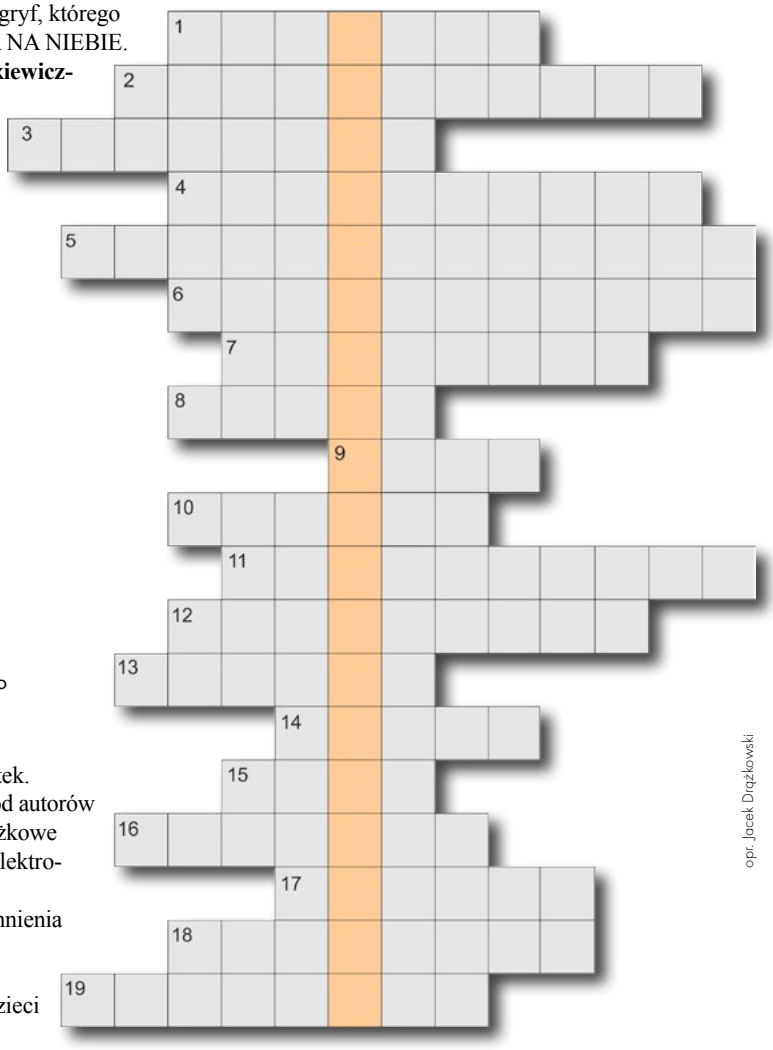
W „Uranii–PA” nr 6/2018 zamieściliśmy logogryf, którego rozwiązaniem jest hasło JASNA KOMETA NA NIEBIE. Nagrody książkowe wylosowali **Anna Bukiewicz-Szul** z Wrocławia i **Krzysztof Kuczaj** z Czchowa, natomiast płyty muzyczne otrzymują **Tomasz Celeban** z Łasku i **Piotr Dudek** z Brzeziej Łąki. Nagrody zostaną wysłane pocztą.

1. Sonda pomocna w badaniach pierścieni Saturna
2. Odkrywca pyłowych księżyców Ziemi
3. Astronom badający przekroje drzew
4. Kosmodrom otwarty w 2016 r.
5. Najszybsze pulsary
6. Dzieło Jana W. Jędrzejewicza
7. Pierwszy bibliotekarz Towarzystwa Miłośników Astronomii
8. Znany astronom bułgarski
9. Egzotyczny księżyc Saturna
10. Rakiety startujące w Gujanie Francuskiej
11. Tłumacz „De revolutionibus” na język polski
12. Lokalizacja stacji bolidowej PFN76
13. Autor cennych porad dla astrofotografów
14. Kolega Taylora od Nagrody Nobla
15. Nie tylko grawitacyjne
16. Meteoryt z 1937 roku
17. Obecnie najodleglejszy znany obiekt Układu Słonecznego
18. Letni gwiazdozbiór zodiakalny
19. Uatrakcyjnił tegoroczne całkowite zaćmienie Księżyca

Rozwiązanie utworzą kolejne litery z wyróżnionych kratek. Na rozwiązania czekamy do końca stycznia 2019 r. Wśród autorów poprawnych odpowiedzi rozlosujemy dwie nagrody książkowe o tematyce astronomicznej i dwie płyty kompaktowe z elektroniczną muzyką kosmiczną.

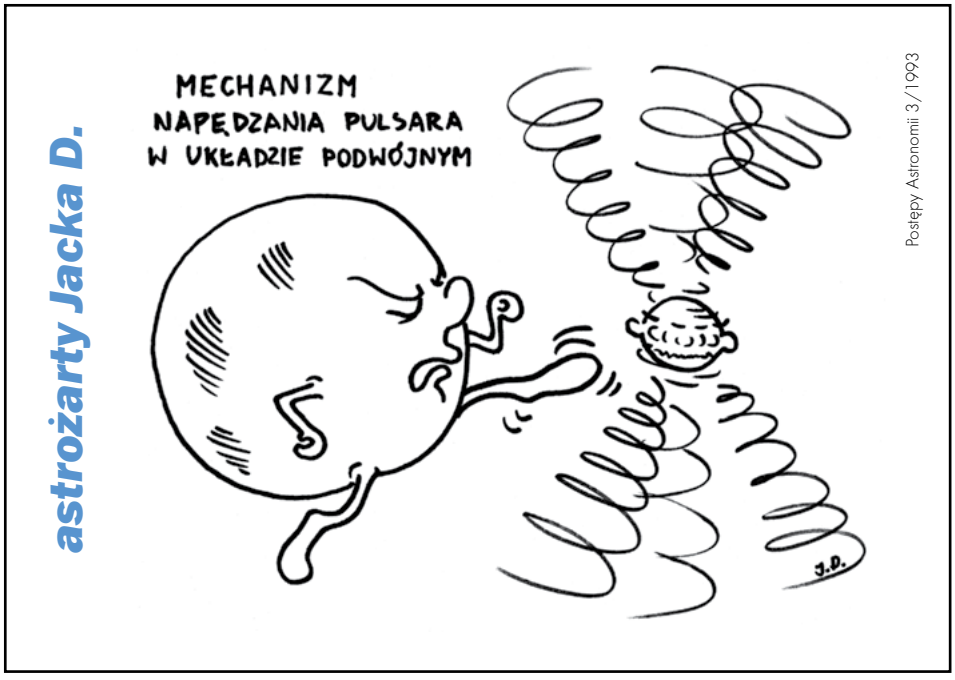
1. „Nowe opowiadania starego astronoma”, czyli wspomnienia i eseje profesora Józefa Smaka;
2. „Planeta Mars” Hieronima Hurnika;
3. „Kosmos. Jak to działa?”, książka o astronomii dla dzieci autorstwa Przemysława Rudzia;
4. Płyta muzyczna CD ufundowana przez sklep **www.generator.pl**

Rozwiązania można przesyłać pocztą tradycyjną, mailowo na adres urania@urania.edu.pl, lub sms-em na nr 600 663 640, podając hasło, nr nagrody, nazwisko i adres wysyłki. Podanie danych adresowych jest dobrowolne i konieczne do otrzymania nagrody.



opr. Jacek Drążkowski

Słowa kluczowe do rozwiązania krzyżówki zamieszczonej w „Uranii–PA” 6/2018: 1. URANJA, 2. POGODA, 3. KOESTLER, 4. WODNIK, 5. UDALSKI, 6. ZWICKY, 7. PHOENIX, 8. MUSK, 9. TESS, 10. OTWORKOWA, 11. SCOPESAT, 12. PLANCK, 13. VANDERMAREL, 14. BENNU, 15. BIGOS, 16. ANDROMEDA, 17. ZUBRIN, 18. CAVENDISH, 19. GINGERICH.



Postępy Astronomii 3/1993

Errata

W logogryfie zamieszczonym w poprzednim numerze Uranii zabrakło jednego hasła pomocniczego oraz jednej kratki w diagramie przez co rozwiązanie było niemożliwe, a przynajmniej bardzo utrudnione. Co więcej, błędnie podano termin nadsyłania rozwiązań 30 stycznia zamiast 30 marca! Bardzo szybko zwrócił nam na ten problem uwagę pan Kasper Fabrowski z Bydgoszczy, jednak udało mu się znaleźć prawidłowe hasło-rozwiązanie. Gratulujemy i liczymy na podobną inwencję u innych Czytelników, których bardzo przepraszamy za zaistniały problem. Do pana Kaspra już powędrowała stosowna nagroda.

J. Drążkowski

PS W związku z zaistniałą sytuacją termin przysyłania rozwiązań wydłużamy do 30 maja!

Bardzo ładna nowa szata graficzna. Jest przejrzysta i ułatwia poruszanie się po poszczególnych artykułach. Czekam na kolejny, osiemsetny numer. Mam nadzieję, że jubileuszowy numer będzie zawierał wyjątkowe treści.

Kasper Fabrowski

Red.: Dziękujemy i czekamy na opinie innych Czytelników.

* * *

(...) Chciałbym też zwrócić uwagę na dwie sprawy związane z techniką solarygrafii. W artykule Anny Rafy drugi akapit (s. 24) poświęcony jest szczegółowemu wyliczeniu średnicy otworka. W solarygrafii nie jest konieczne tak precyzyjne wykonanie otworka. Dodatkowo pod koniec trzeciego akapitu (przedostatnie zdanie) na tej samej stronie znajduje się tekst o wpływie długości fali na zarejestrowany kolor na papierze fotograficznym.

To stwierdzenie jest nieprawdziwe. Kolory na solarygrafiach zależą w głównej mierze od wilgotności powietrza.

Mam też pytanie, dlaczego w tytule artykułu pojawia się litera „i" w nawiasie? Poprawnym polskim terminem jest solarygrafia i została ona użyta już w artykule w „Uranii" nr 3/2013 oraz w artykule o analemie w nr 6/2014 (...)

Maciej Zapiór

Red.: Dziękujemy za cenne uwagi. Tytuł artykułu „Solary(i)grafia" zachowaliśmy w oryginalnej postaci (taki był tytuł wystąpienia Anny Rafy na OMSA), traktujac go po prostu jako licencia poetica młodej autorki.

ZAPROSZENIA
zloty, obozy, konkursy, spotkania, odczyty, wykłady, wydarzenia...

Polskie Towarzystwo Miłośników Astronomii

- 13 maja – dr Marcin Kolonko – Silnik centralny układów z czarną dziurą – ostatnie odkrycia w dziedzinie obiektów supergęstych, PTMA O/Kraków
- 24 maja – Spotkanie w PTMA Poznań

Centrum Astronomiczne im. M. Kopernika w Warszawie

- 6 maja 2019: Marcin Kiraga – Najbliższe planety poza Układem Słonecznym
- 8 maja 2019: Miljenko Cemeljic – Star-disc magnetospheric interaction and launching of outflows and jets
- 13 maja 2019: dr hab. Jarosław Dyks – Pulsary: Gwiazdy najbardziej niezwykłe, najbardziej tajemnicze
- 20 maja 2019: dr hab. Agata Różańska – Gorący Wszechświat w promieniach rentgena
- 27 maja 2019: Michał Chodorowski – Portret Wszechświata w krzywym zwierciadle

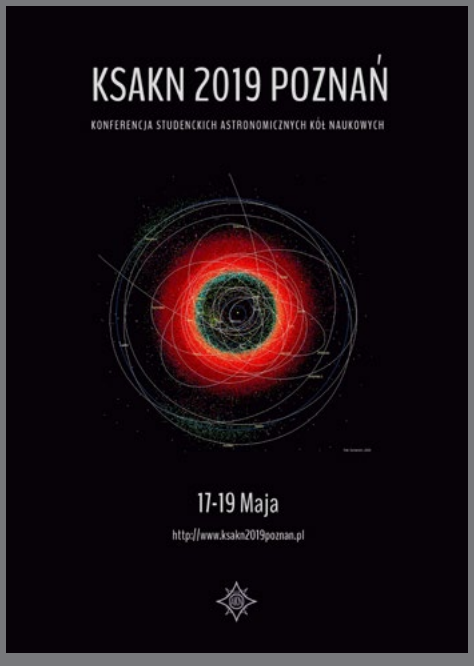
Instytut Astronomiczny Uniwersytetu Wrocławskiego

- 10 maja 2019 g. 17.00: prof. Michał Tomczak – Jak zobaczyć zorze polarne w Polsce?
- 24 maja 2019 g. 17.00: Krzysztof Kotysz – Czy istnieje życie rozumne na Ziemi?
- 24 maja 2019 g. 19.00: dr hab Robert Falewicz – Kilonowa – od błysków gamma do fal grawitacyjnych
- 7 czerwca 2019 g. 17.00: Amadeusz Miszuda – Misje Voyager – wyprawa w nieznane
- 14 czerwca 2019 g. 17.00: dr Jakub Ciążela – Gdzie szukać złota na Marsie?

Przygotowane we współpracy z AstroGPS.pl

ASTROGPS.pl

Pełna lista wydarzeń na www.AstroGPS.pl i w aplikacji mobilnej.



Konferencja Studenckich Astronomicznych Kół Naukowych

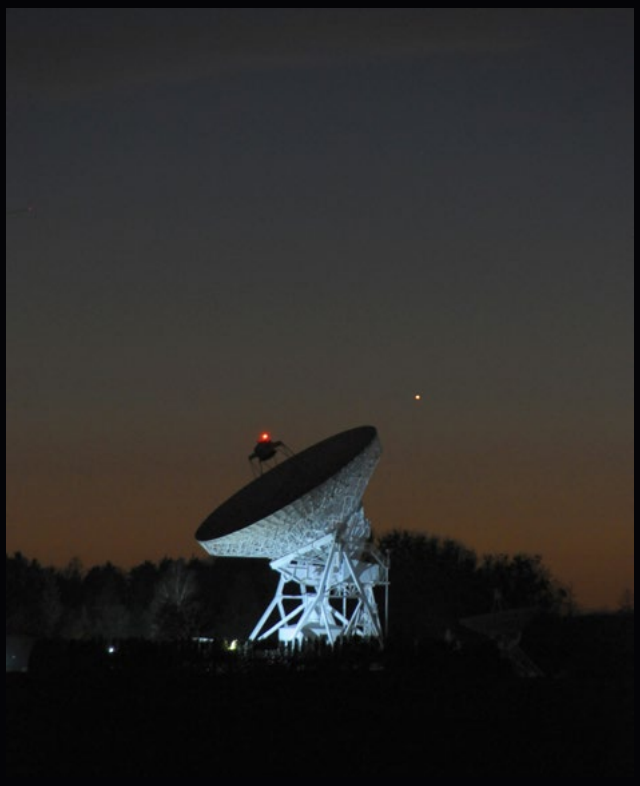
(KSAKN) odbędzie się tym razem w Poznaniu w dniach 17–19 maja. Zapraszamy studentów, uczniów i doktorantów oraz pasjonatów astronomii. Rejestracja jest już otwarta na stronie http://www.ksakn2019poznan.pl/

KSAKN jest konferencją organizowaną przez Studenckie Astronomiczne Koła Naukowe znajdujące się w Krakowie, Poznaniu, Toruniu, Warszawie i we Wrocławiu. Konferencja ta wyewoluowała z konferencji WKWP (Wrocław, Kraków, Warszawa, Poznań) i od dekady dynamicznie się rozwija. Obecnie biorą w niej udział studenci z ponad dziesięciu uczelni w Polsce. Co semestralne spotkania studentów mają na celu referowanie wyników badań naukowych przeprowadzonych przez uczestników bądź prezentowaniu zainteresowań i tematów ściśle związanych z kierunkiem astronomicznym. Jest to doskonałe miejsce do integracji środowiska astronomicznego, poszerzania wiedzy z zadanej dziedziny oraz do nabrania umiejętności przedstawiania swych prac badawczych.

„10 twarzy" zaćmienia z 21 stycznia br. widzianego nad Tatrami ze słowackiej wsi Dúbrava (godz. 6.26–7.10, Nikon D810, 120 mm, parametry ekspozycji dobierane do zmieniających się warunków oświetlenia). Fot. Mariusz Świętnicki

Zaćmienie widziane ze szczytu Śnieżki w Karkonoszach (godz. 5.48, Canon EOS M3, 24 mm, f4, eksp 3,2 s, ISO 2000). Fot. Konrad Mruk

Światło zodiakalne sfotografowane z wioski Vladiča w północno-wschodniej Słowacji 23 marca 2019 r. (godz. 19.24–20.09 CSE, Nikon D810, Samyang 2,8/14 mm, eksp. 2×60 s przy ISO 2000 i 90 s + 7×120 s przy ISO 1600). Fot. Mariusz Świętnicki



Pod koniec lutego br. mieliśmy bardzo dobre warunki do wieczornych obserwacji Merkurego. Po lewej planeta w sąsiedztwie barokowego hełmu kościoła farnego w Lidzbarku Warmińskim (fot. J. Drążkowski), po prawej, przy radioteleskopie RT-4 w Piwnicach k. Torunia (fot. P. Wolak)

PULA NAGRÓD

30.000ZŁ

NAGRODA DODATKOWA DLA ZWYCIĘZCÓW
ROCZNA PRENUMERATA
POLSKIEGO CZASOPISMA O KOSMOSIE - URANIA

WWW.WARMIA.MAZURY.PL/KONKURS_IT

LUBISZ NOWE TECHNOLOGIE ?
JESTEŚ PASJONATEM NOWINEK TECHNICZNYCH?
PROGRAMUJESZ LUB KONSTRUUJESZ?

WEŹ UDZIAŁ W KONKURSIE INFORMATYCZNYM!

SZLAKIEM Mikołaja Kopernika

KONKURS DLA UCZNIÓW SZKÓŁ
PODSTAWOWYCH, GIMNAZJALNYCH, ŚREDNICH

FINAŁ 15.06.2019

SZLAK KOPERNIKOWSKI

SAMORZĄD WOJEWÓDZTWA
WARMIŃSKO-MAZURSKIEGO

Patronat medialny
Urania
POSTĘPY ASTRONOMII

DWUMIESIĘCZNIK • Tom XC • **3/**2019 (801)

Urania

POSTĘPY ASTRONOMII

CENA **14,90** ZŁ
w tym 5% VAT

pierwsze zdjęcie

CZARNEJ DZIURY

KONKURS
nadaj imię polskiej planecie pozasłonecznej
s. 2–3, 10–11

CHŁODNE GWIAZDY KONTAKTOWE

polska specjalność

ISSN 1689-6009 indeks 401323

KONKURS

NA NAZWY PLANET

www.iau100.pl/planety

IAU
100 LAT POD WSPÓLNYM NIEBEM

IAU100
NameExoWorlds

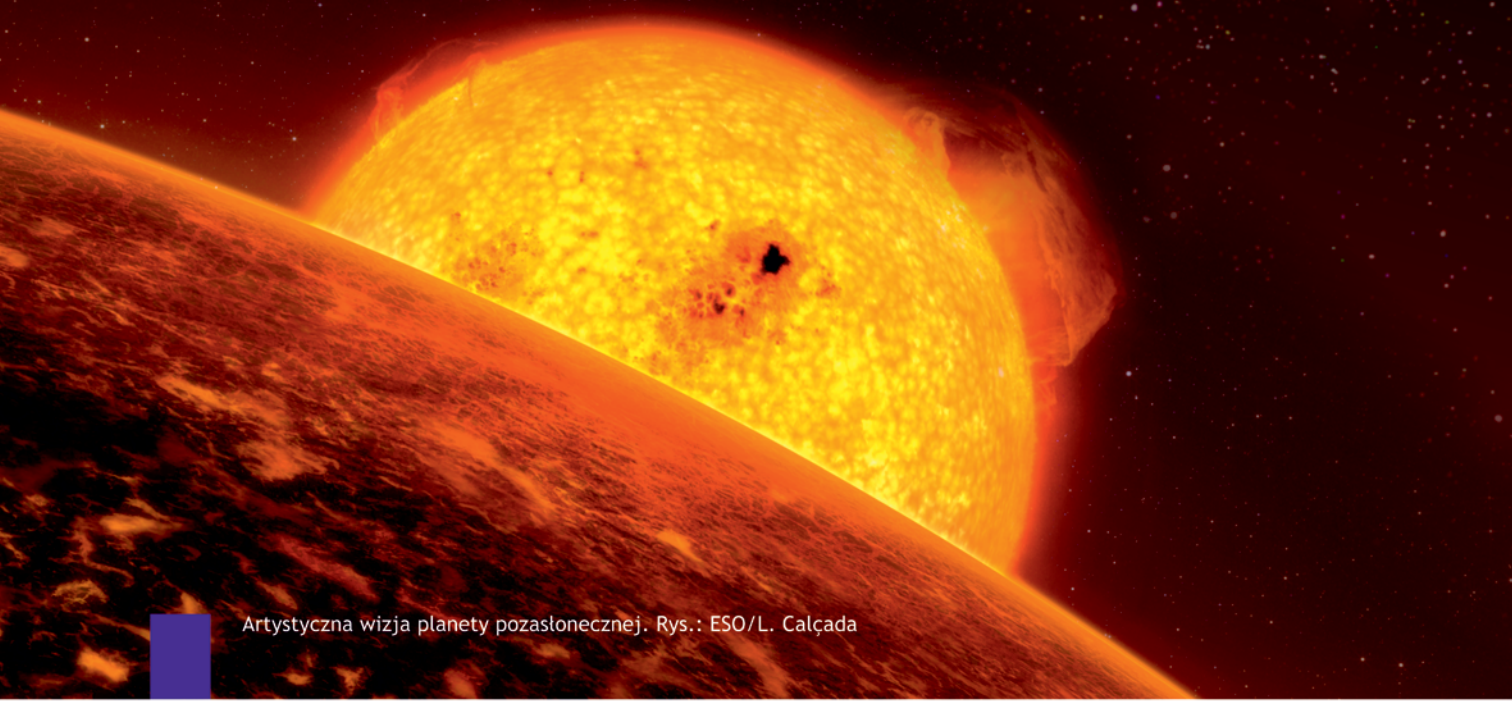
Jaką nazwę?

powinna zaproponować Polska dla planety BD+14 4559 b i jej gwiazdy

Zgłoś swój pomysł!

Etap 1 – zbieranie propozycji nazw do 31.07.2019 r.
Etap 2 – internetowe głosowanie do 31.10.2019 r.

Organizator konkursu: Międzynarodowa Unia Astronomiczna (IAU)



Artystyczna wizja planety pozasłonecznej. Rys.: ESO/L. Calçada

PATRONI

Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego
Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu
Uniwersytet Wrocławski
Centrum Popularyzacji Kosmosu Planetarium Toruń
Polska Agencja Kosmiczna
PAN
Uniwersytet Warszawski Obserwatorium Astronomiczne
HEVELIANUM
Polskie Towarzystwo Miłośników Astronomii
ESO
CBK
Planetarium

PATRONI MEDIALNI

Astro Life
Jedynka Polskie Radio
Urania Postępy Astronomii
Astropanorama
Astrofaza
Kosmonauta.net
We need more space
AstroNET
radio-teleskop.pl
Space24
Nauka
Kosmos

SPONSORZY

Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego
Urania Postępy Astronomii
rebel i wszystko gra

Urania nasza Muza

Dla szkół, uczelni oraz miłośników astronomii i amatorów nocnego nieba

Nazwę dla Plutona, niegdyś planety, a obecnie planety karłowatej, wymyśliła 11-letnia dziewczynka z Wielkiej Brytanii, której koncepcja zdobyła uznanie i taką nazwę ostatecznie nadano obiektowi. Teraz jest okazja, aby w podobny sposób zapisać się w historii jako autor nazwy dla jednej z planet pozasłonecznych.

Międzynarodowa Unia Astronomiczna to jedyny podmiot mogący nadawać oficjalne nazwy i oznaczenia obiektom astronomicznym i strukturom na ich powierzchniach. Wypracowała w tym celu odpowiednie reguły i schematy. Planet pozasłonecznych znamy już ponad 4000, najwyższa pora więc ponazywać chociażby część z nich. Pierwszy projekt związany z nazywaniem egzoplanet został przeprowadzony przez Międzynarodową Unię Astronomiczną w 2015 r. W ramach NameExoWorlds towarzystwa i kluby astronomiczne, planetaria oraz inne instytucje związane z tą dziedziną mogły zgłaszać propozycje wraz z uzasadnieniami. Do nazwania wybrano kilkanaście układów planetarnych, łącznie 14 gwiazd i 31 egzoplanet. Później internauci głosowali na te propozycje. W plebiscycie udział wzięło ponad pół miliona ludzi ze 182 krajów na całym świecie.

Nowa, tegoroczna akcja IAU100 NameExoWorlds, ma szanse przyciągnąć uwagę jeszcze większej części opinii publicznej, ponieważ dodano do niej aspekt narodowy — każdy kraj otrzymał planetę i gwiazdę do nazwania. Poprzednio cały proces był prowadzony przez IAU, teraz kraje mają więcej autonomii w realizacji konkursu. Szczegóły procesu wyłaniania oficjalnej propozycji od danego kraju mogą się różnić pomiędzy poszczególnymi państwami. IAU ustaliła pewne ramy, a szczegóły są w gestii narodowych komitetów. W Polsce konkurs został podzielony na dwa główne etapy. Najpierw przyjmowane są propozycje nazw wraz z uzasadnieniami. Taką propozycję może zgłosić każdy, zarówno indywidualnie, jak i instytucjonalnie (np. szkoły, organizacje, instytucje, firmy). Później, po weryfikacji nadesłanych zgłoszeń, nastąpi faza internetowego głosowania.

W jaki sposób wybrano planety dla krajów? Nietrudno sobie wyobrazić, iż nazywanie planet może stać się w pewnych okolicznościach sprawą polityczną, a ponieważ IAU jest organizacją działającą globalnie, z członkami z bardzo wielu krajów, podchodzi do takich spraw z rozwagą, w sposób taki, aby nie faworyzować któregoś z krajów. Przede wszystkim ustalono, iż każdy kraj otrzyma do nazwania układy z jedną potwierdzoną planetą. Oczywiście nie można wykluczyć, że w przyszłości w niektórych z tych systemów zostanie odkrytych więcej planet, ale według obecnego stanu wiedzy mają po jednej planecie. Wszystkie wybrane egzoplanety należą do kategorii gazowych olbrzymów. Warunkiem była też widoczność gwiazdy macierzystej układu ze stolicy danego państwa, a w miarę możliwości udział astronomów z tego kraju w odkryciu lub badaniach planety. Z kolei w kryteriach dla samej nazwy uwzględniono m.in. zasadę, że nie może ona dotyczyć osób, których podstawowa działalność dotyczyła kwestii militarnych, religijnych lub politycznych (przykładowo ktoś, kto dla jednego kraju był bohaterem wojennym, niekoniecznie musi być tak samo pozytywnie postrzegany przez państwa sąsiednie).

BD+14 4559 b: Trzeba przyznać, iż planeta dla Polski została wybrana całkiem nieźle!

Naszemu krajowi przypadła planeta BD+14 4559 b. Trzeba przyznać, iż planeta dla Polski została wybrana całkiem nieźle. Gwiazda jest widoczna w konstelacji Pegaza, a więc przykładowo można ją obserwować wieczorami późnym latem, jesienią i zimą. Jest też w zasięgu amatorskich teleskopów oraz lornetek — łatwo ją będzie pokazywać podczas pikników astronomicznych. Za minus można uznać brak tranzytów, ale tak naprawdę to nie były one jakoś specjalnie poszukiwane, co otwiera pole do popisu dla miłośników astronomii, którzy chcieliby to sprawdzić.

Jaki będzie los wyłonionych przez kraje nazw? Zostaną one uznane przez IAU jako oficjalne i równoprawne w użytkowaniu z dotychczasowymi oznaczeniami. Czas pokaże, czy spopularyzują się na tyle, aby w powszechnym użytkowaniu wyprzeć aktualne oznaczenia. Na pewno dodadzą większej przystępności badaniom egzoplanet w trakcie popularyzacji astronomii w społeczeństwie.

Krzysztof Czart

Dawno temu w... „Uranii”

Narodziny (?) nowej gwiazdy pulsującej. Odkryta w r. 1935 jedna z gwiazd zmiennych w gwiazdozbiorze Strzelca znajduje się na zdjęciach fotograficznych od r. 1897, dzięki czemu można było dość dokładnie zbadać zmiany jej blasku. (Zrobiła to Miss Swope w Obserwatorium Harwarda w U.S.A.), Okazało się. że aż do r. 1926 jasność jej podlegała tylko słabym, nieregularnym wahaniom. Pomiędzy r. 1926 i 1928 wahania nieregularne zamieniły się w duże i zupełnie prawidłowe zmiany blasku powtarzające się w l4-dniowym okresie czasu. W ten sposób udało się zaobserwować jedyny dotychczas wypadek zamiany gwiazdy nieregularnej w typową gwiazdę pulsującą. Okazało się jednak, że pulsacje nie ustaliły się w pierwotnym charakterze, ale okres ich staje wzrastał i do r. 1935 powiększył się do dni 21. Jednocześnie zmienił się nieco kształt krzywej zmian blasku. O ile regularne pulsacje utrzymają się nadal, będzie to miało bardzo duże znaczenie dla wszelkich teoretycznych rozważań nad gwiazdami pulsującymi. Najtrudniejszym zagadnieniem jest naturalnie wytłumaczenie impulsu, który tak radykalnie zmienił charakter gwiazdy oraz odnalezienie źródeł zewnętrznych, czy też wewnętrznych tego impulsu. **j. m-r.**

Zmiany w przejrzystości atmosfery na Marsie. E. C. Slipher w obserwatorium Lowella (Flagstaff, Arizona U.S.A.), zaobserwował w 1937 r. bardzo ciekawe przejaśnienia w atmosferze Marsa. Obserwacje były wykonywane na drodze fotograficznej w niebieskiej dziedzinie promieniowania. Zazwyczaj takie niebieskie i fioletowe zdjęcia nie wykazywały prawie żadnych szczegółów na powierzchni planety, fotografie natomiast z 20—21 maja 1937 wykazały bogactwo szczegółów, jakie może być tylko dostrzegane wizualnie lub na zdjęciach w dziedzinie żółto-czerwonej promieniowania. W szczególności na tych zdjęciach widziano Syrtis Maior w całości, część Sabaeus Sinus i części systemu kanałowego Nilo-Syrtis.

Urania

POSTĘPY ASTRONOMII

(PL ISSN 1689-6009)

maj–czerwiec 2019

Dwumiesięcznik poświęcony upowszechnianiu wiedzy astronomicznej. Czasopismo powstałe w roku 1998 z połączenia „**Uranii**” (ISSN 0042-0794) – dotychczasowego miesięcznika Polskiego Towarzystwa Miłośników Astronomii, istniejącego się od 1919 r. i **„Postępów Astronomii”** (ISSN 0032-5414) – dotychczasowego kwartalnika Polskiego Towarzystwa Astronomicznego, wychodzącego od 1953 r. Zachowana zostaje dotychczasowa numeracja „Uranii”.

Nakład: 3200 egz.

Zespół Redakcyjny:
Wieńczysław Bykowski, Krzysztof Czart (zastępca red. naczelnego), Jacek Drążkowski (grafika, skład), Agnieszka Górska-Pukownik (sekretariat), Sylwester Kołomański, Mateusz Krakowczyk, Maciej Mikołajewski (red. naczelny), Marek Muciek, Roman Schreiber, Marek Substyk (zastępca red. naczelnego)

Współpraca:
Jan Desselberger, Tadeusz Figiel, Rafał Grabiański, Paweł Z. Grochowalski, Elżbieta Kuligowska, Jerzy Kuczyński, Agnieszka Nowak, Piotr Potępa, Przemysław Rudź, Mikołaj Sabat, Robert Szaj, Łukasz Woźniak, Przemysław Żołądek

Korekta językowa: Bożena Wyrzykowska

Koncepcja graficzna pisma: Joanna Dobkowska

Adres Redakcji:
Urania, Centrum Astronomii UMK, ul. Gagarina 11, 87-100 Toruń
tel. 600 663 640 Sekretariat, tel. 509 44 17 17 Redaktor Naczelny
e-mail: redakcja@urania.edu.pl

Adres WWW:
https://www.urania.edu.pl

Dystrybucja:
Agnieszka Górska-Pukownik, tel. 698 55 61 61
e-mail: urania@urania.edu.pl

Cena Uranii w prenumeracie 12 zł

Prenumerata roczna 72 zł

Bank Millennium S.A. o/Toruń Nr 85 1160 2202 0000 0003 3341 8732

Szczegóły dotyczące prenumeraty i promocje wewnątrz numeru i na stronie https://www.urania.edu.pl/prenumerata

Wydawcy:
Polskie Towarzystwo Astronomiczne
www.pta.edu.pl
ul. Bartycka 18, 00-716 Warszawa
tel. (0-22) 329 61 45
e-mail: zarzad@pta.edu.pl

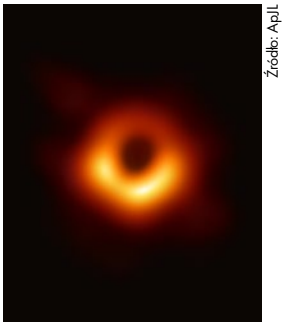
Polskie Towarzystwo Miłośników Astronomii
www.ptma.pl
ul. Miodowa 13a m. 35, 31-055 Kraków
tel. (0-12) 422 38 92
e-mail: sekretariat@ptma.pl

* **ARTYKUŁY I MATERIAŁY OKAZJONALNE TRAKTOWANE SĄ JAKO WOLONTARIAT AUTORÓW NA RZECZ WŁASNEGO ŚRODOWISKA ASTRONOMÓW, MIŁOŚNIKÓW ASTRONOMII I CAŁEGO SPOŁECZEŃSTWA** * **MATERIAŁÓW NIE ZAMÓWIONYCH REDAKCJA NIE ZWRACA** * **ZASTRZEGA SIĘ PRAWO DO REDAGOWANIA I SKRACANIA TEKSTÓW** * **PRZEDRUK MATERIAŁÓW TYLKO ZA ZGODĄ REDAKCJI** * **OPINIE I POGLĄDY FORMUŁOWANE PRZEZ REDAKCJĘ I AUTORÓW NIE REPREZENTUJĄ OFICJALNEGO STANOWISKA WYDAWCÓW** * **REDAKCJA NIE ODPOWIADA ZA TREŚCI I WIZERUNKI REKLAM** *

DRUKARNIA
GRAFFITI BC
Toruń, ul. Równinna 11/13
www.graffitibc.pl
drukarnia@graffitibc.pl
tel. 56 654 47 14

NA OKŁADCE

Oryginalny obraz bezpośredniego otoczenia czarnej dziury w galaktyce M87 uzyskany przez Teleskop Horyzontu Zdarzeń na fali o długości ok. 1 mm. Jeden z najważniejszych obrazów w historii astronomii — patrz artykuł jednego z autorów „zdjęcia” s. 12–17.



Źródło: ApJL

W AKTUALNYM NUMERZE

Artykuły

Cień czarnej dziury 12

10 kwietnia 2019 r., po dwóch latach intensywnej pracy, zespół naukowców związanych z projektem Teleskopu Horyzontu Zdarzeń (Event Horizon Telescope) zaprezentował światu pierwszy obraz czarnej dziury. Do jego rejestracji wykorzystano wirtualny teleskop o średnicy Ziemi. Jeden z autorów tego sukcesu, Marek Wielgus, opowiada nam, w jaki sposób uzyskano ten historyczny obraz i dlaczego jest to ważny krok dla astronomii.

Chłodne gwiazdy kontaktowe 18

Wśród wielu typów i rodzajów gwiazd podwójnych ciekawą grupę stanowią gwiazdy zwane kontaktowymi. Są ciekawe nie tylko ze względu na ich wygląd, ale też dlatego, że tę grupę gwiazd szczególnie upodobali sobie polscy astronomowie. Na łamach „Uranii" opisuje je czołowy reprezentant warszawskiej szkoły ewolucji gwiazd podwójnych – prof. Kazimierz Stępień.

Międzynarodowa Unia Astronomiczna 32

Astronomia jest nauką, która szczególnie wymaga współpracy ponad granicami krajów. Astronomowie rozumieli to już od bardzo dawna, a od 100 lat działa organizacja wspierająca globalną współpracę w astronomii. Przyjrzyjmy się, jakie były początki Międzynarodowej Unii Astronomicznej i jak działa obecnie.

Stałe działy

Dawno temu w... „Uranii" 4

Kronika Odkrycia i wydarzenia astronomiczne (luty– marzec 2019) 6

Kronika Misje i badania kosmiczne (luty– marzec 2019) 8

100 lat IUA Wymyśl nazwę dla planety pozasłonecznej! 10

Ciemne niebo Zaproszenie na EALPO 2019 26

100 lat Uranii i PTMA Z zamiłowania ASTRONOM (2): Moja księga gwiazd 27

Mała Urania Przygody Uranii w kosmicznej otchłani, 7. Czarna dziura 30

Kronika PTMA Solar Eclipse Conference 40

Galeria Uranii 43

Ciekawe adresy internetowe Jeszcze raz kosmiczne szumy i piski, a moze tym razem wibracje? 45

Przeczytane w Nature i Science Drobiazgi Układu Słonecznego 46

Astropodróże Astronomia afrykańskiej pustyni 50

Astronomia w szkole Wiedza jak plastik 52

Cyrqlarz Nowości ze świata meteorów 59

Komeciarz 30 lat Sekcji Obserwatorów Komet PTMA 62

Kalendarzyk astronomiczny Niebo w lipcu i sierpniu 2019 66

Spójrz w niebo Łucznik kule nosi? 70

Astronomia i muzyka Piosenka, która poleciała na Księżyc 71

Konkurs na fotki z Uranią 71

Obserwator Słońca Natura Słońca, cz. 4, 72
Historia Sekcji Obserwacji Słońca PTMA cz. 3 73
Raport: marzec – kwiecień 2019

Relaks z Uranią logogryf 74

Zaproszenia 74

W skrócie

Otwarto nowy oddział CBK PAN w Zielonej Górze (64), Wyślij swoje imię na Marsa na łaziku Mars 2020 (64), Polacy zwyciężają w zawodach łazików marsjańskich w USA (64), Magazyn „Sky & Telescope" bankrutuje, ale będzie uratowany (65), Sól kuchenna na powierzchni Europy (65)

Zdjęcia w niebieskiej barwie dlatego dają tak mało szczegółów na fotografiach planet, posiadających atmosfery, że niebieskie promienie rozpraszane są przez atmosfery silniej, niż czerwone, wskutek czego na niebieskich fotografiach Marsa nie otrzymujemy prawie światła, odbitego od powierzchni planety. Analogiczne zjawisko obserwujemy przy zwykłej ziemskiej fotografii, gdzie dla uzyskania szczegółów oddalonych obiektów stosujemy fotografie w czerwieni a nawet w podczerwieni.

Atmosfera Marsa normalnie na tyle rozprasza promienie niebieskie, że rozpraszanie to nie pozwala dostrzegać szczegółów powierzchni planety w dziedzinie niebieskiej. 20—21 maja 1937 r. z niewiadomych przyczyn atmosfera ta była specjalnie przezroczysta dla światła niebieskiego. Podobne zmiany przezroczystości atmosfery Marsa znane są również obserwatorom, obserwującym tę planetę wizualnie, a więc w świetle żółto-zielonym.

E. R.

OBSERWACJE. Zorza północna w dniu 28 września br.

W nocy z 27 na 28 września b. r., bawiąc w Siedlcach pod Warszawą, zauważyłem o godz. 3 min. 20 efektowną zorzę północną. Obserwowałem ją do godz. 4 min. 00, gdy świt uniemożliwił dalsze dostrzeżenia. Obserwacji dostępna była tylko część północnego horyzontu od N ku E, resztę zasłaniały budynki.

Zjawisko miało postać słupów świetlnych, równoległych do siebie, prawie prostopadłych do horyzontu. Słupy te składały się z cienkich pasm świetlnych zlewających się ze sobą.

Jasność pasm, a co za tym idzie i całej zorzy, była bardzo zmienna; w pewnych chwilach przewyższała ona blaskiem światło zodiakalne widoczne równocześnie na wschodzie, niekiedy natomiast zjawisko nieomal znikało, aby za chwilę ukazać się w całej pełni. Charakterystyczne było np. prawie nagłe zniknięcie zorzy w przeciągu kilku minut, w chwili rozpoczęcia się świtu. Słupy świetlne posiadały powolny, lecz zupełnie wyraźny ruch od zachodu ku wschodowi.

Przebieg zjawiska był następujący:

O 3 g. 20 min. widać wyraźne 3 słupy świetlne. Jeden grubszy, rozlany biegnie od α CVn ku γ i β UMa, drugi cienki na wschód od Caput Draconis, trzeci rozlany między tymi dwoma. Wszystkie słupy połączone są poświatą. O 3 g. 31 min. widać wyraźnie tylko pierwszy słup, przesunięty ku wschodowi, przy czym zorza jest jaśniejsza od widocznego równocześnie światła zodiakalnego. O 3 g. 35 min. natężenie zorzy znacznie się zmniejsza, jedynie pierwszy słup jest dobrze widoczny. W czasie od 3 g. 42 min. do 3 g. 46 min. natężenie wzrasta, od zachodu pojawiają się nowe słupy i przesuwają się ku wschodowi. O 3 g. 48 min. natężenie ponownie maleje. W czasie od 3 g. 50 min. do 3 g. 52 min. dostrzegam dwa nowe słupy. O 3 g. 57 min. nic nie widać. Świta.

Dr J Pagaczewski

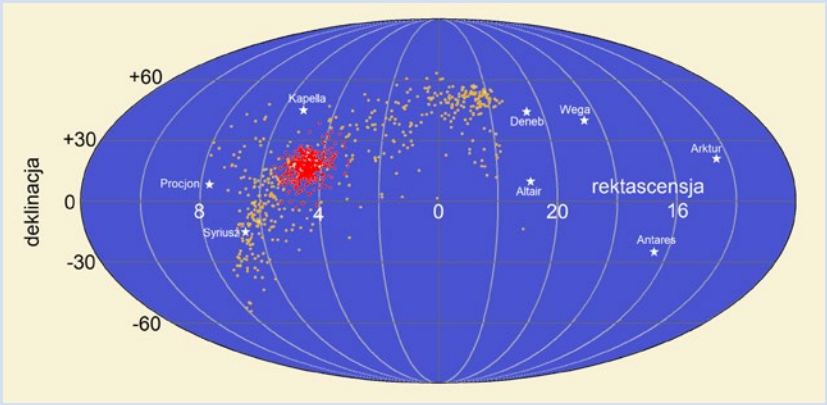
Luty – marzec 2019

4.2 Od dawna wiadomo, że gazowa składowa dysku Drogi Mlecznej nie jest płaska jak naleśnik, lecz wygięta na brzegach jak fantazyjnie wywinięte rondo kapelusza: z jednej strony centrum ku północy, z drugiej ku południowi. Najnowsza analiza pozycji 1339 cefeid klasycznych pokazała, że również młode gwiazdy tak się układają. Udało się przy tym wyznaczyć geometrię tego wygięcia. W promieniu 10 kpc od centrum dysk jest płaski. Dopiero dalej pojawia się odchylenie, symetrycznie po obu stronach, w odległości 20 kpc, odbiegając od płaszczyzny na 2 kpc. Z boku, nasza Galaktyka jest więc podobna do pokazanej obok galaktyki ESO 150-1. (ryc. niżej)

Źródło: ESO

7.2 Zapowiadanego wcześniej czołowego zderzenia naszej Galaktyki z M31 raczej nie będzie. Według nowych obliczeń, z wykorzystaniem danych zebranych dotychczas przez satelitę **Gaia**, składowa prędkości M31 styczna do sfery niebieskiej wynosi ok. 60 km/s, więcej niż sądzono (składowa radialna: –300 km/s). Wynikające stąd przyszłe losy Grupy Lokalnej przedstawia rys. obok. Jednak ostateczne połączenie Drogi Mlecznej z M31 jest nieuniknione.

11.2 Całkowitą masę naszej Galaktyki (włącznie z halo ciemnej materii) szacowano już wielokrotnie, uzyskując bardzo rozbieżne wyniki: od 0,5 do 3 × 10^{12} $M_\odot$. Tym razem wykonano dwa niezależne badania, z wykorzystaniem ruchów własnych gromad kulistych, pomierzonych przez satelitę **Gaia**. Uzyskano rezultaty w okolicy 1,3 × 10^{12} $M_\odot$. Choć niepewność wciąż jest duża, wychodzi na to, że to jednak Galaktyka, a nie M31, jest najmasywniejszym członkiem Lokalnej Grupy Galaktyk (całkowita masa M31: ~0,8 × 10^{12} $M_\odot$).

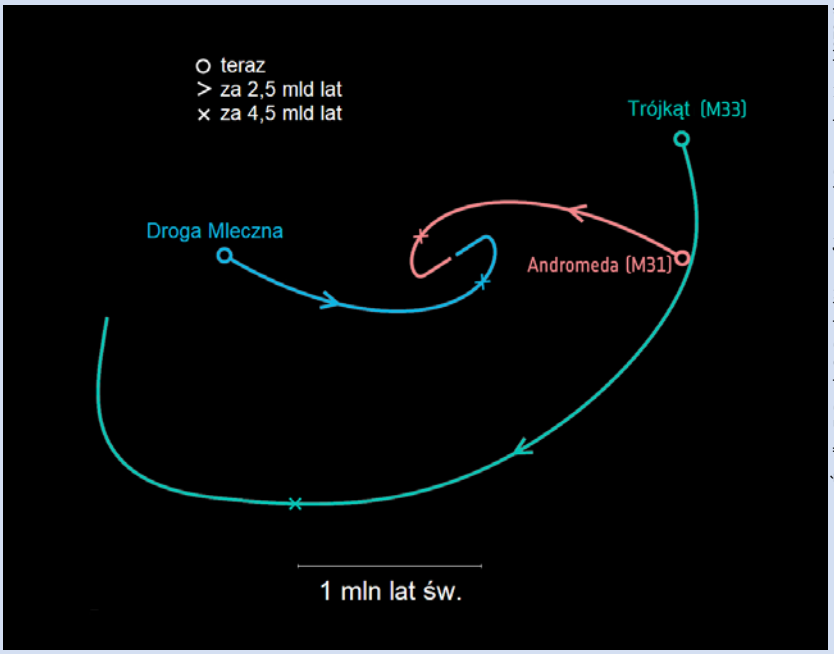


S. Röser i in. AAA 2019

15.2 Hiady, jakie obecnie znamy, to gromada złożona z ok. 500 gwiazd, dzielących wspólny ruch wokół centrum galaktyki. Ale gdy powstały ok. 650 mln lat temu, było ich dwa razy tyle. Przez ten czas, pod wpływem oddziaływań pływowych Galaktyki część z nich wybiegła w przód, a część pozostała w tyle. Wypatrzenie tych „zajęcy" i „maruderów" w mrowiu gwiazd tła stało się teraz możliwe dzięki precyzyjnym pomiarom ruchów własnych, wykonanym przez satelitę **Gaia**. Razem, gwiazdy wywodzące się z Hiad tworzą krzywe „cygaro", o długości 240 pc, rozciągające się na ponad pół nieba (rys. wyżej: żółte punkty to byłe Hiady, czerwone – obecne w/g danych S. Röser i in. AAA 2019, 621, L2). W podobny sposób rozpadają się i inne gromady otwarte, zapewne również ta, w której niegdyś powstało Słońce.

17.2 LOFAR – europejska sieć radioteleskopów, pracujących na niskich częstotliwościach (w tym trzy ośrodki polskie – zob. „Urania" 2/2019, s. 18) realizuje program stworzenia mapy całego północnego nieba na falach ok. 2 m z bezprecedensową czułością i rozdzielczością (sięgającą 6"). Opublikowano właśnie pierwszy zbiór wyników: mapy okolic Wielkiego Wozu i katalog ponad 325 tys. zarejestrowanych radioźródeł (dla 29% z nich nie znaleziono odpowiedników optycznych). To zaledwie 1/50 planowanej całości. Dzieło będzie więc monumentalne.

19.2 Według obliczeń, na ok. 1 s Syriusz zniknął z nieba, zakryty przez planetkę 4388 Jurgenstock.



Źródło: E. Patel, G. Besla (Univ. of Arizona), R. van der Marel (STScI)

ODKRYCIA I WYDARZENIA ASTRONOMICZNE

Zjawisko było widoczna w wąziutkim pasku przechodzącym głównie nad Pacyfikiem, przecinającym tylko Panamę oraz południe Chile i Argentyny. Nic nie słychać, by komukolwiek udało się je zaobserwować i choć przez chwilę oglądać niebo bez Syriusza.

19.2 Wokół białego karła LSPM J0207+3331, o temperaturze 6100 K, więc liczącego sobie ok. 3 mld lat, odkryto dysk pyłowy. Wiele białych karłów jest otoczonych dyskiem pyłowym, co łatwo wyjaśnić. W końcowych fazach ewolucji gwiazdy, jej ekspandująca otoczka wzbudza spore zamieszanie w jej układzie planetarnym. Niektóre ze skalistych ciał w końcu trafiają w pobliże powstałego białego karła i zostają rozerwane przez siły pływowe. Jednak proces ten powinien być dość krótkotrwały. Nic dziwnego, że wszystkie znane dotychczas białe karły z dyskami są młodsze od 1 mld lat. Ten jest trzy razy starszy.

28.2 Masy czarnych dziur powstałych w wyniku kolapsu wielkich gwiazd są nie większe od 100 $M_\odot$. Masy tych, które rezydują w centrach galaktyk, zaczynają się od 100 tys. $M_\odot$. Od lat trwają poszukiwania czarnych dziur o masach pośrednich, na razie bez choćby jednego niewątpliwego przykładu („Urania" 5/2018, s. 6). Jest kolejna kandydatura. W odległości zaledwie 7 pc od znajdującej się w centrum Drogi Mlecznej supermasywnej czarnej dziury (masa: 4 mln $M_\odot$), znaleziono strumienie gazu (nazwane wspólnie HCN-0.009-0.044) wirujące wokół niewidocznego obiektu, nie większego od Układu Słonecznego, lecz o masie 32 tys. $M_\odot$. Wg autorów analizy, musi to być nieaktywna czarna dziura.

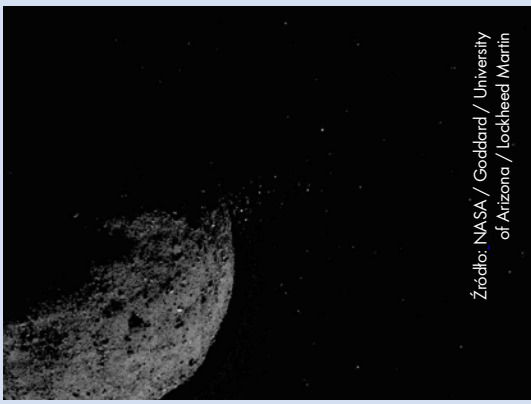
12.3 Katalog potwierdzonych planet pozasłonecznych liczy już 4000 obiektów.

19.3 Przedstawiono wstępne wnioski z przelotu sondy New Horizons obok krążącej w Pasie Kuipera planetoidy 2014 MU_{69} (zob. „Urania" 2/2019, s. 9). Ujrzeliśmy ciało w kształcie bałwana o długości ok. 35 km (fot. obok) złożone z dwóch spłaszczonych brył, które najwyraźniej uformowały się osobno, po czym delikatnie skleiły. W widmie odkryto pasma wody i metanolu (pośrednio świadczącego o obecności metanu). Powierzchnia jest ciemnoczerwona (średnie albedo 7%). To efekt obecności złożonych związków organicznych, tzw. tolinów, powstałych przez miliardy lat ekspozycji powierzchni na promieniowanie korpuskularne i ultrafioletowe.

19.3 Planetka Bennu jest tak maleńka, że aby opuścić jej powierzchnię na zawsze, wystarczy podskoczyć. Kamienie raczej nie skaczą. A jednak takie właśnie zjawisko zaobserwował próbnik Osiris-REX, krążący wokół Bennu od grudnia ub. r. (zob. „Urania" 2/2019, s. 9). Co jakiś czas od planetoidy odrywają się bryłki wielkości 1–10 cm (fot. obok). Przyczyna zjawiska jest na razie nieznana. Część z nich spada z powrotem, inne odlatują w przestrzeń międzyplanetarną. Być może niektóre z nich wpadają w końcu w ziemską atmosferę jako meteory, gdy co roku pod koniec września Ziemia przechodzi w pobliżu orbity Bennu.

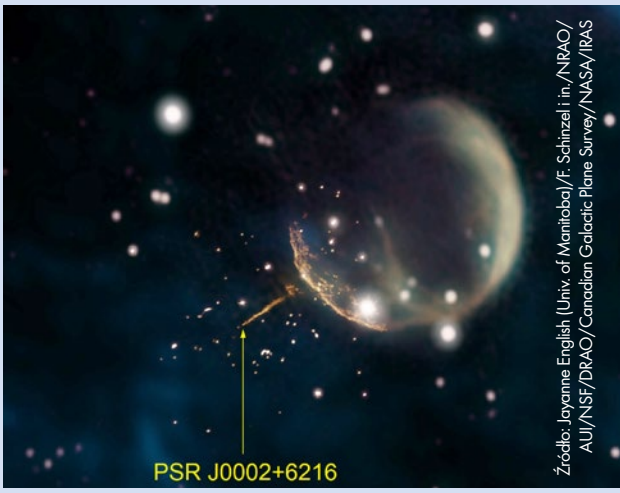
19.3 Znaleziono piękny przykład gwiazdy neutronowej, uciekającej z miejsca swego powstania. Pulsar PSR J0002+6216 ciągnie za sobą smugę materii, skierowaną wprost na centrum znajdującego się nieopodal ekspandującego bąbla o nazwie CTB 1, pozostałości po supernowej, która wybuchła ok. 10 tys. lat temu (ryc. obok to złożenie zdjęcia podczerwonego i kilku obrazów radiowych). To dowód, że ten pulsar jest efektem tej samej

Źródło: NASA/Johns Hopkins Univ. Applied Physics Lab./SwRI//Roman Tkachenko



Źródło: NASA / Goddard / University of Arizona / Lockheed Martin

eksplozji. Jej asymetria nadała mu ogromną prędkość, której składowa styczna wynosi co najmniej 1100 km/s. To więcej niż prędkość ucieczki z Galaktyki.



Źródło: Jayanne English (Univ. of Manitoba)/F. Schinzel i in./NRAO/AUI/NSF/DRAO/Canadian Galactic Plane Survey/NASA/IRAS

27.3 Wykonano pierwszą bezpośrednią obserwację egzoplanety techniką interferometrii optycznej. Sztuka jest wyjątkowo trudna, bo przedmiot badań, planeta HR8799e, jest odległa na niebie tylko o 0,4" od swej macierzystej gwiazdy (w zakresie bliskiej podczerwieni jaśniejszej od planety o 10^m). Wykorzystano więc działające wspólnie cztery 8-m teleskopy VLT, uzyskując rozdzielczość jednego teleskopu o średnicy ok. 100 m. Dzięki temu precyzyjnie zmierzono pozycję planety względem gwiazdy. Otrzymano również widmo planety w zakresie 2–2,5 μm, w którym widać pasmo CO. Z widma wydedukowano również temperaturę i przyspieszenie grawitacyjne na jej powierzchni, a pośrednio także promień i masę.

Wybrał i skomentował:
Marek Muciek

Luty – marzec 2019

5.02 Rakieta Ariane 5 wystartowała z Gujany Francuskiej, wynosząc na orbitę transferową do geostacjonarnej parę satelitów telekomunikacyjnych dla operatorów z Indii i Arabii Saudyjskiej. Był to pierwszy start europejskiej ciężkiej rakiety nośnej w tym roku.

6.02 W Iranie przeprowadzono drugą w odstępie kilku tygodni próbę rakiety orbitalnej. Obie jednak nie zakończyły się powodzeniem. Irańskie próby rakietowe budzą międzynarodowy sprzeciw. Stany Zjednoczone oskarżają Iran o rozwijanie w ten sposób technologii pocisków balistycznych dalekiego zasięgu. Iran twierdzi jednak, że ich program kosmiczny ma charakter cywilny.

6.02 Firma Iridium oficjalnie zakończyła usługi sieci telekomunikacyjnej pierwszej generacji Iridium. Z racji tego, że wszystkie satelity 2. generacji działają już na orbicie, transfer za pomocą starych satelitów ulegał zmniejszeniu, a kolejne urządzenia były deorbitowane.

Iridium posiada obecnie 75 satelitów Iridium-NEXT na niskich orbitach. Ich planowany czas działania to 15 lat. Firma świadczy usługi mobilnej komunikacji satelitarnej dla użytkowników na całym świecie.

13.02 NASA ogłosiła oficjalnie zakończenie misji łazika Opportunity. Kontakt z pojazdem utracono w czerwcu 2018 r., kiedy na Marsie szalała już globalna burza pyłowa. Przez ostatnie miesiące po jej ustaniu inżynierowie misji próbowali bezskutecznie nawiązać kontakt z łazikiem.

Misje łazików MER wysłanych w 2003 r. przekroczyły oczekiwania. Pojazd Spirit działał do 2011 r. Opportunity przekroczył ten czas o 7 lat, działając przez niemal 15. Opportunity przejechał łącznie 45 km. Dzięki urządzeniu uzyskaliśmy geologiczne dowody na płynącą w przeszłości Marsa wodę po powierzchni. W tej chwili na powierzchni Marsa działają jeszcze: łazik Curiosity i lądownik InSight.

21.02 Rosyjska rakieta Sojuz 2.1b wystartowała z kosmodromu Bajkonur w Kazachstanie, wysyłając na orbitę polarną satelitę obserwacyjnego dla rządu Egiptu EgyptSat-A. EgyptSat-A zastąpi uszkodzonego w 2015 r. (zaledwie rok po umieszczeniu na orbicie) satelitę EgyptSat 2.

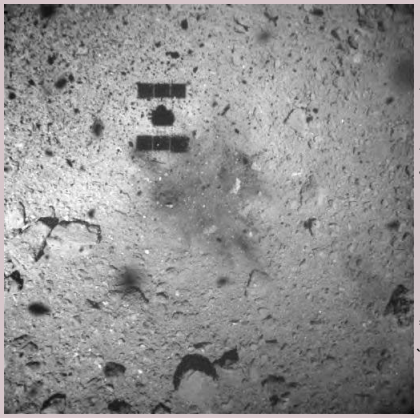
Źródło: SpaceX

Rakieta Falcon 9 startująca z indonezyjskim satelitą PSN-6 oraz pierwszym prywatnym lądownikiem księżycowym Beresheet

Źródło: NASA/JPL-Caltech/Uniwersytet w Arizonie

Zdjęcie satelitarne zachodniej krawędzi krateru Endeavour z zaznaczonym miejscem, gdzie łazik zakończył swoją misję

22.02 Rakieta Falcon 9 firmy SpaceX wykonała udaną misję orbitalną. Ładunkiem misji był satelita telekomunikacyjny PSN-6 pasma C i Ku dla Indonezji oraz komercyjny lądownik księżycowy Beresheet organizacji non-profit SpaceIL. Beresheet o własnym napędzie stopniowo podnosił swoją orbitę okołoziemską, aż w manewrze wykonanym 19 marca ustalił apogeum swojej orbity powyżej orbity Księżyca. W kwietniu statek został przechwycony przez grawitację naszego naturalnego satelity. Wtedy nastąpić też miała pierwsza w historii próba lądowania na powierzchni Księżyca prywatnego statku kosmicznego. Niestety, nie udało się...



Źródło: JAXA, University of Tokyo, Kochi University, Rikkyo University, Nagoya University, Chiba Institute of Technology, Meiji University, University of Aizu, AIST

Zdjęcie powierzchni Ryugu wykonane minutę po udanej operacji lądowania sondy Hayabusa2. Statek znajdował się wtedy około 25 m nad powierzchnią

22.02 Japońska sonda Hayabusa2 wykonała udane lądowanie na asteroidzie Ryugu. Przyziemienie trwało chwilę, statek dotknął specjalnym ramieniem powierzchni i wstrzelił metalowy pocisk, który spowodował dostanie się materiału skalnego do próbnika. Następnie sonda od razu oddaliła się do pozycji bazowej na wysokości 20 km. Próbki z asteroidy powrócą na Ziemię w 2020 r.

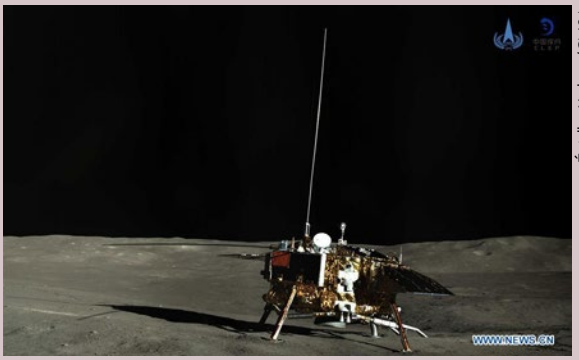
2.03 Rakieta Falcon 9 wystartowała po raz pierwszy w historii z kapsułą załogową Crew Dragon do Międzynarodowej Stacji Kosmicznej. Jest to jeszcze test bez załogi statku, który już w następnym locie zabierze astronautów do Międzynarodowej Stacji Kosmicznej. Crew Dragon to jeden z dwóch statków rozwijanych w ramach programu komercyjnego dostarczania załóg do ISS. Stany Zjednoczone dzięki statkom Starliner Boeinga i Crew Dragon firmy SpaceX mają uniezależnić się od rosyjskich Sojuzów w prowadzeniu misji załogowych do Międzynarodowej Stacji Kosmicznej.

6.03 Chiński lądownik i łazik misji Chang'e 4 zostały uruchomione na trzeci dzień księżycowy misji. Do 4 marca łazik Yutu2 przejechał 127 m.

MISJE I BADANIA KOSMICZNE

Podczas pierwszych dwóch dni księżycowych udało się mu wykonać pomiary spektroskopowe powierzchni Księżyca i wybranych skał. Satelita pośredniczący w komunikacji z misją uruchomił też już chińsko-holenderski eksperyment radioastronomiczny NCLE. Chang'e 4 to pierwsza w historii misja prowadzona na powierzchni niewidocznej z Ziemi strony Księżyca.

10.03 Z kosmodromu Xichang w Chinach wystartowała rakieta Długi Marsz 3B, która wyniosła na orbitę satelitę telekomunikacyjnego Chinasat 6C, przeznaczonego głównie do transmisji telewizyjnych. Był to 300. start rakiety z rodziny Długi Marsz. Rakieta Długi Marsz 1 zadebiutowała w 1970 r., wynosząc w przestrzeń kosmiczną pierwszego chińskiego sztucznego satelitę.



Źródło: Xinhua/CNSA

Panoramiczna fotografia lądownika misji Chang'e 4, wykonana przez łazik Yutu2

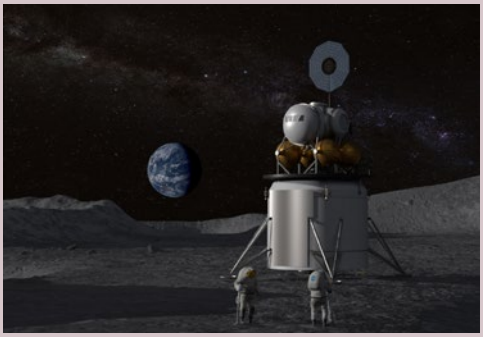
15.03 Rosyjska rakieta Sojuz FG wystartowała z Kazachstanu, wynosząc w kierunku Międzynarodowej Stacji Kosmicznej statek Sojuz MS-12 z trójką astronautów na pokładzie. W skład misji weszli: Aleksiej Owczynin (Rosja) i Tyler Hague (USA) – obaj 5 miesięcy wcześniej lądowali awaryjnie po nieudanym starcie – oraz Christina Koch (Kanada). Lot przebiegł pomyślnie i statek po czterech godzinach zadokował do orbitalnego kompleksu.

15.03 Rakieta Atlas V amerykańskiego konsorcjum ULA wyniosła na orbitę wojskowego satelitę telekomunikacyjnego WGS 10. Start odbył się z kosmodromu w Cape Canaveral na Florydzie. WGS to seria nowoczesnych satelitów przeznaczonych dla wojska amerykańskiego i sojuszników. Budowa sieci rozpoczęła się w 2007 r. Satelity operują na pasmach Ka i X.

22.03 Astronauci Anne McClain i Nick Hague wykonali udany spacer kosmiczny na zewnątrz Międzynarodowej Stacji Kosmicznej. Celem wyjścia był montaż kolejnego zestawu akumulatorów litowo-jonowych, które od 2017 r. stopniowo zastępują używane poprzednio baterie niklowo-wodorowe. 214. spacer w historii działania ISS trwał 6 godz. i 39 min.

26.03 Wiceprezydent Stanów Zjednoczonych Mike Pence ogłosił, że NASA powinna dążyć do przeprowadzenia załogowego lądowania w rejonie bieguna południowego Księżyca do końca 2024 r. To kontynuacja polityki obecnej administracji Białego Domu, która postanowiła przekierować program dalekich lotów załogowych w okolice Księżyca. Planowana jest budowa niewielkiej wokółksiężycowej stacji orbitalnej, skąd astronauci mieliby wykonywać misje do powierzchni naszego naturalnego satelity.

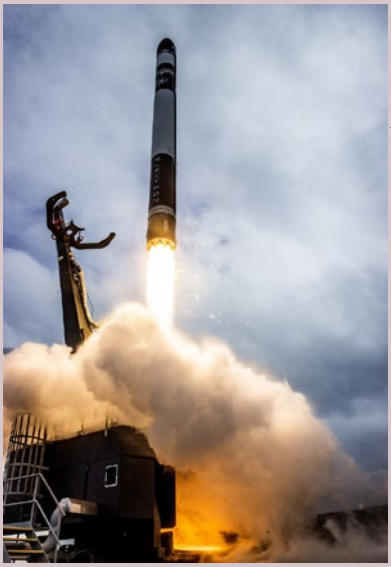
Do tej pory oficjalne plany agencji NASA zakładały lądowanie załogowe na Księżycu w 2028 r. Aby zrealizować nowy cel, potrzebne będą zmiany budżetowe oraz powodzenie w budowie i testowaniu na czas wszystkich niezbędnych komponentów misji m.in.: superciężkiej rakiety SLS, statku załogowego Orion i lądownika księżycowego.



Źródło: NASA

Koncepcja artystyczna załogowego lądownika na Księżycu z dwójką astronautów

27.03 Indie przeprowadziły udaną próbę broni antysatelitarnej. Kraj stał się więc czwartą potęgą kosmiczną zdolną do niszczenia satelitów na orbicie. Misja spowodowała powstanie kilkuset kosmicznych śmieci i chociaż zniszczony satelita indyjski znajdował się na niskiej orbicie, to wyśledzono fragmenty mające apogeum sięgające ponad 1000 km od powierzchni Ziemi. Niezależni obserwatorzy stwierdzili, że powstałe odłamki zagrażają 25 satelitom działającym w tej chwili na orbicie.



Źródło: Rocket Lab

Rakieta Electron startująca z satelitą R3D2 dla amerykańskiej badawczej agencji wojskowej DARPA

29.03 Rakieta Electron amerykańskiej firmy Rocket Lab wystartowała z kosmodromu w Nowej Zelandii, wynosząc w przestrzeń kosmiczną eksperymentalnego satelitę wojskowego dla Stanów Zjednoczonych R3D2. R3D2 to ważący 150 kg statek, testujący rozkładaną antenę membranową. Na orbicie antena rozłoży się do średnicy 2,25 m, a inżynierowie przez co najmniej pół roku będą testować jej działanie.

29.03 Astronauci Christina Koch i Nick Hague przeprowadzili drugi w tym miesiącu spacer kosmiczny na zewnątrz ISS. Celem wyjścia było naprawienie problemów z baterią przy panelach słonecznych oraz zainstalowanie kolejnego zestawu nowych baterii. Spacer trwał 6 godz. i 45 min. W kwietniu kolejny spacer powinien zakończyć trwający od 2017 r. proces wymiany akumulatorów głównego systemu zasilania stacji.

Wybrał i skomentował: Rafał Grabiański

Wymyśl nazwę dla polskiej egzoplanety!

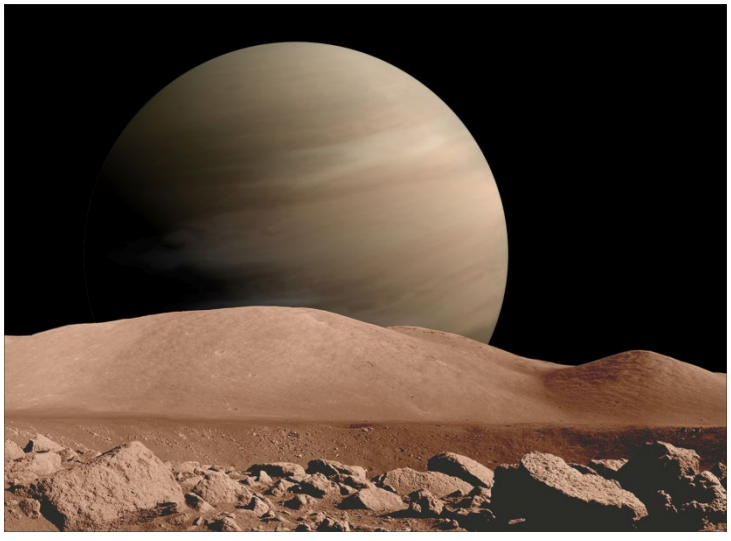
Z okazji swojego stulecia Międzynarodowa Unia Astronomiczna (IAU) postanowiła umożliwić to wszystkim mieszkańcom naszej planety. Każdy kraj otrzymał prawo nazwania jednej z planet i jej gwiazdy. W tym celu prowadzone są narodowe konkursy. Polscy organizatorzy już czekają na propozycje nazw. „Urania", jako patron medialny całej akcji, zachęca do udziału!

Konkurs IAU100 NameExoWorlds wystartował 6 czerwca i potrwa etapami do grudnia 2019 r. W pierwszej fazie zbierane są propozycje na nazwy dla planety i gwiazdy. Swój pomysł może nadesłać każdy, zarówno osoba indywidualna, jak i organizacja, instytucja, szkoła czy inny podmiot. Nazwy powinny mieć związek z Polską, np. historyczny, geograficzny, kulturowy. Wraz ze zgłoszeniem należy dołączyć krótkie uzasadnienie dla propozycji. Zgłoszenia przyjmowane są wyłącznie poprzez formularz na stronie internetowej www.iau100.pl/planety w terminie do 31 lipca 2019 r. Później, po wakacjach, nastąpi kolejny etap. Komitet konkursowy zweryfikuje zgłoszenia pod kątem zgodności z kryteriami ustanowiony przez IAU i wyłoni grupę nazw do publicznego internetowego głosowania. Ten etap potrwa do końca października. Ostateczne wyniki – oficjalne nazwy dla planet i ich gwiazd – zostaną ogłoszone przez IAU dla wszystkich krajów w grudniu 2019 r.

Polsce przypadła do nazwania planeta BD+14 4559 b. Obiekt ten został odkryty w 2009 r. przez zespół polskich naukowców, którym kierował prof. Andrzej Niedzielski z Centrum Astronomii UMK. Planeta jest rozmiarami i masą podobna do Jowisza (nieco większa), z kolei gwiazda jest mniejsza, mniej masywna i chłodniejsza od Słońca. Orbita planety jest dość eliptyczna, ale przebiega w ekosferze.

Gwiazdę BD+14 4559 nie jest trudno odnaleźć na niebie przy pomocy amatorskich teleskopów, a nawet lornetek. Jej jasność to 9,63 mag. Widoczna jest w konstelacji Pegaza, niedaleko granicy z gwiazdozbiorem Delfina.

Krzysztof Czart

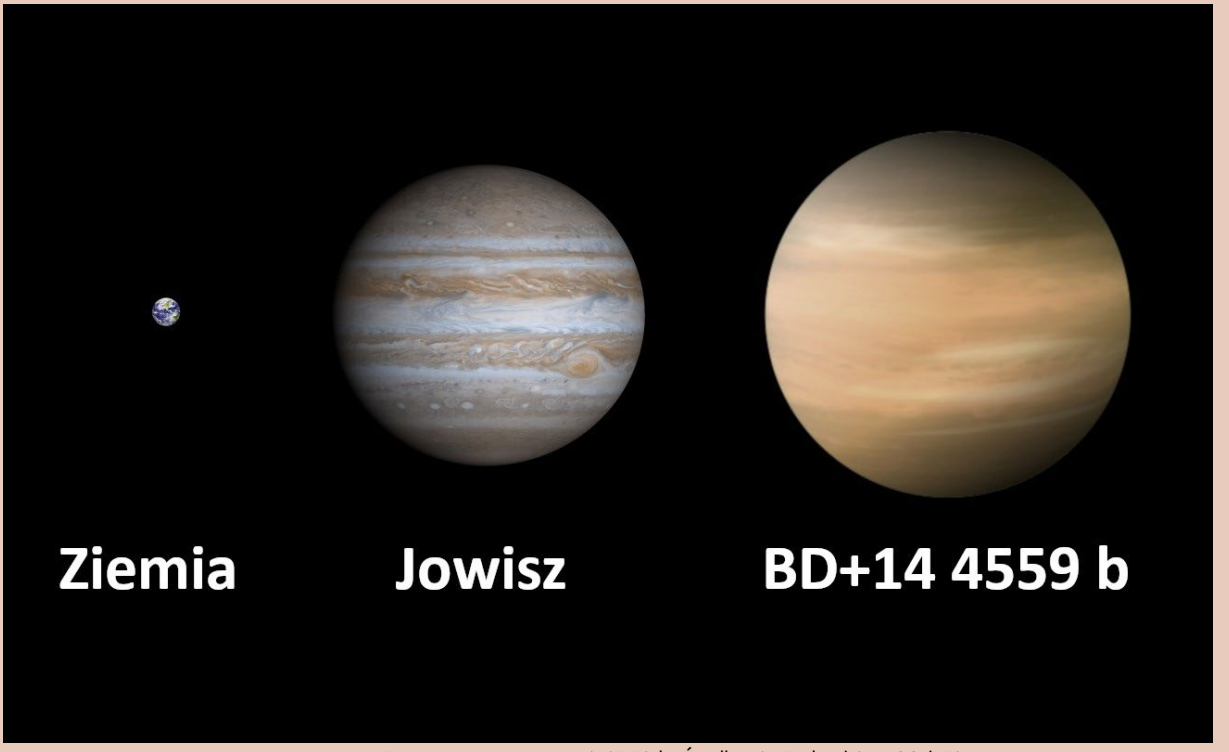


Artystyczna wizja planety BD+14 4559 b – widok na planetę z powierzchni jej hipotetycznego księżyca. Rys.: W. Zięba/IAU100/PTA

IAU100 NameExoWorlds

Sprawdźmy tranzyty!

Planetę BD+14 4559 b odkryto przy pomocy obserwacji spektroskopowych (metoda analizy prędkości radialnych), natomiast nie były prowadzone jakieś większe poszukiwania, czy w układzie tym występują tranzyty. Mamy tu więc pole do popisu dla miłośników astronomii: spróbujcie sprawdzić, czy może widać z Ziemi tranzyty „polskiej" planety. Więcej informacji na stronie konkursu.



Porównanie rozmiarów Ziemi, Jowisza i BD+14 4559 b. Źródło: W. Zięba/IAU100/PTA

Parametry „polskiej" planety	
Nazwa	BD +14 4559 b
Rok odkrycia	2009
Metoda odkrycia	prędkości radialne
Odkrywcy	A. Niedzielski, G. Nowak, M. Adamów, A. Wolszczan
Masa	1,04 $M_{Jowisza}$
Promień	1,23 $R_{Jowisza}$
Wielka półoś orbity	0,78 au
Ekscentryczność orbity	0,29
Okres orbitalny	268,9 dnia
Typ widmowy gwiazdy	K2V
Masa gwiazdy	0,86 $M_{Słońca}$
Temperatura efektywna gwiazdy	5008 K
Odległość do układu	161 lat świetlnych
Współrzędne	RA_{2000} 21:13:36.0, DEC_{2000} +14° 41′ 22″

Źródło danych: NASA Exoplanet Catalog oraz The Extrasolar Planet Encycloapedia

Wizualizacja układu BD+14 4559 i planety przygotowana przez NASA:

https://exoplanets.nasa.gov/exoplanet-catalog/7075/bd14-4559-b/

IAU
100 LAT POD WSPÓLNYM NIEBEM

Teleskop Horyzontu Zdarzeń zagląda do centrum galaktyki M87

Źródło: Teleskop Kosmiczny Hubble'a (NASA)

CIEŃ CZARNEJ DZIURY

Maciek Wielgus

10 kwietnia 2019 r., po dwóch latach intensywnej pracy od rejestracji danych w kwietniu 2017, zespół naukowców[1] związanych z projektem Teleskopu Horyzontu Zdarzeń (Event Horizon Telescope, EHT) zaprezentował światu pierwszy obraz czarnej dziury. Do jego rejestracji wykorzystano wirtualny teleskop o średnicy Ziemi. W tym artykule opowiem, co to właściwie znaczy, w jaki sposób uzyskaliśmy ten historyczny obraz i dlaczego jest to ważny krok dla astronomii.

MATEMATYCZNE KURIOZUM?

Koncepcja czarnych dziur pojawiła się w nauce w 1916 r. jako niezwykła konsekwencja równań ogólnej teorii względności (OTW) Alberta Einsteina. Równania te dopuszczają istnienie rozwiązań, dla których cała masa jest skupiona w centralnym punkcie, *osobliwości*, otoczonym silnie zakrzywioną czasoprzestrzenią. Wokół osobliwości znajduje się szczególna powierzchnia, *horyzont zdarzeń*. Zgodnie z równaniami OTW żaden materialny obiekt, światło ani informacja po przekroczeniu tej powierzchni nie może powrócić do zewnętrznej części Wszechświata. Istnienie horyzontu zdarzeń to właśnie definiująca własność czarnych dziur.

Tego rodzaju rozwiązania były do lat 60. traktowane jako matematyczne kuriozum, sam Einstein uważał, że czarne dziury nie mogą zaistnieć w naturze w realistycznych warunkach. Przez kolejne dekady astronomowie dostarczyli jednak wielu przesłanek sugerujących, że tym razem Einstein mógł nie mieć racji, a czarne dziury są rzeczywistymi obiektami, powszechnie występującymi we Wszechświecie. Szczególną klasą tych obiektów są supermasywne czarne dziury, ważące od milionów do miliardów mas Słońca, otoczone *dyskiem akrecyjnym* składającym się z rozgrzanego, świecącego gazu spadającego na horyzont zdarzeń. Wiele wskazywało na to, że stanowią one centra galaktyk, ale do tej pory brakowało na to bezpośredniego obserwacyjnego dowodu.

Chociaż teleskopowa obserwacja czarnej dziury jest niemożliwa z definicji (w końcu nawet światło nie może opuścić horyzontu!), to jej obecność pozostawia ślad w obrazie otaczającej ją materii, rozgrzanej do miliardów kelwinów plazmy, emitującej *promieniowanie synchrotronowe* w wyniku oddziaływania z polem magnetycznym. Ślad ten, tak zwany *cień czarnej dziury*, jest efektem ogromnego zakrzywienia czasoprzestrzeni i ma na obrazie formę pierścienia, którego średnicę dokładnie wyznaczają równania teorii względności. Dla nierotującej czarnej dziury wielkość cienia to

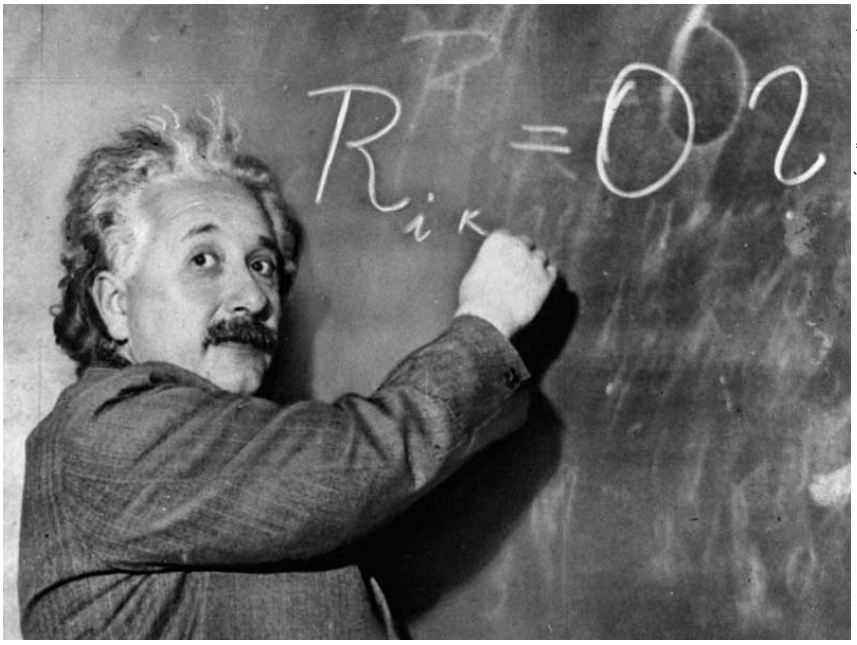
$$D = \sqrt{27}\, R_S \approx 5{,}2\, R_S = 5{,}2 \times \frac{2GM}{c^2},$$

gdzie R_S oznacza promień horyzontu czarnej dziury, tzw. *promień Schwarzschilda*, który jest jednoznacznie wyznaczony przez masę czarnej dziury M, stałą grawitacji Newtona G i prędkość światła w próżni c. Dla rotującej czarnej dziury cień jest nieznacznie mniejszy.

EHT — TELESKOP WIELKOŚCI ZIEMI

W pogodną wiosenną noc możemy przy pomocy lornetki dostrzec w gwiazdozbiorze Panny galaktykę M87. Chociaż z naszej perspektywy to niepozorny rozmyty obłoczek, w rzeczywistości jest to supergigantyczna galaktyka eliptyczna, jedna z najmasywniejszych znanych nam galaktyk we Wszechświecie. Wyróżnia ją nie tylko rozmiar, ale i bardzo dobrze widoczny dżet — struga materii wystrzeliwana z ogromną energią i prędkością bliską prędkości światła z centralnej części obiektu. W samym środku galaktyki M87 znajduje się supermasywna czarna dziura, która ze względu na dużą masę i relatywnie niewielką odległość od Drogi Mlecznej ma największy rozmiar kątowy widziany z Ziemi ze wszystkich tego rodzaju obiektów, nie licząc centrum naszej własnej Galaktyki. Z tego względu czarna dziura w M87 została wybrana na cel obserwacyjny Teleskopu Horyzontu Zdarzeń (EHT). Naukowcy uważają, że to właśnie ten centralny obiekt napędza emisję dżetu, transformując energię rotacyjną czarnej dziury w energię kinetyczną i promienistą strugi materii i energii, przy pośrednictwie pola magnetycznego. Jest to tak zwany *mechanizm Blandforda-Znajka*.

Największy problem z teleskopową obserwacją cienia czarnej dziury



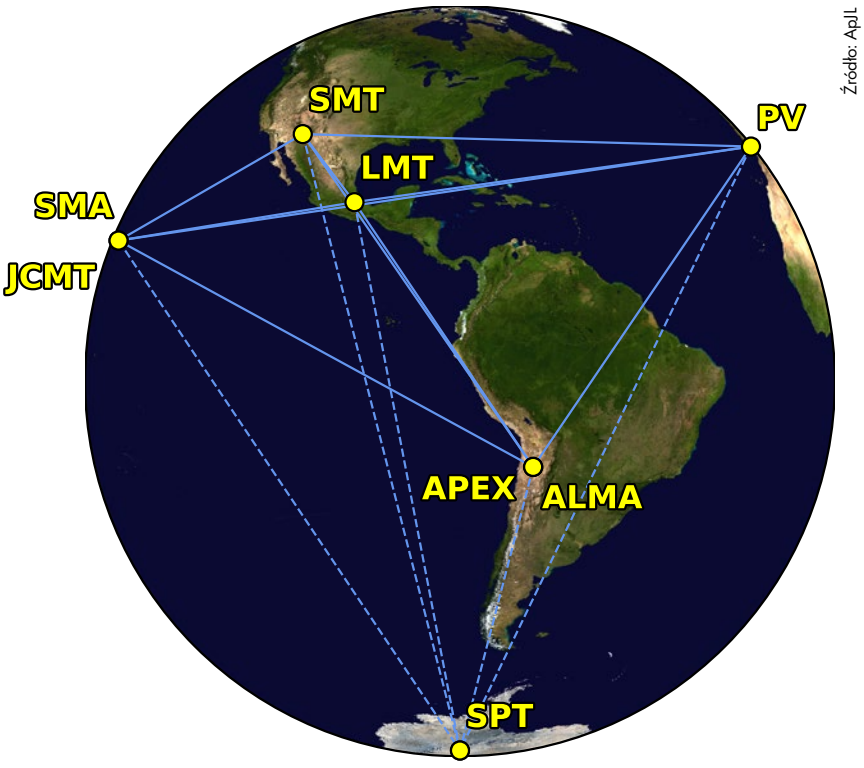
Źródło: Bettmann Archive

Albert Einstein rozważa szczególne rozwiązania równań OTW

[1] Oprócz autora artykułu w pracach zespołu Teleskopu Horyzontu Zdarzeń brała jeszcze udział prof. Monika Mościbrodzka, obecnie z Radboud University w Nijmegen w Holandii (red.)

jest związany z rozdzielczością. Supermasywna czarna dziura w centrum galaktyki M87 jest co prawda gigantem o masie kilku miliardów Słońc i średnicy porównywalnej z rozmiarami Układu Słonecznego, ale z odległości 53 mln lat świetlnych wielkość kątowa jej cienia to zaledwie około 40 mikrosekund łuku (sic!). Odpowiada to wykonaniu z Ziemi zdjęcia pomarańczy znajdującej się na Księżycu! Z tego względu jeszcze 40 lat temu pomysł zobrazowania czarnej dziury wydawał się fantazją. Rozdzielczość teleskopu r (liczona w radianach) opisana jest równaniem $r = \lambda/D$, gdzie λ to długość fali światła użyta do obserwacji, a D jest średnicą teleskopu. Równanie to oznacza, że potrzebujemy jak najkrótszej fali i jak największego teleskopu. Z kilku powodów, takich jak emisja ze źródła, przejrzystość i stabilność ziemskiej atmosfery, najkrótsza długość fali, jaką mogliśmy wykorzystać, to λ około 1 milimetra, odpowiadająca częstości 230 GHz. Aby zobrazować strukturę o średnicy 40 mikrosekund łuku kątowego, potrzebujemy rozdzielczości co najmniej 20 mikrosekund łuku, to jest około 0,0000000001 radiana (1/10 miliardowej części). Dla takich parametrów dostajemy z równania na rozdzielczość D = 10 000 km, czyli bardzo blisko średnicy Ziemi. Nie ma tak ogromnych teleskopów!

Na szczęście postęp technologiczny drugiej połowy XX w. przyniósł rozwój techniki interferometrii wielkobazowej (ang. *very long baseline interferometry*, VLBI), która umożliwia wykorzystanie odległych, fizycznie rozłączonych radioteleskopów jako fragmentów zwierciadła pojedynczego gigantycznego instrumentu. W ten właśnie sposób możemy otrzymać wirtualny teleskop o średnicy planety. Najdłuższa baza (odległość między dwoma teleskopami) dla obserwacji M87 przez EHT ma ponad 11 000 km długości i rozciąga się pomiędzy Hiszpanią a Hawajami. Nasz wirtualny radioteleskop ma co prawda ogromny planetarny talerz, ale zaledwie 8 punktów na tym talerzu, radioteleskopów biorących udział w kampanii obserwacyjnej EHT, daje użyteczny sygnał. Sytuację ratuje rotacja Ziemi, która efektywnie pozwala wykonać pomiary, używając innych punktów talerza wirtualnego teleskopu. Za wynalezienie techniki umożliwiającej wykorzystanie tego efektu, nazwanej



Źródło: ApJL

Teleskop Horyzontu Zdarzeń w roku 2017, skróty oznaczają obserwatoria uczestniczące w projekcie. W rzeczywistości niektóre z obserwatoriów (ALMA, SMA) to systemy wielu anten. Liniami przerywanymi są zaznaczone bazy do South Pole Telescope (SPT), będącego częścią EHT, ale niebiorącego udziału w obserwacjach M87, która nie jest widoczna z Bieguna Południowego

syntezą apertury, Martin Ryle i Tony Hewish otrzymali Nagrodę Nobla z fizyki w 1974 r.

W roku 2009 rozpoczęły się prace nad stworzeniem Teleskopu Horyzontu Zdarzeń, globalnej sieci VLBI zdolnej do wykonania obserwacji w falach długości 1 milimetra[1]. Przez kilka lat były prowadzone testy, niezbędny sprzęt był wysyłany do kolejnych radioteleskopów, a coraz lepsze podzespoły elektroniczne umożliwiły zwiększanie czułości i rejestrację większej ilości danych. Wreszcie, w kwietniu 2017 r. Teleskop Horyzontu Zdarzeń skierował talerze radioteleskopów w stronę centrum galaktyki M87 i wykonał obserwację z największą rozdzielczością, czułością oraz ilością zebranych danych w historii radioastronomii.

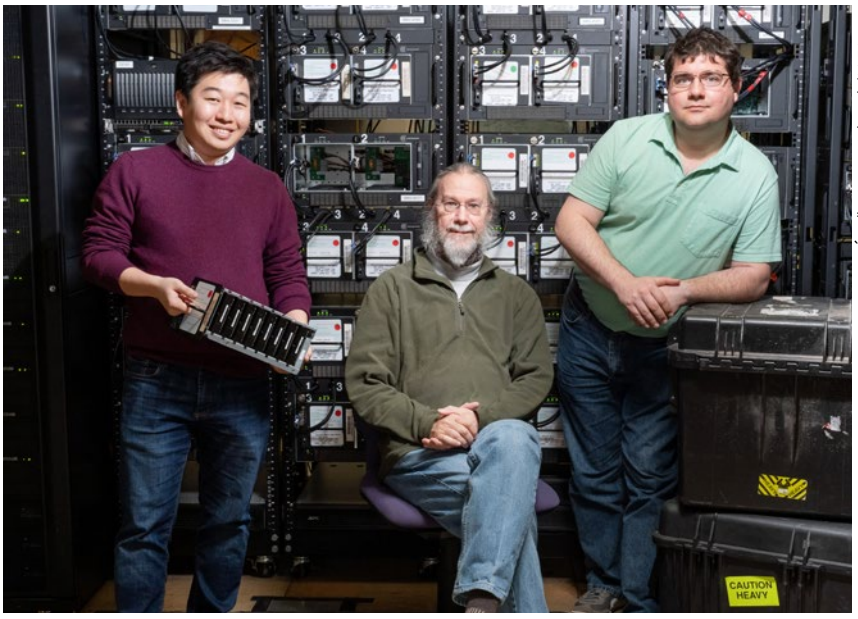
[1] Właśnie długość fali określa unikatowość projektu w skali obserwacji VLBI. Z jednej strony wymaga to dokładności wykonania poszczególnych anten znacznie poniżej 1 mm, jak i odpowiednich systemów odbiorczych. Z tą samą precyzją muszą być podczas korelacji danych usunięte zapóźnienie czoła fali pomiędzy poszczególnymi odbiornikami. Wyklucza to z obserwacji większość starszych teleskopów sieci VLBI, w tym i polską antenę 32 m w Piwnicach pod Toruniem (red.)

JAKA TO MELODIA?

Interferometria bardzo różni się od fotografii. Dlatego wolimy mówić o „obrazie" niż „zdjęciu" czarnej dziury. W muzycznej analogii fotografia odpowiada nagraniu utworu muzycznego, a interferometria znalezieniu zapisu nutowego utworu. Nieco bardziej uczenie, nasze nuty odpowiadają tzw. *zespolonym współczynnikom Fourierowskim* albo *częstościom przestrzennym obrazu*. Kontynuując tę muzyczną analogię, interferometria wielkobazowa odpowiada odnalezieniu niepełnego zapisu nutowego i próbie rekonstrukcji utworu na tej podstawie. Pomiędzy surowym sygnałem elektrycznym rejestrowanym przez teleskopy a finalnymi danymi (nutami) znajduje się jednak wiele kroków redukcji i kalibracji. Pierwszy krok to zebranie danych w jednym miejscu. I już tu napotykamy trudności. Podczas kampanii obserwacyjnej zarejestrowano łącznie około 5 PB (petabajtów) danych. Przesłanie takiej ilości danych przy użyciu szybkiego łącza internetowego (10 Mbit/s) trwałoby ponad 100 lat! Zupełnie pomijamy tu fakt, że ze względu na wrażliwość

obserwacji w falach milimetrowych na warunki atmosferyczne teleskopy EHT znajdują się w miejscach takich jak pustynia Atacama, szczyt Maunakea albo Biegun Południowy, gdzie bardzo trudno o szybki internet. Z tego względu zapisane dyski twarde są fizycznie transportowane do centrów przetwarzania — *korelatorów*, znajdujących się w Instytucie Maxa Plancka w Bonn w Niemczech i w Obserwatorium MIT Haystack w USA. Korelatory synchronizują strumienie danych z każdej z par teleskopów, korzystając z modelu geometrycznego Ziemi, współrzędnych teleskopów i źródła oraz bardzo dokładnych informacji o czasie rejestracji danych, które zapewniają wykorzystywane przez EHT zegary atomowe. Po takiej synchronizacji sygnały są, nomen omen, korelowane, to znaczy mnożone i uśredniane. Ponieważ szum rejestrowany przez odległe od siebie teleskopy jest zupełnie niezależny, jest on odsiewany w tym procesie, a sygnał wzmacniany. Dzięki uśrednieniu objętość całego zbioru danych maleje do około terabajta.

W kolejnych krokach stosowane są dokładniejsze metody kalibracji, usuwające w adaptacyjny sposób wpływ turbulencji atmosferycznych i skalujące wyniki do fizycznej jednostki *spektralnej gęstości strumienia promieniowania*, którą typowo w radioastronomii jest Jansky (10^{-26} wata na metr kwadratowy na herc). Na tym etapie możliwe jest dalsze uśrednienie danych, podnoszące stosunek sygnału do szumu i zmniejszające zbiór danych do pojedynczych megabajtów. Dodatkową pomocą dla kalibracji jest fakt, że dwie pary teleskopów znajdują się w tych samych geograficznych lokacjach, umożliwiając wzajemną



Źródło: Bryce Vickmark/MIT News

Kazu Akiyama, Geoff Crew i Vincent Fish, naukowcy z MIT Haystack Observatory z korelatorem. Kazu trzyma moduł składający się z 8 dysków twardych o pojemności 8 TB (terabajtów) każdy, z tyłu ponad 20 takich modułów podłączonych do korelatora

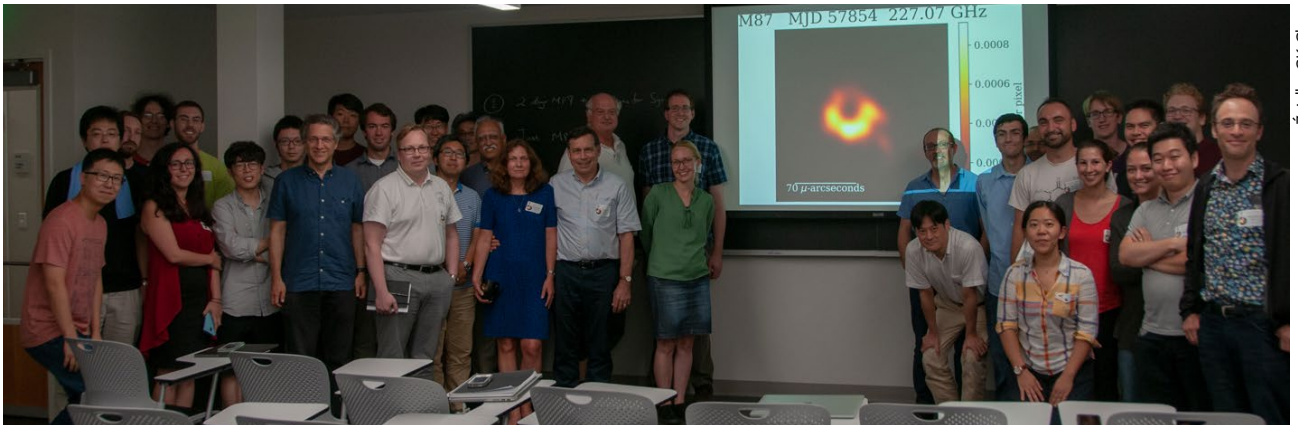
weryfikację wyników. Dopiero po pełnej kalibracji możemy wykorzystać dane do rekonstrukcji obrazu, który finalnie opisany jest przez zaledwie kilkaset liczb zespolonych (nut w naszej muzycznej analogii), czyli tylko kilka kilobajtów informacji.

OBRAZY Z CHMURY

Rekonstrukcja obrazu z niekompletnych fourierowskich danych jest w ogólności trudnym matematycznym problemem bez jednoznacznego rozwiązania. Może istnieć wiele obrazów, różniących się niektórymi detalami, o podobnym poziomie zgodności z danymi. Zwłaszcza w przypadku obrazu obiektu, którego nigdy wcześniej nie widzieliśmy, ważne jest zatem uniknięcie uprzedzeń i dokonanie szerokiego przeglądu przestrzeni dopuszczalnych rekonstrukcji. Pozwala to zrozumieć, jak bardzo możemy ufać uzyskanym obrazom.

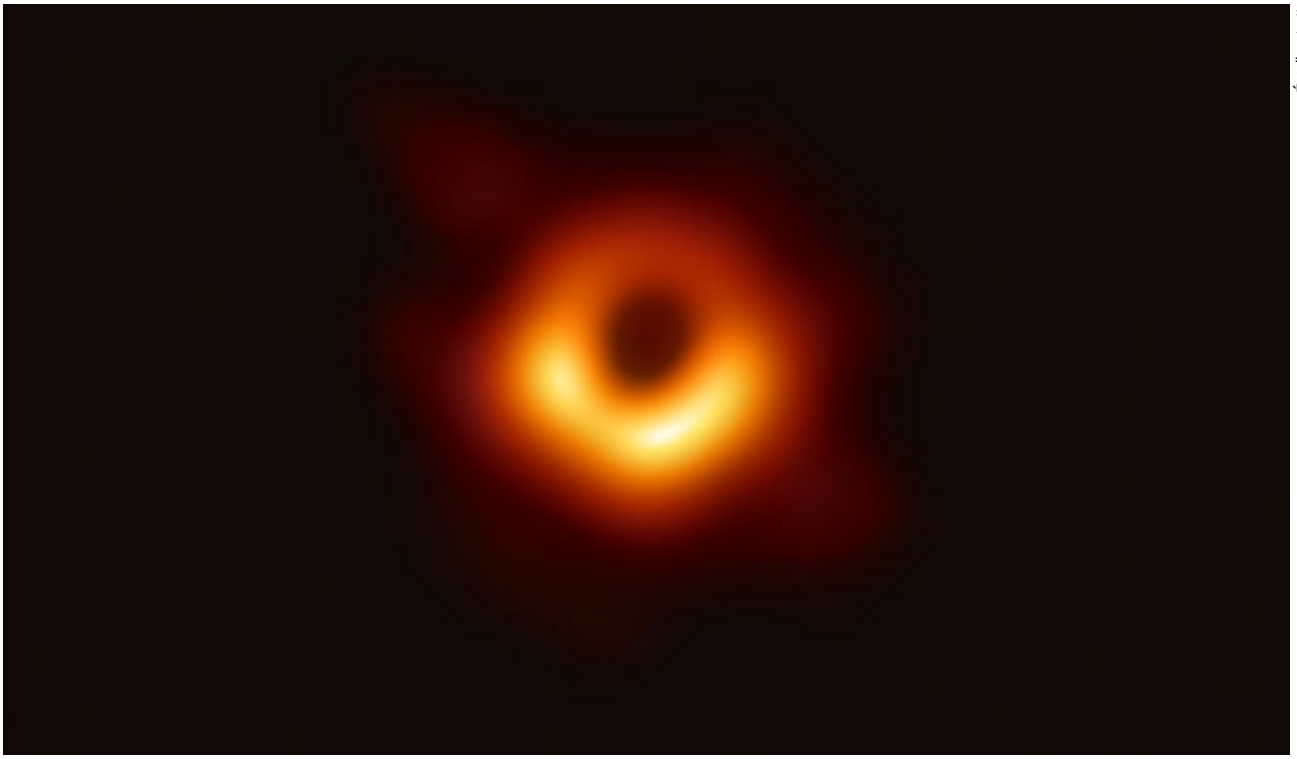
Tworzenie obrazu podzielone zostało na dwa etapy. W pierwszym etapie zaangażowani naukowcy zostali podzieleni na 4 oddzielne zespoły. Ich celem było niezależne zobrazowanie danych, z wykorzystaniem dowolnych dostępnych algorytmów, bez kontaktu z pozostałymi zespołami. Po 6 tygodniach indywidualnych wysiłków 4 zespoły spotkały się w Cambridge, Massachusetts, w instytucie Black Hole Initiative na Uniwersytecie Harvarda, by po raz pierwszy porównać uzyskane rezultaty. Wszyscy mogli odetchnąć z ulgą, widząc 4 podobne pierścienie!

Kolejna część prac polegała na dokonaniu wielu rekonstrukcji, wykorzystując



Źródło: CK Chan

Członkowie EHT pozują z pierwszym obrazem centrum M87, średnią z obrazów uzyskanych przez 4 niezależne zespoły. Wśród uczestników Monika Mościbrodzka z Uniwersytetu Radboud i Maciek Wielgus z Uniwersytetu Harvarda



Źródło: ApJL

Finalny obraz centrum galaktyki M87 otrzymany przez Teleskop Horyzontu Zdarzeń

3 różne metody obrazowania i badając wpływ poszczególnych parametrów algorytmu. Na tym etapie stworzono setki tysięcy rekonstrukcji obrazu czarnej dziury, wykorzystując *techniki chmury obliczeniowej* i oceniając poszczególne algorytmy metodami *uczenia maszynowego*, na podstawie jakości rekonstrukcji obrazów dla syntetycznych zbiorów danych. Tak szeroki przegląd pozwolił wybrać optymalne parametry dla każdej z metod. Wreszcie, wyniki trzech metod zostały przeskalowane do wspólnej rozdzielczości i uśrednione, dając finalny obraz centrum M87, opublikowany 10 kwietnia 2019 r.

CZEGO NIE WIDAĆ?

Co tak właściwie widzimy na tym sławnym już obrazie? Jasny pierścień i centralne pociemnienie to właśnie cień czarnej dziury. Chociaż nie możemy zobaczyć samego horyzontu zdarzeń, głębia pociemnienia daje silny argument o jego istnieniu. Zmierzona średnica pierścienia pozwala obliczyć masę czarnej dziury jako $6{,}5 \pm 0{,}7 \times 10^9\ M_\odot$, czyli 6,5 miliardów mas Słońca. Masa ta okazała się być zgodna z historycznym pomiarem z 2011 r., wykorzystującym dyspersję prędkości gwiazd w galaktyce M87. Konkurencyjny pomiar, wykorzystujący dynamikę gazu i dający około dwukrotnie mniejszą masę, został odrzucony jako niezgodny z wynikami EHT. Ponieważ „gwiazdowy" pomiar nie wykorzystuje teorii względności, uzyskaliśmy w ten sposób test OTW i najbardziej wiarygodny do tej pory dowód, że supermasywne czarne dziury rzeczywiście stanowią centra galaktyk. Kształt pierścienia wynika z ogromnej krzywizny czasoprzestrzeni, zmuszającej fotony do poruszania się po bardzo silnie zakrzywionych trajektoriach. Porównując obrazy z wynikami zaawansowanych symulacji numerycznych (general relativistic magnetohydrodynamics, GRMHD) udało się również wskazać, że jest to najprawdopodobniej rotująca czarna dziura, a kierunek jej rotacji jest zgodny ze wskazówkami zegara. Interesujące jest również to, czego nie widzimy — na obrazie nie ma śladu dżetu. Prawdopodobnie jest on dużo mniej jasny od pierścienia i przy obecnej jakości rekonstrukcji tonie w szumie i niepewnościach obrazu. Ponadto, zespół EHT wykonał rekonstrukcję obrazu niezależnie dla 4 nocy obserwacji M87 pomiędzy 5 a 11 kwietnia 2017 r. Skalibrowane dane jednoznacznie wskazują na ewolucję obserwowanej struktury w czasie, ale bardzo trudno jest zinterpretować, co te zmiany dokładnie oznaczają dla obiektu — przy dostępnej rozdzielczości zrekonstruowane obrazy ze wszystkich dni wyglądają bardzo podobnie. Nie zmienia to faktu, że nie tylko widzimy olbrzymią czarną dziurę w M87, ale również wiemy, że jej obraz zmienia się na naszych oczach!

ŚWIETLANE PERSPEKTYWY EHT

Pierwsze wyniki Teleskopu Horyzontu Zdarzeń są przede wszystkim demonstracją możliwości nowego instrumentu obserwacyjnego. Przed nami kolejne rezultaty, między innymi dotyczące polaryzacji promieniowania, która da nam dostęp do badania struktury pola magnetycznego w otoczeniu czarnej dziury. Jest to niezmiernie interesujący temat ze względu na możliwość wyjaśnienia zjawiska tworzenia dżetu, które prawie na pewno wymaga udziału pola magnetycznego o bardzo szczególnej geometrii. Ponadto możemy spodziewać się pierwszych wyników dotyczących centrum naszej własnej Galaktyki — Drogi Mlecznej, gdzie według przewidywań znajduje się czarna dziura o masie 4 milionów Słońc, Sagittarius A. W przeciwieństwie do M87, zmieniającego się niewiele w ciągu tygodnia obserwacji, obraz Sagittariusa zmienia się w skali minut, co jest z jednej strony dodatkową trudnością w kalibracji i analizie danych, ale z drugiej strony otwiera ogromne możliwości badania dynamiki przepływu akrecyjnego w najbliższym otoczeniu czarnej dziury i być może wykonania w przyszłości znacznie bardziej dokładnych

testów teorii względności. Wobec tych niezwykłych wyników niemal blednie fakt, że EHT dostarczy również nowych obrazów odległych galaktyk i kwazarów, takich jak 3C279 lub Centaurus A, z rozdzielczością może nie na poziomie horyzontu zdarzeń, ale i tak lepszą niż kiedykolwiek wcześniej.

W następnych latach EHT będzie przeżywał intensywny rozwój, kolejne teleskopy wejdą w skład sieci i już w 2020 r. będzie ich łącznie 11. Rozwój technologii i algorytmów redukcji danych pozwoli na dalsze zwiększenie czułości. Podejmowane są też, po raz pierwszy w historii interferometrii wielkobazowej, próby wykorzystania jeszcze wyższej częstości, 345 GHz (fala długości 0,87 milimetra). Wykorzystanie tej częstości dałoby możliwość zwiększenia rozdzielczości o kolejnych 50%. Wreszcie, trwają prace koncepcyjne nad możliwością poszerzenia sieci EHT o radioteleskop umieszczony na orbicie. Wszystkie te zmiany pozwolą na wykonanie lepszych, dokładniejszych obrazów badanych źródeł i unikalne obserwacje ich zmiennego charakteru. Najbliższe lata będą na pewno niezwykle ciekawe dla wszystkich zainteresowanych badaniami czarnych dziur!

Słowniczek skrótów i wybranych pojęć

EHT – ang. Event Horizon Telescope, inaczej Teleskop Horyzontu Zdarzeń, interferometryczny system radioteleskopów na falach rzędu 1 mm.

VLBI – ang. Very Long Baseline Interferometry, czyli radiowa interferometria wielkobazowa, system radioteleskopów rozstawionych na całej Ziemi, pracujących jako fragmenty teleskopu globalnego, o rozdzielczości odpowiadającej rozmiarów pomiędzy teleskopami i czułości będącej sumą czułości poszczególnych teleskopów.

Synteza apertury – wykorzystanie obrotu Ziemi do pokrycia większej (niż wynika z chwilowego położenia) powierzchni teleskopu globalnego w obserwacjach interferometrycznych (technika VLBI).

Promieniowanie synchrotronowe – nietermiczne promieniowanie generowane przez naładowane cząstki poruszające się po spiralnych torach wzdłuż linii pola magnetycznego z prędkością bliską prędkości światła. Silne pole magnetyczne wokół czarnej dziury pochodzi z kompresji pierwotnego pola w galaktyce przez dysk akrecyjny.

Promień Schwarzschilda – inaczej promień horyzontu $R_S = 2GM/c^2$, którego wartość wynika z porównania prędkości ucieczki z prędkością światła (G – stała grawitacji, M – masa czarnej dziury, c – prędkość światła).

Mechanizm Blandforda-Znajka – unikatowy mechanizm transferu energii rotacji czarnej dziury do dysku akrecyjnego opracowany przez Rogera Blandforda i polskiego fizyka Romana Znajka.

Dysk akrecyjny – pierścień obdarzonej lepkością materii wokół centrum grawitacyjnego. Lepkość powoduje powolne spadanie (spiralowanie) materii na centrum grawitacyjne. Wyzwalana energia grawitacyjna podgrzewa dysk i powoduje jego świecenie. Dyski akrecyjne towarzyszą zarówno gwiazdom w układach podwójnych, transportując materię pochodzącą z towarzysza, jak i masywnym czarnym dziurom, transportując materię wraz z polem magnetycznym, pochodzącą z galaktycznej materii rozproszonej i z rozrywanych gwiazd.

Odcinek 78: „Zdjęcie czarnej dziury"
rozpoczyna serię 45 nowych odcinków programu,
a w nim
nowa czołówka
nowe studio
nowe odkrycia
i sukcesy polskiej astronomii

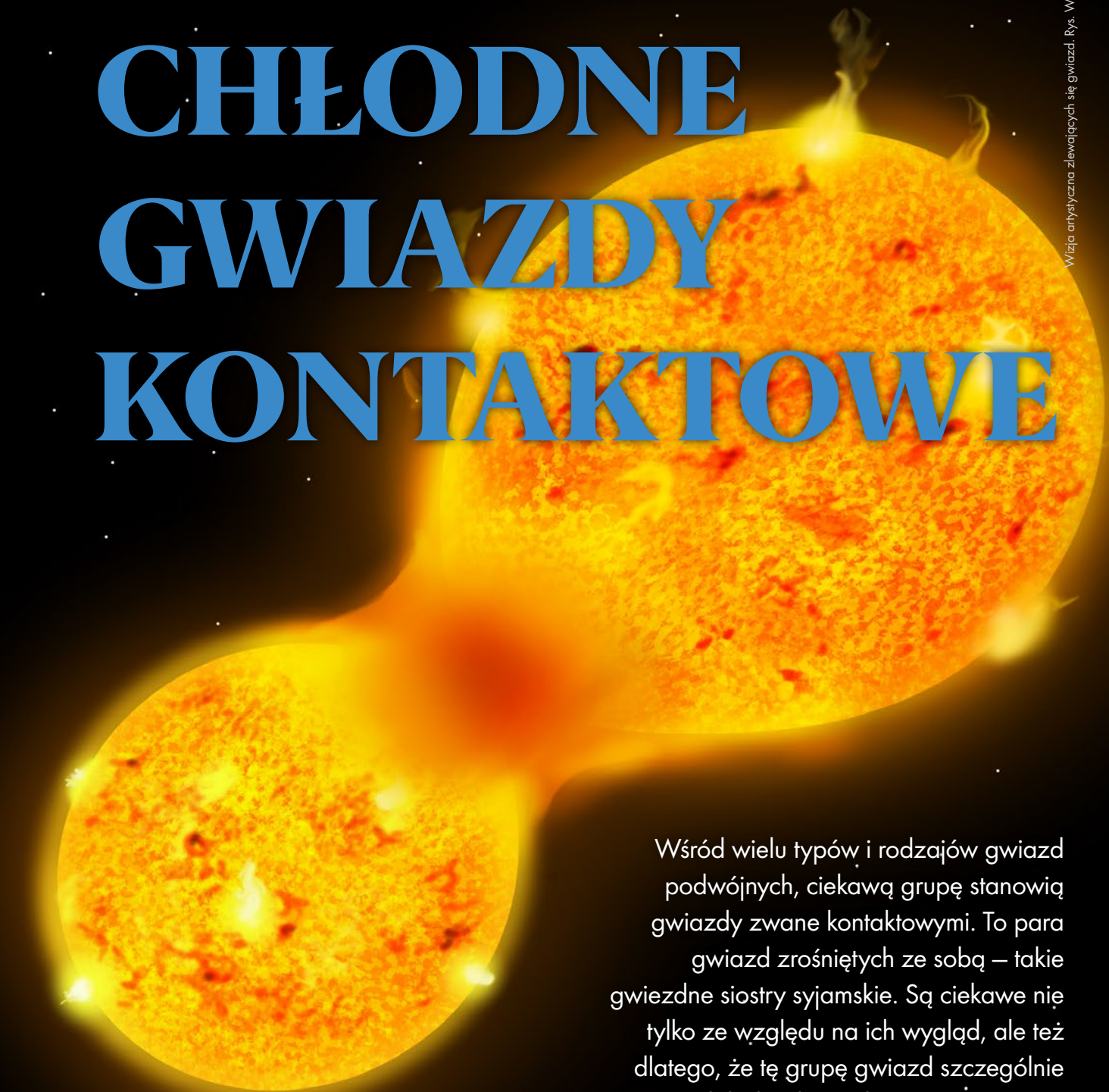
Emisje TVP3 czwartek/piątek 17.00 i 1.00;
sobota 7.05 i 23.35

Wszystkie odcinki na YouTube:
https://www.youtube.com/AstronariumPl

Maciek Wielgus, absolwent matematyki na Uniwersytecie Warszawskim i automatyki na Politechnice Warszawskiej, związany z Centrum Astronomicznym im. Mikołaja Kopernika PAN w Warszawie. Obecnie pracuje na Uniwersytecie Harvarda jako Black Hole Initiative Postdoctoral Fellow. Od 2017 r. zajmuje się projektem Teleskopu Horyzontu Zdarzeń, w tym kalibracją danych i analizą polaryzacji i czasowej zmienności obserwowanych źródeł.

Syjamskie na starość

CHŁODNE GWIAZDY KONTAKTOWE



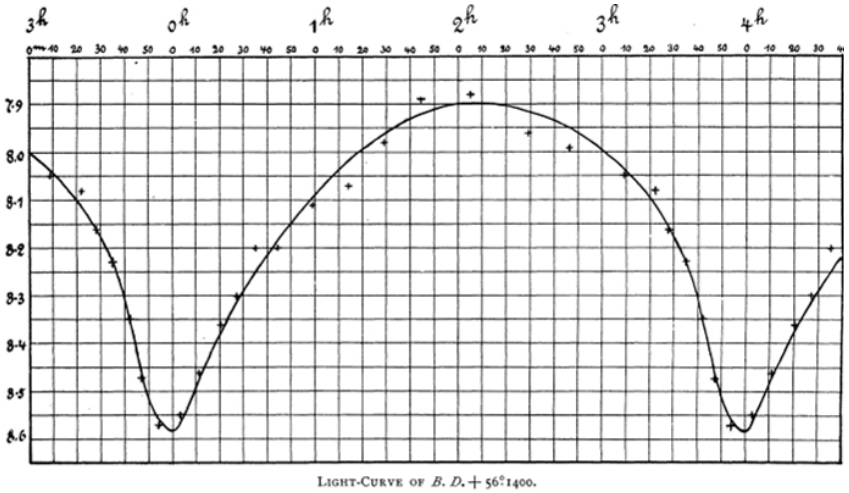
Wizja artystyczna zlewających się gwiazd. Rys. Wiktoria Kościeniewicz

Kazimierz Stępień

Wśród wielu typów i rodzajów gwiazd podwójnych, ciekawą grupę stanowią gwiazdy zwane kontaktowymi. To para gwiazd zrośniętych ze sobą – takie gwiezdne siostry syjamskie. Są ciekawe nie tylko ze względu na ich wygląd, ale też dlatego, że tę grupę gwiazd szczególnie upodobali sobie polscy astronomowie. Badania ich wniosły bardzo ważny, by nie powiedzieć decydujący, wkład w wyjaśnienie pochodzenia, ewolucji, budowy i własności fizycznych tych „zroślaków".

GWIAZDY TYPU W UMA

Pierwszą gwiazdę kontaktową odkryli na początku XX w. dwaj astronomowie niemieccy, Gustav Mueller i Paul Kempf prowadzący obserwacje fotometryczne gwiazd do katalogu przygotowywanego w Poczdamie. Blask jednej z gwiazd 8 wielkości gwiazdowej zmieniał się, jak to policzyli, z okresem 4 godzin. Był to wówczas najkrótszy znany okres gwiazdy zmiennej. Odkrycie przedstawili na posiedzeniu Pruskiej Akademii Nauk w Berlinie, a przygotowany do druku w sprawozdaniu z tego posiedzenia tekst został (po przetłumaczeniu na angielski) opublikowany też w czasopiśmie *The Astrophysical Journal*. Krzywa blasku była bardzo osobliwa, z silnie zaokrąglonym maksimum i wąskim minimum, przypominając nieco sinusoidę. (rys. 1) Autorzy krótko przedyskutowali przyczyny zmienności i wśród kilku możliwych wyjaśnień wyliczyli też to poprawne. Jak napisali, dwa jednakowe ciała niebieskie znajdujące się w bardzo bliskiej odległości od siebie i zasłaniające się nawzajem mogą dać taką krzywą blasku. Tyle że wtedy pełny okres zmienności byłby dwukrotnie dłuższy i wynosił 8 godzin, bo pełny obieg dwóch ciał, na przykład gwiazd, wokół wspólnego środka masy daje dwa maksima i dwa minima blasku. Pozostaje pytanie, jak piszą, czy taka konfiguracja byłaby stabilna. Gwiazda otrzymała nazwę W Ursae Maioris i stała się prototypem nowej grupy gwiazd zmiennych. Niemal dziesięć lat później, jeden z najwybitniejszych ówczesnych astronomów, Henry Norris Russell, skorzystał z sugestii Muellera i Kempfa i na podstawie dużo obfitszych obserwacji wyznaczył



Light-Curve of B. D. + 56°1400.

Rys 1. Historyczna krzywa blasku gwiazdy W UMa otrzymana przez Muellera i Kempfa w początkach XX w.

pierwsze parametry orbity i masy obydwu składników układu. Z wartości mas i rozmiarów gwiazd wynikła nadspodziewanie duża ich średnia gęstość — około 2,2 razy większa niż słoneczna. Komentując ten wynik, Russell zauważył, że wprawdzie nie ma powodu, by wykluczyć takie gwiazdy, ale byłyby one dość dziwne. Podkreśla, że przyszłe obserwacje spektroskopowe pozwolą na dokładniejsze wyznaczenie parametrów gwiazd i rozstrzygną problem ich gęstości. Niestety, jak zauważa, W UMa świeci bardzo słabo (sic!) i przez to obserwacje takie można wykonać tylko największymi teleskopami świata. Dziś prowadzimy obserwacje spektroskopowe gwiazd miliony razy słabszych. Oto miara postępu technologicznego w astronomii obserwacyjnej. Oczywiście, późniejsza spektroskopia gwiazdy W UMa pozwoliła skorygować wartości parametrów układu i usunęła problem nadmiernej gęstości.

Szybko okazało się, że gwiazd typu W UMa jest całe mnóstwo, a liczba odkrytych układów w każdym przeglądzie fotometrycznym nieba sięga wielu tysięcy. Syjamskie siostry gwiazdowe występują zarówno wśród gwiazd gorących, począwszy od typu widmowego O, aż do chłodnych gwiazd typu K5. Jak pokazały dokładniejsze badania, nielicznie występujące gorące gwiazdy kontaktowe stanowią odrębną od chłodnych fizycznie grupę gwiazd zmiennych. Te drugie mają typy widmowe F, G i K i obecnie tylko je nazywamy gwiazdami typu W UMa. Im poświęcona jest reszta artykułu.

KRZYWA BLASKU

Największą osobliwością obserwacyjną tych gwiazd jest sinusoidalna krzywa blasku z praktycznie identycznymi dwoma maksimami i minimami (rys. 2.), mimo że zaćmiewające się składniki mają niemal zawsze wyraźnie różniące się masy. Taka

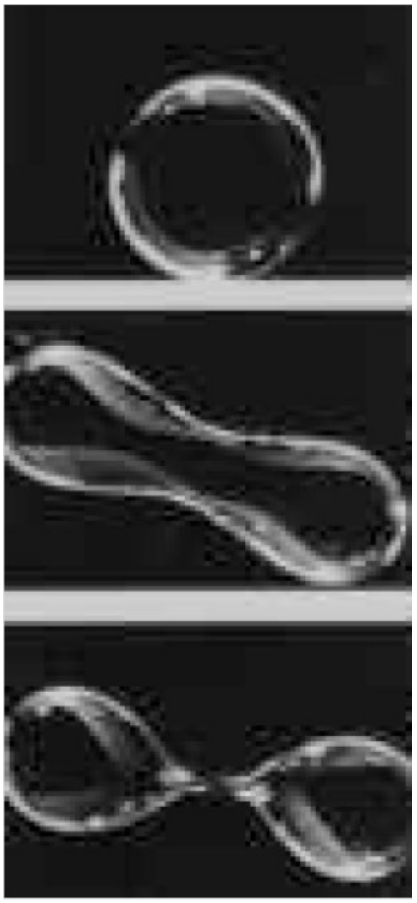
Paul Kempf (1856–1920)

Gustav Mueller (1851–1925)

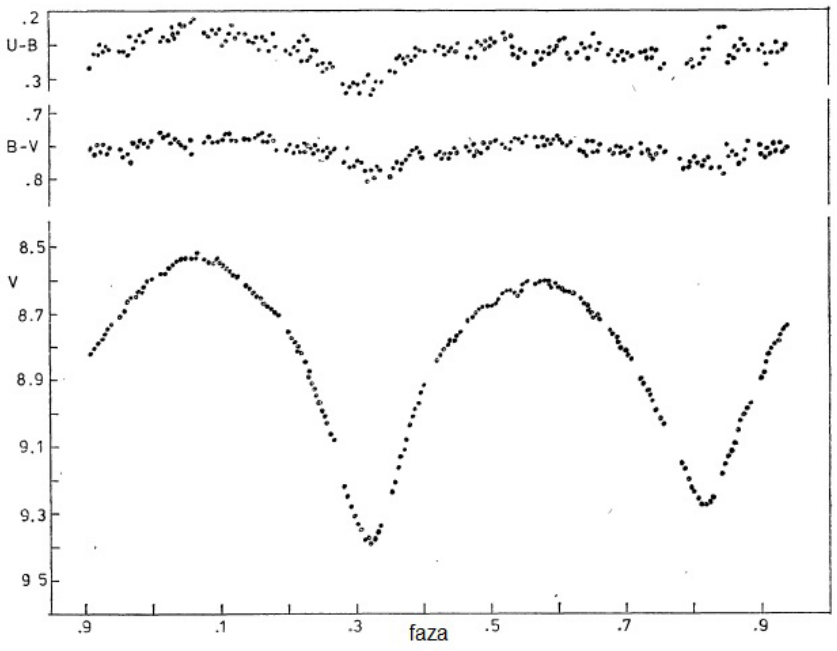
Henry Norris Russell (1877–1957)

Źródło Wikipedia

krzywa wymaga, by średnia jasność powierzchniowa obydwu gwiazd była taka sama. Krótkie okresy (od 0,2 do około 1 dnia) oznaczają, że gwiazdy mają stosunkowo niewielkie rozmiary, właściwe dla obiektów leżących na lub blisko ciągu głównego (CG). Konkretnie, większe i masywniejsze składniki są gwiazdami CG, a mniejsze są zwykle nieco rozdęte i mają w krańcowych wypadkach rozmiary nawet 3 razy większe niż gwiazdy CG o tych samych masach. Dla gwiazd CG obowiązuje prosta zasada: większa masa, to wyższa temperatura, czyli większa jasność powierzchniowa. A tu gwiazda o masie nawet parokrotnie mniejszej od swego towarzysza ma identyczną lub niemal identyczną jasność powierzchniową, czyli, mówiąc w uproszczeniu, taką samą temperaturę. Jak to możliwe? Jedynym sensownym wyjaśnieniem tego paradoksu jest przyjęcie, że masywniejszy składnik dzieli się swoją energią wyprodukowaną w jądrze ze swoim towarzyszem w ten sposób, że jego gorętsza materia przepływa do chłodniejszej gwiazdy i tam świeci, po czym wraca do gwiazdy macierzystej.



Rys. 3. Zbyt szybko rotująca kulka wody unosząca się na stacji kosmicznej rozpada się na dwie złączone krople



Rys. 2. Otrzymana przez autora krzywa zmian blasku gwiazdy SW Lacertae – jednej z gwiazd typu W UMa. Dolna krzywa pokazuje zmiany w części wizualnej widma (V), a dwie górne opisują zmiany wskaźników barwy, czyli różnic między krzywymi w barwach V i B (blue – niebieskiej) oraz B i U (ultrafiolet). Pionowa skala opisująca zmiany wskaźników barwy jest rozciągnięta w stosunku do dolnej skali jasności V dla lepszej widoczności drobnych zmian. Ich niewielki zakres oznacza niemal stałą temperaturę, niezależnie od tego, z której strony oglądamy układ

Cały układ musi być bardzo dynamiczny z masywnymi przepływami materii między składnikami.

KROPLA NA DWOJE

Pierwsze próby wyjaśnienia pochodzenia gwiazd kontaktowych wiązano z ogólną teorią powstawania gwiazd. Jak wiemy, gwiazda powstaje z rozproszonej materii międzygwiazdowej , której fragment zapada się pod wpływem własnej grawitacji. Przy zachowaniu momentu pędu, wiele takich rotujących początkowo powoli protogwiazd zwiększa tempo wirowania w miarę kurczenia się. Te szczególnie szybko rotujące stają się niestabilne, gdy siła odśrodkowa na równiku zaczyna przewyższać przyciąganie grawitacyjne. Znany jest eksperyment wykonany w przestrzeni kosmicznej, gdy astronauta zwiększał tempo wirowania kuli wodnej, popychając ją palcem. W pewnej chwili kula zmieniła kształt na mocno wydłużony, aż rozpadła się na dwie mniejsze kulki stykające się ze sobą (rys. 3). Wypisz wymaluj, gwiazda kontaktowa. Gdyby to było prawdą, oznaczałoby, że gwiazdy kontaktowe powstają już na początku swojego życia. Zakładając poprawność tego modelu, astronom amerykański Leon Lucy zaproponował w latach 60. ubiegłego wieku model, w którym stykające się ze sobą gwiazdy różnych mas mają wspólną otoczkę konwektywną, w której intensywnie mieszająca się materia pokrywa obydwie gwiazdy, dając wyrównaną temperaturę powierzchniową. Model był tylko częściowo zgodny z obserwacjami i nieco później Lucy zmodyfikował go, wprowadzając tak zwane oscylacje termiczne (patrz niżej). Niestety, model rozpadu protogwiazdy na dwie stykające się ze sobą gwiazdy, choć bardzo efektowny, okazał się wadliwy. Pierwsze obliczenia zakładały dla uproszczenia, że materia jest nieściśliwa i wtedy można było odtworzyć proces pokazany na rysunku. Później wprowadzono bardziej realistyczny model dla materii ściśliwej, co wymagało dużo większych mocy obliczeniowych. Okazało się, że badana niestabilność prowadzi do oderwania się pierścienia materii od wewnętrznych części obiektu i to ten pierścień unosi nadmiarowy moment pędu. Układ kontaktowy tą drogą nie powstaje! Pomińmy jednak inne propozycje powstawania tych gwiazd i przejdźmy do obecnie akceptowanego mechanizmu ich pochodzenia.

AKTYWNOŚĆ MAGNETYCZNA

Szczegółowe obliczenia ewolucji dużego obłoku protogwiazdowego i procesu powstawania z niego gwiazd pokazują, że obok pojedynczych obiektów po-

wstają też grawitacyjnie związane układy podwójne (i wielokrotne) o różnych okresach obiegu. Czyli każda gwiazda powstaje niezależnie od innych, a tylko gdy powstanie dostatecznie blisko inna, wiążą się w układ podwójny. Jednak trzeba pamiętać, że świeżo powstała chłodna gwiazda — bo takie, jak wspomnieliśmy wyżej, wchodzą w skład późniejszych układów typu W UMa — ma promień 2–3 razy większy niż w momencie zainicjowania reakcji przemiany wodoru w hel. Mówimy wtedy, że gwiazda znajduje się na tzw. *ciągu głównym wieku zero* (popularny ang. skrót ZAMS). A zatem nawet w najciaśniejszej młodej parze gwiazd minimalna odległość ich środków musi być tyleż razy większa od sumy promieni osiągniętych na tym ciągu. Łatwo policzyć, że dla gwiazd typów FGK[1] przekłada się to na minimalny okres obiegu około 1,5–2,5 dnia. Tymczasem okresy obiegu układów typu W UMa są krótsze niż jeden dzień, a znaczna ich większość ma je poniżej 0,4 dnia. Jak skrócić okres 2 dni do 0,4 dnia? Wyjaśnienie przyszło ze strony badań chłodnych gwiazd pojedynczych.

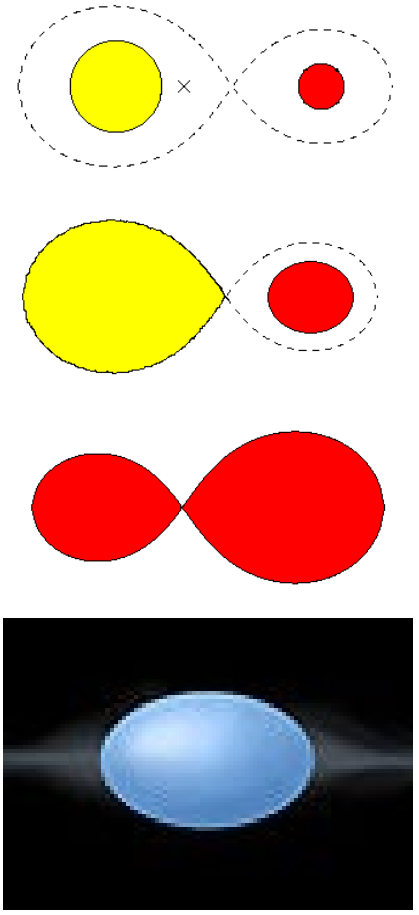
Wiemy wszyscy (i wiedzieliśmy to od dawna), że Słońce wykazuje aktywność związaną z obecnością pól magnetycznych na jego powierzchni. Jej przejawy, to między innymi obecność bardzo gorącej korony świecącej intensywnie w promieniach Roentgena, która na swym zewnętrznym krańcu przechodzi w tak zwany wiatr słoneczny — strumień jonów wybiegających ze Słońca i porywających ze sobą linie sił pola magnetycznego. Poprzez te linie sił zakotwiczone w Słońcu wiatr wywiera siłę (ściślej mówiąc, tak zwaną parę sił) hamującą rotację. Badania innych gwiazd podobnych do Słońca pokazały, że wszystkie one są też aktywne, a poziom aktywności rośnie z tempem rotacji. Młode gwiazdy rotują szybko, z okresami rzędu jednego, paru dni, i są bardzo aktywne. Ich intensywne wiatry gwiazdowe hamują stopniowo rotację, unosząc w przestrzeń wirowy moment pędu, co prowadzi do zmniejszenia aktywności. Słońce, jako już starsza gwiazda, ma okres rotacji równy niemal 4 tygodnie i jest bardzo umiarkowanie aktywna, a jeszcze starsze obiekty rotują raz na kilkadziesiąt, sto dni. Składniki układów typu W UMa rotują z okresem obiegu — to wynik oddziaływań pływowych. To tak, jak z Księżycem, gdzie potężne oddziaływanie Ziemi wyrównało okres jego obrotu i obiegu (ale nie na odwrót). W wypadku dwóch podobnych do siebie gwiazd, obydwa oddziaływania wystarczają do wymuszenia synchronizacji okresów obiegu i obrotu. A zatem rotując niezwykle szybko, powinny być bardzo aktywne. Obserwacje potwierdzają to — układy typu W UMa należą do najaktywniejszych gwiazd. Muszą więc mieć potężne wiatry gwiazdowe. W gwiazdach pojedynczych powoduje to spowalnianie rotacji, ale tu jest inaczej ze względu na wymuszoną synchronizację. Obydwie gwiazdy przez miliardy lat swej ewolucji utrzymują wysokie tempo utraty momentu pędu, które dzięki synchronizacji odbywa się na koszt orbitalnego momentu pędu. To powoduje zacieśnianie orbity i skracanie okresu obiegu, co wymusza też coraz szybszą rotację składników.

[1] Fragment sekwencji OBAFGKM tzw. klasyfikacji harwardzkiej widm gwiazdowych, odpowiadającej monotonicznemu spadkowi temperatury powierzchni gwiazd od kilkudziesięciu tysięcy (typ O) do ok. 3 tys. K dla gwiazd typu M. Obiekty typów FGK obejmują żółte i pomarańczowe gwiazdy w zakresie temperatur fotosfer ok. 7500–3700 K (red.)

PRZEPŁYWY MATERII

W tym czasie gwiazdy ewoluują, zwiększając, w miarę „wypalania" wodoru w ich jądrach, swoje rozmiary, przy czym tempo ewolucji, a tym samym tempo ekspansji masywniejszego składnika jest wyższe. W pewnej chwili jego powierzchnia osiąga graniczną wielkość, wypełniając tak zwaną *krytyczną powierzchnię Roche'a* (KPR). To powierzchnia o kształcie dwóch kropli stykających się dziobkami, gdzie w punkcie styku równoważą się siły przyciągania grawitacyjnego obydwu składników (rys. 4). Wystawanie gwiazdy ponad KPR powoduje przepływ jej materii do drugiego składnika. W szybkim czasie pewna, niewielka część masy gwiazdy przeniesiona jest do towarzysza. Śledzenie losów układu ułatwi nam stałe oznakowanie składników: masywniejszej początkowo gwieździe damy numer pierwszy, a jej towarzyszowi numer drugi.

Jak zatem zachowa się druga gwiazda nagle obdarowana sporą porcją masy przez swojego towarzysza? Materia wytryska wąskim strumieniem z dziobka KPR pierwszej gwiazdy i, w układach krótkookresowych, którymi się tu zajmujemy, uderza w powierzchnię drugiej gwiazdy schowanej pod swoją KPR. Strumień nie leci jednak po linii prostej łączącej środki gwiazd, tylko odchyla



Rys. 4. Kolejne stadia ewolucji układu typu W UMa: na początku obydwa składniki „siedzą" głęboko pod krytyczną powierzchnią Roche'a. Po około kilku miliardach lat orbita się zacieśnia, a masywniejszy składnik puchnie, wypełniając swoją powierzchnię Roche'a. Następuje przepływ masy i gwiazdy wchodzą w kontakt. Końcowym stadium ewolucji w kontakcie jest powstanie jednej szybko rotującej gwiazdy z cienkim pierścieniem wokół, z którego mogą powstać planety. Na schemacie nie zachowano rzeczywistych proporcji zmieniających się odległości między składnikami.

się pod wpływem siły Coriolisa i uderza w gwiazdę z boku pod ostrym kątem do jej powierzchni, po czym opływa ją w pasie równikowym. Gwiazda pokryta nową materią ekspanduje i szybko wypełnia swoją KPR, stykając się z pierwszą gwiazdą. Co się wtedy stanie? Trzymając się swego modelu, Lucy założył, że otoczki konwektywne stykających się gwiazd przekształcają się we wspólną, jednorodną otoczkę. Ale zauważył przy tym, że obydwie sklejone ze sobą gwiazdy nie mogą być jednocześnie w stanie równowagi termicznej. Po powstaniu wspólnej otoczki konwekcja zaczyna przenosić energię cieplną od pierwszej gwiazdy do drugiej, co powoduje „nagłe" (w skali

termicznej[2] gwiazdy, czyli milionów lat) skurczenie dawcy energii i rozdęcie jej biorcy. W konsekwencji następuje odwrócenie przepływu masy — rozdęta druga gwiazda zaczyna tłoczyć materię do skurczonej i schowanej pod KPR pierwszej gwiazdy. Ta pierwsza zaczyna więc puchnąć, a druga się kurczy, co powoduję kolejną zmianę kierunku przepływu. Gwiazdy będą więc na przemian nurkowały pod KPR (przyjmując masę z towarzysza) i wystawały ponad nią, tłocząc tę masę z powrotem do drugiego składnika. Przez część cyklu będą w kontakcie, a przez pozostałą część kontakt zostanie zerwany, gdy gwiazda nurkuje pod KPR. W ten sposób kilka procent masy przepływa w tym modelu w tę i z powrotem między gwiazdami. Okres oscylacji wynosi kilka, kilkanaście milionów lat. Dodatkowo dochodzi do powolnego, ciągłego przepływu masy od sztucznie rozdętej dodatkową energią drugiej gwiazdy do pierwszej. W efekcie, według Lucy'ego, masywny składnik, czyli pierwsza gwiazda, po złapaniu kontaktu z towarzyszem staje się coraz masywniejszy i „zjada" go powoli.

Model Lucy'ego jest konsekwencją założenia istnienia wspólnej otoczki konwektywnej pokrywającej w pełni obydwie gwiazdy i mającej wszędzie te same własności fizyczne. Tymczasem nie ma powodu akceptować tak silnego założenia. Rezygnując z niego, autor niniejszego artykułu zaproponował alternatywny model powstawania i ewolucji gwiazd typu

Masywniejszej początkowo gwieździe damy numer pierwszy, a jej towarzyszowi numer drugi

W UMa. Kluczowe w nim są dwa założenia: że gwiazdy typu W UMa powstają z układów podwójnych o minimalnym okresie około 2 dni, co wymaga kilku miliardów lat, zanim składniki wejdą w kontakt i że nie powstaje wspólna, jednorodna otoczka konwektywna.

MODEL AUTORA

Początek przepływu masy od pierwszej gwiazdy prowadzi też w tym modelu do „spuchnięcia" towarzysza, który zostaje pokryty przez gorącą materię aż wypełni swoją KPR. Ale wtedy gorący strumień nie miesza się z leżącą poniżej chłodną materią, tylko ślizga się się po powierzchni drugiej (chłodnej) gwiazdy wzdłuż pasa równikowego jej KPR i wraca do pierwszej gwiazdy. Jednak ta też wypełnia swoją KPR i nie chce jej z powrotem wchłonąć. Obydwie gwiazdy zaczynaja wystawać ponad KPR, tworząc układ kontaktowy, a wokół nich krąży strumień materii. Układ w tym czasie jest w nierównowadze termicznej. Ponieważ druga gwiazda chwilowo nie przyjmuje materii, zaczyna kurczyć się, dążąc do stanu równowagowego, co skutkuje niewielkim zanurkowaniem pod KPR. W tym momencie część krążącej materii osiada na niej i gwiazda znowu odrobinę ekspanduje. Proces powtarza się, aż wreszcie druga gwiazda przyjmie do siebie dużą część masy pierwszej gwiazdy. Początkowo okres orbitalny układu maleje, a wraz z nim KPR, przez co pierwsza gwiazda stale znacząco wystaje ponad nią. Jednak po wyrównaniu się mas składników okres zaczyna rosnąć, podobnie jak i KPR, która w pewnej chwili „dogania" powierzchnię pierwszej gwiazdy. Szybki przepływ ustaje.

W końcowej konfiguracji równowagowej obydwie gwiazdy wypełniają KPR, przy czym nadal zachodzi bardzo powolny przepływ masy z kontynuującej ewolucyjną ekspansję pierwszej gwiazdy do (obecnie masywniejszej) drugiej z nich. Ta druga gwiazda otrzymała dużą porcję bogatej w wodór materii, co cofnęło ją w zaawansowaniu ewolucyjnym. W proponowanym przeze mnie modelu mamy zatem w układach typu W UMa do czynienia z tak zwanym paradoksem Algola, gdy w układzie podwójnym mniej masywna gwiazda jest bardziej zaawansowana ewolucyjnie i przez to znacząco rozdęta. Każdy składnik z osobna jest w równowadze termicznej, a w przeciwieństwie do modelu Lucy'ego gwiazda początkowo mniej masywna „zjada" tę masywniejszą. Niezależnie od powolnego przepływu netto, obydwie gwiazdy otacza strumień materii krążący wokół nich. Opływa on chłodniejszą (pierwszą) gwiazdę w szerokim pasie równikowym. Pokrywa tylko część jej powierzchni, działając jak gorący koc i nie mieszając się z chłodnym podłożem. Gwiazda ma własną otoczkę konwektywną, inną niż otoczka cieplejszego towarzysza, a jej energia jądrowa nie może wydostać się w obszarze równikowym pokrytym gorącą materią, więc jest wypromieniowywana w obszarach biegunowych. W sumie, jej średnia jasność powierzchniowa jest zbliżona do jasności towarzysza, dając w czasie zaćmień charakterystyczną krzywą blasku.

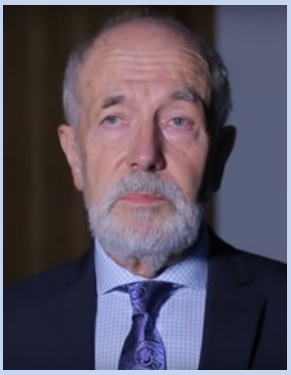
Dowodem obserwacyjnym na scenariusz powstawania gwiazd kontaktowych z układów o początkowych okresach rzędu paru dni jest fakt, że nie obserwujemy ich w młodych i średnio starych gromadach gwiazdowych. Dopiero w gromadach o wieku ponad 4-4,5 mld lat następuje ich wysyp. Nie mogą zatem powstawać w chwili urodzenia, tylko musi to trwać wiele miliardów lat. Ewolucja chłodnych gwiazd w kontakcie zależy od konkretnych wartości parametrów opisujących układ. Działają tu dwa mechanizmy: wysoka aktywność skutkuje stałą utratą momentu pędu, czyli zacieśnianiem orbity, a z drugiej strony przepływ materii z mniej masywnego składnika do masywnego towarzysza prowadzi do wydłużania okresu i rozciągania orbity. Los układu zależy od tego, który mechanizm dominuje. Układy o okresach krótszych niż około 0,3 dnia mają wyższe tempo utraty momentu pędu (pamiętamy, że rośnie ono ze skracaniem okresu), co powoduje zacieśnianie orbity, coraz silniejsze wystawanie gwiazd ponad KPR kończące się połączeniem gwiazd w jeden szybko rotujący obiekt otoczony pierścieniem materii unoszącym nadmiarowy moment pędu. W układach o okresach dłuższych niż około 0,5 dnia dominuje przepływ materii, co prowadzi do powolnego wzrostu okresu aż do momentu, gdy z gwiazdy tracącej masę pozostaje „ogryzek" o masie około 10 razy mniejszej niż towarzysz. Układy o okresach 0,3–0,5 dnia mogą, w zależności od konkretnych mas składników, albo skracać, albo wydłużać okres.

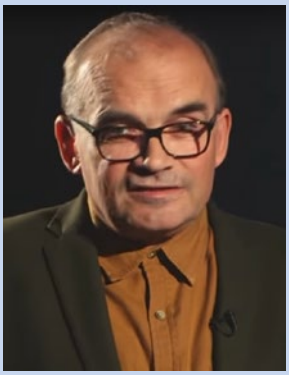
POLSKA SPECJALNOŚĆ

Jeden z bardzo rzadkich układów o ekstremalnym stosunku mas odkrył w latach 60. nieżyjący najwybitniejszy polski astrofizyk Bohdan Paczyński. Gwiazda, nazwana AW UMa, stała się ważnym laboratorium do badania ewolucji i procesów fizycznych zachodzących

[2] Termiczna skala ewolucji odpowiada czasowi, w jakim gwiazda może świecić tylko i wyłącznie dzięki zasobom potencjalnej energii grawitacyjnej, a więc świecić dzięki powolnemu kurczeniu się (red.)

Bohdan Paczyński

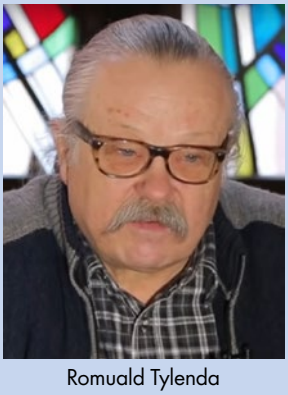

Sławomir Ruciński

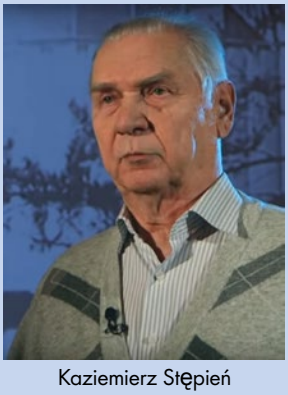

Marek Sarna

Grzegorz Pojmański

Jerzy Kreiner

Andrzej Udalski


Romuald Tylenda


Kaziemierz Stępień

Większość wymienionych w artykule polskich astronomów oraz jego autora można zobaczyć i posłuchać w różnych odcinkach Astronarium i Astronomii niepodległej: https://www.youtube.com/astronariumPl. Wizerunek B. Paczyńskiego pochodzi z filmowego archiwum Wiktora Niedzickiego, wykorzystanego w Astronarium.

na obydwu składnikach. Pozwoliły na to szczególnie precyzyjne i wysokiej jakości obserwacje uzyskane przez innego polskiego astronoma Sławomira Rucińskiego. Ruciński zajmuje się gwiazdami typu W UMa od pół wieku. Otrzymał między innymi wiele unikatowych obserwacji tych gwiazd, które wyjaśniły szereg zagadek związanych z nimi. Od lat jest jednym z największych światowych autorytetów w tej dziedzinie. Wiele ciekawych układów obserwował inny nieżyjący polski astronom Janusz Kałużny (to on wraz z Rucińskim pokazał, że gwiazdy typu W UMa występują masowo tylko w starych gromadach gwiazdowych), a teoretyczne modele gwiazd kontaktowych budował Marek Sarna. Cenne obserwacje dotyczące analizy zmian okresów gwiazd typu W UMa zebrał Jerzy Kreiner. W ostatnich latach konsorcjum kilku astronomów z Krakowa (Kreiner i Stanisław Zoła ze swoimi młodszymi współpracownikami) wspólnie z Rucińskim otrzymali najwyższej jakości obserwacje i opublikowali szereg prac z najdokładniej w historii wyznaczonymi parametrami fizycznymi wielu gwiazd kontaktowych lub bliskich kontaktowi (czasem staranna analiza precyzyjnych obserwacji pokazuje, że składniki są wprawdzie bardzo blisko siebie, ale nie są zrośnięte). Na koniec warto dodać, że w dwóch polskich masywnych przeglądach nieba zainicjowanych przez Paczyńskiego i realizowanych przez Grzegorza Pojmańskiego (ASAS) oraz zespół pod kierunkiem Andrzeja Udalskiego (OGLE) odkryto i otrzymano dokładne krzywe blasku wielu tysięcy gwiazd kontaktowych.

Gdy masa lżejszego składnika spada poniżej 10% masy towarzysza, do głosu dochodzi niestabilność grawitacyjna zwana niestabilnością Darwina, w wyniku której masywna gwiazda połyka towarzysza, tworząc gwiazdę pojedynczą. Czasem, gdy masywny składnik zdąży szybciej ewolucyjnie powiększyć swój rozmiar, wchłonie towarzysza, nawet gdy ma on jeszcze spora masę. Tak czy siak, zakładamy, że produktem ewolucji układów typu W UMa jest szybko rotująca gwiazda pojedyncza. Połączenie się dwóch gwiazd w jedną jest prawdopodobnie głównym źródłem powstawania tak zwanych „błękitnych maruderów" — gwiazd pojedynczych mniej zaawansowanych ewolucyjnie niż by to wynikało z ich wieku. Z wyrzuconego w trakcie koalescencji pierścienia materii mogą powstać planety (rys. 4).

Zjawisko połączenia się dwóch gwiazd w jeden obiekt zaobserwowali „na żywo", jako pierwsi na świecie, polscy astronomowie. Już wiele lat temu nasz astronom Romuald Tylenda twierdził, że niektóre, osobliwie wyglądające silne pojaśnienia gwiazd nie są, jak inni sądzili, wynikiem wybuchu gwiazdy nowej, lecz efektem gwałtownego połączenia się składników układu podwójnego. Po odkryciu w 2008 r. kolejnego takiego pojaśnienia, R. Tylenda odszukał w archiwalnych danych programu OGLE obserwacje tego punktu i pokazał, że wcześniej istniał tam układ podwójny bardzo szybko zacieśniający orbitę aż do wybuchowego zderzenia się obydwu gwiazd, po czym powstał pojedynczy obiekt[3].

LICZEBNOŚĆ

Pozostaje do wyjaśnienia jeszcze jeden fakt. Wspomnieliśmy, że chłodnych gwiazd kontaktowych jest mnóstwo, a tymczasem wśród nowo powstałych

[3] Zobacz artykuł Romualda Tylendy w „Uranii" 1/2012 (red.)

układów podwójnych tylko bardzo mały procent ma od początku krótkie, parudniowe okresy. Jak to pogodzić? Otóż okazało się, że olbrzymia większość gwiazd kontaktowych i innych o krótkich okresach to nie są gwiazdy podwójne, ale (co najmniej) potrójne ze zwykle mało masywnym i dlatego trudnym do wykrycia towarzyszem obiegającym ciasny układ na odległej orbicie. W tym może się kryć klucz do zwiększenia populacji układów krótkookresowych. Odpowiednie obliczenia z mechaniki nieba pokazują, że w korzystnej konfiguracji, gdy trzecie ciało krąży na orbicie dużo rozleglejszej niż orbita wewnętrznego układu podwójnego i obydwie orbity są silnie nachylone względem siebie, wywołuje ono rodzaj oscylacji wewnętrznej orbity polegających na cyklicznej zmianie mimośrodu od wartości bliskiej zeru (orbita niemal kołowa) do wartości bliskiej jedności (orbita silnie spłaszczona). Dla idealnego układu punktów materialnych nic ponadto się nie dzieje, ale dla układu gwiazd o okresach krótszych niż około 3 tygodnie, w fazie spłaszczonej orbity gwiazdy silnie oddziałują ze sobą pływowo w fazie największego zbliżenia, co pochłania energię orbitalną i zacieśnia orbitę. Cykl zmian mimośrodu jest stosunkowo krótki w porównaniu ze skalą ewolucji, zatem w ciągu kilku, kilkunastu milionów lat, układ o okresie dwóch, trzech tygodni przekształca się w układ o okresie bliskim 3 dni. Przy tak ciasnych orbitach oscylacje ustają. A zatem mamy mechanizm wzbogacania populacji młodych gwiazd krótkookresowych kosztem tych o początkowo dłuższych okresach, ale mających korzystnie ulokowanego trzeciego towarzysza. Jak wspomnieliśmy, dane obserwacyjne potwierdzają działanie tego mechanizmu.

W podsumowaniu możemy stwierdzić, że typowy chłodny układ kontaktowy powstaje jako gwiazda potrójna z wewnętrznym okresem 1–3 tygodni i zewnętrznym rzędu 10–100 lat. Po 1–10 mln lat wewnętrzny okres skraca się do 2–3 dni. W czasie następnych 5–10 mld lat okres dalej skraca się do około 0,3–0,4 dnia. Podczas kolejnych 10–100 mln lat okres skraca się do 0,2–0,3 dnia, a następnie wydłuża się do wartości 0,3–0,5 dnia. Gwiazdy wchodzą w kontakt. W kontakcie gwiazdy żyją około 1 mld lat. W tym czasie okres najmniej masywnych układów skraca się do około 0,2 dnia, okres nieco masywniejszych niewiele się zmienia, a tych najmasywniejszych rośnie do około 0,6–0,8 dnia. Końcowy los wszystkich układów kontaktowych to połączenie się składników w szybko rotującą gwiazdę pojedynczą.

SŁOWNICZEK TRUDNIEJSZYCH POJĘĆ I SKRÓTÓW

Ciąg główny (CG) – charakterystyczny pas na tzw. diagramie Hertzsprunga-Russella skupiający młode, nieodewoluowane gwiazdy czerpiące energię z syntezy wodoru w hel w swoim jądrze. Najdłuższa faza w ewolucji pojedynczej gwiazdy.

Ciąg główny wieku zero (ang. Zero Age Main Sequence, ZAMS) – linia na tzw. diagramie Hertzsprunga-Russella w obrębie ciągu głównego wyznaczająca koniec etapu protogwiazdy w momencie inicjacji reakcji termojądrowych.

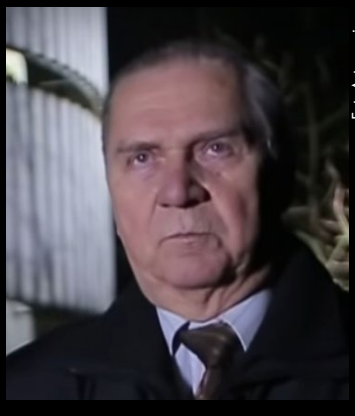
Krytyczna powierzchnia Roche'a (KPR) – ekwipotencjalna powierzchnia równowagowa grawitacji i siły odśrodkowej w układzie podwójnym przechodząca przez tzw. wewnętrzny punkt Lagrange'a L1. Wypełnienie KPR przez którąkolwiek z gwiazd oznacza przepływ materii z tej gwiazdy do towarzysza. Przekroczenie KPR przez obydwie gwiazdy oznacza istnienie podwójnej gwiazdy kontaktowej.

Paradoks Algola – sytuacja biorąca nazwę od Algola, pierwszego znanego zaćmieniowego układu podwójnego, w którym bardziej zaawansowany ewolucyjnie składnik jest mniej masywny, a więc odwrotnie niż wynikałoby z ewolucji na ciągu głównym. Paradoks wynika z wymiany masy miedzy składnikami, w której początkowo bardziej masywny składnik przelał materię na towarzysza.

Otoczka konwektywna – zewnętrze warstwy chłodnych gwiazd, w których transport energii odbywa się poprzez konwekcję (na Słońcu manifestująca się porzez tzw. granulację fotosfery). Konwektywna otoczka powinna wyrównywać ewentualnie pojawiające się różnice temperatur na powierzchni gwiazdy.

Równowaga termiczna – stan, w którym emitowane i pochłaniane przez ciało strumienie energii są równe. Brak równowagi termicznej oznacza, że ciało rozgrzeje się lub ostygnie do momentu osiągnięcia równowagi.

Typowy chłodny układ kontaktowy powstaje jako gwiazda potrójna z wewnętrznym okresem 1–3 tygodni i zewnętrznym rzędu 10–100 lat. Końcowy los wszystkich układów kontaktowych to połączenie się składników w szybko rotującą gwiazdę pojedynczą



Fot. Astronarium

Profesor Kazimierz Stępień z Obserwatorium Astronomicznego Uniwersytetu Warszawskiego, jeden z najznakomitszych polskich astronomów. Czołowy reprezentant słynnej warszawskiej „szkoły ewolucji gwiazd podwójnych". Wieloletni orędownik i kombatant walki o przystąpienie Polski do Europejskiego Obserwatorium Południowego (ESO). Były dyrektor Obserwatorium Astronomicznego Uniwersytetu Warszawskiego i wiceprezes Polskiego Towarzystwa Astronomicznego, ale przede wszystkim zawsze życzliwy, otwarty i obdarzony niezwykłym autorytetem Kolega, myślący o interesach całego środowiska.

W takiej postaci świat poznał idee Kopernika!

Jedyne nowożytne tłumaczenie I wydania Dzieł Kopernika dokonane przez astronoma wraz z łacińskim oryginałem.

NICOLAI COPERNICI
TORUNENSIS
DE REVOLUTIONIBUS ORBIUM COELESTIUM
LIBRI SEX.

MIKOŁAJA KOPERNIKA
TORUŃCZYKA
O OBROTACH CIAŁ NIEBIESKICH
KSIĄG SZEŚĆ.

VARSAVIAE,
W WARSZAWIE,
Roku 1854.

Reprint IV wydania *De revolutionibus* w tłumaczeniu Jana Baranowskiego z 1854 roku.

Unikatowe wydawnictwo Fundacji Nicolaus Copernicus dostępne w internetowej księgarni URANII: https://www.urania.edu.pl (zakładka sklep)

Obraz z instrumentu VIIRS (satelita Suomi NPP, NASA)

Wydział Inżynierii Środowiska Politechniki Krakowskiej
oraz **Polskie Towarzystwo Miłośników Astronomii**
zapraszają na
I Międzynarodową Konferencję
na temat
Środowiskowego i Astronomicznego Zanieczyszczenia Światłem

1st International Conference
on **Environmental and Astronomical Light Pollution**

EALPO 2019

Kraków, 20–21 września 2019

Konferencje EALPO są międzynarodowym poszerzeniem Ogólnopolskich Konferencji na temat Zanieczyszczenia Światłem (OKZŚ). Konferencje te, jak dotąd, odbywały się corocznie (w 2013 r. w Warszawie, w 2014 r. we Wrocławiu, w 2015 r. w Krakowie, w 2016 r. w Rzeszowie i w 2017 r. w Warszawie).

Począwszy od 2019 r. OKZŚ i EALPO organizowane będą naprzemiennie, w cyklu dwuletnim.

Konferencja jest poświęcona problemowi zanieczyszczenia środowiska światłem (ang. light pollution) określonemu jako:

- uciążliwe oddziaływanie sztucznego oświetlenia, spowodowane nadmiernym lub nieumiejętnym jego użyciem,
- każdy negatywny wpływ sztucznego oświetlenia, jak: olśnienie, naruszenie granicy, nadmiar światła, pogorszenie widoczności, łuna świetlna i marnotrawstwo energii,
- zmiana poziomu oświetlenia w środowisku zewnętrznym pod wpływem sztucznego źródła światła,
- wprowadzenie przez człowieka, bezpośrednio lub pośrednio, sztucznego światła do środowiska.

Celem konferencji jest przedstawienie problemu zanieczyszczenia światłem w ujęciu interdyscyplinarnym oraz omówienie sposobów minimalizacji tego zjawiska i jego negatywnych skutków.

Tematyka wiodąca konferencji

- wpływ zanieczyszczenia światłem na zdrowie ludzi
- wpływ zanieczyszczenia światłem na florę i faunę
- wpływ zanieczyszczenia światłem na prowadzenie badań astronomicznych
- wpływ projektów architektonicznych na ograniczenie zanieczyszczenia światłem
- aspekty meteorologiczne zanieczyszczenia światłem
- metody ograniczania i minimalizacji zanieczyszczenia światłem
- astroturystyka a zanieczyszczenie światłem
- kształtowanie świadomości społecznej w dziedzinie zanieczyszczeniu światłem
- aspekty ekonomiczne i prawne zanieczyszczenia światłem

Do udziału w konferencji zapraszamy osoby związane z ekologią, astronomią, ochroną przyrody, medycyną, techniką oświetleniową, architekturą, urbanistyką, przedstawicieli samorządów terytorialnych , przedstawicieli organizacji pozarządowych działających na rzecz ochrony nocnego środowiska oraz wszystkich zainteresowanych tematyką konferencji.

Językiem konferencyjnym jest język angielski.

Warunkiem czynnego uczestnictwa w konferencji jest przesłanie streszczenia wystąpienia/posteru i wpłacenie opłaty konferencyjnej do 1 lipca br. Zapraszamy również każdego zainteresowanego zagadnieniem zanieczyszczenia światłem do nieodpłatnego biernego uczestnictwa w obradach konferencji w charakterze słuchacza.

Szczegółowe informacje dotyczące konferencji można odnaleźć na stronie:
http://lightpollution.pk.edu.pl/EALPO_2019/

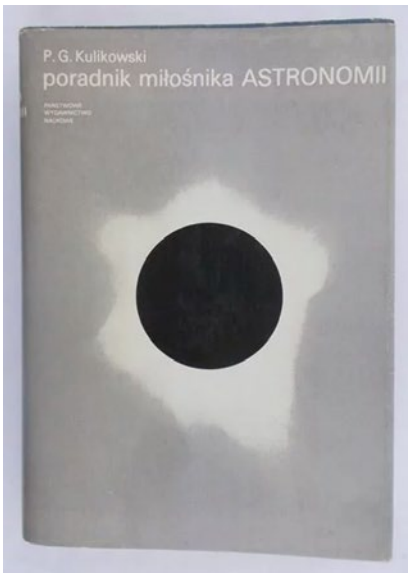
Przewodniczący Komitetu Organizacyjnego EALPO 2019
dr hab. Tomasz Ściężor

Z zamiłowania ASTRONOM (II)

MOJA KSIĘGA GWIAZD

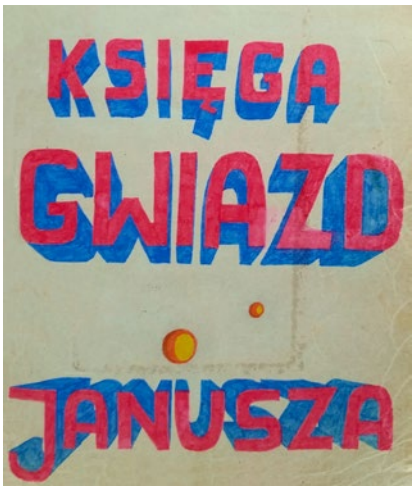
Nova Cygni 1975, (g)astronomia Kulikowskiego i pierwsze lunety ze szkieł okularowych – typowa droga wielu późniejszych astronomów i miłośników astronomii w młodzieńczych wspomnieniach Janusza Wilanda. Potem planetarium i pierwsze astronomiczne przyjaźnie. Stąd już wszystkie drogi wiodą do PTMA. Dla jednych na chwilę, dla innych na całe życie.

W niedzielny wieczór 31 sierpnia 1975 wracałem z rodzicami ze spaceru do domu. Tego popołudnia źle się czułem i podczas tego spaceru doszły jeszcze silne problemy żołądkowe. Stwierdziłem wtedy, że muszę jak najszybciej dotrzeć do domu. Zostawiłem rodziców spokojnie idących ulicą, a sam pobiegłem. Gdy dobiegłem do skrzyżowania ul. Wawelskiej z Grójecką, to niestety zobaczyłem czerwone światło, a musiałem bardzo szybko dostać się do domu. Sprawa była bardzo pilna. Przekonałem się, że nic nie jedzie, więc bez wahania wtargnąłem na tę szeroką ulicę. Na niebie widać było gwiazdy i naturalnym odruchem miłośnika astronomii jest spojrzenie w niebo – skoro w tym miejscu jest widoczny większy obszar pomiędzy budynkami — i nie miało to wtedy znaczenia, że biegłem do domu ulicą na czerwonym świetle. Zobaczyłem wtedy dziwną rzecz. Bez trudu rozpoznałem gwiazdozbiór Łabędzia, ale był on jakiś inny. Koło Deneba zobaczyłem jasną gwiazdę z drugiej strony niż Sadr. Niestety nie mogłem się temu przyjrzeć dokładniej i biegłem dalej. Naprawdę źle się czułem, tak źle, że musiałem położyć się do łóżka. Rodzice przyszli do domu i od razu zmierzyli mi temperaturę. Miałem już silną gorączkę. Podczas pomiaru opowiedziałem im, że na niebie widziałem nową gwiazdę w Łabędziu. Zmartwili się, bo pomyśleli, że syn bredzi w malignie, bo coś zmyśla. Powiedziałem im wtedy, że mogą mi nie wierzyć, ale wkrótce poczytają o tym w prasie. Kilka dni później w „Expressie Wieczornym" ukazał się artykuł o odkryciu nowej gwiazdy w Łabędziu i wtedy były do mnie pretensje, że nic z tym nie zrobiłem, ale wówczas faktycznie nie byłem nic w stanie zrobić. Po czterech dniach znowu spojrzałem z nadzieją w niebo, ale koło Deneba już nie było widać tej nowej. Nie miałem wtedy ani lornetki, ani lunety, ani teleskopu.



W roku 1976, wracając ze szkoły, zawsze przechodząc obok księgarni, wstępowałem do niej, kierowałem się na półkę z literą „L" i patrzyłem, czy „Wydawnictwo Literackie" Kraków wydało jakąś nową książkę Stanisława Lema. Pewnego dnia, wychodząc z księgarni, na półce z nowościami zauważyłem pozycję, na której okładce na szarym tle widać było całkowite zaćmienie Słońca. Był to „Poradnik Miłośnika Astronomii" Kulikowskiego – jak się później okazało fenomenalna książka kucharska dla miłośnika astronomii. Z zainteresowaniem studiowałem tabelki najbliższych zaćmień Słońca i Księżyca. Zwróciłem uwagę na interesujące całkowite zaćmienie Słońca 11 sierpnia 1999, które miało być widoczne z Francji, Austrii, Węgier. Rozmyślałem wtedy, czy będzie to już po III wojnie światowej, czy będę miał swoją rodzinę? To miało być dopiero za 23 lata! Do dziś korzystam z tego poradnika. Jest to dla mnie najlepsza pozycja, jaka wyszła w tej tematyce – praktycznej astronomii. Tam przeczytałem, że są tacy ludzie, którzy potrafią sami wykonać zwierciadło do teleskopu. Jest tam krótki opis szlifowania, jak dekantować zużyte proszki, aby uzyskać frakcje ścierne o mniejszych drobinach. Tutaj zasiało się ziarno nadziei, że własny teleskop to może nie tylko sfera marzeń. Budowę swojego sprzętu optycznego zacząłem jednak klasycznie od szkieł okularowych. U optyka kupiłem za małe pieniądze cienkie soczewki do okularów o średnicy 5 cm o mocy +0,5 i +1 dioptrii. Z nich robiłem sobie lunety. Obrazy były ciemne i bardzo kolorowe, bo aberracja chromatyczna pojedynczych soczewek jest wielka. Ale cieszyło to, że widziałem pierścienie Saturna,

fazy Wenus, księżyce Jowisza i kratery na Księżycu. Okulary do tych lunet zdobyłem w sklepie PZO z odpadami przy ul Terespolskiej. Jak pamiętam, można było tam kupować wszystko jak leci po 150 zł za kilogram złomu optycznego. Było tam mnóstwo różnych soczewek mniejszych i większych, filtrów pryzmatów, szybek, szkiełek, których przeznaczenia nie znałem. I tak przez wiele lat miałem sporo soczewek, z których montowałem lepsze i gorsze okulary. Przy okazji wspomnę o niezwykłym zbiegu okoliczności, który sprawił, że ten budynek przy ul. Terespolskiej w Warszawie trzy razy był blisko związany ze mną. Pierwszy raz to kupowałem tam złom optyczny. Około roku 2000, pracując w firmie budowlanej, zostałem poproszony o wykonanie wyceny remontu dwóch pięter tego budynku dla jakiejś prywatnej firmy, a sześć lat później, kiedy budowany był tam Sąd Rejonowy, to ja nadzorowałem remont tego obiektu i później pilnowałem jego konserwacji. Jestem chyba jedynym człowiekiem, który był we wszystkich pomieszczeniach i zakamarkach tego budynku, a jest ich kilkaset.



W POSZUKIWANIU PTMA

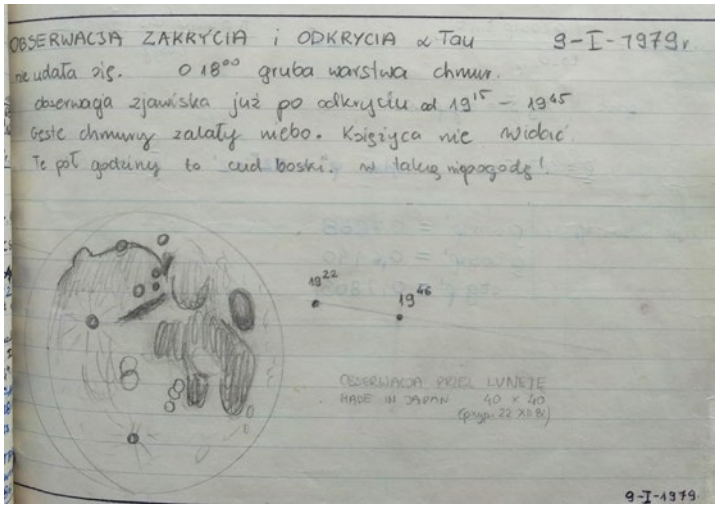
W „Poradniku Miłośnika Astronomii" po raz drugi zetknąłem się z Polskim Towarzystwem Miłośników Astronomii i pod koniec lat 70. XX w. postanowiłem nie kisić się w sosie własnym, tylko zapragnąłem kontaktu z innymi ludźmi o takich samych zainteresowaniach. Gdzieś wyczytałem, że siedziba oddziału warszawskiego PTMA mieści się w Ogrodzie Botanicznym przy Al. Ujazdowskich. Pełen nadziei udałem się pod ten adres. Tam kręciłem się jakiś czas w poszukiwaniu miłośników astronomii i spotkany tam portier odpowiedział mi, że tutaj PTMA nie mam co szukać i stwierdził: „Oni przenieśli się na ul Bałtycką". Jak zobaczyłem na mapie, gdzie znajduje się ulica „Bałtycka", to stwierdziłem, że tak daleko to ja nie będę jeździł. O tym, że portier seplenił, dowiedziałem się kilka miesięcy później, co spowodowało, że do PTMA wstąpiłem później niż chciałem.

W roku 1978 dostałem od brata duży i gruby zeszyt formatu A4 i postanowiłem w nim dokumentować swoje wszystkie obserwacje. Namalowałem okładkę, nazywając ten zeszyt: „KSIĘGA GWIAZD JANUSZA". Tam zapisywałem wszystko, co się wiązało z astronomią, moje obserwacje, rysunki, mapki, później zdjęcia, a nawet pojawiały się rodzinne zapisy jak w pamiętniku. Ta „Księga" po wielu latach stanowiła dla mnie cenne źródło do testowania moich programów astronomicznych, których kilka napisałem. W tej książce odnotowywałem miejsce obserwacji i czas zjawiska bardzo dokładnie i byłem pewny takiego przebiegu. Swoje programy testowałem właśnie na tych zapiskach. Jak coś inaczej się policzyło, to znaczy, że trzeba poprawić program.

W dniu 26 sierpnia 1978 r. jechałem raniutko z bratem i tatą na tenisa. Będąc na przystanku autobusowym, zobaczyłem na niebie Księżyc kilka dni przed nowiem i tuż obok niego z lewej strony widziałem bardzo jasną gwiazdę. Wiedziałem już, że Księżyc porusza się „w lewo" na tle gwiazd i stwierdziłem, że Księżyc nie mógł chybić i musiał zakryć swoją tarczą tę gwiazdę. Po powrocie z tenisa zasiadłem do map i stwierdziłem, że mógł to być tylko Aldebaran. W tym momencie zrodziła się u mnie chęć policzenia, kiedy może być takie następne zjawisko. Od taty pożyczyłem kalkulator elektroniczny ELWRO z funkcjami trygonometrycznymi. Zacząłem intensywne studiowanie dostępnej literatury, aby móc policzyć topocentryczną pozycję Księżyca – widoczną z danego miejsca obserwacji. Trwało to wiele miesięcy, zanim uzyskałem satysfakcjonujący wynik. Korzystałem przy tym z „Jeżegodnika Astronomiczeskiego", w którym były podane dokładne współrzędne geocentryczne Księżyca. Z nich metodą interpolacji uzyskiwałem wynik na daną chwilę czasową i korzystając ze wzorów astronomii sferycznej, obliczałem współrzędne topocentryczne w danym momencie i w danym miejscu. Pamiętam, że korzystając z tego dokładnego kalkulatora ELWRO z funkcjami trygonometrycznymi, taką jedną współrzędną Księżyca uzyskiwałem po półtoragodzinnych wyliczeniach.

W księgarni radzieckiej ORPAN w Pałacu Kultury i Nauki kupiłem pod koniec 1978 r. mały kalendarz astronomiczny, w którym były podawane zakrycia jasnych gwiazd dla kilku miejscowości w ZSRR. Tam dowiedziałem się, że w listopadzie 1978 dojdzie do kolejnego zakrycia Aldebarana, a przedtem Księżyc zakryje kilka jasnych gwiazd z gromady Hiady. Rzeczywiście udało mi się moją kombinowaną lunetą ze szkieł optycznych zobaczyć Księżyc i obok te zakrywane gwiazdy. Ponieważ była to prawie pełnia, więc samych zakryć nie widziałem. Moje okno wychodzi na wschód, więc zakrycia Aldebarana nie widziałem, bo Księżyc przeszedł już na drugą stronę budynku.

Widząc moje zainteresowanie astronomią, rodzice postanowili kupić mi w prezencie gwiazdkowym pod choinkę w wigilię 1978 r. lunetę. Od św. Mikołaja dostałem japońską białą lunetę o parametrach 40x40. Dawała ona obraz prosty, gdyż



przed okularem została zastosowana dodatkowa soczewka odwracająca. Obraz był bardzo ciemny, na tyle, że praktycznie nadawała się ona tylko do Księżyca, planet i gwiazd pierwszej wielkości. Kiedy przyjrzałem się tej lunecie od strony obiektywu, to zauważyłem, że tuż za soczewką znajduje się diafragma przesłaniająca otwór obiektywu do kółka o średnicy 20 mm. Tak więc faktycznie ta luneta powinna mieć oznaczenie 20×40. Oczywiście wpadłem na pomysł rozjaśnienia obrazów poprzez usunięcie przesłony. Wywierciłem otwór w tubusie i zakrzy-

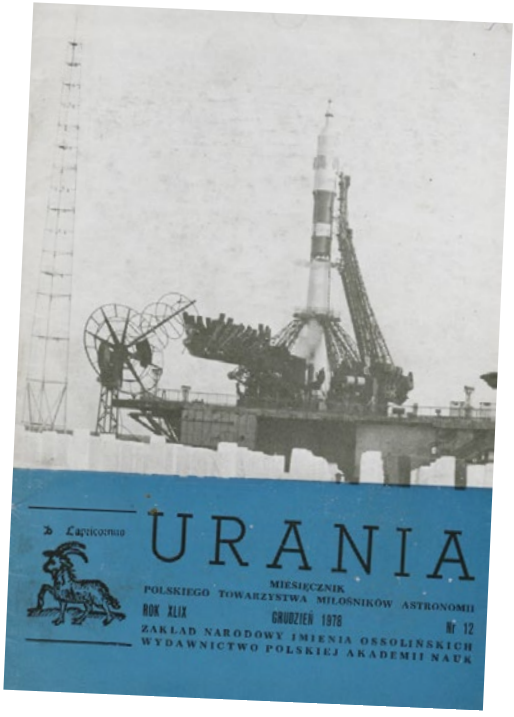
wionym śrubokrętem wyjąłem plastikową przesłonę. Obraz od razu stał się o wiele jaśniejszy… i oczywiście pojawiło się wiele kolorów. Obiektywem była zwykła pojedyncza soczewka, taka jak w lunetach budowanych przeze mnie ze szkieł okularowych.

ROMAN FANGOR

Pod koniec 1978 r. idąc do księgarni ORPAN w Pałacu Kultury i Nauki, postanowiłem odwiedzić Muzeum Techniki, bo podobno jest tam sala astronomii i astronautyki. Kiedy wszedłem na tę salę, zobaczyłem modele rakiet kosmicznych, na wprost była kopuła planetarium i na podwyższeniach były pokazane różne instrumenty astronomiczne i modele satelitów. Na sali nie było nikogo prócz jednego wysokiego, chudego pana z długimi włosami jak u Kopernika, który na jednym z podwyższeń kręcił się dookoła jakiejś beczki, ruszając dużym okrągłym kawałkiem szkła o drugi taki sam zamontowany na tej beczce. Spytałem, co on robi i wyjaśnił mi, że w ramach wystawy „Sam możesz poznać Wszechświat" realizuje pokaz wykonania samemu zwierciadła do teleskopu. Gdy spytałem, dlaczego wykonuje ten pokaz skoro nie ma nikogo na sali, odpowiedział, że to jest prawdziwe zwierciadło, które robi dla siebie, wykorzystując czas w pracy, a jeśli nie ma ludzi, może dłużej porobić to zwierciadło. Tak oto poznałem Romana Fangora, człowieka, dla którego astronomia była jego największą pasją. Roman był niezwykłym człowiekiem. Miał fantastyczny dar opowiadania, co w połączeniu z jego doskonałą pamięcią stanowiło, że był doskonałym rozmówcą. Przez wiele lat później jeździłem z nim do różnych stacji radiowych i telewizyjnych i wszyscy zgodnie stwierdzali, że wywiady z Romanem Fangorem to wielka przyjemność, bo mówił wolno, wyraźnie i profesjonalnie budując zdania. Jego wywiady szły na antenę bez cięć. Tak więc stałem się stałym bywalcem Muzeum Techniki i wielokrotnie prowadziłem z nim długie rozmowy na tematy astronomiczne. On był nieskończoną skarbnicą wiedzy. O cokolwiek go zapytałem, zawsze udzielał wyczerpującej, logicznej odpowiedzi. Widząc moje zainteresowania astronomiczne, zaproponował mi, abym się może zapisał do PTMA. Na tej sali była gablotka poświęcona PTMA. Na wystawie zobaczyłem zdjęcia z siedziby na ul. Bartyckiej. Były wystawione dawne i aktualne numery URANII naszego miesięcznika oraz była informacja o tym, że członkowie PTMA sami wykonują dla siebie zwierciadła i teleskopy, co mnie bardzo zainteresowało. Po raz pierwszy spotkałem się z prawdziwymi kawałkami szkła na zwierciadło, zobaczyłem płyty wyszlifowane proszkami różnej grubości i gotowe poaluminizowane zwierciadło. Nawet był tam nóż Foucaulta do badania jakości powierzchni wykonanego zwierciadła. Roman wyprowadził mnie z błędu i stwierdził, że Oddział w Warszawie znajduje się na ul. Bartyckiej, a nie na Bałtyckiej, a także powiadomił mnie, że w kasie Muzeum Techniki na dole można kupić najnowszy numer „Uranii" 12/1978, który okazał się dla mnie bardzo interesujący. Zawierał artykuł Marka Zawilskiego o nadchodzącej serii zakryć Hiad i Aldebrana przez Księżyc w 1979 r., a także artykuł Romana Fangora o przyrządzie do badania błędu osobowego obserwatora. Był tam także wykaz wykonanych obserwacji zjawisk zakryciowych zarejestrowanych przez członków PTMA. Od tego momentu URANIA stała się moim ulubionym pismem. Prenumeruję ją aż do dziś.

9 stycznia 1979 r. podczas wielkiej śnieżycy w Warszawie odwiedziłem Romana Fangora w Muzeum, aby podzielić się z nim informacją, że tego dnia wieczorem dojdzie do zakrycia Aldebarana. Pogoda nie dawała szans na obserwację. Niskie chmury, zimno i sypał mocno śnieg. Bardzo pragnąłem to zobaczyć, ale mi się nie udało. Jednakże pięć minut po odkryciu na chwilę dosłownie rozstąpiły się chmury i przez swoją japońską lunetę zobaczyłem fragment Księżyca i tuż obok jego tarczy jasny czerwonawy punkt świecącego Aldebarana. Byłem wtedy bardzo szczęśliwy.

W końcu decyzja zapadła. W piątek 19 stycznia 1979 r. postanowiłem pojechać i zapisać się do PTMA.



Janusz Wiland

Przygody Uranii w kosmicznej otchłani

7. Czarna dziura

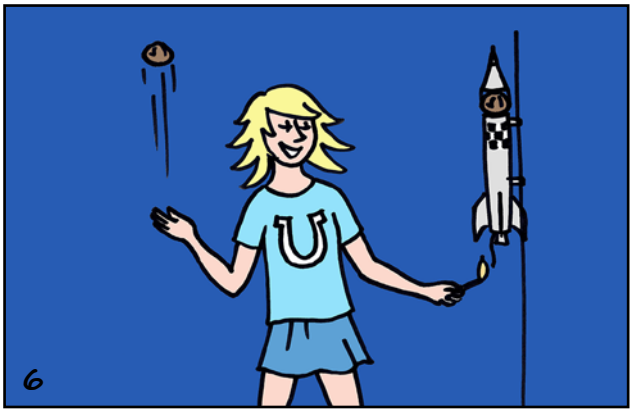
Dziur rozliczne są rodzaje, które dobrze znacie:
Dziura w bucie, dziura w płocie albo dziura w… gaciach.
Wielu zacnych filozofów, z wysiłkiem niemałym
Całe życie spędzi, aby znaleźć dziurę w całym.

Czerń przeróżne ma odmiany, ale co to znaczy?
Czy to kolor, czy nie kolor, brak koloru raczej.
Czarny kot przebiegnie drogę, co przynosi pecha,
Czarny chleb i czarna kawa to marna pociecha.

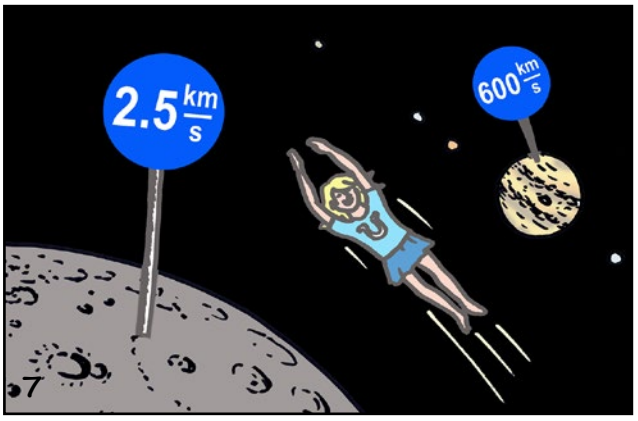
Czarna magia z czarną flagą, na nauk paradzie,
Tu astrolog, tam alchemik, czarne owce w stadzie.
Weterynarz wraz z medykiem sprawdzą od niechcenia,
Czy magicy mają zawsze czarne podniebienia.

Dziur rozliczne są rodzaje, już je dobrze znacie,
Czerń przeróżne ma odmiany, w mig je rozpoznacie.
Ale czy wystąpić mogą, miłość to czy mania,
Dziura z czernią w jednej parze, opowie Urania.

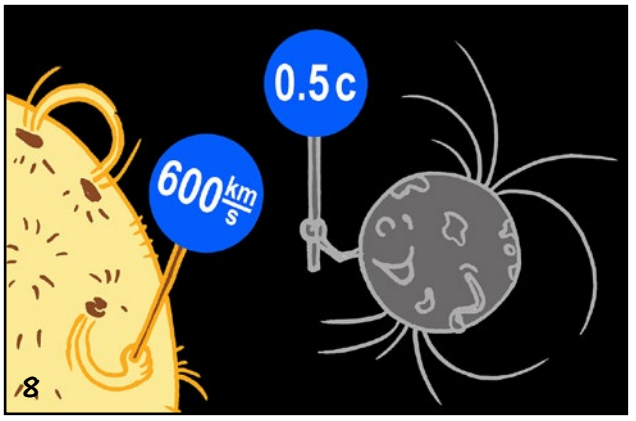
Fizyk niesie z termometrem pudło z dziurą marne.
Czarną dziurą? Nie, to ciało doskonale czarne!
Czarną dziurę astrofizyk chwali nie bez racji:
To nie wzór promieniowania, ale grawitacji!



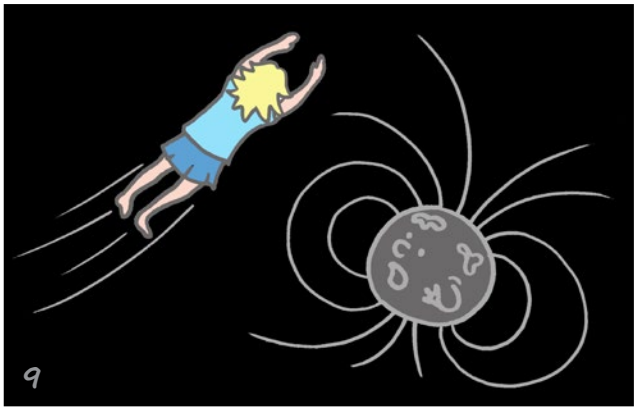
Kiedy bawisz się kamieniem, rzucasz, a on spada!
By odleciał, trzeba sporej prędkości mu nadać:
Jedenaście kilometrów, przez jedną sekundę
By od Ziemi się oderwać – niech to świśnie dunder!



Umkną kamień czy rakieta, z planety lub gwiazdy,
Jeśli nie obowiązuje żaden zakaz jazdy.
Więc z Księżyca im wystarczy, każdy w szkole słyszał,
Pięć razy wolniej niż z Ziemi! Odwrotnie z Jowisza!



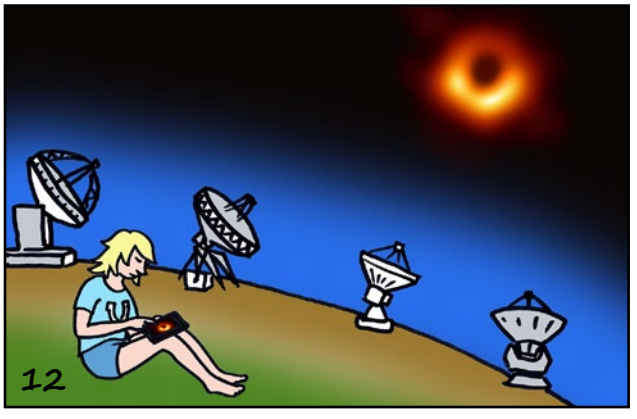
Gdybyś ze Słońca startował, tylko się nie poparz!
Prędkość sześćset na sekundę kilometrów pokaż.
Z gwiazdy uciec neutronowej sprawa to niełatwa,
Bowiem musisz w mig osiągnąć pół prędkości światła.



I już teraz morał możesz wyciągnąć z bajeczki
Większa masa znaczy większa i prędkość ucieczki.
Ale jest i drugi, morał wiele więcej warty,
Również większa prędkość, kiedy obiekt bardziej zwarty.

Stąd już wniosek bardzo szybko stawiasz na początek,
Każda masa ma swój promień zwany horyzontem.
Skąd już uciec nic nie może, bo sprawa się gmatwa,
Gdyż rozpędzić byś to musiał ponad prędkość światła!

Stąd zaś drugi szybko płynie wniosek generalny,
Że horyzont pozostaje zawsze niewidzialny.
Określając, nie bez racji i co nie jest bzdurą,
Ewenement grawitacji zwany czarną dziurą.



Co w nią wpadnie, nie wypadnie, wszędzie i na zawsze,
Więc cóż ponad obraz taki może być ciekawsze?
Co pokazał dziś Teleskop Horyzontu Zdarzeń
Cieszy. Cieszy się Urania ze spełnienia marzeń.

Tekst: Maciej Mikołajewski, rysunki: Jacek Drążkowski

Od stu lat pod wspólnym niebem

MIĘDZYNARODOWA UNIA ASTRONOMICZNA

Krzysztof Czart

Astronomia jest nauką, która szczególnie wymaga współpracy ponad granicami krajów. Astronomowie rozumieli to już od bardzo dawna, a od 100 lat działa organizacja wspierająca globalną współpracę w astronomii. Przyjrzyjmy się, jakie były początki Międzynarodowej Unii Astronomicznej (IAU), jaka jest jej rola i jakie działania organizuje.

POCZĄTKI IAU

W momencie utworzenia Międzynarodowej Unii Astronomicznej (ang. International Astronomical Union, w skrócie IAU) idea międzynarodowej współpracy w astronomii nie była niczym nowym. Naukowcy z tej dziedziny współpracowali ze sobą ponad granicami od wieków. Powstanie IAU było związane z reorganizacją międzynarodowej nauki po I wojnie światowej. Przy czym początki były w dużej mierze zdominowane przez polityczne problemy, ale pomimo tego organizacja szybko stała się jedną z najbardziej aktywnych naukowych „unii" uformowanych w tym czasie.

IAU narodziła się podczas konstytuującego zgromadzenia Międzynarodowej Rady Badań (ang. International Research Council, w skrócie IRC), które odbywało sie od 18 do 29 lipca 1919 r. w Pałacu Akademii w Brukseli. Statut IRC dał możliwość utworzenia międzynarodowych unii dla różnych dziedzin nauki. IAU stała się pierwszą, która w ten sposób rozpoczęła działanie. Za datę powstania przyjmuje się 28 lipca 1919 r., chociaż wszystkie formalne warunki zostały spełnione nieco później, dopiero w lipcu 1920 r. W ramach IAU utworzono także Międzynarodową Komisję Czasu (Międzynarodowe Biuro Czasu) oraz Międzynarodowe Centralne Biuro Telegramów Astronomicznych. Pierwszym prezydentem IAU został francuski astronom Benjamin Baillaund.

Źródło: IAU

Pierwszy Kongres IAU w Rzymie w 1922 roku

Pierwszymi krajami reprezentowanymi w IAU były Belgia, Kanada, Francja, Grecja, Japonia, Stany Zjednoczone i Wielka Brytania, a wkrótce dołączyły do nich Włochy i Meksyk. Polska dołączyła w 1922 r., razem z kilkoma innymi państwami. Aktualnie w IAU są 82 kraje, przy czym trzeba zaznaczyć, iż Międzynarodowa Unia Astronomiczna nie jest organizacją międzyrządową (jej członkami nie są państwa). Formalnie wygląda to w taki sposób, że jakaś instytucja reprezentuje społeczność astronomów zawodowych danego kraju (i jest określana mianem „National Member"), w przypadku naszego kraju jest to Polska Akademia Nauk (PAN).

Warto dodać, że sama IRC istniała do 1931 r., a po różnych przekształceniach, obecnie organizacją zrzeszającą międzynarodowe naukowe unie (w tym IAU) jest Międzynarodowa Rada Nauki (ang. International Science Council, w skrócie ISC).

MISJA I STRUKTURA IAU

Podstawowym celem istnienia IAU jest wspieranie astronomii, ze szczególnym uwzględnieniem współpracy międzynarodowej. Międzynarodowa Unia Astronomiczna jest organizacją naukową i to na tym aspekcie astronomii skupia się najbardziej. Jednak od pewnego czasu coraz intensywniej działa również na innych polach astronomii, związanych z popularyzacją i edukacją, szczególnie od okresu przeprowadzenia Międzynarodowego Roku Astronomii 2009.

Kluczową aktywnością IAU jest organizowanie konferencji naukowych. Każdego roku organizacja sponsoruje 9 międzynarodowych sympozjów i wspiera inne konferencje. Wydaje też publikacje konferencyjne, różnego rodzaju biuletyny i inne wydawnictwa. Co trzy lata są organizowane Kongresy IAU*, które są olbrzymimi konferencjami naukowymi trwającymi przez dwa tygodnie, z liczbą uczestników w ostatnich latach wynoszącą po dwa, a nawet trzy tysiące. Najnowszy z kongresów odbył się w 2018 r. w Wiedniu (Austria). Następne zaplanowane są na 2021 r. w Busan (Korea Południowa) i 2024 r. w Kapsztadzie (RPA).

* Sama IAU stosuje nazwę General Assembly, co oznacza Zgromadzenie Ogólne, ale w polskim środowisku astronomicznym utarło się mówić Kongres.

Fot.: K. Czart

Prof. Ewine van Dischoeck, prezydent Międzynarodowej Unii Astronomicznej (IAU), zapozowała do zdjęcia z „Uranią". Zarówno IAU, jak i „Urania", obchodzą w tym roku swoje stulecie

Krzysztof Czart: Jaka jest obecnie rola Międzynarodowej Unii Astronomicznej (IAU)?

Ewine van Dischoeck: Misją Międzynarodowej Unii Astronomicznej jest promowanie i chronienie astronomii we wszystkich jej aspektach. Tradycyjnie dotyczyło to badań naukowych, jednak aktualnie jest to dużo szersze pole, obejmujące także edukację, popularyzację i wykorzystanie astronomii jako narzędzia rozwoju.

Astronomowie są czasem pytani o to co ludzie mają z astronomii w codziennym życiu. Co Pani odpowiada na takie pytania?

Jest szereg korzyści. Po pierwsze: inspiracja. Każdy, kto patrzył w niebo, zastanawiał się, skąd pochodzimy, jakie jest nasze miejsce we Wszechświecie. Są to jedne z największych pytań ludzkości i tylko astronomia może na nie odpowiedzieć. To jeden z aspektów. Drugim jest fakt, iż astronomia jest motorem napędowym dla sektora nowoczesnych technologii. Stawiamy przed inżynierami najtrudniejsze zadania, specyfikacje naszych instrumentów naukowych są tak wyśrubowane, że przesuwają technologię do granic możliwości. I pomimo iż nie daje to natychmiastowych implementacji w życiu codziennym, to w dłuższej perspektywie rodzi nowe wynalazki.

Jaka jest korzyść dla zwykłego człowieka (a nie naukowca) z istnienia IAU?

Ideą IAU jest łączenie ludzi na całym świecie i stymulowanie wszystkich wspomnianych aspektów. Jest to oczywiście dokonywane przez całe mnóstwo ludzi w wielu krajach, a Międzynarodowa Unia Astronomiczna jest pewnego rodzaju silnikiem, który umożliwia tym ludziom pracę.

W jaki sposób trafiła Pani do astronomii?

Trochę przez przypadek. Właściwe to byłam chemikiem. W ramach swojej pracy doktorskiej zajmowałam się m.in. chemią teoretyczną, ale potem stopniowo zdałam sobie sprawę, że przestrzeń międzygwiazdowa jest idealnym laboratorium do badania procesów chemicznych, np. zachodzących przy powstawaniu nowych gwiazd, nowych planet i poszukiwaniu podstawowych cegiełek dla życia.

Co by Pani chciała przekazać miłośnikom astronomii w Polsce?

Świętujcie razem z nami 100 lat rozwoju astronomii, 100 lat postępu w zrozumieniu Wszechświata. Wy także odgrywacie ważną rolę w fascynacji, jaką mamy w naszej dziedzinie i w przekazywaniu tego zafascynowania społeczeństwu.

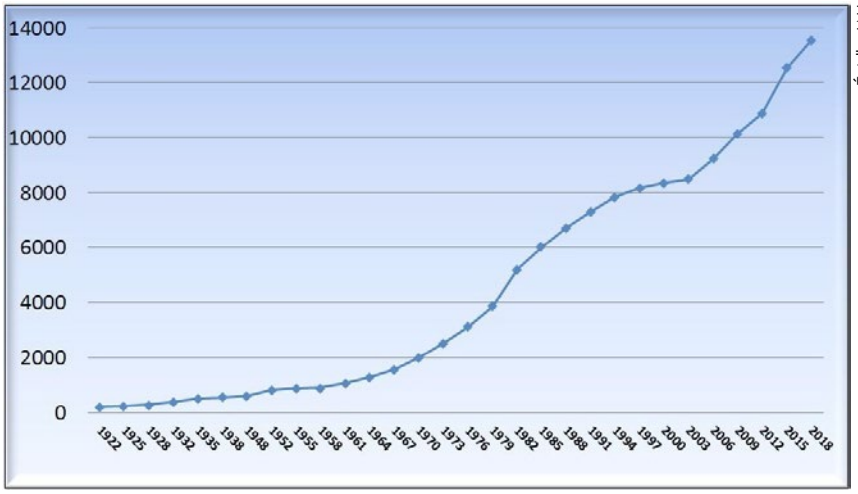
Rozmowa została przeprowadzona 12.04.2019 r. podczas rocznicowej konferencji IAU w Brukseli, w miejscu, w którym 100 lat temu powołano do istnienia IAU.

Podczas kongresów odbywa się zwykle 6 sympozjów i 15 spotkań tematycznych (Focus Meetings), a także spotkania Wydziałów, Komisji i Grup Roboczych. Właśnie te trzy terminy: Wydziały (Divisions), Komisje (Commisions) i Grupy Robocze (Working Groups) opisują wewnętrzną strukturę Unii. W ich ramach jest prowadzona aktywność w różnych subdyscyplinach astronomii. Każdy członek IAU należy do przynajmniej jednego Wydziału. Aktualnie IAU obejmuje 9 wydziałów, 35 komisji i 53 grupy robocze.

W strukturze IAU działają też wyspecjalizowane biura: Biuro IAU ds. Młodych Astronomów (IAU Office for Young Astronomers), Biuro IAU ds. Astronomii dla Rozwoju (IAU Office of Astronomy for Development), Biuro IAU ds. Popularyzacji Astronomii (IAU Office for Astronomy Outreach). W trakcie powstawania jest Biuro ds. Astronomii dla Edukacji (IAU Office for Astronomy for Education). Pod opieką biura ds. popularyzacji działają dodatkowo krajowi koordynatorzy (National Outreach Coordinators), którzy są łącznikami w przepływie informacji i działań pomiędzy IAU a krajowymi społecznościami.

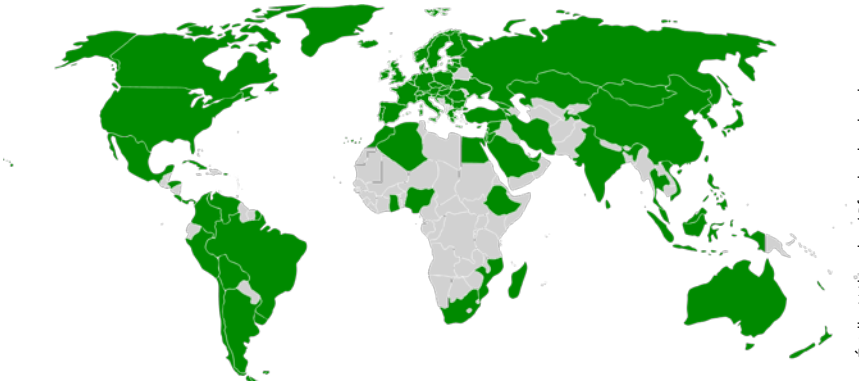
IAU posiada kilka kategorii członków. Jedną są wspomniani wcześniej „National Members", czyli członkowie instytucjonalni, reprezentujący krajowe społeczności astronomiczne. Kolejną kategorię stanowią członkowie indywidualni „Individual Members", których jest obecnie ponad 13700.

Czy każdy może zostać członkiem? Niestety nie. Członkami mogą być zawodowi astronomowie ze stopniem co najmniej doktora, którzy aktywnie działają w astronomii na polu naukowym, edukacyjnym lub w popularyzacji. Niedawno organizacja wprowadziła nową kategorię członkowską o nazwie „Junior Members". Jest ona przeznaczona dla osób, które dopiero zaczynają swoją zawodową karierę w astronomii, jednak i tutaj wymagany jest stopień doktora. Są też członkowie honorowi („Honorary Members"), którymi mogą być osoby nie będące astronomami zawodowymi, ale niezwykle zasłużone dla astronomii.



Źródło: IAU

Wzrost liczby członków Międzynarodowej Unii Astronomicznej (IAU) na przestrzeni lat


Źródło: Wikipedia / Rfassbind; uaktualnienie mapy na 2019 r. – Urania

Kraje reprezentowane w Międzynarodowej Unii Astronomicznej (IAU)

IAU ma zdefiniowane plany na przyszłość, nazwane planem strategicznym na lata 2020–2030. Są w nich dość szczegółowo opisane cele do realizacji, które skupiają się wokół pięciu obszarów: (1) Ogólnoświatowe koordynowanie astronomii, komunikacji pomiędzy naukowcami i rozpowszechnianie wiedzy astronomicznej pomiędzy nimi, (2) Promowanie wszechstronnego postępu na polu astronomii w każdym kraju, (3) Promocja wykorzystania astronomii w każdym kraju jako narzędzia do rozwoju, (4) Zaangażowanie społeczeństwa w astronomię poprzez dostęp do informacji i popularyzację (5) Stymulowanie wykorzystania astronomii w nauczaniu i edukacji szkolnej.

100 lat pod wspólnym niebem — hasło przewodnie akcji IAU100 na stulecie Międzynarodowej Unii Astronomicznej (IAU)

NAZYWANIE OBIEKTÓW ASTRONOMICZNYCH

Czasem można trafić na ogłoszenia firm sprzedających na przykład nazwy gwiazd. Jeśli ktoś chce sprzedać wpis w swojej bazie danych, a ktoś inny chce mu za to zapłacić, trudno z tym dyskutować — pieniądze można wydawać w różny sposób (chociaż „Urania" polecałaby raczej zainwestowanie tych środków chociażby w sprzęt do obserwacji nieba). Jednak jedynym uznanym międzynarodowo organem mającym prawo nadawać nazwy obiektom astronomicznym jest Międzynarodowa Unia Astronomiczna. I tylko nadane przez IAU nazwy są powszechnie uznawane za oficjalne.

Dla celów nazewnictwa IAU wykształciła szereg zasad. Zajmuje się tym kilka grup roboczych, np. Grupa Robocza ds. Nazewnictwa w Systemie Planetarnym — efekty jej pracy w po-

staci zaaprobowanych nazw dla struktur na powierzchniach planet i księżyców są publikowane biuletynie „Gazetteer of Planetary Nomenclature".

W przypadku nowych księżyców w Układzie Słonecznym otrzymują one oznaczenia zaczynające się od litery S i roku odkrycia, a następnie liczby wskazującej kolejność odkrycia w danym roku. Gdy odkrycie zostanie potwierdzone, odkrywca ma prawo zasugerować nazwę, przy czym przykładowo dla księżyców Saturna stosuje się imiona olbrzymów i potworów z różnych mitologii.

Również w przypadku planetoid prawo do nadania nazwy ma odkrywca. Uzyskuje je, gdy obiekt otrzyma stały numer na liście planetoid (czyli jego parametry orbity są już dobrze znane). Propozycje zgłoszone przez odkrywców są potem weryfikowane przez Grupę Roboczą ds. Nazewnictwa Małych Ciał pod względem zgodności z regułami IAU. Zaakceptowane nazwy są publikowane w biuletynach „Minor Planet Circulars" i wtedy stają się oficjalne.

W przypadku obiektów astronomicznych, takich jak gwiazdy, obiekty mogą mieć wiele oznaczeń. Dla przykładu jasna gwiazda Wega, to także HD 172167, BD+38 3228, HIP 91962 i wiele innych oznaczeń z różnych astronomicznych katalogów (baza danych Simbad wskazuje aż 62 oznaczenia dla Wegi). Tego typu naukowe oznaczenia są trudne do zapamiętania i raczej mało wpływają na wyobraźnię. Osobnym wątkiem są więc słowne nazwy dla ciał niebieskich. Najjaśniejsze gwiazdy mają nazwy wywodzące się ze starożytności. Chociaż i tutaj panuje bałagan — czasami istnieje kilka wariantów nazw lub pisowni. W 2016 r. zabrano się za porządki w gwiezdnej nomenklaturze, po których Grupa Robocza ds. Nazw Gwiazd opublikowała listę nazw zaaprobowanych jako oficjalne wersje. Lista ta ma obecnie 336 gwiazd.

Jeśli chodzi o planety pozasłoneczne, to w 2015 r. przeprowadzono ogólnoświatowy plebiscyt, w którym wyłoniono nazwy dla 31 egzoplanet, a w tym roku trwa projekt IAU100 NameExoWorlds, który pozwala każdemu państwu na nazwanie jednej egzoplanety i jej gwiazdy. W jego ramach, w celu wyłonienia nazw prowadzone są narodowe konkursy zbierające propozycje od mieszkańców danego kraju.

Źródło: IAU/Robert Hurt (SSC)

Głosowanie nad definicją planety w Układzie Słonecznym podczas Zgromadzenia Ogólnego IAU w trakcie Kongresu IAU w Pradze w 2006 r.

IAU Dark Skies Ambassadors

Międzynarodowa Unia Astronomiczna organizuje obecnie sieć osób, którym na sercu leży ochrona ciemnego nieba przed nadmiernym zanieczyszczeniem sztucznym światłem. Jeśli działasz w tej dziedzinie – zapisz się (nie trzeba być astronomem). Zgłoszenia przyjmowane są na stronie: https://darkskies4all.org/ambassador. W Polsce koordynatorem jest dr Sylwester Kołomański, kontakt: kolomanski@astro.uni.wroc.pl.

IAU Astronomy Translation Network

Jest to sieć prowadzona przez IAU, a złożona z astronomów, nauczycieli, tłumaczy, dziennikarzy i innych osób, które wolontariacko tłumaczą różne wartościowe materiały astronomiczne na swoje języki. Polska grupa już działa. Osoby chętne do dołączenia mogą zgłaszać się tutaj: https://translation.iau.org.

CAP Journal

Recenzowane czasopismo wydawane przez IAU, skierowane do osób zajmujących się popularyzacją astronomii. Do pobrania ze strony https://www.capjournal.org. Można też zaprenumerować bezpłatną wersję papierową.

WSPÓLNE DEFINICJE

Kolejną rolą IAU jest definiowanie fundamentalnych stałych astronomicznych i fizycznych oraz ujednolicanie nomenklatury astronomicznej. Już na samym początku swojego istnienia, w roku 1930, zrobiła porządek na niebie z gwiazdozbiorami, dzieląc nieboskłon na 88 konstelacji i zatwierdzając ich granice. Ten podział pozostał do dzisiaj.

Najbardziej znany medialnie przypadek z tego typu działalności to decyzja o zdefiniowaniu pojęcia „planeta" w Układzie Słonecznym, która wykluczyła Plutona. Decyzję tę podjęto w 2006 r. podczas Kongresu IAU w Pradze.

Przy czym warto tutaj zwrócić uwagę, iż nauka zazwyczaj nie polega na głosowaniu. Jednak temat definicji planety wymagał jakiegoś międzynarodowego uporządkowania. Na wypadek gdyby w przyszłości zdarzyła się podobna sytuacja z koniecznością zasięgnięcia opinii u całej społeczności astronomów zawodowych, IAU posiada obecnie możliwość głosowania wszystkich swoich członków przez internet. Taką uchwałą, dla której zastosowano głosowanie internetowe, jest ubiegłoroczna decyzja o tym, aby prawo Hubble'a nazywać prawem Hubble'a–Lemaître'a. Od tej pory więc IAU rekomenduje, aby prawo opisujące rozszerzanie się Wszechświata, nazywać prawem Hubble'a–Lemaître'a dla upamiętnienia wkładu obu naukowców w rozwój wiedzy o tym zagadnieniu.

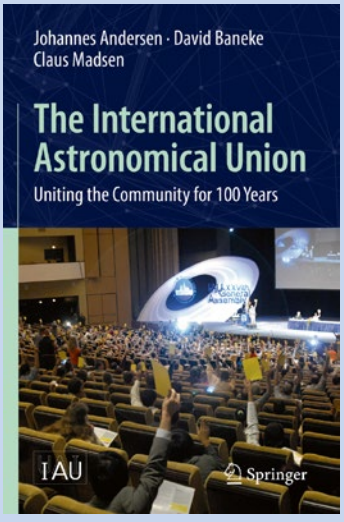
IYA2009 ORAZ IAU100

Pod koniec 2007 r. udało się przekonać Zgromadzenie Ogólne ONZ do ogłoszenia roku 2009 Międzynarodowym Rokiem Astronomii (ang. International Year of Astronomy, w skrócie IYA). Okazją było 400 lat od pierwszego użycia teleskopu przez Galileusza do obserwacji astronomicznych. Inicjatorem pomysłu była IAU, ale ze względów formalnych wniosek do ONZ zgłosiły Włochy, gdyż tylko kraje członkowskie ONZ mają takie prawo. W ciągu całego 2009 r. udało się przeprowadzić bardzo wiele projektów popularyzujących astronomię i naukę na całym świecie. W raporcie końcowym mowa, iż we wszystkich wydarzeniach wzięło udział łącznie 815 milionów ludzi w 148 krajach świata.

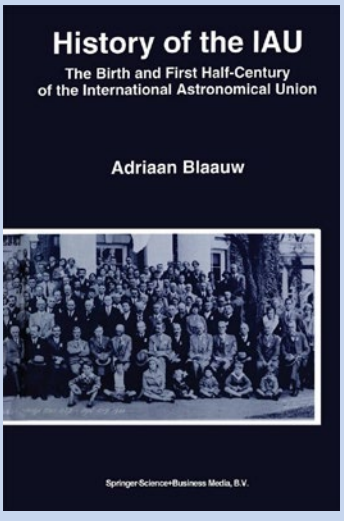
Sukces Międzynarodowego Roku Astronomii 2009 dał IAU impuls do większego zaangażowania się także w popularyzację astronomii w społeczeństwie. W jego trakcie powstało szereg inicjatyw, które kontynuowały działanie również później. Na bazie tych doświadczeń i struktur prowadzona jest w roku 2019 akcja IAU100 z okazji stulecia IAU. Przy czym w porównaniu z rokiem astronomii, jest ona dużo mniejsza, nie ma przykładowo wsparcia ONZ.

Akcja IAU100 ma myśl przewodnią „100 lat pod wspólnym niebem" i ma pokazywać najnowsze 100 lat rozwoju astronomii i to, jakie zmiany wniosły w nasze życie. Ma też wzbudzić poczucie wszystkich ludzi, niezależnie od kraju, w którym żyją, że są obywatelami planety Ziemia. Poszczególne projekty skupiają się w szczególności na piknikach astronomicznych (w styczniu było to 100 godzin astronomii 2.0, a w lipcu okazją będzie 50. rocznica załogowego lądowania na Księżycu), działaniach skierowanych do szkół, uczniów i nauczycieli (Einstein Schools oraz Open Astronomy Schools), sprawach ochrony ciemnego nieba jako przyrodniczego dziedzictwa ludzkości, przybliżaniu astronomii osobom, które w jakiś sposób są wykluczone z dostępu do informacji o niej. Szczegóły można znaleźć na stronach www.iau100.pl i www.iau-100.org.

Najbardziej medialnym wydarzeniem całych obchodów IAU100 jest konkurs na nazwy planet pozasłonecznych IAU100 NameExoWorlds, w ramach którego każdy kraj otrzymał prawo nadania nazwy dla jednej planety i jej gwiazdy. Nazwy te będą wyłonione w narodowych konkursach i na koniec oficjalnie ogłoszone przez Międzynarodową Unię Astronomiczną (szczegóły na s. 10 oraz na www.iau100.pl/planety).



W 2019 r. ukazała się książka o historii IAU pt. „The International Astronomical Union: Uniting Community for 100 Years", J. Andersen, D.M. Baneke, C. Madsen, ISBN 978-3-319-96965-7.



Wcześniej, w roku 1994, wydano pozycję pt. „History of the IAU: The Birth and First Half-Century of the International Astronomical Union", A. Blaauw, ISBN 978-0-7923-2980-0.

POLSKIE WĄTKI W IAU

Nasz kraj jest reprezentowany w Międzynarodowej Unii Astronomicznej od 1922 r., czyli dołączył krótko po jej utworzeniu. Co ciekawe, przeglądając pierwsze historyczne egzemplarze poprzedniczki „Uranii" z 1920 r. natkniemy się w numerze 3/1920 na doniesienia o powstaniu IAU i o planowaniu pierwszego kongresu tej organizacji.

Według najnowszych statystyk, członkami IAU jest 183 polskich astronomów. Czy to dużo? Najwięcej jest astronomów amerykańskich, ponad trzy tysiące, później jest Francja (prawie 900) i kilka krajów z liczbą członków unii przekraczającą 700 (Chiny, Niemcy, Włochy, Japonia, Wielka Brytania). Jest też oczywiście wiele krajów, które mają dużo mniej astronomów niż Polska.

Źródło: IAU/L. Calçada

Artystyczna wizja powierzchni planety pozasłonecznej. Międzynarodowa Unia Astronomiczna (IAU) prowadzi w roku 2019 konkurs na nazwy egzoplanet IAU100 NameExoWorlds

Gdyby na przykład sprawdzić liczbę astronomów na milion mieszkańców, to w porównaniu do „najmocniejszych" w Polsce mogłoby pracować dwa-trzy razy więcej astronomów niż obecnie. Oczywiście nie każdy astronom jest członkiem IAU, ale liczby te mogą służyć jako pewnego rodzaju porównanie rozwinięcia naukowych społeczności astronomicznych w różnych krajach.

Nasz kraj jest reprezentowany w Międzynarodowej Unii Astronomicznej przez Polską Akademię Nauk. Polacy kilkakrotnie w historii IAU byli wiceprezydentami organizacji: Tadeusz Banachiewicz w latach 1932–35 i 1935–38, Eugeniusz Rybka (1952–55 i 1955–58), Wilhelmina Iwanowska (1973–76 i 1976–79) oraz Józef Smak (1991–94 i 1994–97).

W czasach PRL, gdy podróżowanie po świecie było dużo trudniejsze niż obecnie (z powodów politycznych i finansowych) potrzeba było czasem zwariowanych pomysłów, aby wziąć udział w Kongresie IAU. W 1970 r. kongres miał odbyć się w Brighton w Wielkiej Brytanii i ktoś wymyślił, że przecież można tam popłynąć statkiem, który na dodatek może posłużyć za hotel i spiżarnię z zapasem jedzenia na cały okres konferencji. Dzięki takiemu środkowi lokomocji, zamiast małej kilkuosobowej delegacji, w kongresie wzięło udział 22 astronomów z Polski.

Jeden raz mieliśmy okazję gościć Kongres IAU. Był to specjalny kongres w roku 1973 z okazji 500. rocznicy urodzin Mikołaja Kopernika. Była to dość trudna politycznie sprawa dla IAU. Kongres w normalnym trybie miał się odbyć (i odbył się) w Sydney w Australii (po raz pierwszy na półkuli południowej). Polski kongres zorganizowano w Warszawie, Toruniu i Krakowie. Przyjechało na niego ponad 800 uczestników (podobna liczba uczestniczyła w kongresie australijskim). Relację można przeczytać np. w „Uranii" nr 12/1973 (dostępna na stronie www.urania.edu.pl/archiwum).

PODSUMOWANIE

Sposób, w jaki Międzynarodowa Unia Astronomiczna służy społeczności astronomicznej ewoluował w ciągu minionych stu lat jej istnienia. Jak napisano na zakończenie najnowszej książki o historii tej organizacji: „Odbiorcami działań IAU nie są już tylko astronomowie, a cała populacja świata, od decydentów, po dzieci w wieku szkolnym".

Autor jest Krajowym Koordynatorem IAU ds. Popularyzacji, a także redaktorem „Uranii".

Rocznicowa konferencja w Brukseli

Od czasu założenia Międzynarodowej Unii Astronomicznej (IAU) w 1919 r., nasze rozumienie Wszechświata zmieniało się w niemal każdym dziesięcioleciu. Okazał się on bardziej różnorodny, dynamiczny i nieoczywisty w swojej naturze niż przypuszczano do tej pory. Czy wiemy już wszystko?

Odpowiedź na pytanie, jak wiele udało się dokonać astronomom w ciągu ostatniej dekady, można było usłyszeć podczas kilkudniowej konferencji, która miała miejsce w kwietniu, w brukselskim Pałacu Akademii, tym samym, w którym sto lat temu założono Międzynarodową Unię Astronomiczną. To dzięki zwiększaniu świadomości oraz podkreśleniu znaczenia rozwoju technologicznego dla postępu w astronomii możemy sięgać wyżej i dalej, wciąż udoskonalając naszą wiedzę, której doświadczenie przekłada się na kolejne dyscypliny.

Zgodnie z programem przedstawionym w roku 2018, IAU skupia się również na wspieraniu komunikacji oraz wymiany spostrzeżeń między społecznościami astronomicznymi, w tym promowaniu powszechnego dostępu do wiedzy. Podczas konferencji mieliśmy okazję posłuchać o rozwijających się światowych projektach dotyczących komunikacji naukowej, wdrażających również działania wspierające oraz ulepszające integrację społeczności astronomicznej. Dzięki temu możliwa jest wspólna działalność na rzecz edukacji, ochrony światowego dziedzictwa kulturalnego i ciemnego nieba. Elementem uświetniającym spotkanie okazało się przełomowe odkrycie, którego data prezentacji zbiegła się w czasie z konferencją (była dzień po ogłoszeniu odkrycia), a które bez wspólnego działania prawdopodobnie nigdy nie miałoby miejsca. Mowa tutaj o wynikach pomiarów właściwości centralnego źródła radiowego w M87 z wykorzystaniem danych Teleskopu Horyzontu Zdarzeń uzyskanych podczas kampanii w 2017 r.

Rocznicowa konferencja IAU miała za zadanie nie tylko podsumować całą działalność ostatnich lat, ale także podjąć próbę dyskusji na temat tego, co może stać się w następnej dekadzie. Choć wiemy już dużo, wciąż otwierają się nowe furtki, dzięki którym możemy dokładniej badać strukturę i ewolucję Wszechświata, a także obiektów na niego się składających. Wypada życzyć nam zatem kolejnych dekad obfitych w nowe działania!

Katarzyna Kowalska

Fot.: K. Czart

Pałac Akademii w Brukseli. To w tym budynku w 1919 r. powstała Międzynarodowa Unia Astronomiczna (IAU). W 2019 r. zorganizowano tutaj uroczystą rocznicową konferencją z okazji stulecia IAU

Międzynarodowa Unia Astronomiczna (IAU)
Rok powstania: 1919
Liczba członków: 13708 ze 107 krajów
Kraje członkowskie: 82
Witryna internetowa: www.iau.org
Akcja IAU100: www.iau100.pl

AstroShow

IX MIĘDZYNARODOWY OTWARTY ZLOT MIŁOŚNIKÓW ASTRONOMII
EUROPEJSKIE CENTRUM EDUKACJI GEOLOGICZNEJ W CHĘCINACH
30.08 - 1.09.2019

Najlepsza impreza astronomiczna w Polsce!

Jak co roku, czekają Was kosmiczne atrakcje:

- ★ obserwacje pięknego nocnego nieba przez potężne teleskopy
- ★ spotkania i wykłady z popularyzatorami nauki
- ★ dzienne warsztaty astronomiczne i astrofotograficzne
- ★ wypożyczalnia sprzętu obserwacyjnego i fotograficznego
- ★ dla najmłodszych: zajęcia z biologii, geologii oraz zajęcia z mikroskopami w ramach Klubu Młodego Przyrodnika

• Patronat Honorowy:

Marszałek Województwa Świętokrzyskiego
Andrzej Bętkowski

Burmistrz Gminy i Miasta Chęciny
Robert Jaworski

• Patronat Medialny:

Urania
POSTĘPY ASTRONOMII

• Partnerzy:

Canon

SIGMA
PRO CENTRUM

BEIKS
MACHULSKI

DELTA® optical

INFORMACJA I ZAPISY:
astroshow@deltaoptical.pl
801 011 337 lub 25 786 05 20
www.astroshow.deltaoptical.pl

Sky-Watcher®

DELTA® optical

DOBSON 8”
ŚREDNICA ZWIERCIADŁA: 203 MM
OGNISKOWA: 1200 MM

DOBSON 10”
ŚREDNICA ZWIERCIADŁA: 254 MM
OGNISKOWA: 1200 MM

DOBSON 12”
ŚREDNICA ZWIERCIADŁA: 305 MM
OGNISKOWA: 1500 MM

DOBSON ROZSUWANY

SW-1310	**SKY-WATCHER DOBSON 8" PYREX FLEX TUBE**	**1 999,-**
SW-1320	**SKY-WATCHER DOBSON 8" FLEX TUBE GO-TO**	**4 499,-**
SW-1311	**SKY-WATCHER DOBSON 10" FLEX TUBE**	**2 299,-**
SW-1321	**SKY-WATCHER DOBSON 10" FLEX TUBE GO-TO**	**5 499,-**
SW-1312	**SKY-WATCHER DOBSON 12" FLEX TUBE**	**4 799,-**
SW-1322	**SKY-WATCHER DOBSON 12" FLEX TUBE GO-TO**	**6 999,-**
SW-1324	**SKY-WATCHER DOBSON 16" FLEX TUBE GO-TO**	**11 999,-**

DOBSON KLASYCZNY

SW-1301	**SKY-WATCHER DOBSON 6"**	**969.-**
SW-1302	**SKY-WATCHER DOBSON 8" PYREX**	**1 399,-**
SW-1303	**SKY-WATCHER DOBSON 10" PYREX**	**1 979,-**
SW-1304	**SKY-WATCHER DOBSON 12"**	**3 089**,-

Teleskop zwierciadlany systemu Newtona oparty na azymutalnym montażu typu Dobsona to propozycja dla znakomitej większości miłośników astronomii. Atrakcyjna cena, prostota montażu, imponujące gabaryty i mnogość funkcji – to cechy, które robią wrażenie! Teleskopy tego typu należą do grupy **najczęściej używanych przyrządów do obserwacji nieba.** Dzięki nim ujrzymy nawet najsłabiej widoczne w warunkach amatorskich mgławice, gromady gwiazd i galaktyki oraz Księżyc, planety i dziesiątki innych fascynujących obiektów. Początkującym obserwatorom **szczególnie polecamy model 8”, który od lat cieszy się mianem jednego z najpopularniejszych teleskopów na świecie.**

www.deltaoptical.pl ★ blog: www.deltasky.pl ★ www.facebook.com/Delta.Optical.Polska

Mińsk Mazowiecki
Nowe Osiny, ul. Piękna 1
T. 25 786.05.20

Salon firmowy w Warszawie
Al. Jana Pawła II 19, Atrium Garden
T. 25 786.05.28

Salon firmowy w Katowicach
ul. Uniwersytecka 13, Budynek Altus
T. 32 729.94.90

Salon firmowy w Gdańsku
ul. Grunwaldzka 40/9
T. 58 739.52.10

Solar Eclipse Conference

Zaćmienia Słońca nie przestają fascynować. Obecnie liczna rzesza profesjonalistów i amatorów organizuje wyprawy w najodleglejsze rejony naszego globu, aby przez krótką chwilę być świadkiem zaćmienia całkowitego lub obrączkowego.

Raz na cztery lata zaćmieniowi entuzjaści spotykają się na konferencjach tematycznych, aby omówić swoje dokonania i zaplanować następne ekspedycje. W 2018 r. przypadło właśnie takie kolejne spotkanie. Początkowo miało się ono odbyć na Teneryfie, jednak z powodu rozmaitych trudności organizacyjnych ostatecznie postanowiono na początku roku, aby zorganizować je w dniach 2–5 sierpnia w Genk, mieście położonym we wschodniej Belgii w prowincji Limburgia. Konferencja zgromadziła około 80 uczestników z całego świata.

Miejscem obrad była placówka astronomiczna Cosmodrome, zlokalizowana na przedmieściach w pięknym parku wypoczynkowym w dzielnicy Kattevennen (ta okoliczność przypomina więc nieco usytuowanie Planetarium Śląskiego). W skład zespołu Cosmodrome wchodzi nowoczesne planetarium, obserwatorium astronomiczne, sale wystawowe i wykładowe oraz zaplecze gastronomiczne. Tematyka obrad obejmowała szeroki zakres – od wyboru sprzętu i technik rejestracji, wyników obserwacji ostatnich zjawisk, organizacji wypraw po sprawy związane z popularyzacją zaćmień, publikowaniem wyników, historią ich obserwacji oraz opracowywaniem dokładnych efemeryd. Jednocześnie w czasie trwania konferencji uczestnicy mieli możność zapoznania się z licznymi ulotkami, plakatami oraz książkami o tematyce „zaćmieniowej". Oprócz autora niniejszego raportu, z Polski w obradach wziął udział także pan Maciej Szupiluk z Zambrowa.

W pierwszym dniu obrad odbyło spotkanie zapoznawcze, połączone ze zwiedzaniem centrum kulturalnego, urządzonego na terenie byłych kopalni. W kolejnym dniu obrad uczestnicy zostali przywitani przez organizatorów, w imieniu których uczynił to Ruben Verboven. Następnie o historii konferencji wspomniał Sheridan Williams z Wielkiej Brytanii. Przekazał przy tym pozdrowienia od wieloletniego organizatora spotkań – Patricka Poitevina z Belgii, który tym razem nie mógł z przyczyn osobistych brać udziału w organizacji i obradach. Sheridan omówił także znaczenie obserwacji zaćmień Słońca oraz statystyki zaćmień dla kuli ziemskiej oraz szczególnie dla

Ogólny widok Cosmodrome w Genk

Zdjęcie grupowe uczestników konferencji

Belgii. Wspomniał także o roli, jaką w opracowywaniu efemeryd zjawisk zaćmieniowych odegrał w ciągu wielu lat swojej aktywności Jean Meeus, którego uczestnicy konferencji postanowili odwiedzić w jego domu.

W kolejnym wystąpieniu Glenn Schneider ze Steward Observatory w Arizonie (USA) omówił doświadczenia z obserwacji zaćmień Słońca z pokładu samolotu, które rozpoczęto w 1970 r. Jak wiadomo, zaletą tego typu obserwacji jest (w większości przypadków) zupełne wyeliminowanie zachmurzenia, a także wpływu gęstych warstw ziemskiej atmosfery. Z biegiem czasu samoloty, wykorzystywane do obserwacji zaćmień zostały w pewien sposób przystosowane do obserwacji. Nadal jednak trzeba wykonać ciężką pracę organizacyjną, nie tylko ze sprzętem obserwacyjnym, ale także związanych z zaplanowaniem kursu samolotu w ten sposób, aby wydłużyć czas obserwowanej fazy całkowitej w stosunku do statycznego obserwatora naziemnego. Przedstawione wyniki obserwacji były niezmiernie ciekawe.

Autor: Evgenij Kamenev, 3 listopada 2013 r., Kenia

Ten sam temat był przedmiotem następnego referatu, jaki przedstawił Stephan Heinsius z Niemiec. Zalety obserwacji samolotowych zaprezentował na przykładzie zaćmień całkowitych z roku 2013 i 2015 (w tym drugim przypadku dzięki obserwacji z pokładu samolotu wydłużono czas trwania fazy całkowitej o minutę!).

Z kolei wykonanie efektownych zdjęć zaćmienia, obejmujących obiekty terenowe i osoby, wymaga starannego planowania i użycia odpowiedniego sprzętu fotograficznego, co omawiał Kris Delcourte z Belgii.

Do wykonania dobrych zdjęć zaćmienia Słońca nie jest jednak potrzebny bardzo drogi sprzęt, o czym przekonywał Daniel Fischer z Niemiec, prezentując swój wieloletni zbiór fotografii, otrzymany przy pomocy dobrej kamery z zoomem.

Uwiecznienie zaćmień odbywa się jednak także w inny sposób, np. na znaczkach pocztowych. Mówiła o tym Martine Tlouzeau-Godard z Francji, prezentując swój zbiór znaczków okolicznościowych.

Oczywiście, w czasie obserwacji niezwykle istotna jest ochrona wzroku. Mówił o tym Ralph Chou z Uniwersytetu Waterloo w Kanadzie, przedstawiając kampanię informacyjną, jaką wraz ze współpracownikami zainicjował przed zaćmieniem w USA w roku 2017. Polegała ona na rozpowszechnianiu w mediach, w internecie i w ulotkach informacji na temat zasad bezpiecznego obserwowania zaćmień Słońca, w tym używania właściwych filtrów oraz na temat przyczyn i mechanizmów ewentualnego uszkodzenia oka.

Z kolei Jörg Schoppmeyer z Niemiec podzielił się swoimi rezultatami obserwacji zaćmienia obrączkowego 26 lutego 2017 r. w Argentynie. Autorowi udało się uzyskać piękne zdjęcia, obrazujące tworzenie się „pierścienia" słonecznego wraz z perłami Baily'ego, a nawet chromosferę.

Drugi dzień obrad rozpoczął się od omówienia sposobów włączania lokalnych społeczności, w szczególności młodzieży, w obserwacje zaćmień Słońca, co przedstawił w swoim referacie Mike Simmons, prezydent organizacji „Astronomers Without Borders – Astronomowie bez granic". Pokazał on sukcesy dydaktyczne i popularyzacyjne osiągnięte w czasie organizacji obserwacji kilku ostatnich zaćmień Słońca w krajach Azji i Afryki, a także przy okazji ostatniego wielkiego zaćmienia w roku 2017 w USA i zachęcił do kontynuacji tej aktywności w latach 2019 i 2020.

Podobną tematykę poruszył Terry Cuttle, prezentując „edukację zaćmieniową" podczas zaćmień w roku 2012 w Australii i w roku 2017 w USA. Zaćmienia Słońca mogą wręcz być poszerzoną ofertą programową z zakresu astronomii.

Bill Kramer (USA) w swoim referacie skupił się z kolei na ważnym aspekcie, jakim jest kontakt z mediami i umiejętne przedstawianie zagadnienia zaćmień Słońca, bez przekłamań i nadmiernej sensacji. Podkreślił wielką rolę szczupłego grona astronomów zawodowych i amatorów w tym procesie.

Autor: Andrew Struder, 21 sierpnia 2017 r., Oregon, USA, wspinacz: Tommy Smith, koordynacja i planowanie: Michael Shainblum, Ted Hesser, Martina Tibell, Andrew Studer

Ralph Chou wrócił jeszcze raz do ochrony oczu, narażonych na uszkodzenie w czasie obserwacji, tym razem przedstawiając mechanizmy uszkodzeń oka, m.in. na przykładzie konkretnych przypadków z r.2017.

Michael Zeiler (USA) zaprezentował następnie nowoczesne metody prognozowania przebiegu fazy całkowitej na mapach 3D, czyli z uwzględnieniem rzeźby terenu. Jego ukształtowanie zmienia bowiem niekiedy wyraźnie granicę fazy zaćmienia całkowitego w zależności od wysokości nad poziomem morza. Z drugiej strony nowoczesna kartografia wyeliminowała praktycznie błędy współrzędnych na mapach.

Serge Koutchmy (Francja) przedstawił ostatnie profesjonalne obserwacje, poczynione w czasie całkowitego zaćmienia Słońca w USA w roku 2017. Były to głównie obserwacje spektroskopowe korony i chromosfery, pomiary polarymetryczne i pola magnetycznego Słońca, a także nadal badane zmiany widomej średnicy Słońca i jej hipotetycznej korelacji z cyklem aktywności słonecznej. Próbuje się też nadal mierzyć „efekt Einsteina", czyli odchylenie wiązki światła gwiazd przechodzącej w bezpośredniej bliskości globu słonecznego.

Xavier Jubier (Francja) omówił bliżej problem rzeczywistego promienia fotosfery Słońca. Wydawałoby się, że w celu jego określenia wystarczy dokładne wyznaczenie momentów trzeciego i czwartego kontaktu. Jednak wyniki zależą też od wielu innych czynników, w tym od wielkości nierówności brzegu Księżyca oraz od tego, w jakiej długości fali obserwujemy brzeg Słońca. Problem będzie więc nadal analizowany w czasie następnych zaćmień.

Wielkie zaćmienie z roku 2017 przedstawił jeszcze raz Calvin Johnson (USA). Tym razem chodziło o opracowanie ogromnej ilości, niekoniecznie profesjonalnych, obserwacji i fotografii, jakie wykonały tysiące osób, rozlokowanych wzdłuż pasa fazy całkowitej. W tym celu stworzono specjalną stronę internetową „Eclipse Megamovie 2017".

Matt Penn (USA) również przedstawił wyniki obserwacji tego zaćmienia, tym razem uzyskane przez wyspecjalizowane stacje obserwacyjne w ramach programu „Citizen CATE". Polegały one głównie na analizie struktury korony słonecznej.

Trzeci dzień obrad (niedziela 5 sierpnia) rozpoczął się od przedyskutowania zagadnienia widoczności komet w czasie zaćmień Słońca, co omówił w swoim wystąpieniu Nick James (Wielka Brytania). Dawniej komety w czasie zaćmień słonecznych zauważono rzadko gołym okiem lub na fotografiach (w wiekach 19. i 20.), obecnie do dyspozycji stoi aparatura obserwatorium SOHO, toteż autor wystąpił z apelem, aby tematyka kometarna w czasie zaćmień Słońca była nadal brana pod uwagę.

Z kolei Werner Hamelinck (Belgia) przedstawił program łączenia wypraw na zaćmienia Słońca z turystyką, co jest realizowane głównie dla młodzieży przez obserwatorium ludowe (Volkssterrenwacht) „Urania" w Hove, a odbyło się już wiele wypraw na różne kontynenty.

Bill Kramer poruszył też temat unikalności zaćmień Słońca na Ziemi, zastanawiając się, czy tego rodzaju zjawiska występują także na innych ciałach niebieskich? Oczywiście, odpowiedź jest pozytywna, lecz zaćmienia poza Ziemią nigdzie nie są tak efektowne, co zostało udokumentowane w prezentacji.

W przerwie obrad odbył się pokaz w planetarium, podczas którego, oprócz wspaniałego nieba gwiazdowego, można było podziwiać także symulację zaćmień Słońca.

W kolejnym wystąpieniu Petra Vanlommel z Solar-Terrestrial Centre of Excellence (Belgia) omówiła badania Słońca, jakie obecnie prowadzi się przy pomocy takich instrumentów, jak koronografy i spektrografy naziemne, obserwatorium SOHO, a także w czasie zaćmień Słońca.

Jeden z weteranów obserwacji zaćmień Słońca, Jay Pasachoff (USA) zajął się pięknem tych zjawisk i fascynacją ludzi je obserwujących, ilustrując swoje wystąpienie wybranymi zjawiskami historycznymi oraz tymi z lat ostatnich.

Marek Zawilski zaprezentował z kolei swój katalog historycznych obserwacji zaćmień dla Europy i Bliskiego Wschodu, zawierający obecnie około 1200 rozmaitych doniesień, z których wiele było prezentowanych na konferencji po raz pierwszy.

David Dunham (USA) w swej prezentacji on-line zajął się ponownie problemem wyznaczania widomej średnicy Słońca w czasie zaćmień, a szczególnie obserwacjami na północnej i południowej granicy pasa fazy centralnej. Obecnie jest to możliwe z większą dokładnością ze względu na dysponowanie wiarygodnymi danymi na temat profilu brzegu Księżyca.

Terry Cuttle zaanonsował następne zaćmienie całkowite w Australii w roku 2023, kiedy to faza całkowita będzie widoczna jedynie na skrawku zachodniego wybrzeża kontynentu.

Następnie Jay Anderson (Kanada) podkreślił rolę prognoz pogody i analizy danych klimatycznych w organizowaniu wypraw na zaćmienia Słońca. Omówił ten problem na przykładzie zbliżających się zjawisk w latach 2019 i 2020.

Obrady zakończyła sesja dyskusyjna, poświęcona planom obserwacji zaćmień Słońca w najbliższych latach. Po zakończeniu obrad kilkuosobowa grupa uczestników konferencji (w tym i autor niniejszej relacji) wybrała się do miejscowości Erps-Kwerps w pobliżu Brukseli, aby odwiedzić Jeana Meeusa w jego rodzinnym domu. Szanowny Jubilat (ukończył 90 lat!) nadal żywo interesuje się tematyką zjawisk zaćmieniowych; wspólnie spędziliśmy czas na miłej rozmowie

Wszystkie prezentacje z konferencji są dostępne na stronie internetowej:

http://www.rvonline.be/sec2018/index.php.

Marek Zawilski

Grupa uczestników konferencji z wizytą u J.Meeusa (trzeci od lewej). Autor relacji stoi drugi od prawej

Panorama Morskiego Oka z widoczną na niebie kometą 46P/Wirtanen, galaktykami M 31 i M33, Plejadami, Pętlą Oriona oraz fragmentem Drogi Mlecznej. Zdjęcie wykonane zostało 6 grudnia 2018 r. przez Michała Ostaszewskiego (Canon EOS 6D, F/3,5, eksp. 118 s, ISO 1600, f=35 mm)

Sezon na polarne obłoki mezosferyczne (NLC) w pełni. Te nad Toruniem uchwycił 14 czerwca nasz redakcyjny kolega Piotr Potępa (godz. 23.05 CSE, Nikon D750, F/3,2, f = 35 mm, eksp. 2 s przy ISO 100). W kolejnych dniach czerwca było ich więcej i więcej!

Fot. Mariusz Świętnicki

PRENUMERATA
Numery bieżące i archiwalne
PROMOCJE

Cena pojedynczego numeru Uranii:
14,90 PLN
Roczna prenumerata krajowa:
72,- PLN (12,- zł za numer)
Dłuższa prenumerata krajowa: 144,- PLN
(12 numerów)
Bieżące numery można zamawiać
również w wersji elektronicznej.
Ceny numerów archiwalnych pozostają bez zmian
Szczegóły i promocje:
https://www.urania.edu.pl/prenumerata

PRENUMERATA DLA SZKÓŁ

Promocyjna prenumerata dla szkół w cenie 60,- PLN obejmuje trzy ostatnie (4,5,6) i trzy pierwsze (1,2,3) numery „Uranii" odpowiednich roczników w roku szkolnym. Promocyjne ceny dotyczą również pakietów „Uranii" za wcześniejsze lata szkolne.

https://www.urania.edu.pl/prenumerata

Promocja dla członków PTMA

Cena indywidualnej prenumeraty na rok 2019 z wysyłką na adres domowy dla członków Polskiego Towarzystwa Miłośników Astronomii (PTMA) wynosi 50,- zł.

Skarbników lub prezesów oddziałów prosimy o dokonywanie wpłat oraz o podanie imiennej listy prenumeratorów z adresem zbiorowym lub adresami indywidualnymi do wysyłki.

Prenumeratorzy indywidualni PTMA mogą przedłużać prenumeraty samodzielnie (wpłata 50 zł na konto Uranii) wraz z oświadczeniem/informacją wysłaną na urania@urania.edu.pl o przynależności oddziałowej i mailowym adresem do władz oddziału. Szczegóły:

https://www.urania.edu.pl/prenumerata

---

85 1160 2202 0000 0003 — nr rachunku odbiorcy
3341 8732 — nr rachunku odbiorcy c.d.
Odbiorca: POLSKIE TOWARZYSTWO ASTRONOMICZNE, BARTYCKA 18, 00-716 WARSZAWA
kwota
Imię, nazwisko, adres wpłacającego
Tytułem

Opłata

*W - wpłata gotówkowa *P - polecenie przelewu

nazwa odbiorcy: POLSKIE TOWARZYSTWO ASTRONOMICZNE
nazwa odbiorcy cd.: UL. BARTYCKA 18, 00-716 WARSZAWA
nr rachunku odbiorcy: l.k. 85 1160 2202 0000 0000 0033 4187 32
waluta: WP* PLN
kwota
kwota słownie (wpłata)
imię i nazwisko lub nazwa prenumeratora
dokładny adres wysyłki prenumeraty
dokładny adres wysyłki prenumeraty cd.
tytułem: **Prenumerata *Uranii* od nr 4/2019, dodatkowo zamawiam**

Data (pieczęć) podpis zleceniodawcy

Opłata

Podpis

Jeszcze raz kosmiczne szumy i piski, a może tym razem wibracje?

Dzisiaj wracamy po raz kolejny do „kosmicznych szumów i pisków”, ale popatrzymy na to z trochę innego punktu widzenia. Bezpośrednią zachętą do napisania tej notki stał się artykuł, który ukazał się 20 lutego br. na portalu biuletynu Amerykańskiej Unii Geofizycznej „EOS”: **https://eos.org/articles/deaf-students-feel-the-universes-vibrations-in-new-workshop**. Można go również znaleźć w kwietniowym numerze wspomnianego biuletynu.

Artykuł dotyczy nie za często wspominanej grupy ludzi słabo słyszących czy wręcz głuchych i w związku z tym mających ograniczony dostęp do szeregu informacji, w szczególności naukowych. Jeden z postdoków na Uniwersytecie Kalifornijskim w Riverside (Mario De Leo-Winkler) zorganizował wraz astronomami ze wspomnianego uniwersytetu i we współpracy z Kalifornijską Szkołą dla Osób Głuchych (CSDR), również w Riverside, warsztaty (można to też nazwać rodzajem eksperymentu) astronomiczne dla takich właśnie osób. Osoby niesłyszące nie odbierają bezpośrednio dźwięków, ale mogą rejestrować związane z nimi wibracje. Istnieje szereg prac medycznych dyskutujących proces przetwarzania wibracji przez obszary mózgu odpowiedzialne za procesowanie dźwięków u ludzi słyszących. Warsztaty astronomiczne, o których mowa, oparte były m.in. na wykorzystaniu dźwięków związanych ze zjawiskami astronomicznymi i posiadających wyraźne, specyficzne cechy. Jak się okazuje, osoby głuche są np. bardziej wrażliwe na drobne, chwilowe zmiany częstotliwości dźwięków niż osoby słyszące.

Do zamiany dźwięków na wibracje wykorzystano specjalne laboratorium (używane przez CSDR zwykle do percepcji muzyki czy seansów logopedycznych). Jest to pokój, w którym następuje transformacja dźwięków na wibracje czy światło, które jako nośniki informacji są już dostępne dla osób głuchych. Podłoga laboratorium składa się z ośmiu powiązanych z sobą paneli, które pobudzane są do drgań przez transmitowane w układzie dźwięki. Studenci, stojąc lub siedząc na podłodze, mogą odbierać jej wibracje.

Szczegóły eksperymentu jak i instrumentarium w nim wykorzystanego zostały opisane w bardzo ciekawej pracy opublikowanej w Journal of Science Education and Technology. Na szczęście dostępna jest ona dla każdej osoby zainteresowanej i można ją znaleźć pod adresem: **https://link.springer.com/article/10.1007/s10956-018-9761-1** na serwerze wydawnictwa Springer.

Jak można się domyślać, kontakt ze zjawiskami astronomicznymi nie ograniczał się jedynie do odbioru wibracji. Towarzyszyła mu narracja wizualna w postaci prezentacji czy krótkich filmów. Całość poprzedziło krótkie wprowadzenie do astronomii. Z kolei materiały użyte w trakcie warsztatów można znaleźć pod adresem **https://astro.ucr.edu/outreach/vibratinguniverse/** w odnośnikach u dołu strony.

Dziewiętnaście próbek dźwięków użytych w eksperymencie reprezentowało trzy podstawowe kategorie:

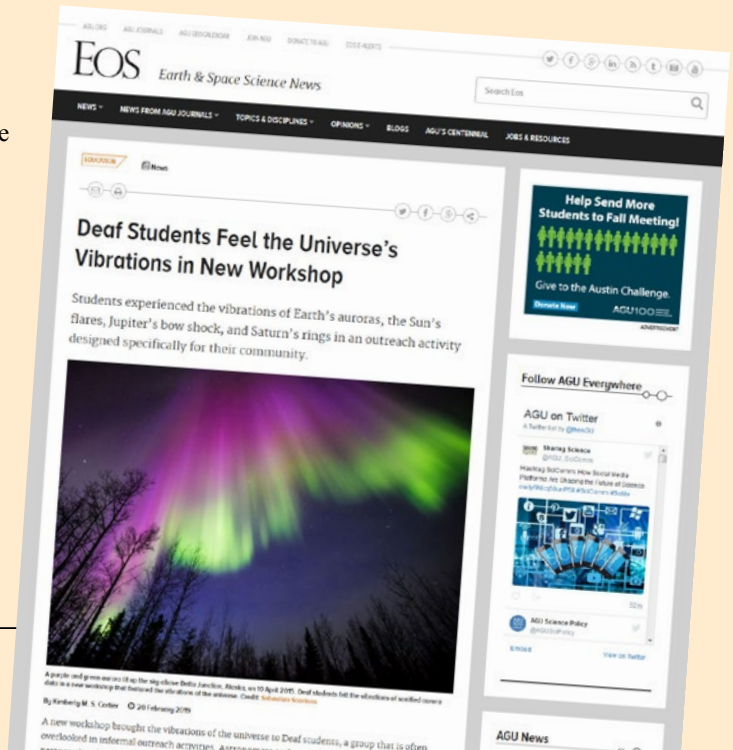
(1) bezpośrednio rejestrowane dźwięki w zakresie odbieranym przez ucho ludzkie, np. dźwięk startującej rakiety

(2) dźwięki odzwierciedlające energię produkowaną w różnych zakresach widma elektromagnetycznego o częstotliwościach spoza zakresu dostępnego dla ucha ludzkiego i wymagające przeniesienia do wspomnianego zakresu, np. niskoczęstotliwościowe słoneczne emisje radiowe

(3) dane wymagające sonifikacji, czyli udźwiękowienia wybranych parametrów danych (pisaliśmy już o tym procesie w numerze 6/2018). Przykładem użytym w opisywanym eksperymencie było „udźwiękowienie” fluktuacji temperatury Mikrofalowego Promieniowania Tła.

Analogiczne warsztaty/eksperymenty mogą posłużyć jako narzędzie w kontakcie osób głuchych czy niedosłyszących z innymi dziedzinami nauk ścisłych.

Roman Schreiber

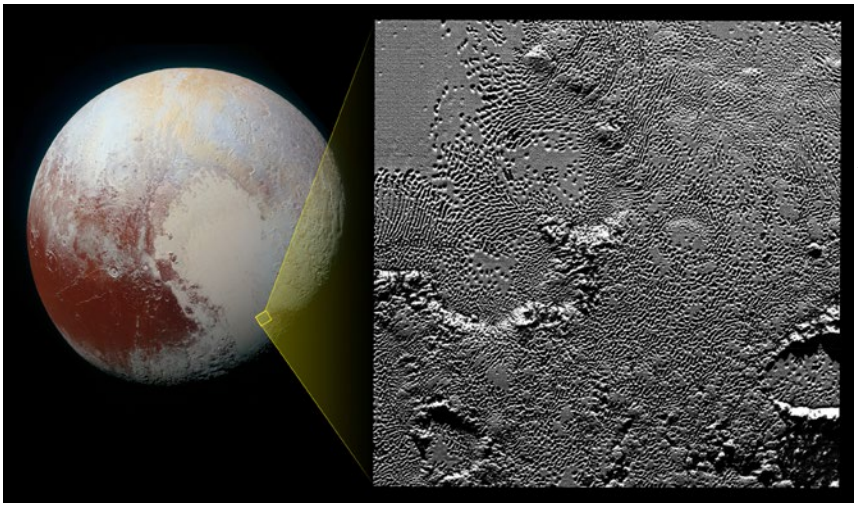


Drobiazgi Układu Słonecznego

30 czerwca przypada Międzynarodowy Dzień Planetoid, co jest okazją, aby przyjrzeć się drobnym ciałom Układu Słonecznego, a dokładniej najnowszym wynikom badań na temat tego, co mogą nam one powiedzieć o początkach naszego systemu planetarnego.

Jerzy Kuczyński

Na początku roku pojawiło się sporo artykułów na temat planetoid. Wszystkie chyba nieźle podsumowuje tytuł kwietniowego tekstu G. Wurma „Podróżując ku źródłom Układu Słonecznego" (*Science*, t. 364, s. 230). W coraz większym stopniu zbliżamy się do wiedzy o początkach naszego kosmicznego domu, a duża część tej wiedzy pochodzi z badania drobnych ciał Układu Słonecznego. Jak wiadomo, te ciała grupują się w dwu „pasach". W głównym pasie planetoid znajdującym się między orbitami Marsa i Jowisza oraz w Pasie Kuipera położonym poza orbitą Neptuna. Oba te pasy znajdują się w różnych warunkach i ciała w nich zawarte mogą opowiedzieć o innych własnościach ewolucji Układu Słonecznego. Pas Kuipera zamieszkują ciała będące permanentnie poza tzw. linią śniegu. Woda w nich zawarta pozostaje w nich nadal. Zupełnie inaczej jest z pasem planetoid. Tu woda może istnieć jedynie w postaci lodu[1], a i to jej przetrwanie do obecnych czasów jest bardzo utrudnione. Są to więc ciała zdecydowanie suche. Jedynie największe z nich, takie jak Ceres i Westa, mogły zachować wodę. Jednak duże ciała mają sporą wadę z punktu widzenia badania ewolucji Układu Słonecznego — są na tyle duże, że rozpad pierwiastków promieniotwórczych rozgrzewa ich wnętrza, powodując ich roztopienie. Zwykle ciało o średnicy kilkuset i więcej kilometrów przechodzi przez taki etap. W konsekwencji ciężkie pierwiastki toną, lekkie pozostają na powierzchni i pojawia się nietrywialna ewolucja geologiczna zacierająca początkowy stan. Dlatego badania planet i planet karłowatych nie są najlepszym sposobem badania początków naszego układu planetarnego. Na odwrót: kosmiczne drobiazgi nie przechodzą przez płynną fazę i mogą przenosić do chwili obecnej dane o swoich początkach. Tak naprawdę jedyne co je spotykało, to wynikające ze zderzeń dość liczne rozpady. Ciała powstałe w głównym pasie planetoid w jakiś sposób wyrosły[2], a potem podlegały głównie rozpadowi w wyniku zderzeń.



Źródło: NASA-JHUAPL-SwRI

Widok Plutona i zbliżenie na fragment jego powierzchni. W powiększeniu pokazano fragment powierzchni obiektu (obszar o rozmiarach około 80 × 80 km). Zdjęcia wykonane przez sondę New Horizons 14 lipca w 2015 r. podczas przelotu koło Plutona

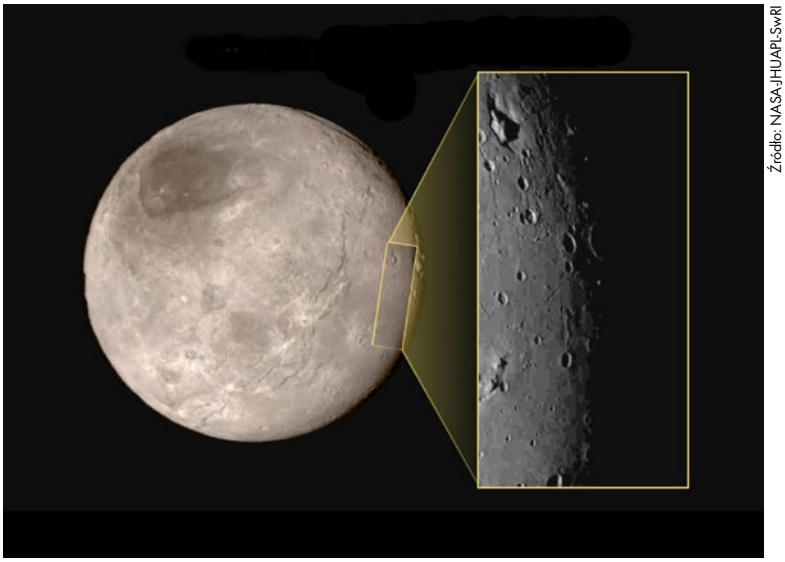
Badania kraterów na Plutonie i Charonie

Tekst G. Wurma jest wstępem do przedstawienia wyników z badań sondy Hayabusa 2 dotyczących planetoidy 162173 Ryugu, która miała taką właśnie historię. O tym jednak nieco później, bo chronologiczne wcześniej opublikowano chyba bardziej zaskakujące badania ciał Pasa Kuipera. Tam, daleko od Słońca, woda zachowała się w dużej ilości. Głównie pod postacią lodu, choć znajdziemy i spekulacje o podpowierzchniowych ciekłych

[1] Praktycznie wszędzie zerowe ciśnienie! Warto zauważyć „praktycznie", bo wewnątrz meteoroidów mogą istnieć krople ciekłej wody, z ciśnieniem utrzymywanym przez siły spójności. Znaczenie takich kropel, wielkie z punktu widzenia ewolucji Układu Słonecznego, wydaje się bez znaczenia dla ich obecnych własności.

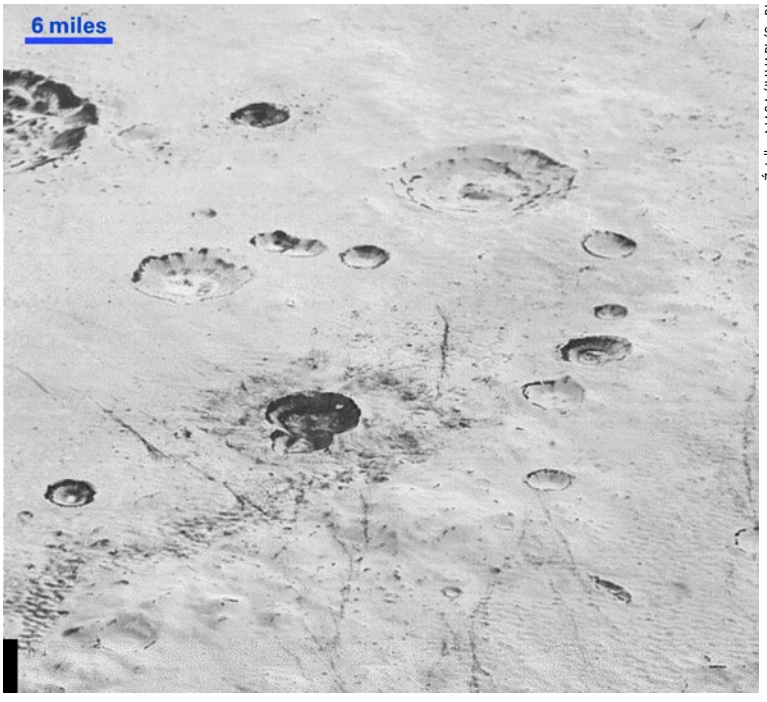
[2] Jeszcze niewiele na ten temat wiemy — można o tym poczytać w „Od pyłu do życia", J. Chambers i J. Mitton, PWN 2018. Niestety książka, mimo że wydana przez PWN, jest bardzo popularna i poza obszernym omówieniem faktów wiele się z niej nie nauczymy.

oceanach na większych ciałach. Jednak tym razem nie o tym[3]. Ze względu na odległość od Ziemi te ciała nie są zbyt łatwe do obserwacji. W praktyce z Ziemi można zaobserwować jedynie te o średnicy 100 i więcej kilometrów. A ponieważ jednym z najistotniejszych parametrów koniecznych do budowy modelu powstawania Układu Słonecznego jest rozkład rozmiarów planetozymali, to takie ograniczenie jest dość przykre, bo ewolucja układu planetarnego w dużej mierze zależy od tego parametru. Do pewnego stopnia ten brak uzupełnia artykuł K.N. Singera (i 28 innych, w tym kilku zbiorowych[4] autorów) z 1 marca 2019 r. (*Science*, t. 363, s. 955). Artykuł to wynik analizy danych pochodzących z New Horizons. Sonda w trakcie przelotu obok Plutona i Charona dostarczyła zdjęć około 40% powierzchni tych ciał. Konkretnie około 7 × 10^6 km^2 Plutona, z rozdzielczością od 76 do 850 m na piksel i około 1,8 ×10^6 km^2 powierzchni Charona z nieco gorszą rozdzielczością wynosząca 154 do 865 m/piksel. To zupełnie niezła rozdzielczość umożliwiająca zliczenie i wykonanie statystyki znajdujących się na tych ciałach kraterów impaktowych. Czyniąc rozsądne założenie, że ilość zachowanych kraterów o danej średnicy odzwierciedla ilość ciał o odpowiedniej średnicy w Pasie Kuipera, można ocenić rozkład rozmiarów ciał o średnicy niemożliwej do bezpośredniego pomiaru. Oczywiście potrzebne jest sporo dodatkowych informacji, w tym dane o ewolucji powierzchni Plutona i Charona. W przypadku Plutona to przede wszystkim sublimacja i resublimacja atmosfery oraz własności niziny Sputnik Planum. Ta ostatnia podlega konwekcji usuwającej praktycznie wszystkie kratery (W.B. McKinnon, *Nature*, t. 534, s. 82, 2016). Jednak po uwzględnieniu tych już zidentyfikowanych procesów autorzy stwierdzają, że nie zidentyfikowali procesów mogących powodować głównie erozję mniejszych kraterów, a więc zmieniających rozkład średnic. Tym samym twierdzą, że statystyka kraterów może być estymatą statystyki średnic obiektów. Dodatkowo niektóre z obserwowanych przez sondę powierzchni są raczej stare i mają prawdopodobnie około 4 mld lat. Dlatego z ilości znajdujących się tam kraterów można wyciągać wnioski dotyczące pierwotnego rozkładu rozmiarów ciał znajdujących się na krańcach Układu Słonecznego. Aby to zrobić, trzeba ustalić związek między średnicą krateru a średnicą impaktora. Wiele zależy od rodzaju materiału impaktora i powierzchni, w którą uderza (www.sciencemag.org/content/363/6430/955/suppl/DC1). Na przykład dla przyjętych przez autorów wartości prędkości impaktora (2 i 2,2 km/s odpowiednio dla Charona i Plutona) oraz lodu jako składu obu ciał, związek między średnicą d impaktora, a średnicą D krateru ma postać $d = 0{,}08\ D^{1{,}151}$ i $d = 0{,}07\ D^{1{,}151}$, odpowiednio dla Plutona i Charona. Dla gąbczastych powierzchni i takiej samej budowy impaktora związki te mają postać $d = 0{,}14\ D^{1{,}088}$ i $d = 0{,}13\ D^{1{,}088}$. Jak z tych wzorów widać, wiele zależy od… sporej ilości trudnych do zweryfikowania założeń. Tym niemniej coś jednak daje się wykombinować. Autorzy pracy stwierdzają, że ilość względnie niewielkich kraterów o średnicy mniejszej od 13 km jest mniejsza od spodziewanej. Oznacza to, że w Pasie Kuipera ciał o średnicach 1–2 km jest mniej niż można się było spodziewać.



Źródło: NASA-JHUAPL-SwRI

Widok Charona, największego księżyca Plutona. W powiększeniu pokazano fragment powierzchni obiektu (obszar ma około 390 km pionowo). Zdjęcia wykonane przez sondę New Horizons 14 lipca w 2015 r. podczas przelot koło Plutona



Źródło: NASA/JHUAPL/SwRI

Zdjęcie lodowej równiny na Plutonie pokrytej kraterami. Fotografię uzyskała sonda New Horizons podczas przelotu koło Plutona w dniu 14 lipca 2015 r.

[3] Woda, a w szczególności płynna woda, jest niezrozumiałą dla autora fascynacją związaną ze spekulacjami o życiu pozaziemskim. Do tego stopnia, że w zamieszczonym w *Nature* krótkim omówieniu tekstu S. Mac Kenziego (*Nature Astronomy*, 2019) dotyczącym własności węglowodorowych jezior na Tytanie, jego niepodpisany autor stwierdza, że jeżeli rzeczywiście jeziora te mają charakter sezonowy, jest to niepomyślna wiadomość z punktu widzenia… pozaziemskiego życia.

[4] Autorzy zbiorowi to po prostu korporacje mogące liczyć nawet bardzo wielu członków. W tym przypadku chodzi o trzy grupy badawcze po kilkunastu członków.

Bo np. wg cytowanych wyżej wzorów krater o średnicy 10 km powstaje na Charonie w litym lodzie przy zderzeniu z ciałem, z takiegoż lodu, o średnicy 1,3 km (przy wspomnianej wyżej prędkości). Dla gąbczastych struktur taki sam krater powstanie przy zderzeniu z ciałem o średnicy 1,8 km. Oczywiście uzyskane wyniki faworyzują takie modele powstawania planetozymali, w których powstaje stosunkowo niewiele ciał drobnych. Można również sądzić, że zderzenia obiektów w Pasie Kuipera nie produkują zbyt wielu obiektów o rozmiarach rzędu kilometra. W sumie, jak piszą autorzy pracy, rozkład wielkości obiektów Kuipera raczej faworyzuje model powstawania tych ciał w wyniku niestabilności grawitacyjnej (co faworyzuje większe obiekty) i raczej niewielki wpływ kolizji. Czyli obecny rozkład rozmiarów nieźle odpowiada temu, jak ciała te powstawały (bo kolizji niewiele). Wynikałoby z tego, że np. dobrze zbadana kometa Czuriumowa-Gierasimienko nie jest wynikiem zderzenia, ale że taka właśnie powstała. Jak z tego widać, autorzy pracy wyciągają dość dalekosiężne wnioski. Tym bardziej warto przyjrzeć się jakiemuś niewielkiemu ciału z Pasa Kuipera.

Źródło: NASA/Johns Hopkins Applied Physics Laboratory/Southwest Research Institute, National Optical Astronomy Observatory

Ultima Thule, czyli obiekt MU_{69} z Pasa Kuipera. Zdjęcie wykonała sonda kosmiczna New Horizons w dniu 1 stycznia 2019 r. Uzyskana rozdzielczość to 33 metry na piksel

Ultima Thule z Pasa Kuipera

Tak się składa, że mamy do tego świetną okazję, bo właśnie spłynęły pierwsze dane ze spotkania sondy New Horizons z MU_{69} niewielkim ciałem będącym najdalszym obiektem Układu Słonecznego, którego powierzchnię udało się sfotografować. W *Nature* (A. Witze, t. 565, s. 1420 i w *Science* (P. Voosen, t. 363, s. 115) z początkiem stycznia ukazały się krótkie teksty opisujące pierwsze dane, które dotarły na Ziemię. Pierwsze i chwilowo jedyne, bo pod koniec stycznia sonda znalazła się w pobliżu linii łączącej Ziemię ze Słońcem i oczywiście transmisja danych została przerwana. Mamy więc (na początek stycznia!) tak naprawdę jedno mało dokładne zdjęcie i na przykład chwilowo nie daje się stwierdzić, czy na MU_{69} widać jakieś kratery. Ale i to, co widzimy, jest wystarczająco interesujące. Przede wszystkim kształt MU_{69} jest zbliżony do komety Czuriumowa-Gierasimienko. Są to po prostu dwa kuliste ciała połączone czymś w rodzaju nieco jaśniejszego kołnierza. Największa długość (bo trudno tu mówić o średnicy) tego ciała to 31 km, a średnica większej kulki wynosi 19 km (według Wikipedii mniejsze ma 14 km), a okres obrotu około 15 godzin. Ciało jest raczej ciemne i czerwonawe. Jaśniejsza część powierzchni odbija 13%, a najciemniejsza 6% światła. I to właściwie wszystko, co wiemy. Nie przeszkadza to oczywiście spekulacjom, choć być może lepiej z nimi poczekać do czasu pojawienia się bardziej kompletnych danych. I wtedy będzie można bardziej realistycznie spekulować, czy ten powtarzający się w przypadku komety i MU_{69} kształt jest powszechny i co z tego wynika. Nie powinniśmy na to zbyt długo czekać, bo według NASA dane te na sondzie są i obecnie pewnie są już przynajmniej częściowo na Ziemi — i teraz (maj) wiemy, że jakieś struktury widać, „kulki" są spłaszczone, a oś przebiega, jak można się było spodziewać, przez „kołnierz", czyli zgodnie z regułą maksimum bezwładności.

Najbezpieczniej podyskutować na temat nazwy (bo od tego nic nie zależy!). Prowadzący sondę zespół sugeruje nazwę Ultima Thule. Nazwa dosyć szacowna, bo pochodzi z około 310 r. p.n.e., kiedy to marsylski Grek Pyteasz odbył podróż po Atlantyku, docierając do wysp na północy oceanu. Prawdopodobnie chodziło o Szetlandy[5] albo Islandię. Jak by nie było, nazwał te wyspy Ultima Thule i nazwa ta stała się symbolem najdalszej możliwej do odwiedzenia ziemi. Dlatego proponuje się dla większej kulki nazwę Ultima, mniejszej Thule, a dla całości Ultima Thule.

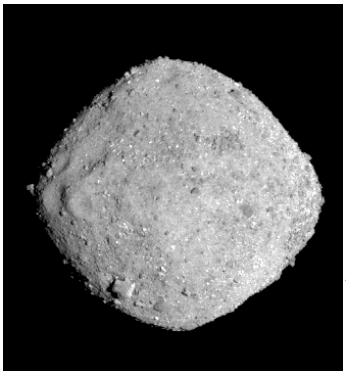
Planetoidy Bennu i Ryugu

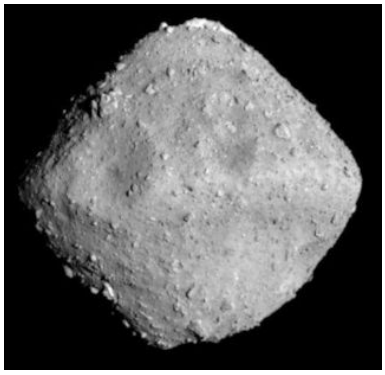
Na początku tego roku ukazały się doniesienia o badaniach dwóch planetoid bliskich Ziemi (tzw. NEO). Planetoidy zostały w 2018 r. odwiedzone przez sondy kosmiczne i cytowane teksty to pierwsze wyniki badań pochodzące z tych sond. 5 kwietnia w *Nature* ukazał się tekst dotyczący powierzchni planetoidy 101955 Bennu, którą w grudniu ubiegłego roku odwiedziła amerykańska sonda OSIRIS-REx (D.S. Lauretta i 29 innych autorów, w tym zbiorowy „The OSIRIS-REx Team" liczący około 400 członków; *Nature*, t. 568, s. 55). Wspomniana Bennu jest niewielka, ma około połowy kilometra średnicy, powierzchnię około 0,78 km^2 i masę około 73 mln ton. A więc w sumie drobiazg o gęstości wynoszącej 1190 ± 13 kg/m^3. Ta ostatnia wartość sugeruje, że planetoida to „stos gruzu", czyli zawiera spore wewnętrzne pustki, jako że zbudowana jest ze skał. W sumie publikacja referuje bardzo wstępne wyniki i chyba nie warto im poświęcać za wiele uwagi. Najbardziej interesująca wydaje się tabela pokazująca, że planetoidy NEO potrafimy badać z Ziemi bardzo dokładnie. W tabeli mamy porównanie danych uzyskanych przez sondę i tych znanych wcześniej. Różnice są kilkuprocentowe, a nawet mniejsze. I tak np. różnica w średnicy wynosi 2 m (0,4%), a w bardzo trudnej do pomiaru masie 5 mln ton (7%).

W *Science* znajdziemy dużo obszerniejszy raport, dotyczący spotkania japońskiej sondy Hayabusa 2 z planetoidą 162173 Ryugu. Do spotkania doszło w czerwcu 2018 r., a więc kilka miesięcy wcześniej. Dlatego składający się z trzech oddzielnych artykułów jest już dosyć miarodajny (*Science* 19 kwietnia, t. 364, s. 252, 268 i 272). Każdy artykuł podpisało około stu autorów, a jako wstęp dołączono jednostronicowe podsumowanie podpisane przez około 120 autorów, którzy pojawiają się we wspomnianych artykułach.

[5] Całkowicie prywatnym zdaniem autora raczej Faroery. Szetlandy i Orkady są wprawdzie bliżej, ale silne prądy pływowe w tych okolicach czynią żeglugę troszkę nerwową. Natomiast Faroery to sam spokój i bezpieczeństwo. Poza tym Faroery są bardziej widowiskowe.

Planetoida ma nieco większe rozmiary, ale, jak się zdaje, bardzo podobne własności co Bennu. A więc promienie równikowy i biegunowy odpowiednio 502 i 437 m, objętość 3,77 km^3 i masa 450 mln ton. Ta ostatnia z niepewnością 1,3 procent. Warto zwrócić uwagę na powody tej niepewności. Oczywiście sonda nie weszła na orbitę wokół planetoidy, bo na to jej pole grawitacyjne jest zbyt nikłe. Stąd pomiar masy polega na pomiarze przyspieszenia. A to wynosi dla sondy około 10^{-6} m/s^2, co powoduje, że głównym składnikiem błędu pomiaru jest ciśnienie promieniowania słonecznego! Gęstość Ryugu jest zaskakująco bliska gęstości Bennu i wynosi 1190 kg/m^3. Oczywiście oznacza to, że Ryugu też jest „stertą gruzu" ze znacznymi ilościami pustek wewnątrz. Jak już wspomniano, o Ryugu wiemy sporo, i nie można tu streścić wszystkiego, co napisano w liczącym 20 stron raporcie. A więc jedynie kilka informacji, które zainteresowały autora. Przede wszystkim pochodzenie planetoidy. Według raportu Ryugu powstała w głównym pasie planetoid w wyniku rozpadu ciała o średnicy około 100 km. Części planetoidy były kiedyś dość silnie rozgrzane, ale jest dyskusyjne, co spowodowało owo rozgrzanie. Był to albo wynik rozpadu pierwiastków promieniotwórczych, albo uboczny skutek zderzenia. Pierwotne ciało rozpadło się w wyniku zderzenia i obecna planetoida powstała z kawałków pochodzących z różnych części pierwotnego ciała, przy czym Ryugu to już „drugie pokolenie" rozpadu macierzystego ciała. W wyniku wspomnianego wygrzania istniejąca w pierwotnym ciele woda została utracona. W jednym z artykułów sugeruje się nawet, że mogło to być spowodowane czasową obecnością planetoidy na orbicie bliższej Słońcu niż obecna. Ale i na obecnej orbicie „lód ma kiepsko" — temperatura sublimacji wody w warunkach kosmicznych wynosi około 230 K, a Ryugu ma obecnie na dziennej stronie od 330 do 370 K. Na obecnej orbicie Ryugu przebywa około 4×10^7 lat, co jest okresem zbliżonym do wieku jej powierzchni szacowanej z ilości kraterów i wynoszącej od 10^7 do 10^8 lat. To również okres zbliżony do „zderzeniowego czasu życia" ciał o tych rozmiarach w głównym pasie wynoszącym 3–5 razy 10^8 lat. Zidentyfikowano też prawdopodobne ciała macierzyste Ryugu. To planetoidy Eulalia i Polana. Tak więc życie planetoidy było, jak się zdaje, dość burzliwe, bowiem obie wspomniane planetoidy też musiały powstać z jakiegoś większego ciała. Świadczy o tym również znaczna ilość głazów na powierzchni, w tym 160-metrowy olbrzym o nazwie Otohime. Dla równowagi warto dodać, że jest tam sporo stosunkowo dużych kraterów, a względnie mało niewielkich. W odróżnieniu do sytuacji na Plutone to raczej wynik zatarcia mniejszych kraterów przez zderzenia. Oceniono bowiem, że do głębokości 10 m powierzchnia została przeorana przez drobne zderzenia w ciągu zaledwie ostatniego milona lat.





Źródło: NASA/Goddard/University of Arizona

Źródło: Japan Aerospace Exploration Agency (JAXA); ONC team (image credit): JAXA, University of Tokyo, Kochi University, Rikkyo University, Nagoya University, Chiba Institute of Technology, Meiji University, University of Aizu, AIST

Po lewej: Planetoida 101955 Bennu sfotografowana przez sondę OSIRIS-REx w dniu 16 listopada 2018 r. z odległości 136 km. Po prawej: Planetoida 162173 Ryugu sfotografowana przy pomocy sondy Hayabusa 2 w dniu 26 czerwca 2018 r. z odległości 20 km

Podsumowując, trzeba stwierdzić, że ciała drobne Układu Słonecznego są „w modzie", a wyniki ich badań sporo wnoszą do historii Układu Słonecznego. Dlatego pewnie na ich temat przeczytamy jeszcze sporo. ■

Wizyta w Obserwatorium Południowoafrykańskim

ASTRONOMIA AFRYKAŃSKIEJ PUSTYNI

Z Kapsztadu do Sutherlandu jest niecałe 400 km. To malownicza trasa łącząca jedno z dwóch najbardziej zasłużonych dla astronomii miejsc na całym kontynencie. Pozostawiły one trwały ślad w dziejach nauki i mają nowe perspektywy pozwalające śmiało myśleć o przyszłości. Przyszłości z polskim akcentem.

Założony w 1652 r. przez Holendrów Kapsztad jest jednym z najpiękniej położonych miast świata. Znajdując się w połowie drogi między Europą a Archipelagiem Malajskim był początkowo niedużą osadą mającą na celu zaopatrywanie statków w świeżą żywność i wodę w trakcie długiej podróży. Z czasem stał się stolicą Kolonii Przylądkowej, przejętej w trakcie wojen napoleońskich przez Brytyjczyków. Ci w 1910 r. utworzyli z czterech podległych terytoriów Unię Afryki Południowej, którą dziś znamy jako Republikę Południowej Afryki. Historia tego pięknego państwa jest turbulentna. Rasizm, protestancki fundamentalizm, wojny kolonialne, wyzysk ludności oraz zimnowojenne kalkulacje geopolityczne zostawiły smutne i widoczne do dziś dziedzictwo. Szczególnie trudny był okres segregacji rasowej, znany jako apartheid. Szczytowy jego okres przypadał na lata 60. i 70. W tym czasie dość dobrze rozwinięty gospodarczo kraj popadł w izolację w polityce światowej, wymuszoną w pierwszym rzędzie przez pozostałe państwa afrykańskie.

Apartheid i izolacja kraju wpłynęły zarówno na Kapsztad, jak i południowoafrykańską astronomię. Badania nieba w tym zakątku świata mają jednak długą tradycję. Po raz pierwszy profesjonalne obserwacje wykonał francuski jezuita Guy Tachard w trakcie swojej podróży dyplomatycznej do Królestwa Syjamu w 1685 r. Zorganizował on w czasie krótkiego postoju tymczasowe obserwatorium i wykonał cenne obserwacje gwiazd nieba południowego oraz księżyców Jowisza. Ponad pół wieku później inny francuski astronom, Nicolas-Louis de Lacaille, spędził dwa lata w Mieście Przylądkowym, mierząc położenia blisko 10 000 gwiazd. Na ich podstawie nazwał on aż 15 z 88 konstelacji, w tym Mons Mensæ — Górę Stołową. Wyznaczył także rozmiar południka ziemskiego na półkuli południowej, co zaowocowało hipotezą o większym spłaszczeniu półkuli ziemskiej na południu, udowodnioną ostatecznie w 1838 r.

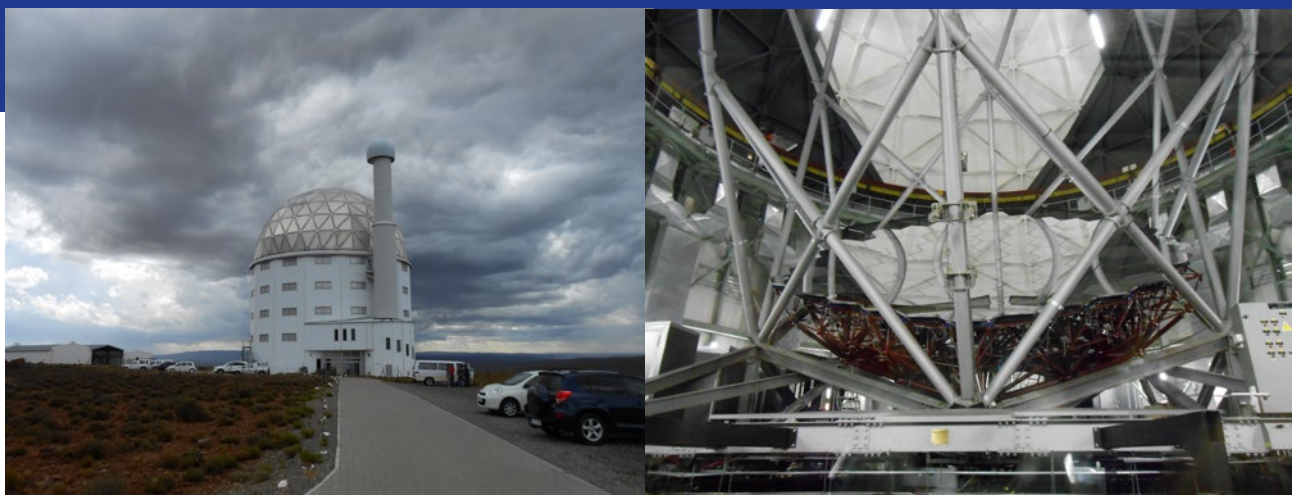
Te i kolejne wizyty astronomów na południowym skraju Afryki miały widoczny wpływ na rozwój ówczesnej nauki, ale dopiero wiosną (a naszą jesienią) 1820 r. założono Obserwatorium Królewskie, najstarszą stałą instytucję naukową w dzisiejszej Republice. Początki były trudne z wielu powodów, jednak poświęcenie Fearona Fallowsa, pierwszego astronoma i jednocześnie anglikańskiego kaznodziei, który nieraz musiał ratować sytuację własnymi pieniędzmi i czasem, ocaliło je. Dziś dzielnica, jaka rozwinęła się wokół instytutu, nazywa się po prostu Observatory.

Z czasem w Afryce Południowej powstały kolejne obserwatoria. W połowie XX w. było ich łącznie pięć. W tym czasie daleko na północy postanowiono utworzyć Europejskie Obserwatorium Południowe i szukano idealnego miejsca na budowę. Pierwszym rozpatrywanym kandydatem była półpustynia Karoo, położona kilkaset kilometrów od Kapsztadu w głębi kontynentu, oferująca jedne z ciemniejszych nocy na planecie. W latach 1955–1957 prowadzono szczegółowe badania naukowe w celu wyznaczenia najlepszej lokalizacji. Jak dziś wiemy, do budowy ESO w RPA jednak nie doszło. — Dlaczego?

Otóż w tym samym czasie Amerykanie prowadzili podobne badania w Chile, które wykazały, że pustynia Atacama ma jeszcze lepsze warunki do budowy nowoczesnego obserwatorium. Po drugie, w RPA coraz bardziej zaostrzany był reżim apartheidu, co czyniło ten kraj mniej atrakcyjnym politycznie. W 1964 r. ostatecznie zdecydowano się na kraj południowoamerykański, który był wciąż prawie dziesięć lat przed zamachem stanu Augusto Pinocheta.

Jednakże Karoo i tak jest jednym z lepszych miejsc na świecie do badań Wszechświata. W popadającej w izolację Republice postanowiono więc zbudować nowe obserwatorium. I tak w 1972 r. powołano Południowoafrykańskie Obserwatorium Astronomiczne (SAAO), które powstało z połączenia obserwatoriów Królewskiego w Kapsztadzie, Republikańskiego w Johannesburgu i Radcliffe'a w Pretorii. Teleskopy zdemontowano i przewieziono na nowe miejsce, tak że astronomowie nie musieli długo czekać na wznowienie pracy. Największym był 1,9-metrowy teleskop Radcliffe'a z 1948 r., który przez ponad pół wieku był największym w państwie.

Czasy się jednak zmieniły i na początku lat 90. XX w. system apartheidu upadł. Nastąpił czas nowej nadziei, okres izolacji na arenie międzynarodowej się skończył. Pojawiło się zainteresowanie SAAO wśród badaczy z całego świata.



Kopuła największego teleskopu półkuli południowej w burzową pogodę. Po prawej: lustro teleskopu robi spore wrażenie swoim rozmiarem

Obecnie na terenie obserwatorium stoi kilkanaście teleskopów astronomicznych, a do tego dwie geofizyczne stacje pomiarowe. Trzy są związane z Polską — dwa teleskopy robotyczne sieci Solaris oraz Duży Teleskop Południowoafrykański (SALT) — największy na półkuli południowej, którego współwłaścicielem jest kilka polskich instytucji.

* * *

SAAO można zwiedzić — wystarczy wcześniej zarezerwować termin, a następnie wsiąść w samochód i przejechać przez niejeden krajobraz południowej Afryki. Z Kapsztadu (gdzie znajduje się główna siedziba SAAO) jedzie się 4 godziny krajową „jedynką", nie licząc postojów. Po wyjechaniu z miasta przejeżdża się przez rolnicze tereny, które za miastem Paarl, słynącym z pomnika postawionego językowi afrykanerskiemu, zmieniają się w przekraczające 2000 m szczyty Gór Przylądkowych, przedzielone urodzajną doliną rzeki Breede. Dalej znajduje się półpustynia Małe Karoo — niemal surrealistyczny krajobraz rozległej przestrzeni okraszonej jedynie kępkami roślinności. Na nielicznych postojach przy drodze czekają znaki ostrzegające przed pawianami, a przy odrobinie szczęścia zobaczymy w oddali, na tle ciągnących się na południu gór, pociąg z Kapsztadu do Johannesburga. Po odbiciu na boczną drogę w kierunku obserwatorium przez 110 km jedynym śladem cywilizacji są asfaltowa droga, druciany płot chroniący ciągnące się w nieskończoność pastwiska i kilka znaków informujących o dojeździe na farmy. Jeszcze tylko podjazd na Wielką Skarpę, ciągnący się na przestrzeni tysięcy kilometrów ciąg zboczy i gór oddzielający przybrzeżne tereny Afryki od jej wyżynnego środka i już jesteśmy na półpustyni Karoo.

Gdy kilka lat temu pokonałem tę trasę, liczyłem na odwiedziny w obserwatorium oraz spędzenie nocy na półpustyni pod rozgwieżdżonym niebem. Jakież było moje szczęście i nieszczęście zarazem — trafiła się burza. Samotnie jadący samochód przez pusty krajobraz, a sąsiednie wzgórza są co chwila atakowane przez pioruny. Niesamowity i zarazem straszny widok, który pozbawił mnie widoków rozgwieżdżonego nieba Karoo.

* * *

Tę niezwykłą trasę warto pokonać choćby dla samej podróży. Jednak wizyta w Obserwatorium Południowoafrykańskim jest nagrodą dla każdej wyprawy. Miejsce jest pięknie położone na wysokości 1800 m n.p.m., kilkanaście kilometrów na wschód od miasteczka Sutherland. Robi duże wrażenie — spore wzgórze pełne kopuł, budynków i instalacji naukowych na całkowitym odludziu.

Znajdują się tam dwa zrobotyzowane teleskopy polskiego projektu Solaris

Szczególną atrakcją jest oczywiście teleskop SALT. Turyści mogą wejść do środka i zza szklanej szyby spojrzeć na potężne lustro o przekątnej 11 m, złożone z 91 sześciokątnych luster. Ukończony w 2005 r. i w pełni operacyjny od 2011 jest wzorowany na północnoamerykańskim teleskopie HET. Budowę sfinansowały instytucje z sześciu państw, w tym Centrum Astronomii im. Mikołaja Kopernika PAN oraz uniwersytety w Toruniu, Poznaniu i Krakowie. Łącznie polskie instytucje wyłożyły 10% kosztów, dzięki czemu mają dostęp do jednego z nowocześniejszych urządzeń astronomicznych na Ziemi.

Jednakże w obserwatorium stoją też dwie, stosunkowo niepozorne kopuły. Znajdują się w nich zrobotyzowane teleskopy polskiego projektu Solaris prowadzonego przez zespół prof. M. Konackiego z CAMK, którego celem jest poszukiwanie planet pozasłonecznych w układach podwójnych. Nie jest to jedyny projekt dedykowany odkrywaniu odległych światów, ponieważ na szczycie wzgórza znajdują się także choćby teleskopy projektów WASP i KELT.

Przykład projektu Solaris jest jednak ciekawy z jeszcze innego powodu — dał on początek dwóm spółkom założonym przez doktorantów, Sybilla Technologies i Cilium Engineering, rozwijającymi się w młodej branży kosmicznej w naszym kraju. Jednym z ich bardziej medialnych projektów ostatniego czasu była choćby budowa SkyLabu — obserwatorium Politechniki Poznańskiej, hucznie otwartemu w maju.

Podróż do Afryki Południowej jest dużym przeżyciem. Niesamowita przyroda, piękne krajobrazy, złożona historia wielu narodów są godne poznania. Odwiedziny w Sutherlandzie są jednak wartościowym uzupełnieniem każdej wyprawy w ten niezwykły zakątek świata.

Wieńczysław Bykowski

JAK DOBRZE ZNAM WSZECHŚWIAT, BĘDĄC W LICEUM?

Wiedza jak plastik

Joanna Molenda-Żakowicz, Sylwester Kołomański

Czy to, że w ciągu ostatnich 30 lat wyraźnie podniósł się średni poziom wiedzy astronomicznej dziewcząt i chłopców, to źle czy dobrze? Oczywiście, że dobrze! A to, że odsetek osób wierzących w moc horoskopów zmalał o 15 punktów procentowych, to źle czy dobrze? Bardzo dobrze! A skoro wszystko to udało się w czasach, gdy astronomia niemal całkowicie zniknęła z podstawy programowej, czy nie czas zapytać: „Po co nam szkoła?!"

30 LAT MINĘŁO

Nic tak nie poprawia jakości życia jak zmiana. Czegokolwiek. Zmiany są jak szturchańce dla mózgu. Komórki, które już umościły się wygodnie w puchu dendrytów, nagle są stawiane do raportu, pojawia się iskra i… jest! Prąd.

Zmianą może być tak mała rzecz, jak przełożenie papierów z pudełka na półkę. Może się wtedy zdarzyć, że spod warstwy kurzu wyłoni się coś, co wyrwie nasz mózg z odrętwienia. Tym czymś może być stara jak świat ankieta (30 lat to chyba dość czasu, by tak mówić?), której celem było zbadanie stanu wiedzy astronomicznej wśród uczniów szkół średnich [1, 2]. Gdy do tego jest to ankieta, którą samemu się wypełniało, chcąc sprawdzić, czy jest się osobą mającą „*elementarną kulturę astronomiczną, jaką powinien posiadać każdy człowiek ze średnim wykształceniem*" [1], aż ręka świerzbi, aby sprawdzić, jak w takim teście wypadłaby dzisiejsza młodzież.

Programy szkolne ulegają nieustannym zmianom i, niestety, najbardziej na tym cierpią przedmioty ścisłe, a szczególnie treści astronomiczne, które, jako „najmniej ważne", bywają pomijane w procesie nauczania. Próba uczniów, wśród których wykonaliśmy referowane tu badanie, uczęszczała do trzyletniego liceum, w którym fizyka była nauczana tylko w pierwszej klasie przez jedną godzinę w tygodniu (dotyczy profili nie matematyczno-fizycznych). Co więcej, w szkole podstawowej fizyka nie istniała jako osobny przedmiot, a w gimnazjum fizyka nie obejmowała treści astronomicznych. Można więc obawiać się, że porównanie wyników uzyskanych obecnie z tymi, które obejmowały młodzież edukowaną według całkiem innej podstawy programowej, niesie ze sobą poważny błąd metodologiczny. Na szczęście autorzy ankiety wykonanej w roku 1989 już na wstępnie odcięli się od pomysłu osadzania swoich badań w ówczesnym programie nauczania, podkreślając, że nie interesuje ich „*stopień opanowania informacji astronomicznych zawartych w programach szkolnych*", lecz to, „*na ile młodzież świadoma jest Wszechświata — jego ogromu, rozmaitości i dynamiki*" [1, 2]. Odebraliśmy to jako zielone światło, po czym ruszyliśmy w drogę.

Autorzy dziękują wszystkim nauczycielom, którzy zaangażowali się w niniejszy projekt, koordynatorom na poziomie szkolnym, których wymieniamy poniżej oraz w szczególności Markowi Mućkowi za udostępnienie archiwalnych danych i opracowań ankiet przeprowadzonych w roku 1989.

Szkoły i nauczyciele biorący udział w projekcie:
II Liceum Ogólnokształcące im. Mikołaja Kopernika w Głogowie, Ludwik Lehman
I Liceum Ogólnokształcące im. Marcina Kromera w Gorlicach, Robert Góra
III Liceum Ogólnokształcące im. Mikołaja Kopernika w Kaliszu, Małgorzata Masłowska
I Liceum Ogólnokształcące z Oddziałami Dwujęzycznymi im. Mikołaja Kopernika w Kołobrzegu, Marek Muciek
I Liceum Ogólnokształcące im. Adama Mickiewicza w Sulęcinie, Jerzy Baranowski
Zespół Szkół Ogólnokształcących i Mistrzostwa Sportowego im. J. I. Sztaudyngera w Szklarskiej Porębie, Mirosław Hochół
V Liceum Ogólnokształcące im. gen. Jakuba Jasińskiego we Wrocławiu, Dobromiła Nowak
XIII Liceum Ogólnokształcące im. Aleksandra Fredry we Wrocławiu, Grzegorz Żakowicz
XVII Liceum Ogólnokształcące im. Agnieszki Osieckiej we Wrocławiu, Anna Bukiewicz-Szul

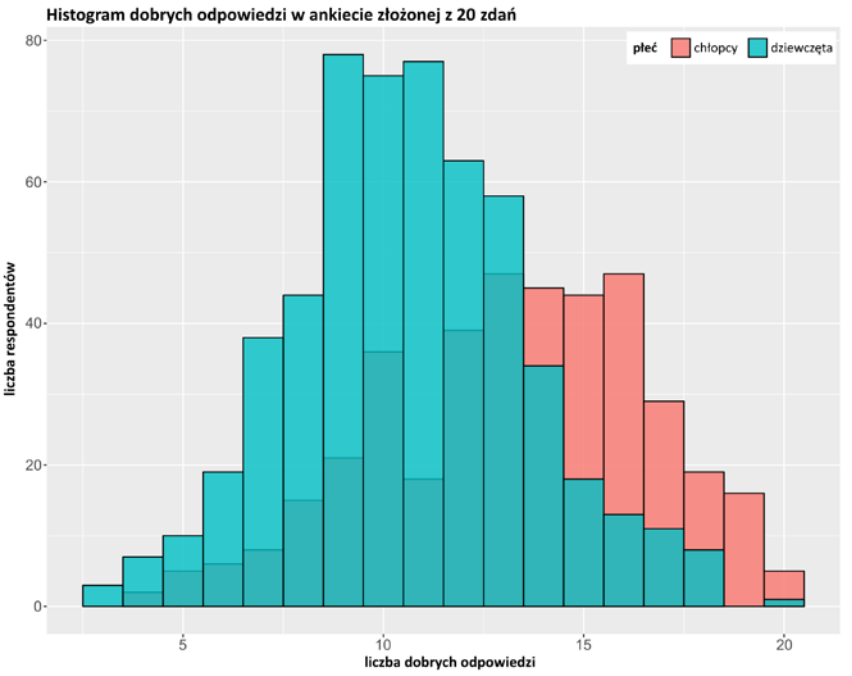
WSZYSTKO WYDAJE SIĘ TAKIE SAMO

Dzięki nauczycielom, którzy zgodzili się pomóc nam w realizacji tego badania, udało się je przeprowadzić w dziewięciu szkołach znajdujących się w siedmiu miastach różnej wielkości (zob. ramka wyżej). Dołożyliśmy starań, aby grupa badanych uczniów była jak najlepiej zbilansowana pod kątem płci, wieku i profilowania (zob. ramka obok). Próba uczniów, którą poddaliśmy badaniu ankietowemu, liczyła 1012 osób. Wszystkie ankiety były anonimowe. Po odrzuceniu tych, które zawierały niekompletne odpowiedzi, otrzymaliśmy próbę o liczności 959 osób. Analiza, której wyniki prezentujemy, została wykonana na tej właśnie zredukowanej próbie.

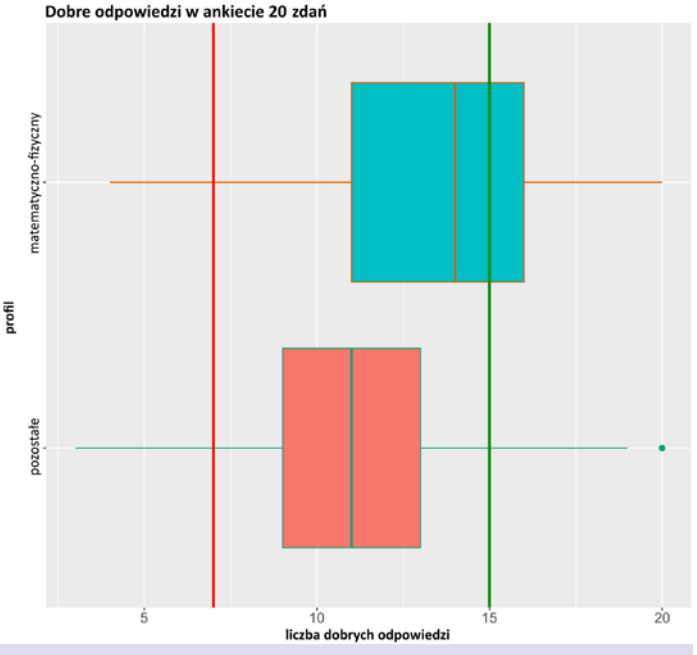
Przyjęta przez nas metodologia była taka sama jak ta użyta przez [1, 2]. Oczekiwaliśmy mianowicie, że uczniowie ustosunkują się do prawdziwości 20 zdań zaczerpniętych z [1, s. 34]), potwierdzając, że są one prawdziwe (odpowiedź „tak"), nieprawdziwe (odpowiedź „nie") lub przyznając, że nie wiedzą, czy mają do czynienia z prawdą, czy fałszem (odpowiedź „nie wiem"). Podczas analizy ankiet odpowiedź „nie wiem" trakto-

waliśmy jako błędną. Za każdą poprawną weryfikację zadania testowego, dalej nazywaną „odpowiedzią", przyznawany był jeden punkt. Za poziom zadowalający uznaliśmy poprawną weryfikację co najmniej 15. zdań, tak jak [1], którzy uznali to za „*elementarną kulturę astronomiczną, którą powinien mieć każdy człowiek ze średnim wykształceniem*". Podobnie tak jak [2] przyjęliśmy, że udzielenie 7 lub mniej poprawnych odpowiedzi określa respondentów jako należących do grupy o bardzo niskim poziomie wiedzy astronomicznej. Taki próg jest uzasadniony. Wykonane przez nas symulacje statystyczne dla odpowiedzi udzielanych losowo pokazują, że maksimum dobrych odpowiedzi uzyskanych w ten sposób przypada na liczbę 7.

Podstawowe statystyki charakteryzujące naszą próbę (ramka niżej) pokazują, że jest ona w wielu aspektach zbliżona do tej badanej przez [1, 2]. Ma niemal taką samą liczność oraz stosunek płci, a także pokazuje, że wciąż chłopcy posiadają wyraźnie większą wiedzę astronomiczną niż dziewczęta (zob. rys. 1). Podobnie, przyglądając się zebranym danym, potwierdzamy konkluzję [1, 2], że choć poziom wiedzy młodzieży z klas o profilu matematyczno-fizycznym jest nieco lepszy niż ma to miejsce w klasach o pozostałych profilach (zob. rys. 2), a w szczególności że odsetek osób, które uzyskały co najmniej 15 punktów, wynosi w tych dwóch grupach, odpowiednio, 15% i 7%, nie jest



Rys. 1. Histogram dobrych odpowiedzi udzielonych przez chłopców i dziewczęta w ankiecie dotyczącej wiedzy astronomicznej



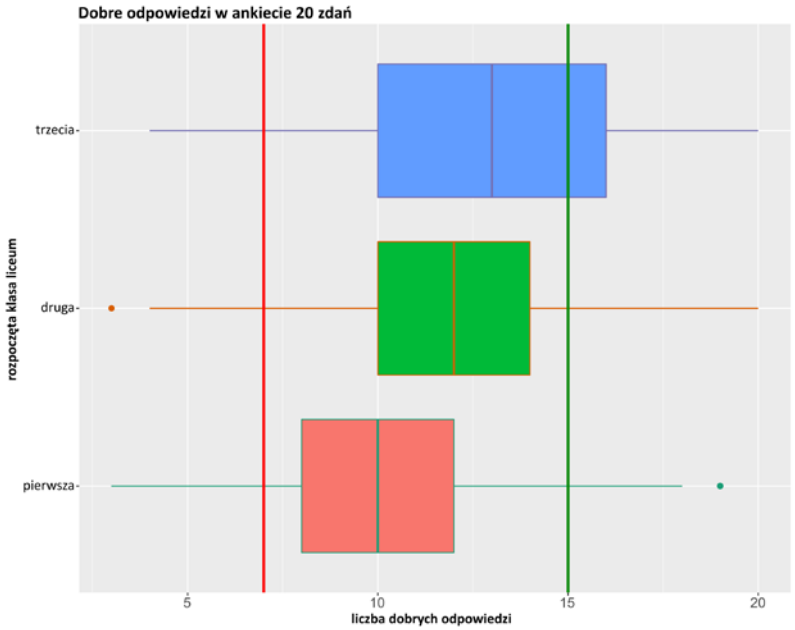
Rys. 2. Wykres pudełkowy dobrych odpowiedzi udzielonych przez uczniów klas o profilu matematyczno-fizycznym i uczniów pozostałych klas. Linia ciągła w środku pudełka zaznacza położenie mediany. Pudełko zawiera 50% obserwacji. Poziome linie ciągłe zaznaczają rozpiętość próby bez obserwacji odstających. Obserwacje odstające są zaznaczone kropkami. Pionowe linie, czerwona i zielona, wskazują położenie, odpowiednio, 7 i 15 dobrych odpowiedzi

Podstawowe statystyki

Respondenci — 959 osób, w tym: 402 chłopców (42% próby) i 557 dziewcząt (58% próby)
Profile klas (liczba respondentów) — matematyczno-fizyczny: 380, pozostałe: 579
Poziomy klas (liczba respondentów) — pierwsza: 238, druga: 404, trzecia: 317
Proporcje płci (liczba chłopców / liczba dziewcząt) — II LO w Głogowie: 16/94, I LO w Gorlicach: 53/90, III LO w Kaliszu: 122/125, I LO w Kołobrzegu: 72/109, I LO w Sulęcinie: 29/35, ZSOiMS w Szklarskiej Porębie: 18/19, V LO we Wrocławiu: 26/20, XIII LO we Wrocławiu: 44/43, XVII LO we Wrocławiu: 22/22
Zainteresowanie astronomią (liczba respondentów) — chłopcy: tak: 141 (15% próby i 35% chłopców), nie: 261 (27% próby i 65% chłopców); dziewczęta: tak: 124 (13% próby i 22% dziewcząt), nie: 433 (45% próby i 78% dziewcząt)
Średnia liczba dobrych odpowiedzi — 11,8, przy czym chłopcy: 13,3, a dziewczęta: 10,6
Maksimum i minimum liczby dobrych odpowiedzi — 20 (6 osób) i 3 (3 osoby)
15 i więcej dobrych odpowiedzi (liczba respondentów) — 211 (22% próby), w tym: chłopcy: 160 (17% próby i 40% chłopców), dziewczęta: 51 (5% próby i 9% dziewcząt)
7 i mniej dobrych odpowiedzi (liczba respondentów) — 98 (10% próby), w tym: chłopcy: 21 (2% próby i 5% chłopców), dziewczęta: 77 (8% próby i 14% dziewcząt)

to duża różnica. Gdy weźmiemy pod uwagę płci [3], przekonamy się, że w klasach o profilu mat-fiz poziom 15 punktów przekraczają jedynie 24 dziewczęta, podczas gdy w klasach o profilach pozostałych takich dziewcząt jest… 27. Oznacza to, że pożądany wyższy poziom wiedzy w klasach typu mat-fiz posiadają głównie chłopcy.

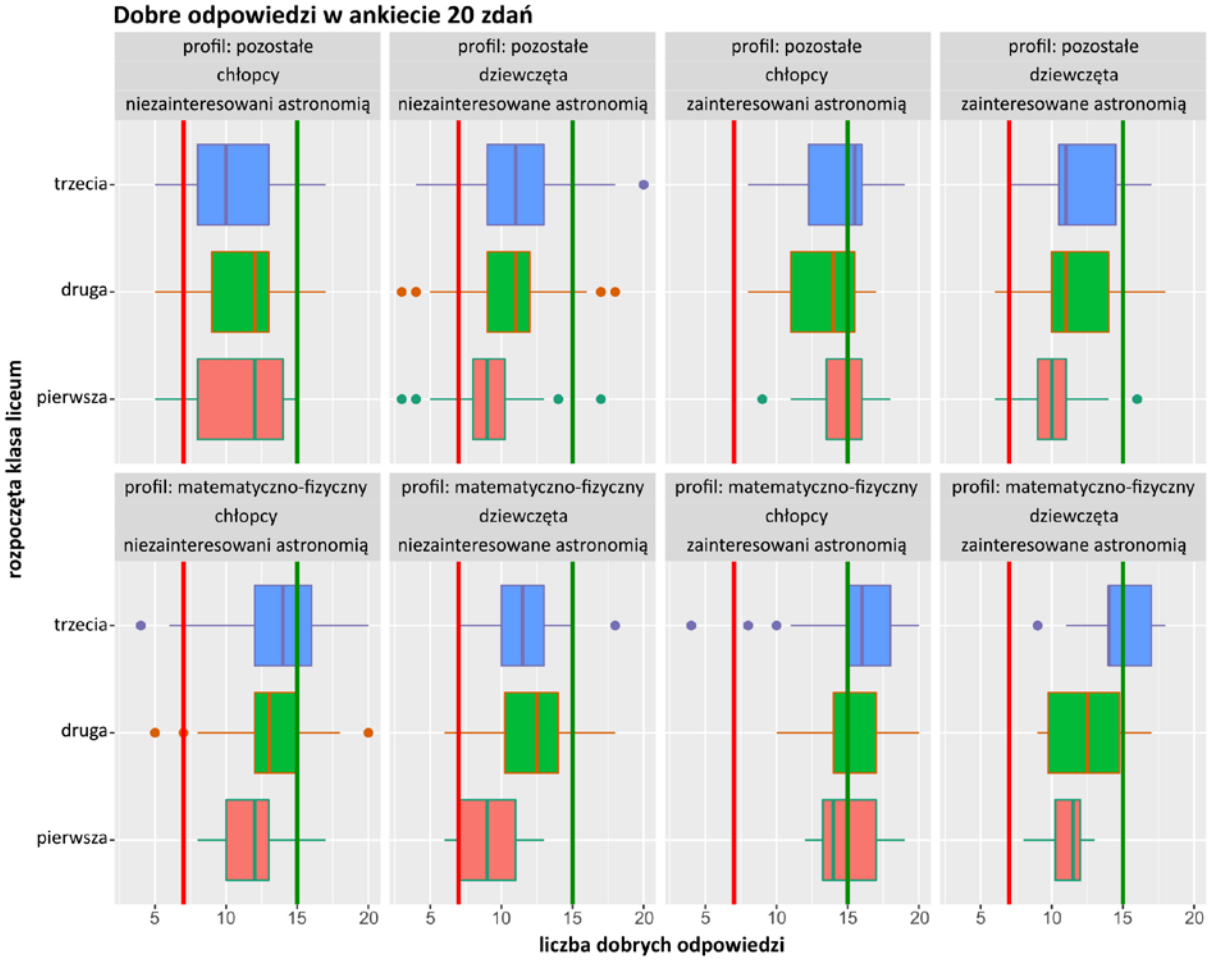
Potwierdzamy też obserwację [2], a mianowicie, że w miarę przechodzenia z klasy do klasy wyraźnie rośnie odsetek uczniów dobrych, czyli tych, którzy uzyskują co najmniej 15 punktów (zob. rys. 3). Zauważyliśmy ponadto, że w analizowanych danych rośnie mediana dobrych odpowiedzi i przesuwa się pudełko zwierające gros obserwacji, pokazując, że przyrost wiedzy obejmuje zdecydowaną większość badanej próby. Takiego całościowego progresu nie zaobserwowano w opracowaniach [1, 2].



Rys. 3. Wykres pudełkowy dobrych odpowiedzi udzielonych przez uczniów klas pierwszych, drugich i trzecich. Znaczenie symboli jak na rys. 2.

A JEDNAK INNE JEST WSZYSTKO

Są i inne oznaki postępu. Wyliczyliśmy, że w porównaniu z próbą badaną przez [1, 2], średnia liczba dobrych odpowiedzi wzrosła o 0,8 punktu, przy czym dla dziewcząt wzrost ten wyniósł 0,5, a dla chłopców, 0,9 punktu. Ponadto o 100%, czyli z trzech do sześciu, wzrosła liczba osób, które poprawnie zweryfikowały wszystkie zdania testowe. Minimalny poziom wiedzy posiadanej przez uczniów podniósł się



Rys. 4. Wykres pudełkowy pokazujący zmianę poziomu wiedzy w miarę przechodzenia z klasy do klasy, w zależności od profilu klasy, płci i deklarowanego zainteresowania astronomią. Znaczenie symboli jak na rys. 2.

o 2 punkty, zaś odsetek chłopców i dziewcząt, którzy odpowiedzieli dobrze na co najmniej 15 pytań, wzrósł, odpowiednio, o 4% i 9%.

Ktoś ten przyrost musi robić! Postanowiliśmy przyjrzeć się tym mądralom bliżej. Nasza ambicją było znalezienie odpowiedzi na pytanie, czy przyrost ich wiedzy jest wynikiem indywidualnej pracy, czy może stoi za tym solidna praca szkoły.

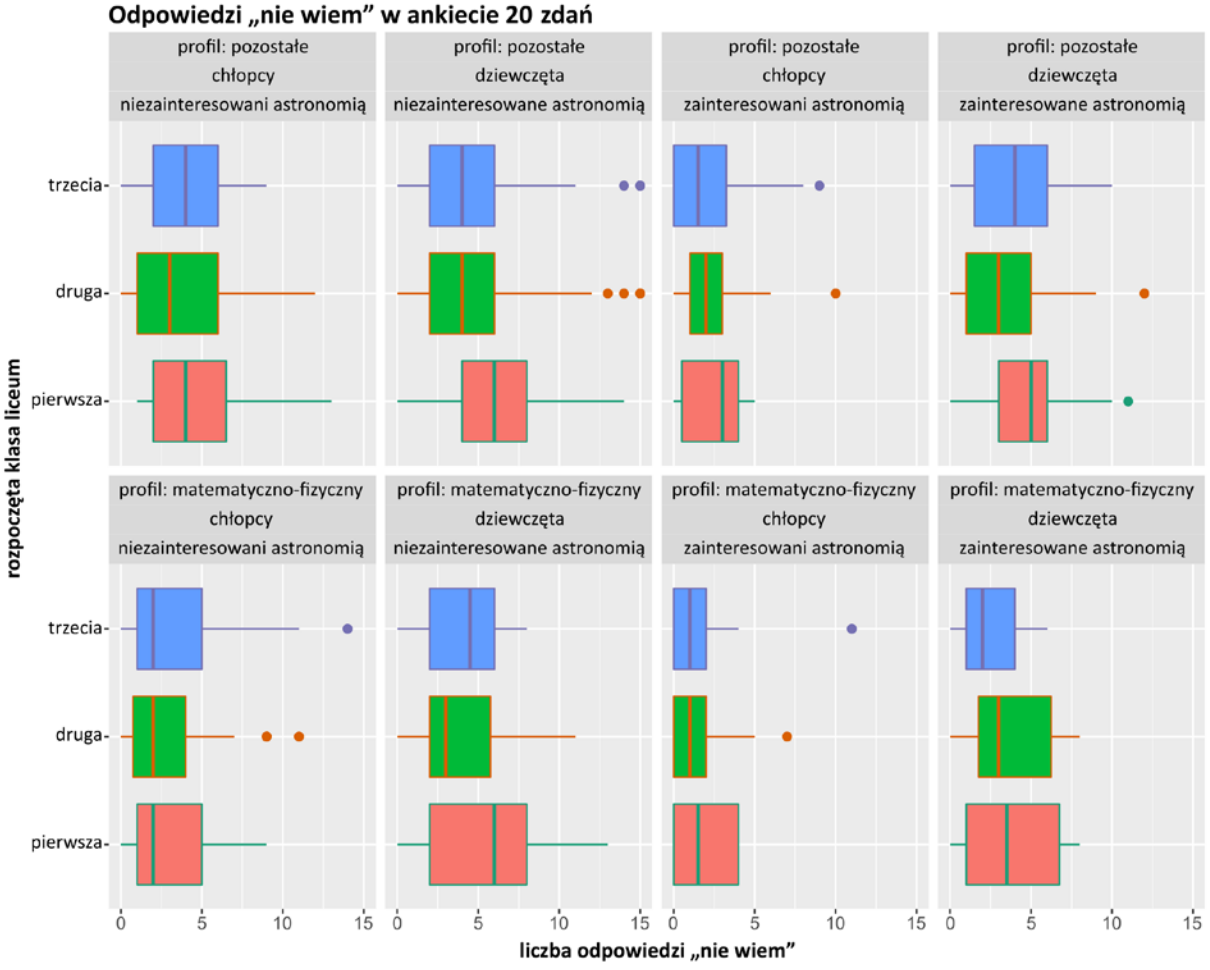
Do zidentyfikowania grupy, która „ciągnie w górę" wyniki, wykorzystaliśmy informację, której brakowało w materiale badanym przez [1, 2]. Cytowani autorzy przyjęli rozsądne założenie, że uczniowie klas o profilu mat-fiz „z definicji" posiadają zainteresowania matematyczno-przyrodnicze. Czy jednak te zainteresowania rozciągają się na astronomię? My zapytaliśmy wprost: „Czy interesujesz się astronomią?" Okazało się, że był to „game changer"!

Starając się zidentyfikować element, który jest odpowiedzialny za przyrost wiedzy uczniów, analizowaliśmy każdą z charakterystyk badanej próby, czyli płeć respondentów, profil i numer klasy, do której uczęszczają, deklarowane zainteresowanie astronomią i wielkość miasta, w którym pobierają naukę. Jak pokazujemy to w szczegółowym opracowaniu ilustrowanym wykresami [3], analizując każdą z tych charakterystyk, wyróżnialiśmy coraz bardziej precyzyjnie określone podgrupy w celu porównania, jak wygląda w nich przyrost wiedzy. Jeśli, np., widzieliśmy, że w klasach o profilu matematyczno-fizycznym znacznie łatwiej jest znaleźć osoby, których poziom wiedzy przekracza 15 punktów, pytaliśmy, kim są te osoby. Czy to chłopcy, czy dziewczęta. Z miast małych czy dużych? Z klas pierwszych czy starszych?

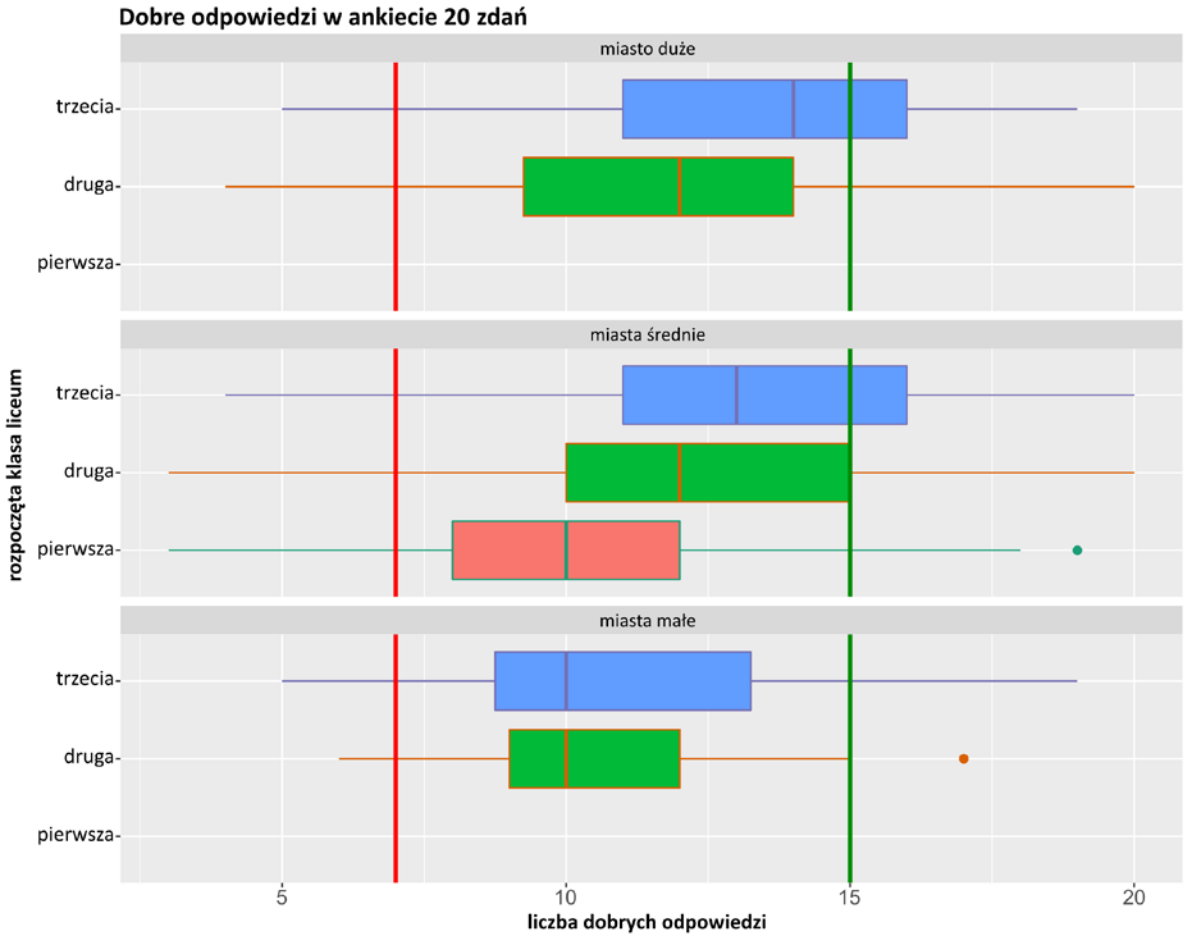
Przyglądają się tak zilustrowanym danym widzieliśmy różne korelacje, lecz jedna była najbardziej wyraźna. Decydującym czynnikiem w procesie przyrostu wiedzy okazało się zadeklarowane zainteresowanie astronomią! To ono, zwłaszcza gdy połączone z wyborem klasy o profilu matematyczno-fizycznym, gwarantowało systematyczny i bardzo wyraźny przyrost wiedzy z roku na rok, co widać szczególnie dobrze wśród chłopców (zob. rys. 4). Wykres ten pokazuje, że jeśli nie jest się zainteresowanym danym zagadnieniem, to sam fakt uczęszczania do klasy o profilu mat-fiz nie pomoże nic (dziewczęta) albo niewiele (chłopcy). Co innego, gdy dany uczeń czuje zainteresowanie tematem. Wtedy znajdzie drogę do wiedzy, nawet będąc w klasie, w której astronomii praktycznie nie ma (chłopcy), ale zdecydowanie bardziej skorzysta, gdy nauki ścisłe znajdą się w większej ilości w jego programie nauczania.

JESTEM PEWNA, ŻE NIE WIEM

Czy można wycisnąć coś ciekawego z odpowiedzi „nie wiem"? Owszem. Przeanalizowaliśmy je tak, jak inne cechy badanej próby i zobaczyliśmy bardzo ciekawą zależność. Mianowicie, w miarę przechodzenia z klasy do klasy liczba odpowiedzi „nie wiem" zmniejszała się, a pudełka zawierające 50% obserwacji systematycznie się zawężały, ale tylko gdy mieliśmy



Rys. 5. Wykres pudełkowy pokazujący zmianę poziomu niewiedzy w miarę przechodzenia z klasy do klasy, w zależności od profilu klasy, płci i deklarowanego zainteresowania astronomią. Znaczenie symboli jak na rys. 2



Rys. 6. Wykres pudełkowy pokazujący zmianę poziomu wiedzy w miarę przechodzenia z klasy do klasy w miastach o różnych wielkościach. Znaczenie symboli jak na rys. 2.

do czynienia z osobami, które deklarowały swoje zainteresowanie astronomią i uczęszczały do klas o profilu mat-fiz. Najwięcej na takiej kombinacji zyskiwały dziewczęta, u których poziom wiedzy, ale, jak się wydaje, także i pewności siebie w klasie trzeciej wzrósł najbardziej w porównaniu z tym, jaki był w klasie pierwszej. Bardzo dużo, tym razem w liczbach bezwzględnych, zyskali chłopcy, których „pudełko niewiedzy" już od drugiej kasy przywiera do zera (zob. rys. 5). U osób niezainteresowanych astronomią, niezależnie od profilu klasy, mechanizm ten działał słabo (dziewczęta) albo wcale (chłopcy). Po raz kolejny widzimy więc, że podstawą rozwoju tak indywidualnego jak i zbiorowego, w sensie średniego poziomu wiedzy w społeczeństwie, jest odczuwanie prawdziwego zainteresowania nauką.

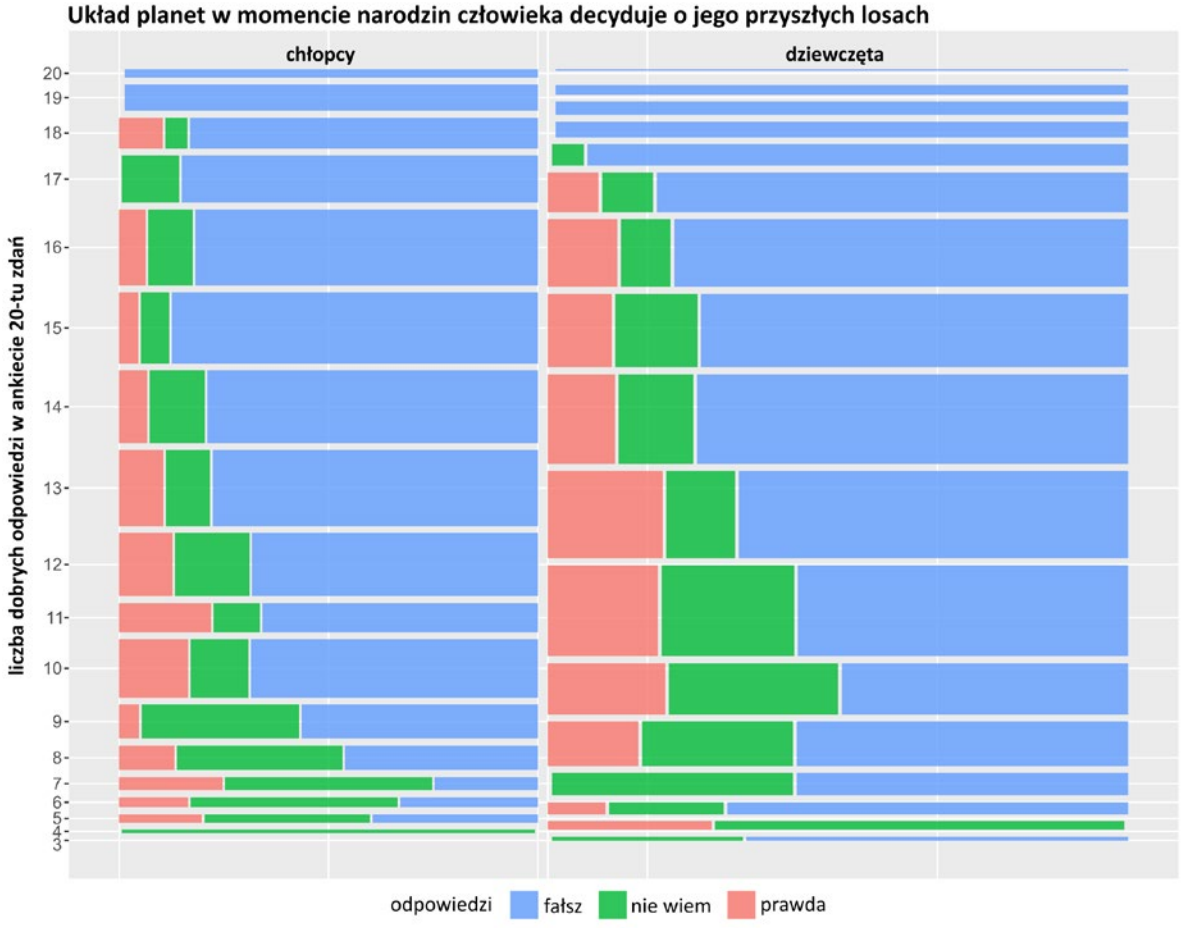
GDZIE MAMY MAŁE MIASTECZKA?

Następnie przyjrzeliśmy się kolejnej cesze naszej próby, czyli wielkości ośrodka miejskiego, w którym badani uczniowie uczęszczają do szkoły. Obraz, który się nam ukazał, jest dość ponury. Pokazuje on, że małe miasteczka (u nas do tej kategorii wpada Szklarska Poręba i Sulęcin) mamy najwyraźniej tam, gdzie miał je Andrzej Bursa... Podczas gdy w dużych, a zwłaszcza w średnich miastach, przyrost wiedzy z klasy do klasy jest uderzający, miasta małe stoją w miejscu (zob. rys. 6), a jedyną grupą, która doświadcza progresu, są chłopcy zainteresowani astronomią. Wszyscy pozostali, a w szczególności dziewczęta, po osiągnięciu pewnego, dość niskiego poziomu wiedzy, nie rozwijają się już w ogóle. Tak oto zidentyfikowaliśmy liczną grupę uczniów, którzy podlegają swego rodzaju cywilizacyjnemu wykluczeniu. Dlaczego o nich zapomnieliśmy?

A PLANETY SZALEJĄ...

To nie jedyna grupa, o której najwyraźniej nie pamiętamy. Spójrzmy jeszcze raz na małe miasteczka. Przodują one w innej dziedzinie, która w oczach tzw. „wykształconych ludzi" może zasługiwać tylko na wyśmianie, a mianowicie w wierze w to, że gwiazdy i planety rządzą naszym życiem i kształtują nasze losy. W badaniach przeprowadzonych przez [1, 2] zdanie dotyczące astrologii miało pokazać, czy i jak bardzo w świadomości młodzieży utrwalone są poglądy sprzeczne ze współczesną wiedzą o Wszechświecie. W próbie badanej 30 lat temu wiarę w nadprzyrodzone moce gwiazd zadeklarowało 43% respondentów. Obecnie z tymi poglądami zgadza się 28% młodzieży. Naszym zdaniem jest to wciąż o wiele za dużo.

Nasze badania pokazują, że odsetek wierzących w astrologię jest praktycznie taki sam wśród chłopców i dziewcząt. Jest on mniej więcej o połowę mniejszy w klasach o profilu mat-fiz w porównaniu z klasami ogólnymi, pomału spada w klasach drugich i trzecich, ale bynajmniej nie znika. Występuje w tych samych proporcjach tak wśród zainteresowanych astronomią, jak i tych, których ta nauka nie interesuje. Powstaje pytanie, dlaczego tak się dzieje. Dlaczego „astrologów" znajdziemy w każdej grupie społecznej oraz czy można coś zrobić, aby odsetek ludzi wierzących w horoskopy zmniejszyć nie do jednej trzeciej populacji, ale do, np., kilku procent.



Rys. 7. Wykres słupkowy ilustrujący zmniejszenie odsetka osób wierzących w astrologię wraz ze wzrostem liczby poprawnych odpowiedzi w ankiecie wiedzy astronomicznej.

Odpowiedź na pytanie „dlaczego" zdecydowanie wykracza poza możliwości analityczne, jakie daje zgromadzony przez nas materiał. Warto jednak mieć na uwadze, że wiara w różnorakie nadprzyrodzone twory i w ogólności odwrócenie się od nauki jest rodzajem ucieczki, który podejmują ludzie w czasach dla nich trudnych, szczególnie gdy czują się przez naukę zdradzeni, oszukani lub wykluczeni [4]. Tak było po tragedii pierwszej i drugiej wojny światowej, tak może być teraz, w świecie, którego poziom technologiczny oraz tempo rozwoju i zmian znacznie przewyższa możliwości percepcyjne wielu osób. Może więc warto dokładać wszelkich starań, wręcz dwoić się i troić, aby osiągnięcia naukowe i wartość nauki była dla społeczeństwa tak oczywista i zrozumiała jak podstawowe zasady higieny? To prawda, że 100% sukcesu nie ma co oczekiwać, jednak zauważalnego wzrostu komfortu życia — niewątpliwie.

CO Z TĄ SZKOŁĄ?

Nasza analiza pokazuje, że jedynym orężem, który jest w stanie skutecznie zwalczać wiarę w zabobony, jest wiedza, gdyż jako jedyna ma moc wypierania zabobonów (zob. rys. 7). I choć my badaliśmy poziom wiedzy z dziedziny astronomii, wierzymy, że jeśli podobne badanie byłoby przeprowadzone w innych naukach, wynik byłby podobny i dałby się ująć w jednym zdaniu, mianowicie: „Im więcej wiem, tym mniej potrzebuję wierzyć".

Jak osiągnąć ten szczytny cel? Co zrobić, aby zmniejszyć liczbę wykluczonych ze strefy wiedzy i po czym poznać, że już jest dobrze? Biorąc pod uwagę fakt, że przeprowadzona przez nas ankieta dotyczyła zagadnień, które 30 lat temu zostały określone jako „elementarne", arbitralnie proponujemy, że „dobrze" będzie, gdy nie tylko średnia w populacji, ale średnia punktów dla każdej płci będzie co najmniej 15 oraz gdy zniknie ogon mniej niż ośmiu dobrych odpowiedzi (zob. rys. 1). Chcielibyśmy też, aby odsetek wierzących w astrologię nie przekraczał kilku procent.

Badania [1, 2] i te, które tu referujemy, pokazały, że sam fakt uczęszczania do klas o profilu matematyczno-fizycznym niewiele pomoże, jeśli nie będzie za tym szło szczere zainteresowanie nauką. Podobnie samo zainteresowanie bez wsparcia w postaci edukacji również nie sprawi, że młody człowiek łatwo osiągnie elementarną kulturę astronomiczną (patrz uczniowie zainteresowani astronomią w klasach o profilu pozostałym na rys. 4).

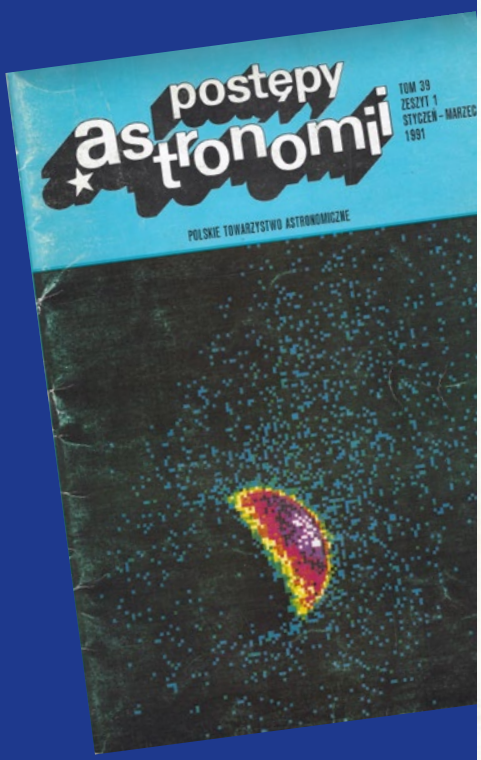
I tego właśnie nam trzeba. Nie szkoły rozumianej jako instytucja albo etap przejściowy „między żłobkiem i więzieniem" [zob. 5], ale edukacji ukierunkowanej indywidualnie na każde dziecko. Edukacji, która każdemu stworzy szansę odkrycia własnych zainteresowań i pełnej realizacji potencjału intelektualnego i życiowego. W tym procesie istotna jest również popularyzacja ugruntowanej wiedzy naukowej i najnowszych osiągnięć naukowych w przestrzeni szkolnej i pozaszkolnej. Mogą ją oferować centra nauki, ośrodki uniwersyteckie, festiwale nauki i indywidualni naukowcy. Działania te powinny być adresowane do wszystkich, ale w szczególności do uczniów

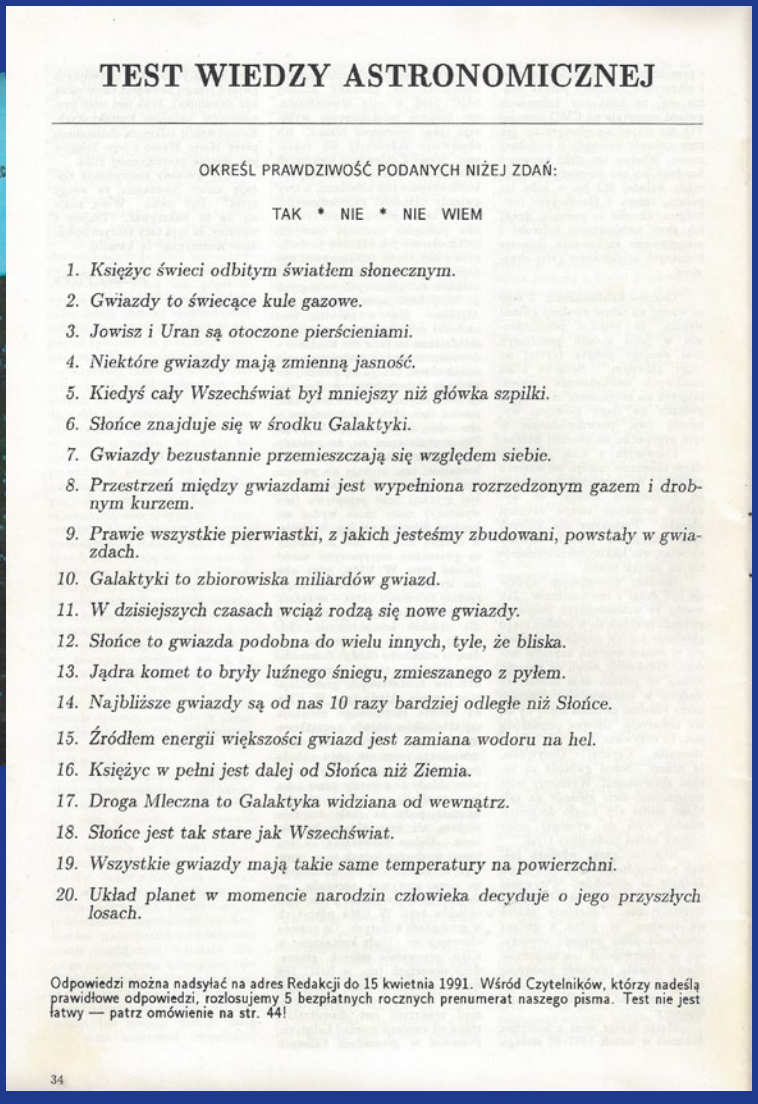
z małych miejscowości i dziewcząt oraz powinny obejmować swoją ofertą jak najmłodsze klasy szkoły podstawowej, łącznie z dziećmi przedszkolnymi.

Potrzebujemy środowiska intelektualnego, które wykorzysta fakt, że w dzisiejszych czasach wiedza i nauka są jak plastik: otaczają nas zewsząd, oddychamy nimi i je spożywamy. Nie sposób od nich uciec. Są wszędzie; na ziemi i w powietrzu, w postaci nano i makro. Skoro tak, niech staną się pożywką, na której wyrosną umysły przyszłych pokoleń, a nie trucizną, którą ze wstrętem i niezrozumieniem odrzucą. Możemy im pomóc, idąc drogą wytyczoną przez idee i metody opisane w pedagogice Montessori [6], wspomagając się wskazówkami wyników badań przeprowadzonych przez Microsoft [7]. Ten ostatni projekt miał na celu zrozumienie zjawiska braku zainteresowania naukami ścisłymi wśród dziewcząt w Europie (w tym w Polsce) i w innych rejonach świata, zbadanie innych zagadnień związanych z wkluczeniami grup ludności ze świata nauki oraz sformułowanie wskazówek, które mogą obecną sytuację poprawić, a nawet uleczyć. Skorzystajmy z tego, co z tych badań wynikło. Dzieci to nasza przyszłość (naprawdę!) Dajmy im szansę!

Do poczytania

[1] Muciek M., Papaj J. i Wegner W. 1991, „Test wiedzy astronomicznej", Postępy Astronomii nr 1/1991, s. 34 i 44 (www.urania.edu.pl/sites/default/files/archiwum/postepy_astronomii_1991_01.pdf)
[2] Muciek M., Papaj J. i Wegner W. 1994, „Badania poziomu wiedzy astronomicznej uczniów szkół bydgoskich", Problemy Matematyczne 1994, 11, 57–73 (Zeszyty Naukowe WSP w Bydgoszczy)
[3] Badanie poziomu wiedzy astronomicznej wśród uczniów szkół średnich w roku 2018: www.astro.uni.wroc.pl/ankieta-astronomiczna
[4] Husserl E. „Kryzys nauk europejskich i fenomenologia transcendentalna", ISBN 978-83-7998-138-0
[5] School-to-prison pipeline: en.wikipedia.org/wiki/School-to-prison_pipeline
[6] Pedagogika Montessori: pl.wikipedia.org/wiki/Metoda_Montessori
[7] Why don't European girls like science or technology? news.microsoft.com/europe/features/dont-european-girls-like-science-technology





TEST WIEDZY ASTRONOMICZNEJ

OKREŚL PRAWDZIWOŚĆ PODANYCH NIŻEJ ZDAŃ:

TAK * NIE * NIE WIEM

1. *Księżyc świeci odbitym światłem słonecznym.*
2. *Gwiazdy to świecące kule gazowe.*
3. *Jowisz i Uran są otoczone pierścieniami.*
4. *Niektóre gwiazdy mają zmienną jasność.*
5. *Kiedyś cały Wszechświat był mniejszy niż główka szpilki.*
6. *Słońce znajduje się w środku Galaktyki.*
7. *Gwiazdy bezustannie przemieszczają się względem siebie.*
8. *Przestrzeń między gwiazdami jest wypełniona rozrzedzonym gazem i drobnym kurzem.*
9. *Prawie wszystkie pierwiastki, z jakich jesteśmy zbudowani, powstały w gwiazdach.*
10. *Galaktyki to zbiorowiska miliardów gwiazd.*
11. *W dzisiejszych czasach wciąż rodzą się nowe gwiazdy.*
12. *Słońce to gwiazda podobna do wielu innych, tyle, że bliska.*
13. *Jądra komet to bryły luźnego śniegu, zmieszanego z pyłem.*
14. *Najbliższe gwiazdy są od nas 10 razy bardziej odległe niż Słońce.*
15. *Źródłem energii większości gwiazd jest zamiana wodoru na hel.*
16. *Księżyc w pełni jest dalej od Słońca niż Ziemia.*
17. *Droga Mleczna to Galaktyka widziana od wewnątrz.*
18. *Słońce jest tak stare jak Wszechświat.*
19. *Wszystkie gwiazdy mają takie same temperatury na powierzchni.*
20. *Układ planet w momencie narodzin człowieka decyduje o jego przyszłych losach.*

Odpowiedzi można nadsyłać na adres Redakcji do 15 kwietnia 1991. Wśród Czytelników, którzy nadeślą prawidłowe odpowiedzi, rozlosujemy 5 bezpłatnych rocznych prenumerat naszego pisma. Test nie jest łatwy — patrz omówienie na str. 44!

34

Oryginalna wersja ankiety opublikowanej w pierwszym numerze odnowionych „Postępów Astronomii" z 1991 roku

Biuletyn Pracowni Komet i Meteorów

PKiM PRACOWNIA KOMET I METEORÓW 00-716 Warszawa ul. Bartycka 18

Nr 232

NOWOŚCI ZE ŚWIATA METEORÓW

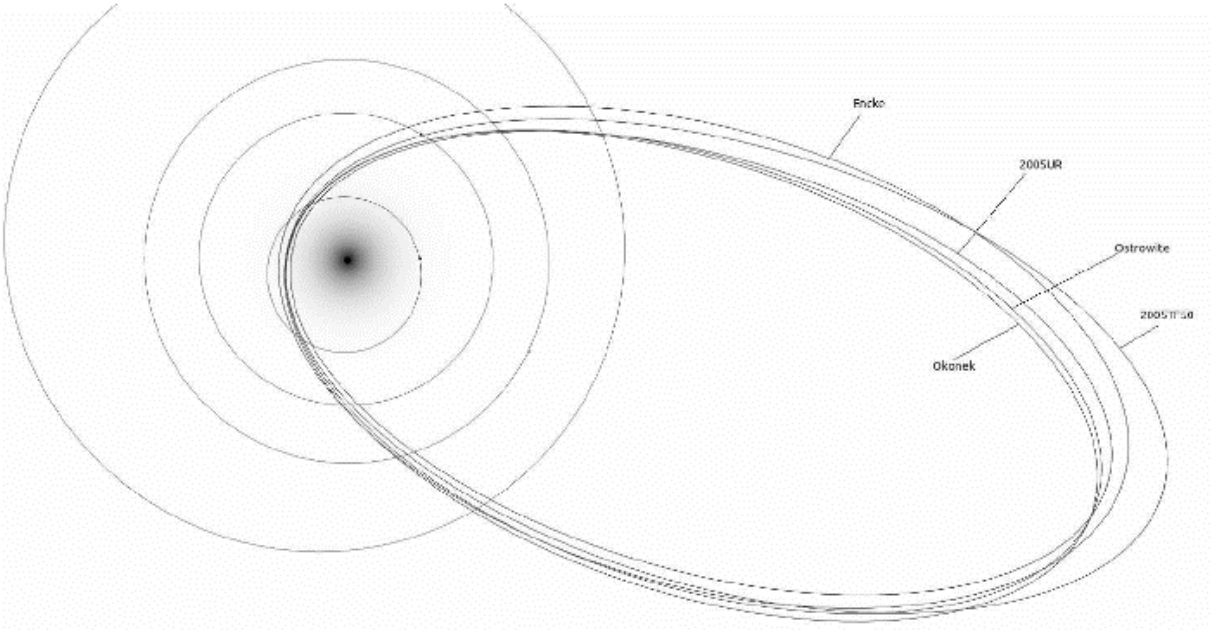
W niniejszym artykule chciałbym przedstawić nieco nowości ze świata meteorów. Przed nami przegląd najciekawszych wydarzeń i odkryć związanych z najdrobniejszą materią Układu Słonecznego.

BETA TAURYDY, CZYLI DZIENNE SPOTKANIE Z TAURYDAMI

W nocy z 31 października na 1 listopada 2015 r. niebo rozświetlały niezwykle jasne bolidy. Zgodnie z przewidywaniami Davida Ashera spotkaliśmy się wówczas z rezonansową częścią strumienia Taurydów. Skutkiem tego było pojawienie się bolidów o jasności wyraźnie większej niż jasność Księżyca w pełni. Dane z maksimum były intensywnie analizowane przez grupy różnych badaczy, w tym także Polską Sieć Bolidową. W 2016 i 2017 r. ukazały się w MNRAS (Monthly Notices of the Royal Astronomical Society) prace opisujące strumień Taurydów, gdzie oprócz fragmentów materii o mniejszych rozmiarach miały znajdować się także planetoidy o rozmiarach rzędu setek metrów. Według modeli Davida Ashera do ponownego spotkania z Taurydami dojdzie pod koniec czerwca bieżącego roku, w drugim węźle orbity Taurydów. Czerwcowy rój Beta Taurydów bierze swoją nazwę od radiantu położonego w gwiazdozbiorze Byka, skąd wydają się wylatywać meteory. Ze względu na porę dnia, w jakiej jest aktywny, nie może być obserwowany w normalny sposób. W przeszłości obserwowano ten strumień metodą radiową, a w latach 70. Zeta Taurydy dały znać o sobie, uderzając w Księżyc i generując możliwe do wykrycia fale sejsmiczne. Tegoroczne spotkanie może być bardzo ciekawe, gdyż geometria przecięcia strumienia rezonansowego z orbitą ziemską jest wyjątkowo korzystna. Korzystna do prowadzenia obserwacji jest trzecia dekada czerwca, a szczególnie dni pomiędzy 25 a 28 czerwca. W tym czasie spodziewamy się spotkania z dużymi meteoroidami, które mogą powodować zjawiska bolidów dziennych. Możliwe będzie też zaobserwowanie pojedynczych kolizji meteoroidów z Księżycem, który w tym czasie będzie widoczny przed wschodem Słońca, zbliżając się do nowiu. Nadchodzące maksimum to okazja do odkrycia kolejnych dużych składników strumienia — planetoid, które, krążąc po orbicie strumienia meteoroidowego, mogą w przyszłości zagrażać naszej planecie. Strumień Taurydów to jeden z najciekawszych tematów astronomii meteorowej. Choć znany jest on od dawna i od dawna wiązany z kometą o najkrótszym okresie obiegu — 2P/Encke, to współczesne badania zdają się wskazywać na nieco bardziej skomplikowaną ewolucję roju. Sama kometa Encke wraz z Taurydami i krążącymi po ich orbicie planetoidami może być pozostałością po wielkim obiekcie, który uległ dezintegracji.

WIELKI BOLID NAD BIAŁORUSIĄ

Początek roku zaczął się w PFN (Polish Firebal Network — Polska Sieć Bolidowa) od mocnego uderzenia. W nocy z 6 na 7 stycznia 2019 r. wschodnie niebo rozświetliło potężne zjawisko. Wolno poruszający się bolid osiągnął jasność porównywalną z Księżycem w kwadrze. Po kilkusekundowym locie zniknął niemal nad samym horyzontem. Ze względu na bardzo późną porę, niewielu świadków miało okazję podziwiać to zjawisko.



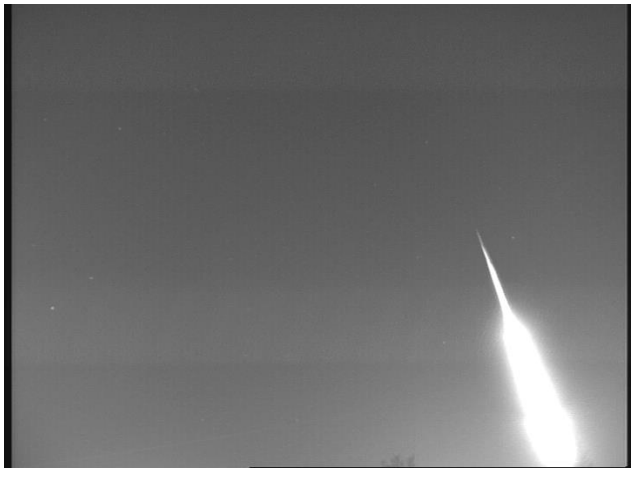
Rys 1. Orbity komety Encke, bolidów Ostrowite i Okonek z 31.10.2015 oraz planetoid 2005UR oraz 2005TF50

Biuletyn Pracowni Komet i Meteorów

Nieliczni opisali piękną fragmentację bolidu w jego końcowej części. Według przypadkowych obserwatorów przy rozpadzie tym wszystkie fragmenty miały porównywalne jasności i nie wskazywano głównego fragmentu materii. Bolid został zarejestrowany w dwóch stacjach Polskiej Sieci Bolidowej — PFN52 Stary Sielc i PFN40 Otwock. Na nagraniach wideo jest widoczny wolno przemieszczający się bolid o dość stabilnej krzywej blasku (daje się wyróżnić niewielkie wzrosty jasności w miejscach, gdzie doszło do rozpadu na fragmenty). Dość szybko okazało się, że bolid pojawił się u naszych wschodnich sąsiadów, na Białorusi. Rozpoczął się stosunkowo blisko polskiej granicy i przemieszczał się po umiarkowanie nachylonej trajektorii w stronę miasta Prużany. Lokalni świadkowie opisywali mocny rozbłysk, który na moment rozświetlił okolicę. W najbardziej rzeczowej relacji, świadek opisuje błysk trwający 3 sekundy, po którym nastąpiło 15 sekund ciszy, a następnie słyszalny był głuchy grzmot. którego czas trwania ocenił na 40 sekund. Tak krótki czas do wystąpienia zjawiska akustycznego świadczy o niezwykłej bliskości źródła, od którego rozchodziła się fala uderzeniowa. Pierwsze wyniki potwierdziły ten fakt. Zjawisko było imponujące, pod wieloma względami porównywalne z klasycznymi wielkimi bolidami obserwowanymi przez Europejską Sieć Bolidową w ostatnich latach. Wielkie wrażenie robi wysokość końcowa, która w tym wypadku wynosi 16,2 km. W literaturze znajdujemy niewiele przypadków bolidów o mniejszej wysokości końcowej (Czelabińsk, Turii — Remety) oraz tylko kilka o wysokościach porównywalnych.

Parametry końcowe trajektorii (wysokość, obserwowane hamowanie) pozwoliły stwierdzić, że nieco na wschód od Prużan spadło od kilku do nawet kilkudziesięciu kilogramów meteorytów, zapewne w kilku fragmentach. Pomimo sprzyjającej niewielkiej wysokości końcowej, dokładne wyznaczenie miejsca upadku meteorytów okazało się być problematyczne ze względu na huragan wiejący w stratosferze. W marcu bieżącego roku została zorganizowana pierwsza wyprawa poszukiwawcza na wyznaczone miejsce spadku. W ciągu kilku dni poszukiwań przemierzono otaczające Prużany bezkresne pola, niestety bez rezultatu. Obszar poszukiwań jest dość znaczny i wymaga bardziej systematycznych poszukiwań w dużych grupach. O zjawisku zostały powiadomione lokalne instytucje i jak się dowiedzieliśmy, odbyło się już kilka wypraw poszukiwawczych, między innymi wyprawa zorganizowana przez planetarium z Mińska. Niestety obszary wokół miasta Prużany to w większości intensywnie uprawiane tereny rolne i wiosenna orka oraz zasiewy znacząco utrudniają zadanie przyszłym poszukiwaczom.

Rys 2. Bolid Prużany widoczny ze stacji PFN52 Stary Sielc



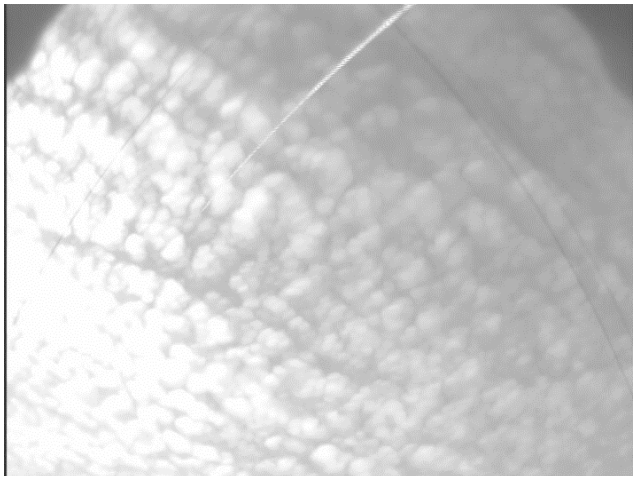
Rys 3. Bolid Prużany widoczny ze stacji PFN40 Otwock

BOLIDY NA JASNYM NIEBIE

Spore poruszenie wśród obserwatorów wywołały jasne zjawiska, jakie pojawiły się 23 stycznia i 8 lutego 2019 r. W pierwszym przypadku bardzo jasny bolid pojawił się w niecałe pół godziny po zachodzie Słońca, w porze powrotów z pracy do domu. Większość obserwacji pochodzi z Warszawy i okolic, gdzie akurat niebo było wolne od chmur. Bolid pojawił się dość wysoko nad południowym horyzontem i dość szybko zmierzał na południowy zachód. Świecił światłem białym, a pod koniec lotu uległ fragmentacji. Zjawisko zarejestrowano na kilku kamerach samochodowych w stosunkowo dobrej jakości. Większość nagrań pochodzi z zachodnich krańców Warszawy, jedno z okolic mostu na Wiśle pod Górą Kalwarią. Wyznaczenie trajektorii bolidu jest możliwe, choć wymagałoby żmudnej kalibracji fotograficznej w miejscach, w których powstały nagrania. Wstępne szacunki wskazują, że bolid ten wszedł do atmosfery ze zbyt dużą prędkością, aby dać spadek meteorytu. Trajektoria bolidu znajdowała się na południowy zachód od Warszawy, w okolicach Mszczonowa i Rawy Mazowieckiej.

Drugie ze zjawisk to najprawdziwszy bolid dzienny. Bolid ten pojawił się 8 lutego 2019 r. o godzinie 15:35 czasu lokalnego. Został zarejestrowany przez kamerę samochodową. W momencie rejestracji pojazd znajdował się w okolicach Mławy i poruszał się w kierunku północnym. Zjawisko widoczne było jako całkiem jasny punkt dość szybko przemieszczający się z zachodu na wschód (od lewej do prawej strony kadru).

Pojawiły się też inne nagrania z kamer samochodowych. Na początku marca, ku naszemu zaskoczeniu, odnaleźliśmy



Rys 3. Bolid dzienny z 8 lutego 2019 r., stacja PFN69 Lamkówko

to zjawisko na kamerze znajdującej się w stacji PFN69 Lamkówko. Stacja ta znajduje się w Obserwatorium Satelitarnym Katedry Astronomii i Geodynamiki WGiGP, UWM, w skład stacji wchodzi pojedyncza kamera typu Tayama, która bez specjalnych zabiegów nie nadaje się do obserwacji bolidów dziennych. W tym jednak wypadku Słońce zostało zasłonięte przez cienkie chmury, co pozwoliło zarejestrować bolid na jasnym niebieskim niebie. Podobnie jak w pierwszym wypadku, tak i tu do precyzyjnego wyznaczenia trajektorii konieczna jest fotograficzna kalibracja obrazu. Podobnie jak poprzedni bolid, także i ten nie zakończył się spadkiem meteorytu.

GIGANTYCZNY BOLID W POBLIŻU KAMCZATKI

18 grudnia 2018 r. o godzinie 23:48:20 zarejestrowano jeden z największych bolidów w historii obserwacji. Podczas przejścia obiektu przez atmosferę wyzwoliła się energia porównywalna z wybuchem bomby atomowej o równoważniku 173 kilotony. Obiekt wszedł do atmosfery z prędkością 32 km/s, a główny rozbłysk nastąpił na wysokości 25,6 km. Został on zarejestrowały w podczerwieni przez satelitę departamentu obrony USA. Piękne zdjęcia śladu, jaki powstał podczas wejścia bolidu do atmosfery, zostały wykonane przez japońskiego satelitę Himawari. Zjawisko wystąpiło nad Morzem Beringa, na wschód od Kamczatki. Jest to drugie pod względem wyzwolonej energii zjawisko od 1988 r., kiedy to rozpoczęto satelitarne obserwacje bolidów (w rzeczywistości próbowano obserwować próby atomowe). Jedynie pamiętny bolid nad Czelabińskiem z 2013 r. był okazalszy. Następny po ubiegłorocznym bolidzie pod względem energii zjawiska jest bolid z 25 grudnia 2010 r. który był już pięciokrotnie słabszy. Ubiegłoroczne zjawisko wystąpiło nad obszarem niezamieszkałym, nie zostało bezpośrednio zaobserwowane i nie przyniosło żadnych strat materialnych.

BOLIDY NAD AUSTRALIĄ

19 i 21 maja 2019 r. zaobserwowano nad Australią dwa duże bolidy wywołane przez meteoroidy o rozmiarach odpowiednio 1,2^{m} oraz 4^{m}. Pierwszy z nich pojawił się 19 maja 2019 r. o godzinie 14:20 UT niemal dokładnie nad Alice Springs w środkowej Australii. Obiekt wszedł do atmosfery z prędkością 14 kilometrów na sekundę i został zarejestrowany przez sieć detektorów infradźwiękowych przeznaczonych do monitorowania potencjalnych prób jądrowych. Na podstawie danych infradźwiękowych określono wydzieloną energię na 0,06 kT (3000 razy mniej niż w przypadku opisywanego wcześniej bolidu nad Morzem Beringa. Drugi z bolidów pojawił się nad Australią 2 dni później, 21 maja 2019 r. o godzinie 13:21 UT. Było to zjawisko szesnastokrotnie silniejsze, a bolid, który je wywołał, wszedł do atmosfery nad morzem, około 400 km na południe od Adelaide przy prędkości 11 km/s.

Źródło: Youtube

Rys 4. Bolid nad południową Australią, 21.05.2019

Rys 5. Teren oświetlony światłem bolidu z 19.05.2019. Kamera zlokalizowana w Alice Springs. Kilka sekund przed pojawieniem się bolidu obraz z kamery był prawie jednolicie czarny

KONFERENCJA IMC2019, BOLLMANNSRUH, NIEMCY

W dniach od 3 do 6 października 2019 r. w Bollmannsruh koło Poczdamu odbędzie się kolejna konferencja IMC (International Meteor Conference). Koszt uczestnictwa w IMC wynosi 160 euro przy rejestracji przed 30 czerwca i 180 przy rejestracji do 31 sierpnia. Opłata obejmuje zakwaterowanie i pełne wyżywienie.

Więcej informacji: https://imc2019.imo.net/

Przemysław Żołądek

Biuletyn Sekcji Obserwatorów Komet PTMA

30 LAT SEKCJI OBSERWATORÓW KOMET PTMA

Mimo że w bieżącym roku miłośnicy astronomii obchodzą przynajmniej dwa ważne stulecia („Uranii" oraz PTMA), nie mogliśmy zapomnieć również o swoich urodzinach. Sekcja Obserwatorów Komet powstała bowiem 30 lat temu i nawet jeśli w swojej historii doświadczała momentów wstrzymania działalności, polscy komeciarze nie przestawali obserwować, utrzymując ciągłość polskich obserwacji komet.

POWSTANIE I PIERWSZE LATA

Bezpośrednim przyczynkiem do stworzenia sekcji kometarnej przy PTMA była międzynarodowa akcja obserwacyjna International Halley Watch, prowadzona w latach 1985–1986 (patrz: *Urania* 4/2016). Koordynatorami IHW na teren Polski zostali polscy tłumacze książki Stephana Edberga „Jak obserwować komety" — Stefania Grudzińska i Marek Muciek. Po niemałym sukcesie, jakim zakończyła się polska edycja akcji, Muciek zajmował się również koordynacją obserwacji następnych jasnych komet widocznych na naszym niebie, tj. C/1987 P1 (Bradfield) i C/1988 A1 (Liller). Swoją pracę nazywał „prywatną inicjatywą finansowaną z własnej kieszeni". W „Uranii" 11/1988 pojawił się anons o planowanym założeniu Sekcji Obserwatorów Komet PTMA przy oddziale toruńskim. Zarząd Główny PTMA przyjął do wiadomości istnienie Sekcji 25 kwietnia 1989 r. i od tej pory liczy się historia SOK-u. Przy okazji walnego zjazdu PTMA w Grudziądzu w 1989 r. odbyło się pierwsze spotkanie członków, na którym uzgodniono projekt regulaminu Sekcji. Za główne cele działalności określono: prowadzenie skoordynowanych obserwacji wszystkich widocznych komet dostępnych amatorskimi instrumentami, opracowywanie wyników obserwacji i publikowanie ich na łamach „Uranii", a także udostępnianie surowych wyników obserwacji społeczności astronomicznej. Sekcja podjęła się zaopatrywania swoich członków w mapki zawierające jasność gwiazd porównania, umożliwiające wykonywanie ocen jasności komet. Wyniki prac obserwacyjnych wzbogacają międzynarodowe archiwum danych publikowane w piśmie *International Comet Quarterly*. Pierwszym obiektem obserwowanym oficjalnie w ramach Sekcji Obserwatorów Komet była kometa okresowa 23P/Brorsen-Metcalf, a niedługo później na niebie pojawiła się kolejna dość jasna kometa C/1989 Q1 (Okazaki-Levy-Rudenko). W tym samym czasie Marek Muciek zrezygnował z prowadzenia Sekcji. Jej nowym koordynatorem został Jerzy Rafalski, a sekretarzem Krzysztof Jaroszewski. Muciek miał zająć się teraz wyłącznie pracą zawodową. Na szczęście jego rozwód z SOK-iem okazał się tylko chwilową separacją. Jego powrót do Sekcji nastąpił jeszcze przed akcją obserwacyjną w 1990 r., podczas której zebrano 1176 obserwacji jasnej komety C/1990 K1 (Levy), co było rekordem o nieznanych wcześniej rozmiarach. Jednak w czerwcu 1992 r. Marek Muciek oznajmia po raz kolejny definitywne rozstanie z Sekcją i ogłasza konkurs na swojego następcę na stanowisku koordynatora, wyrażając przy tym nadzieję, że to dopiero początek długiej historii SOK.

OKRES KRAKOWSKI

W okresie uśpienia Sekcji Obserwatorów Komet (lata 1993––1994) przez nasze niebo przemknęło kilka interesujących komet, które niestety pozostały niezauważone przez większość obserwatorów. Powodem był brak skoordynowanych akcji obserwacyjnych i informacji o obserwowalnych obiektach. Widoczne wówczas komety były obserwowane jedynie przez nielicznych i najbardziej zaawansowanych członków Sekcji, mających dostęp do innych niż SOK źródeł informacji i efemeryd. Częściowo obowiązki SOK przejęła w tamtym czasie Pracownia Komet i Meteorów. 22 października 1994 r. powiadomiono o przejęciu Sekcji przez nowych opiekunów — Tomasza Ściężora i Janusza Płeszkę, działających przy Oddziale Krakowskim PTMA. Oficjalne przekazanie Sekcji z Torunia do Krakowa odbyło się podczas Nadzwyczajnego Jubileuszowego Walnego Zjazdu Delegatów PTMA w Toruniu, w 1994 r. Pierwszą kometą obserwowaną przez odrodzoną Sekcję była kometa 19P/Borelly. W późniejszych latach obserwatorzy SOK PTMA byli świadkami jeszcze trzech jej powrotów. W okresie uśpienia liczba obserwatorów stopniała z ponad stu do niewiele ponad pięćdziesięciu. W ciągu następnych kilku lat liczebność Sekcji była stale odbudowywana.

Wraz z reaktywacją Sekcji narodził się pomysł stworzenia biuletynu, informującego obserwatorów o postępach w badaniu komet, o obiektach możliwych do zaobserwowania z Polski oraz o podsumowaniach akcji obserwacyjnych. Pierwsze wydanie „Komeciarza" ukazało się w 1995 r. z inicjatywy ówczesnych koordynatorów Sekcji — T. Ściężora i J. Płeszki. We wstępie do drugiego numeru pojawiło się zdanie, wyrażające nadzieję na pojawienie się w ciągu najbliższych lat komety, o której będzie można opowiadać potomnym. Autorzy z pewnością nie wiedzieli jeszcze, że przez najbliższe dwa lata własnymi oczami zobaczą dwie komety, które dziś już nazywane są „wielkimi". Dla historii Sekcji był to okres wielkiego zainteresowania obserwacjami i wyśrubowania wciąż niepobitych rekordów. W 1996 r. zgłoszono ponad 1000 raportów z obserwacji komety C/1996 B2 (Hyakutake), jednak niezrównany rekord padł rok później za sprawą C/1995 O1 (Hale-Bopp) — 2430 obserwacji. W kolejnych latach obserwatorzy SOK odczuwali „efekt wielkich komet", wykazując duże zainteresowanie nawet umiarkowanie jasnymi obiektami, rzędu 8 mag. W 1999 r. odbyła się pierwsza konferencja Sekcji, rozpoczynając tradycję spotkań miłośników komet i zawodowych astronomów, trwającą przez kolejne 7 lat.

Ponowne odrodzenie działalności obserwacyjnej Sekcji nastąpiło w 2001 r., co związane było z dwiema stosunkowo jasnymi kometami: C/2000 WM1 (LINEAR) i C/2001 A2 (LINEAR). W 2002 r. obserwowano powrót „komety Heweliusza", czyli 153P/Ikeya-Zhang. Jej duża jasność (2,8^{m}) oraz „wygodne" wieczorne położenie na niebie spowodowało, że do Sekcji nadesłano 1080 obserwacji wykonanych przez 49 obserwatorów. Jak widać, każda jasna kometa powoduje „odrodzenie SOK", czemu zresztą

trudno się dziwić. W okresie tym Janusza Płeszkę jako współkoordynatora SOK u boku Tomasza Ścieżora zastąpił Michał Drahus. W następnych latach rzadko zdarzało się, aby jakaś kometa przyciągnęła szerszą uwagę obserwatorów SOK. Zwykle w Sekcji otrzymywano zaledwie kilka–kilkanaście obserwacji. Czasem (jak w przypadku C/2003 K4 (LINEAR) o jasności maks. $6{,}5^m$) liczba obserwacji przekraczała jednak 200. W okresie tym w Sekcji działo 36 obserwatorów, z których ci posiadający większy sprzęt obserwacyjny nadsyłali również obserwacje słabych komet (nawet do 14^m). Warto jeszcze wspomnieć, że pismo „Komeciarz", zmieniło format i zaczęło być drukowane profesjonalnie, a niektóre numery były nawet drukowane w kolorze. Wydawało się, że SOK odrodził się w 2004 r. wraz z pojawieniem się komet C/2004 Q2 (Machholz) (jasność maks. $3{,}4^m$), gdy 442 obserwacje przesłało 28 obserwatorów, czy C/2001 Q4 (NEAT) (jasność maks. $2{,}7^m$), gdy 383 obserwacje przesłało 29 obserwatorów. Warto jednak zauważyć zmniejszone zainteresowanie obserwacjami komet w porównaniu z latami 90. pomimo dużej jasności tych dwu komet. Przyczyny tego zjawiska są trudne do wskazania.

W kwietniu 2006 r. nastąpił kolejny kryzys w historii SOK. Wtedy T. Ścieżor zrezygnował z funkcji koordynatora Sekcji. Na jakiś czas funkcję tę objął ówczesny współkoordynator, Marcin Filipek, jednak i on zrezygnował. Aby nie pozostawić szeregu polskich obserwatorów komet bez jakiejkolwiek pomocy, zwłaszcza w kwestii przesyłania ich obserwacji do ICQ, Ścieżor powołał do istnienia Centrum Obserwacji Komet, którego jedynym celem było zbieranie obserwacji od obserwatorów i przesyłanie ich do ICQ. W czasie samodzielnej działalności COK obserwowano szereg interesujących komet, jak 8P/Tuttle w 2008 r. (jasność maks. $5{,}4^m$, 66 obserwacji), a zwłaszcza obserwowany w 2007 r. niezapomniany 17P/Holmes (jasność maks. $2{,}2^m$, 389 obserwacji wykonanych przez 24 obserwatorów). W styczniu tego samego, 2007 r. można było nawet w dzień obserwować kometę C/2006 P1 (McNaught), która osiągnęła jasność aż -5^m, stając się najjaśniejszą kometą ostatnich kilkudziesięciu lat. Niestety, trudne warunki obserwacyjne spowodowały, że obserwacje nadesłało zaledwie 7(!) osób.

ODRODZENIE SOK PTMA

Rok 2013 zapowiadany był szeroko „rokiem komet", dlatego już w marcu 2012 r. ruszyły starania, by przywrócić funkcjonowanie sekcji kometarnej w PTMA. Nowym koordynatorem reaktywowanego SOK-u został Maciej Mącidym z krośnieńskiego oddziału PTMA. Powstała nowa strona Sekcji, na której archiwizowano bieżące obserwacje. Najważniejszą kometą w tamtym czasie była C/2011 L4 (Pan-STARRS), która osiągnęła jasność aż 1,8 mag, jednak do SOK wpłynęło zaledwie 31 obserwacji, a do działającego niezależnie COK 84 obserwacje wykonane przez 9 obserwatorów (!). Dlaczego kometa ta nie wzbudziła większego zainteresowania — pozostaje zagadką…

Pod koniec 2013 r. Mącidym zrezygnował ze swojej działalności w PTMA, a koordynowanie SOK przejął Mikołaj Sabat. Powstała nowa strona internetowa (sok.ptma.pl), a w listopadzie 2014 r. z inicjatywy nowego koordynatora po ośmiu latach wznowiono wydawanie „Komeciarza". W tamtym czasie stosunkowo duże zainteresowanie obserwatorów spowodowała kometa C/2014 Q2 (Lovejoy) (jasność maks. $3{,}9^m$), którą w ramach COK obserwowało 14 polskich obserwatorów, wykonując łącznie 152 obserwacje. Kometa ta była też obserwowana przez odrodzoną Sekcję Obserwatorów Komet PTMA, do której nadesłano 105 obserwacji (w tym 25 przesłanych zarówno do SOK, jak i do COK), co razem daje liczbę aż 232 obserwacji! Jak widać, nadal jasna kometa potrafi przyciągnąć uwagę, chociaż już nie w takim stopniu, jak 30 lat temu. Niestety, wydaje się, że liczba aktywnych obserwatorów komet w Polsce nieustannie maleje.

W 2015 r. Sekcja Obserwatorów Komet PTMA oraz Centrum Obserwacji Komet połączyły swoje siły w celu gromadzenia i archiwizacji polskich obserwacji komet oraz popularyzacji tej dziedziny astronomii. M. Sabat pozostał koordynatorem SOK i wydawcą biuletynu, zaś T. Ścieżor odpowiada za przyjmowanie polskich obserwacji i wysyłanie ich do ICQ. Naszą misją jest utworzenie silnego polskiego centrum kometarnego, które skupi wszystkich obserwatorów komet z kraju i z zagranicy pod nazwą Sekcji Obserwatorów Komet PTMA. Pierwszym krokiem we wspólną przyszłość było utworzenie archiwum obserwacji komet, gromadzonych przez SOK PTMA w latach 1985–2007 i 2012–2015 oraz przez COK w latach 2007–2015. Tym samym powstała największa baza obserwacji komet w Polsce. Ponownie stworzone zostało archiwum fotografii komet, działające dawniej na stronie „starego SOK". Wiosną 2016 r. Sekcja powróciła na łamy „Uranii" — najpierw za sprawą biuletynu „Komeciarz", dołączanego jako bezpłatny dodatek do dwumiesięcznika, a od kolejnego numeru już jako stała rubryka. W październiku 2016 r. odbyła się pierwsza od dekady konferencja SOK, a rok później następna, gromadząc pokaźne grono „komeciarzy" w Niepołomicach. Mimo że w ostatnich latach nie ma komet, które pozwoliłyby na bicie obserwacyjnych rekordów, z każdym rokiem do Sekcji napływa więcej raportów. W 2018 r. zebrano 467 obserwacji, co stanowi najwyższy wynik w ciągu tej dekady. Miejmy nadzieję, że tworzona z miłośniczym zapałem Sekcja ma przed sobą jeszcze wiele pięknych jubileuszów, a jej kolejni członkowie będą mogli pochwalić się wspomnieniami z obserwowania *wielkiej komety*.

Tomasz Ścieżor, Mikołaj Sabat

XI Konferencja Sekcji Obserwatorów Komet PTMA Kraków, 7–8 września 2019 r.

Po roku przerwy serdecznie zapraszamy na XI Konferencję Sekcji Obserwatorów Komet PTMA, która odbędzie się w dniach 7–8 września w Obserwatorium Astronomicznym Uniwersytetu Jagiellońskiego w Krakowie, ul. Orla 171 (Fort Skała).

Konferencje SOK to wydarzenia, w czasie których spotykają się badacze małych ciał Układu Słonecznego z miłośnikami i obserwatorami tych obiektów. W tym roku jedna z sesji konferencyjnych będzie poświęcona przybyszowi z przestrzeni międzygwiazdowej – 'Oumuamua. Nie zabraknie jednak tematów związanych z widocznymi niedawno kometami i obserwacjami członków Sekcji. Będzie to również doskonała okazja do przedyskutowania obecnej formy działalności SOK.

Szczegółowy program konferencji opublikujemy na stronie internetowej www.sok.ptma.pl i przekażemy oddziałom terenowym PTMA.

Odkrycia i ciekawostki z portalu URANIA.EDU.PL

Otwarto nowy oddział CBK PAN w Zielonej Górze

22 maja 2019 r. w Zielonej Górze nastąpiło uroczyste otwarcie nowego oddziału Centrum Badań Kosmicznych Polskiej Akademii Nauk (CBK PAN). Placówka, zlokalizowana na terenie Parku Naukowo-Technologicznego Uniwersytetu Zielonogórskiego, skupi się na badaniach z zakresu robotyki kosmicznej.

Nowy oddział CBK PAN będzie siedzibą Laboratorium Dynamiki Manipulatorów Satelitarnych, wyodrębnionego z warszawskiego Laboratorium Mechatroniki i Robotyki w CBK PAN. Oddział zajmie się m.in. projektowaniem manipulatorów dla satelitów i pojazdów planetarnych. Prace obejmą zagadnienia z teorii sterowania manipulatorami, projektowania sterowników manipulatorów, wykorzystania metod wizyjnych do sterowania manipulatorami i robotami kosmicznymi. Nowatorskie konstrukcje będą testowane w specjalnym basenie, który pozwoli inżynierom symulować warunki mikrograwitacji. W dalszej perspektywie aktywność naukowców i inżynierów zostanie rozszerzona o systemy nawigacji satelitarnej (GNSS), satelitarne obserwacje Ziemi czy tematykę bezpieczeństwa na orbicie i zagrożeń związanych z przestrzenią kosmiczną (space situational awareness). Pracami nowego ośrodka pokieruje prof. Marek Banaszkiewicz, w przeszłości pełniący funkcję dyrektora CBK PAN oraz prezesa Polskiej Agencji Kosmicznej.

Otworzenie nowego laboratorium to konsekwencja dynamicznego rozwoju CBK PAN. Nowa placówka została formalnie powołana do życia 29 marca br., na mocy umowy zawartej między Urzędem Marszałkowskim Województwa Lubuskiego a Polską Akademią Nauk. W uroczystym zainicjowaniu działalności oddziału udział wzięli: Elżbieta Anna Polak – marszałek woj. lubuskiego, prof. Iwona Stanisławska – dyrektor Centrum Badań Kosmicznych PAN, senator Waldemar Sługocki, prof. Romuald Zabielski – wiceprezes PAN, prof. Giorgi Melikidze – prorektor Uniwersytetu Zielonogórskiego ds. Nauki i Współpracy z Zagranicą.

Warto dodać, że w Zielonej Górze powstaje Park Technologii Kosmicznych. CBK PAN jest partnerem także w tym przedsięwzięciu. Park ma być gotowy do końca 2021 r., a jego budowa kosztować będzie 60 mln zł.

Elżbieta Kuligowska

Wyślij swoje imię na Marsa na łaziku Mars 2020

NASA zachęca do bardziej osobistego udziału w przyszłej misji marsjańskiej Mars 2020 – można zgłosić swoje imię i nazwisko, które zostanie zapisane na specjalnym chipie i w tej formie poleci na Marsa. Termin nadsyłania zgłoszeń mija 30 września 2019 r., a przyjmowane są poprzez stronę https://go.nasa.gov/Mars2020Pass. W chwili oddawania tego numeru do druku licznik wskazywał, że zgłosiło się już 6 milionów osób!

Bilet dla redakcji „Uranii" na misję Mars 2020. Zgłaszając się na stronie internetowej NASA można uzyskać podobny ze swoim imieniem i nazwiskiem, jako pamiątkę wysłania tych danych na Czerwoną Planetę na pokładzie marsjańskiego łazika

Misja Mars 2020 ma wystartować z Ziemi w lipcu 2020 r., a na powierzchni Czerwonej Planety łazik wyląduje w lutym 2021 r. Celami naukowymi będą poszukiwania śladów dawnego życia mikrobiologicznego, badania klimatu i geologii, a dodatkowo pobrane zostaną próbki, które następnie mają być przetransportowane na Ziemię.

Inicjatywa NASA jest kontynuacją podobnych projektów z poprzednich misji kosmicznych. Jeśli ktoś brał udział w jednej z wcześniejszych akcji, posiada konto „Frequent Flyers" na stronie NASA, na którym znajdują się „bilety" i zebrane „mile". Z kolei zgłaszający się po raz pierwszy mogą takie założyć.

Dla przykładu, w ramach misji InSight z okazji wysłania swojego imienia na Marsa skorzystały 2 miliony osób. Teraz będzie to wielokrotnie większa liczba (już jest trzykrotnie większa). „Lecąc" na pokładzie łazika Mars 2020 można będzie „zarobić" około 300 milionów mil.

Jak dokładnie będzie wyglądało uwiecznienie imion? Zostaną one naniesione na krzemowy chip w taki sposób, że linijki tekstu będą miały rozmiary 75 nanometrów – to jedna tysięczna grubości ludzkiego włosa. Na jednym chipie zmieści się ponad milion imion, ale wygląda na to, że NASA będzie musiała przygotować co najmniej kilka chipów. Chipy będą chronione pod szklaną pokrywą.

Krzysztof Czart

Polacy zwyciężają w zawodach łazików marsjańskich w USA

Zespół Mars Rover Kielce „Impuls", reprezentujący Politechnikę Świętokrzyską, zajął 1 miejsce na zawodach łazików marsjańskich – University Rover Challenge (URC), które odbyły się w USA. URC to prestiżowe międzynarodowe zawody łazików marsjańskich organizowane dorocznie przez stowarzyszenie The Mars Society w USA na pustyni w stanie Utah, w okolicach Mars Desert Research Station (MDRS),

Źródło: Mars Rover Kielce „Impuls"

Drużyna Mars Rover Kielce „Impuls" z Politechniki Świętokrzyskiej

czyli symulowanej bazy marsjańskiej. Tegoroczna edycja zawodów przyciągnęła 95 drużyn, ale do finału dostało się 36 zespołów z dziesięciu krajów świata. Pod względem liczby drużyn pierwsze miejsce zajęły Stany Zjednoczone (11 zespołów), drugie Polska (8 zespołów), a trzecie ex aequo Kanada i Indie (po 5). Dwa zespoły reprezentowały Bangladesz. A po jednym zespole wystawiły Egipt, Meksyk, Australia, Turcja i Wielka Brytania.

Najlepszy spośród finalistów okazał się zespół Mars Rover Kielce „Impuls" z Politechniki Świętokrzyskiej (w ubiegłorocznych zawodach ten zespół zajął trzecie miejsce). Drugą lokatę wywalczyli studenci z zespołu Ryerson Rams Robotics, reprezentujący kanadyjski Ryerson University. Natomiast trzecie miejsce przypadło amerykańskiemu ze-

społowi Stanford Student Robotics ze Stanford University (323). Amerykanie wyprzedzili o włos drugi zespół z Polski (PCz Rover Team z Politechniki Częstochowskiej).

Zespół Mars Rover Kielce „Impuls" tworzą studenci, doktoranci i pracownicy Wydziału Mechatroniki i Budowy Maszyn, Katedra Automatyki i Robotyki z Politechniki Świętokrzyskiej w Kielcach. Opiekunem koła naukowego „Impuls" oraz zespołu Mars Rover Kielce „Impuls" jest dr inż. Paweł Łaski, asystent w Katedrze Automatyki i Robotyki na Wydziale Mechatroniki i Budowy Maszyn Politechniki Świętokrzyskiej oraz dr inż. Jarosław Zwierzchowski. W skład zespołu wchodzą studenci i doktoranci: Małgorzata Łaganowska, Anna Annusewicz, Szczepan Kostecki, Kamil Borycki, Daniel Włodarczyk, Michał Sokołowski, Artur Płatek oraz asystenci: Dawid Pietrala, Krzysztof Borkowski, Gabriel Bracha i Paweł Strączyński.

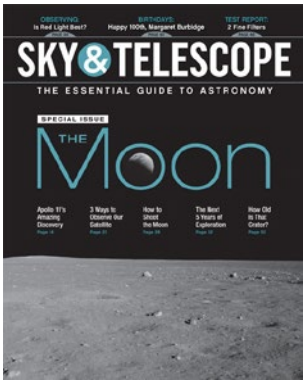
Zawody URC odbywają się pod koniec maja lub na początku czerwca corocznie od 2007 r. Przeznaczone są dla zespołów studenckich, które muszą samodzielnie zbudować własny łazik marsjański, który musi spełnić szereg wymagań, w tym nie przekraczać określonej wagi, pokonywać duże odległości w trudnym terenie czy wykonywać zadania zlecone przez organizatorów zawodów zbliżone do zadań wykonywanych przez roboty np. na Marsie.

Paweł Z. Grochowalski

Magazyn „Sky & Telescope" bankrutuje, ale będzie uratowany

„Sky & Telescope" to chyba najbardziej znane na świecie czasopismo popularnonaukowe o astronomii. Jego wydawca bankrutuje. Aby uratować tytuł, przejęło go Amerykańskie Towarzystwo Astronomiczne (AAS).

Można powiedzieć, że rynek amerykański dąży do sytuacji, jaka panuje na rynku polskim – wydawcą głównego popularnonaukowego czasopisma astronomicznego będzie towarzystwo astronomiczne. W Polsce wydawcą „Uranii" są wspólnie Polskie Towarzystwo Astronomiczne (PTA) oraz Polskie Towarzystwo Miłośników Astronomii (PTMA). W Stanach Zjednoczonych wkrótce będzie to American Astronomical Society (AAS), czyli odpowiednik polskiego PTA.



„Sky & Telescope"— okładka numeru z lipca 2019 r.

Jak czytamy w komunikacie wydanym przez AAS, przejmie ono zarówno magazyn „Sky & Telescope", jak i pozostałą jego działalność, czyli portal skyandtelescope.com, rocznik SkyWatch, wydania cyfrowe, książki z logo S&T, atlasy nieba, globusy, aplikacje i inne produkty związane z miłośniczą astronomią.

Dotychczasowy wydawca „Sky & Telescope", firma F+W Media, rozpoczął w marcu 2019 r. proces upadłości na skutek „sześcioletniej błędnej strategii i złego zarządzania na poziomie korporacyjnym". Amerykańskie Towarzystwo Astronomiczne wygrało przetarg w ramach tego procesu, który zakończył się 17 czerwca. AAS zakłada, że redaktorzy i pozostali pracownicy „Sky & Telescope" będą kontynuować pracę.

Czasopismo „Sky &Telescope" powstało w 1941 r. z połączenia dwóch innych magazynów „The Sky" oraz „The Telescope". Firma była własnością pracowników do 2006 r., kiedy to sprzedano ją wydawcy New Track Media, który z kolei w 2014 r. sprzedał ją na rzecz F+W.

Natomiast American Astronomical Society istnieje od 1899 r. i zrzesza zawodowych astronomów. Początkowo nazywało się Astronomical and Astrophysical Society of America, a obecna nazwa – American Astronomical Society – funkcjonuje od 1915 r.

Krzysztof Czart

Sól kuchenna na powierzchni Europy

Dane z Kosmicznego Teleskopu Hubble'a wskazują na obecność chlorku sodu (czyli podstawowego składnika soli kuchennej) na powierzchni Europy. Sole znajdujące się na powierzchni księżyca Jowisza pochodzą prawdopodobnie z podpowierzchniowego oceanu i są dostrzegalne pod postacią żółtych obszarów na widocznej z Jowisza półkuli księżyca.

Naukowcy z California Institute of Technology i Jet Propulsion Laboratory przeanalizowali dane z obserwacji powierzchni Europy w świetle widzialnym przez Kosmiczny Teleskop Hubble'a. Ślady soli wykryto w tzw. chaotycznych rejonach księżyca – młodych geologicznie strukturach, na których z dużym prawdopodobieństwem znajdują się materiały z podpowierzchniowego oceanu.

Nadal niewiele wiemy o składzie chemicznym i innych właściwościach oceanu ukrytego pod powierzchnią Europy. Takim oknem na warunki panujące w tym oceanie może być sama powierzchnia księżyca, która podobnie jak przy Enceladusie (księżycu Saturna) jest aktywna geologicznie.

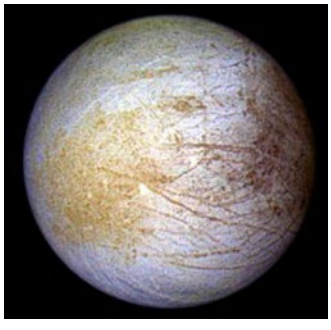
Dane ze spektrometru bliskiej podczerwieni sondy Galileo, która w 1995 r. stała się pierwszym sztucznym satelitą Jowisza, wskazują, że powierzchnia Europy jest zdominowana przez trzy substancje: wodny lód, uwodniony kwas siarkowy oraz materiał nielodowy, prawdopodobnie siarczany. Niestety spektrometr NIMS zamontowany na sondzie Galileo nie był w stanie definitywnie wskazać postulowanych siarczanów na powierzchni ze względu na zbyt małą rozdzielczość spektralną urządzenia w potrzebnych zakresach. Dopiero obserwacje naziemne wykazały obecność siarczanu magnezu. Jednak owe siarczany znaleziono w miejscach występowania uwodnionych kwasów siarkowych, więc nie pochodzą one raczej z podpowierzchniowego oceanu.

W tzw. chaotycznych rejonach księżyca może znajdować się odpowiedź, co zawiera pod względem chemicznym ocean pod powierzchnią. Strefy te występują na półkuli Europy zwróconej zgodnie z kierunkiem orbity i są chronione od bombardowania związkami siarki. Region ten nie jest jednak łatwy do badania. Analizy spektrometryczne w podczerwieni nie wykazują tam nic wyróżniającego się od lodu wodnego. Naukowcy podejrzewają, że być może występują tam sole chlorkowe, które właśnie w zakresie podczerwieni są dosyć „płaskie", tzn. nie są widoczne dla takiego instrumentu. Można jednak zaobserwować takie sole w sposób pośredni. W wyniku działania promieniowania struktury krystaliczne tych soli mogą stawać się widoczne dla kamery w świetle widzialnym. Na przykład chlorek sodu poddany takim warunkom jak te panujące na powierzchni Europy przybiera kolorów podobnie jak na zdjęciach zrobionych przez sondę Galileo.

Obserwacje z Kosmicznego Teleskopu Hubble'a wykazały występowanie linii absorpcyjnej na długości 450 nm – czyli wskazującej na występowanie właśnie chlorku sodu pod działaniem promieniowania kosmicznego. Najwyraźniej widać to w regionie Tara Region – żółtym obszarze zajmującym dużą część widocznej z Jowisza półkuli Europy.

Bardzo wyraźny związek pomiędzy obszarami występowania silnych absorpcji, charakterystycznych dla napromieniowanego chlorku sodu, a młodymi geologicznie regionami Europy, każe przypuszczać, że zaobserwowany materiał może pochodzić z podpowierzchniowego oceanu.

Rafał Grabiański



Źródło: NASA/JPL/University of Arizona

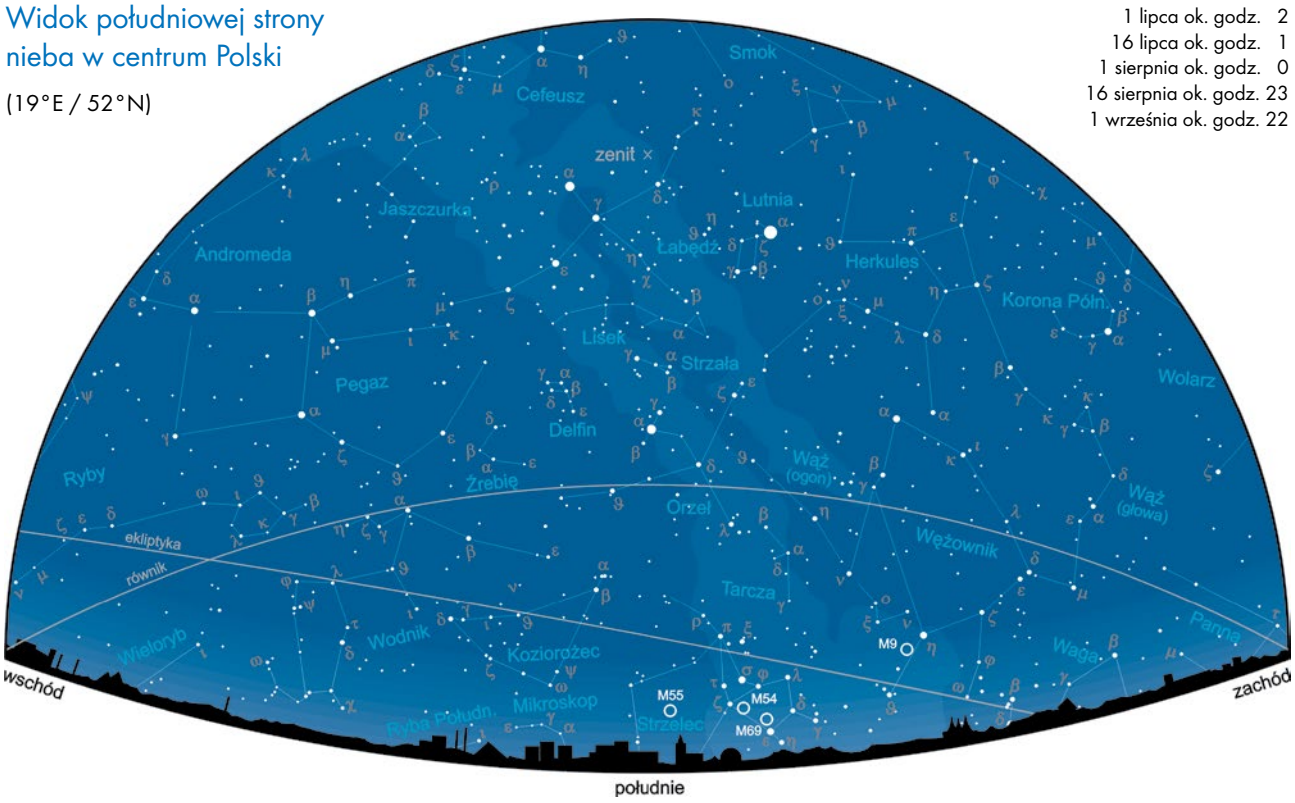
Europa zarejestrowana przez kamerę sondy Galileo. Największy wyróżniający się na żółto obszar to Tara Ragio — geologicznie złożony region, gdzie wykryto najintensywniejsze ślady chlorku sodu

Niebo nad Polską

Widok południowej strony nieba w centrum Polski

(19°E / 52°N)

1 lipca ok. godz. 2
16 lipca ok. godz. 1
1 sierpnia ok. godz. 0
16 sierpnia ok. godz. 23
1 września ok. godz. 22



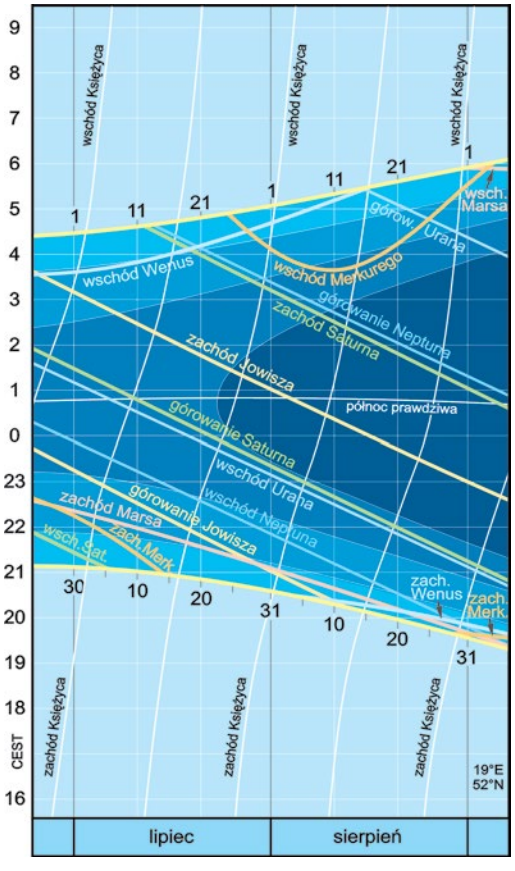
NIEBO W LIPCU I SIERPNIU 2019

Lipiec i sierpień, to w naszych szerokościach geograficznych w pełni letnie miesiące. Byłyby one, zwłaszcza lipiec, zdecydowanie gorętsze, gdyby nie fakt, że w tym właśnie czasie Ziemia porusza się po najbardziej od Słońca oddalonych rejonach okołosłonecznej orbity — w tym roku nasza planeta osiąga aphelium nocą z 4 na 5 lipca. Zgodnie ze sformułowanym przed ponad 400 laty, drugim prawem ruchu planet Johannesa Keplera, z dala od Słońca Ziemia porusza się najwolniej, czego odbiciem na niebie jest najwolniejsza w tym czasie kątowa prędkość pozornego ruchu Słońca na tle gwiazd.

Po letnim przesileniu i ledwie zauważalnym w ostatnich dniach czerwca skróceniu dnia, w omawianym okresie tempo ubywania dnia coraz szybciej wzrasta, z 1 do 5 min na dobę, skutkiem czego w centralnej Polsce dzień skraca się w lipcu i sierpniu o prawie 3 godziny: z 16 h 38 min do 13 41 min. Jednocześnie stopniowo kurczy się, z 62 do 19 min, różnica w długości dnia między południowymi a północnymi krańcami Polski.

Na przełomie lipca i sierpnia, już krótko po zmierzchu, najwyżej na południowym niebie wznoszą się letnie gwiazdozbiory, zarówno mniej wyraziste — Herkules i Wężownik z Wężem, jak też te wyróżniające się najjaśniejszymi gwiazdami wytyczającymi wierzchołki gwiezdnego symbolu tej pory roku, Trójkąta Letniego — Lutnia z Wegą, Łabędź z Denebem i Orzeł z Altairem. Nisko nad horyzontem zodiakalne konstelacje: Skorpion z równie jasnym czerwonym Antaresem, nie tak już wyrazisty Strzelec oraz tyleż letni, co już jesienny, graniczny gwiazdozbiór Koziorożca.

W tym roku ozdobą obszaru określanego jako niebo letnie są 2 jasne planety, usytuowane w nisko nad horyzontem wędrujących konstelacjach. Z Antaresem ze Skorpiona z powodzeniem konkuruje, odległy od niego o 6,5–8,5 stopni, 22-krotnie jaśniejszy Jowisz w Wężowniku, zaś w Strzelcu, 4,5–5,5



Wschody i zachody Słońca, Księżyca i planet

Więcej informacji:
ALMANACH ASTRONOMICZNY TOMASZA ŚCIĘŻORA
https://www.urania.edu.pl/almanach

razy dominuje nad najjaśniejszymi jego gwiazdami, goszczący tam już od ponad półtora roku Saturn.

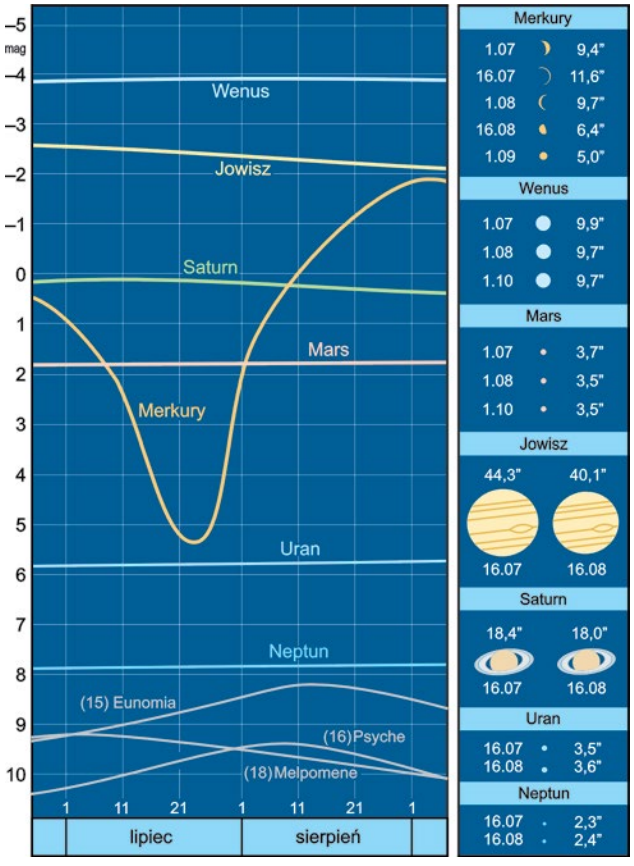
Godzinę przed świtem miejsce letnich zajmują jesienne gwiazdozbiory, z symbolem nadchodzącej po lecie pory roku, Kwadratem Pegaza oraz „wodnymi" konstelacjami Wodnika, Ryby Południowej, Wieloryba i Ryb.

Mapki i wykresy zamieszczone na pierwszych dwóch stronach Kalendarzyka pozwalają zorientować się w wyglądzie południowej części naszego nocnego nieba, głównie w połowie lipcowych i sierpniowych nocy, wyznaczyć godziny wschodów i zachodów Słońca, Księżyca i planet, prześledzić zmiany obserwowanych jasności i rozmiarów kątowych planet, a także szczególnie szybko zmieniające się kształty oświetlonej części tarczy Merkurego i Wenus. Na pierwszej mapce zaznaczono również położenia kilku ciekawych obiektów, opisanych na ostatniej stronie Kalendarzyka (Spójrz w Niebo). Panoramiczna mapa na trzeciej i czwartej stronie pokazuje m. in. zmieniające się w tym czasie położenia planet na tle gwiazd.

Dokładniejsze terminy omawianych zjawisk zebrano w tabelce na drugiej stronie Kalendarzyka. Wszystkie momenty podane są w obowiązującym w Polsce od 31 marca do 26 października br. czasie środkowoeuropejskim letnim (CEST).

SŁOŃCE

W ciągu w sumie 62 dni lipca i sierpnia, Słońce pozornie pokonuje na niebie dystans 59°23', rozpoczynając wędrówkę na tle



Jasności, rozmiary kątowe i wygląd planet

Ważniejsze wydarzenia lipca i sierpnia 2019 roku

lipiec

1	23.47	koniunkcja Księżyca 1,6°S z Wenus
2	5.13	opozycja planetoidy (18) Melpomene, 1,27 au od Ziemi
2	21.16	nów Księżyca
2	21.23	maksimum całk. zaćm. Słońca; w Europie niewidoczne
3	0.04	maksymalna deklinacja Księżyca, δ = +22°23'
3	8.54	Księżyc w węźle wstępującym, λ = 107°21'
4	7.40	bardzo bliska koniunkcja Księżyca 5'N z Marsem
4	11.49	koniunkcja Księżyca 3,2°N z Merkurym
5	0.10	Ziemia w aphelium, 152,104 mln km od Słońca
5	7.00	perygeum Księżyca, 363 731,9 km od Ziemi
8	0.05	Merkury rozpoczyna ruch wsteczny w długości eklipt.
9	0.26	koniunkcja Merkurego 4,1°S z Marsem
9	12.55	pierwsza kwadra Księżyca
9	19.06	Saturn w opozycji do Słońca, 9,033 au od Ziemi
13	22.10	koniunkcja Księżyca 2,3°N z Jowiszem
16	0.43	maksymalna deklinacja Księżyca, δ = –22°23'
16	9.17	bliska koniunkcja Księżyca 13'S z Saturnem
16	11.06	Księżyc w węźle zstępującym, λ = 287°23'
16	23.32	maksimum częśc. zaćm. Księżyca; w Polsce widoczne
16	23.38	pełnia Księżyca
21	1.59	apogeum Księżyca, 405 487,2 km od Ziemi
21	8.53	Słońce wkracza do gwiazdozbioru Raka
21	12.45	koniunkcja Księżyca 3,6°S z Neptunem
21	13.31	koniunkcja dolna Merkurego ze Słońcem (4°58'S)
23	4.50	Słońce wstępuje w znak Lwa; λ = 120°
25	3.18	ostatnia kwadra Księżyca
25	12.16	koniunkcja Księżyca 4,5°S z Uranem
30	–	maks. aktywności roju meteorów Płd. Delta-Akwarydy
30	10.10	maksymalna deklinacja Księżyca, δ = +22°23'
30	19.02	Księżyc w węźle wstępującym, λ = 107°20'
31	5.32	koniunkcja Księżyca 4,5°N z Merkurym
31	22.50	bliska koniunkcja Księżyca 35'N z Wenus

sierpień

1	5.12	nów Księżyca
1	5.35	Merkury powraca do ruchu prostego w długości eklipt.
1	22.47	koniunkcja Księżyca 1,6°N z Marsem
2	9.11	perygeum Księżyca, 359 403,8 km od Ziemi
7	19.31	pierwsza kwadra Księżyca
8	11.11	opozycja planetoidy (16) Psyche, 1,70 au od Ziemi
10	1.07	maksymalna elongacja Merkurego, 19,0°W od Słońca
10	1.24	koniunkcja Księżyca 2,4°N z Jowiszem
11	7.55	Słońce wkracza do gwiazdozbioru Lwa
11	15.05	Jowisz powraca do ruchu prostego w długości eklipt.
12	4.10	Uran rozpoczyna ruch wsteczny w długości eklipt.
12	6.23	maksymalna deklinacja Księżyca, δ = –22°24'
12	11.52	bardzo bliska koniunkcja Księżyca 2'S z Saturnem
12	16.44	Księżyc w węźle zstępującym, λ = 287°09'
13	–	maksimum aktywności roju meteorów Perseidy
13	14.53	opozycja planetoidy (15) Eunomia, 1,40 au od Ziemi
14	8.07	koniunkcja górna Wenus ze Słońcem (1°16'N)
15	14.29	pełnia Księżyca
17	12.49	apogeum Księżyca, 406 251,2 km od Ziemi
17	18.07	koniunkcja Księżyca 3,5°S z Neptunem
21	19.33	koniunkcja Księżyca 4,3°S z Uranem
23	12.02	Słońce wstępuje w znak Panny; λ = 150°
23	16.56	ostatnia kwadra Księżyca
24	19.04	bliska koniunkcja Wenus 17,5'N z Marsem
26	19.49	maksymalna deklinacja Księżyca, d = +22°28'
27	3.49	Księżyc w węźle wstępującym, λ = 106°27'
30	4.21	koniunkcja Księżyca 1,9°N z Merkurym
30	14.14	koniunkcja Księżyca 2,9°N z Marsem
30	12.37	nów Księżyca
30	17.53	perygeum Księżyca, 357 182,2 km od Ziemi
30	20.12	koniunkcja Księżyca 2,8°N z Wenus

gwiazd u stóp Kastora, w zachodniej części gwiazdozbioru Bliźniąt (8,6° znaku Raka), a kończąc w centrum odcinka ekliptyki zawartego w gwiazdozbiorze Lwa (7,9° znaku Panny). W tym czasie deklinacja Słońca maleje o 14°34’ — z +23°09’ do +8°35’ i o tyleż maleje wysokość łuku dziennej wędrówki Słońca, które z początkiem lipca w centrum Polski, w prawdziwe południe góruje 61,1°, a z końcem sierpnia już tylko 46,7° nad horyzontem.

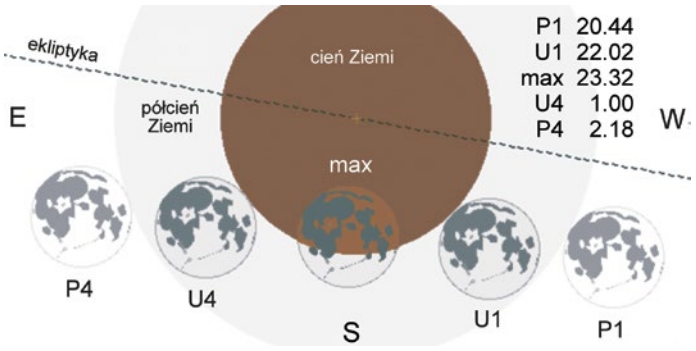
Na razie niemal niezauważalny jest, rozpoczęty po osiągnięciu największego oddalenia Ziemi od Słońca, stopniowy wzrost (z 57,2’ do 58,0’ na dobę) prędkości pozornego ruchu Słońca wzdłuż ekliptyki, która maksymalną wartość, 61,14’/dobę osiąga każdego roku w pierwszych dniach stycznia, podczas przejścia Ziemi przez peryhelium.

KSIĘŻYC

W tym roku, lipcowo-sierpniową wędrówkę na tle gwiazd, 2 doby przed nowiem, jako oświetlony w 1,9% wąski sierp, Księżyc rozpoczyna w centrum konstelacji Byka, 4,3° na północny wschód od Aldebarana. Po dokonaniu 2,29 obiegów nieba i pokonaniu w sumie dystansu 825,2°, z końcem sierpnia, 2 doby po kolejnym nowiu, nasz naturalny satelita dotrze do zachodnich rejonów gwiazdozbioru Panny, z tarczą oświetloną w 3,5%,

W tym czasie Księżyc, jak zwykle, dwukrotnie przewędruje na niebie w pobliżu każdej z planet zewnętrznych, nawet trzykrotnie spotykając się z Merkurym, Wenus i Marsem. Pierwsza z koniunkcji z Marsem, 4 lipca, będzie szczególnie bliska: geocentrycznie. Księżyc minie Czerwoną Planetę w kątowej odległości 5,25’, ale oglądając z centrum Polski (topocentrycznie) będzie to zbliżenie centralnie na 40’. Bardzo bliskimi będą również dwie koniunkcje z Saturnem, 16 lipca i 12 sierpnia, szczególnie ta druga, geocentrycznie w odległości zaledwie 2,33’, choć u nas również widoczna jako znacznie mniejsze zbliżenie — centralnie na 33’. Niestety każda z tych trzech koniunkcji będzie miała miejsce za dnia. Niejako powtórką dwóch koniunkcji Księżyca z Saturnem będą ich równie bliskie spotkania we wrześniu i październiku.

Niewątpliwie najatrakcyjniejszymi wydarzeniami z udziałem Księżyca będą lipcowe zaćmienia: nocą 2/3 lipca całkowite zaćmienie Słońca, widoczne w niemal całej Ameryce Południowej oraz centralnych i południowych obszarach Oceanu Spokojnego



a także częściowe zaćmienie Księżyca nocą 16/17 lipca, widoczne w całości we wschodniej Europie, zachodnich rejonach Azji i Oceanu Indyjskiego oraz na niemal całym — z wyjątkiem zachodnich krańców — obszarze Afryki. W północno-zachodniej połowie terenu Polski, 16 lipca wschód Księżyca nastąpi już podczas trwania półcieniowej fazy zaćmienia, ale z pozostałego obszaru naszego kraju będzie możliwa obserwacja całego zjawiska, łącznie trwającego nieco ponad 5,5 godziny. Podczas maksimum, trwającego od 22.02 do 1.00 zaćmienia częściowego, 28 min przed północą w cieniu pogrążone będzie około 2/3 księżycowej tarczy — maksymalna faza 0,653.

W omawianym okresie brak możliwych do obserwacji, szczególnie efektownych zakryć jasnych gwiazd lub planet przez Księżyc.

PLANETY I PLANETOIDY

Lipiec i sierpień nie są w tym roku okresem sprzyjającym obserwacjom Marsa i Wenus. Od kwietnia wschodząca dopiero wraz z początkiem świtu cywilnego, w połowie sierpnia Wenus całkowicie znika z porannego nieba, 10 dni wcześniej pojawiając się już również na wieczornym. Mars, przez pierwsze 4 miesiące roku bawiący na niebie niemal do północy, od maja stopniowo zachodzący coraz wcześniej, w lipcu i sierpniu znika z nieba już podczas zmierzchu, by na przełomie sierpnia i września równocześnie zniknąć z wieczornego nieba i pojawić się na porannym. Obydwie najbliższe planetarne sąsiadki Ziemi, w omawianym okresie świecą w minimum swej jasności: Wenus –3,9 magnitudo, Mars +1,8 magnitudo.

Dostępny dla obserwacji jedynie okresowo, przez najwyżej kilka tygodni, Merkury z początkiem lipca kończy już najlepszy

w roku czas swej wieczornej widoczności, pod koniec miesiąca przenosząc się na poranne niebo, by w połowie sierpnia wschodzić nawet do 100 min przed Słońcem, przy całkiem przyzwoitej jasności około –0,5 mag.

Trzy tygodnie po czerwcowej opozycji, z początkiem lipca Jowisz góruje godzinę przed północą, widoczny jeszcze od zmierzchu niemal po cywilny świt. Stopniowo zmniejszając o 0,4 mag swą jasność, z końcem sierpnia gości na niebie do godz. 23. Saturna, osiągającego opozycję do Słońca miesiąc po Jowiszu, przez prawie cały lipiec widocznego od zmierzchu niemal po świt, pod koniec sierpnia żegnać będziemy około 1 h po północy, również już o 0,3 mag ciemniejszego niż podczas opozycji.

Obserwacji teoretycznie dostrzegalnego gołym okiem Urana, a zwłaszcza 6-krotnie jeszcze ciemniejszego Neptuna, nie sprzyja okres bez całkowicie ciemnych nocy astronomicznych, w południowej Polsce trwający do połowy lipca, na krańcach północnych nawet do pierwszych dni sierpnia. Na czas najlepszej widoczności Neptuna musimy poczekać do pierwszej połowy września, zaś Urana dopiero w drugiej połowie października — kiedy przypadają opozycje tych planet.

W omawianym okresie brak szczególnie atrakcyjnych opozycji jaśniejszych planetoid. Na uwagę zasługuje jednak, goszcząca w zachodniej części konstelacji Wodnika, (15) Eunomia, podczas opozycji 13 sierpnia, niemal dorównująca jasnością Neptunowi.

ROJE METEORÓW

Pierwsze wzmianki o dość bogatym lipcowym roju Południowych Delta Akwarydów sięgają VIII wieku p.n.e. Aktywny przez 6 tygodni, pomiędzy 12 lipca a 23 sierpnia, podczas przypadającego 30 lipca maksimum osiąga do 25 dość szybkich przelotów meteorów w ciągu godziny. Zjawisko wywołują prawdopodobnie cząstki materii pozostawione przez grupę komet muskających Słońce (sungrazing comets). Nazwa roju pochodzi od gwiazdy delta Aquarii, trzeciej co do jasności w konstelacji Wodnika, w pobliżu której usytuowany jest jego radiant, czyli miejsce, skąd wydają się wybiegać meteory. W okresie aktywności tego roju, jego radiant przez większą część nocy wędruje ponad horyzontem, jednak obserwacje „spadających gwiazd" najlepiej prowadzić po północy. Tegorocznym obserwacjom sprzyja Księżyc, którego nów przypada właśnie w pobliżu maksimum aktywności roju.

Perseidy, jeden z najsłynniejszych rojów meteorów, wykazują aktywność pomiędzy 17 lipca a 24 sierpnia. Maksimum roju, 13 sierpnia, w tym roku przypada 2 doby przed pełnią Księżyca, co znacząco utrudniać będzie obserwację tych szybkich, białych meteorów, pojawiających się seriami po kilka–kilkanaście „spadających gwiazd" w ciągu 2–3 minut, podczas maksimum w sumie do nawet 150 w ciągu godziny. Radiant roju usytuowany jest w nigdy nie zachodzącym obszarze naszego nieba, w pobliżu północnej granicy konstelacji Perseusza.

GWIAZDY ZMIENNE

Poniżej zamieszczamy charakterystyczne momenty (maksima lub minima) przedstawicieli trzech typów gwiazd zmiennych, możliwe do zaobserwowania na nocnym niebie.

Algol (β Persei), zmienna zaćmieniowa o okresie 2,8673 doby i zakresie zmian jasności od 2,1^m do 3,4^m. Tabelka zawiera momenty głównych (głębszych) minimów jasności:

lipiec	sierpień
9, 1.00	1, 1.29
11, 21.48	3, 22.18
14, 20.37	21, 3.12
20, 4.40	24, 0.01
	26, 20.50

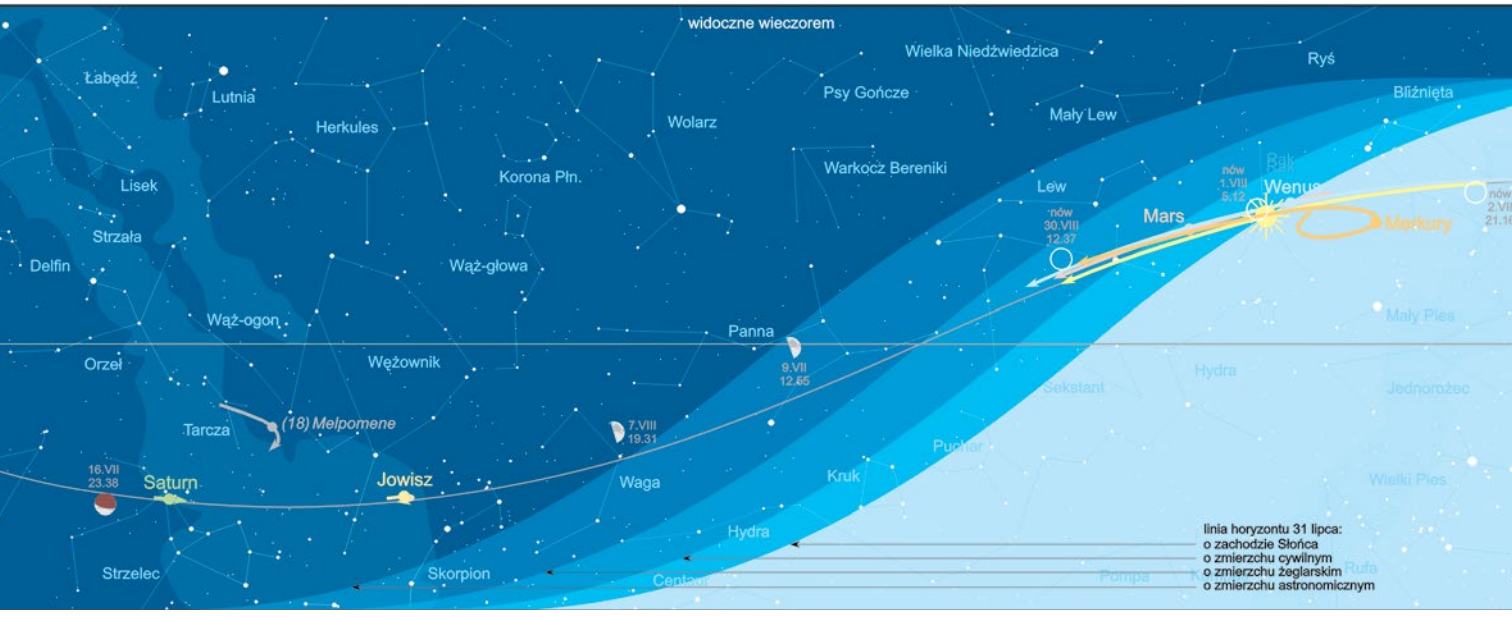
Cefeida klasyczna (δ Cephei), gwiazda pulsująca o okresie zmian jasności 5,3663 doby, w zakresie od 3,5^m do 4,4^m. Tabelka podaje momenty maksimów jasności:

lipiec	sierpień
14, 1.17	9, 21.17
30, 3.41	25, 23.41

Mirydy — gwiazdy zmienne długookresowe o okresie zmian powyżej 100 dni. W tabelce zestawiono, przypadające w tych miesiącach, maksima blasku kilkunastu jaśniejszych miryd.

lipiec	sierpień
6, T Hya 7,8^m	12, S CrB 7,3^m
18, R Cnc 6,8^m	15, RS Vir 8,1^m
20, R Crv 7,5^m	20, T Aqr 7,7^m
23, R Psc 8,2^m	28, RS Lib 7,5^m
26, R Vir 6,9^m	29, R Cyg 7,5^m

Jan Desselberger



ŁUCZNIK KULE NOSI?

W poprzednim odcinku Spójrz w Niebo penetrowaliśmy obszar letniego nieba, przez które przebiega wstęga Drogi Mlecznej, gdzie znajdują się najbogatsze skupiska kulistych gromad gwiazd. Zajrzeliśmy do wysoko wznoszącego się na nasze niebo Łabędzia i do niższych partii Wężownika, a także Skorpiona i Strzelca. W tej ostatniej konstelacji, pośród ogromnej liczby podobnych obiektów, znajdziemy aż 15 pozycji ze słynnego Katalogu mgławic i gromad gwiazd Charlesa Messiera, pośród których 7 stanowią gromady kuliste, 5 otwarte gromady gwiazd, a 3 to efektowne mgławice. To spośród nich wybierzemy tym razem jeszcze trzy inne kuliste gromady gwiazd, a do kompletu jeszcze jedną z sąsiedniej konstelacji Wężownika. Te, wysunięte dość daleko na południe, obszary nieba najlepiej dostępne dla obserwacji są właśnie w letnie miesiące. Każdą z wybranych, stosunkowo jasnych gromad (6,3–7,7 mag) dostrzeżemy już przez lornetkę lub nawet niewielki amatorski teleskop jako mglistą plamkę, jednak do rozdzielenia poszczególnych gwiazd niezbędny będzie już duży teleskop lub długo naświetlana fotografia.

W rozkładzie gwiazd starożytnego gwiazdozbioru Strzelca, starożytni Grecy wyobrażali sobie postać półkonia, półczłowieka, centaura Krotosa z napiętym łukiem wycelowanym w serce sąsiedniego Skorpiona. Kto by wtedy pomyślał, że ten, uważany za wynalazcę łuku mitologiczny bohater, okaże się tak bogato na niebie „wyposażony" nie w strzały, a w liczne kule, za które uznać można odkrywane dopiero od XVIII w. kuliste gromady gwiazd?

Źródło: Wikipedia / HST

M 54 — odkryta w 1779 r. przez samego Messiera, gromada kulista, co do której od 25 lat uważa się, że odległa o 87,4 tys. lat św. najprawdopodobniej znajduje się poza naszą Galaktyką. Na naszym niebie, gromada o średnicy 305 lat św. widoczna jest jako obiekt o kątowych rozmiarach zaledwie 12'. Odnaleźć ją możemy w centralnej części konstelacji Strzelca, 1,7° na zachód od $2{,}8^{m}$ gwiazdy Ascella (λ Sgr).

Źródło: Wikipedia / ESO

M 55 — najjaśniejsza z prezentowanych tu gromad kulistych, po raz pierwszy obserwowana w 1752 r. przez francuskiego badacza południowego nieba, Jean-Louisa de Lacaille'a. Z odległości 17,6 tys. lat św., obiekt o rzeczywistej średnicy 96 lat św. ma na naszym niebie kątową średnicę 19'. Na gromadę łatwo trafimy, przedłużając 2,5-krotnie na południowy wschód odcinek łączący jasne gwiazdy konstelacji Strzelca: sigma (Nunki) i tau Sagittarii.

Źródło: Wikipedia / HST

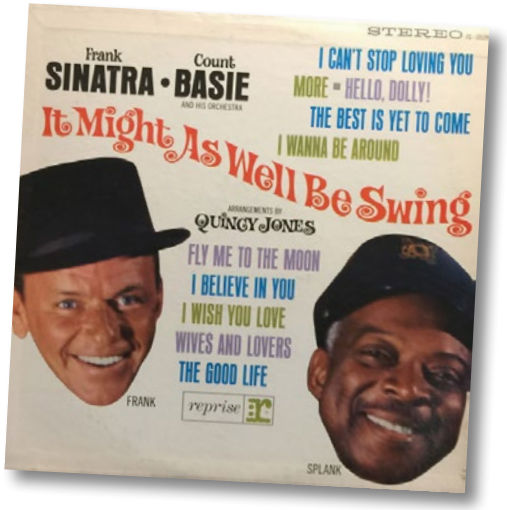
M 69 — podobnie jak poprzednia, odkryta przez de Lacaille'a, w 1780 r., stosunkowo mała gromada kulista o średnicy 85 lat św. Z odległości 29,7 tys. lat św. na naszym niebie, jako obiekt o kątowej średnicy 9,8', powinniśmy bez większego trudu odnaleźć ją w południowo-zachodniej części konstelacji Strzelca, 2,5° na północny wschód od jej najjaśniejszej gwiazdy, $1{,}8^{m}$ Kaus Australis (ε Sgr).

Źródło: Wikipedia / HST

M 9 — po raz pierwszy zaobserwowana przez Charlesa Messiera, określona jako mgławica, w rzeczywistości jeszcze jedna gromada kulista gwiazd, tym razem w południowej części, sąsiadującego ze Strzelcem od zachodu. gwiazdozbioru Wężownika. Przy rzeczywistej średnicy 90 lat św., z odległości 25,8 tys. lat św. prezentuje się na naszym niebie jako „plamka" o kątowym rozmiarze 12'. Gromadę tę odnajdziemy 3,5° na południowy wschód od drugiej co do jasności gwiazdy Wężownika, Sabik (η Oph).

Jan Desselberger

Piosenka, która poleciała na Księżyc!



Już niedługo, w lipcu br. będziemy świętować okrągłą pięćdziesiątą rocznicę pierwszego lądowania Człowieka na Księżycu. Warto z tej okazji przypomnieć historię piosenki, która w masowej kulturze trwale skojarzyła się z misją Apollo 11. Oczywiście mam na myśli wielki przebój Franka Sinatry zatytułowany „Fly Me To The Moon". Jednak nie taki był pierwotnie tytuł i nie Sinatra był jego pierwszym wykonawcą.

Zacznijmy więc od początku, a było to w roku 1954, kiedy amerykański kompozytor Bart Howard napisał piosenkę „In Other Words" (taki był pierwotny tytuł utworu!) wykonywaną początkowo przez Felicie Sanders w klubie Blue Angel na Manhattanie. Warto zauważyć, że było to rok przed pierwszym publicznym ogłoszeniem amerykańskich planów umieszczenia satelity naukowego na orbicie wokółziemskiej. Jednak wykonawczynią wersji zarejestrowanej po raz pierwszy na płycie jest aktorka komediowa i musicalowa Kaye Ballard. Piosenkę spopularyzowała w 1960 r. Peggy Lee, śpiewając ją na żywo w cieszącym się wielką oglądalnością widowisku telewizyjnym Edda Sullivana. Od tego czasu przyjęło się tytułować utwór słowami rozpoczynającymi tekst piosenki: *Fly Me To The Moon*…

Warto poszukać w internecie i posłuchać tych wczesnych wersji, gdyż Frank Sinatra wraz z Quincy Jonesem, odpowiadającym za aranżację, zmienili nastrojową piosenkę miłosną w energetycznie swingujący kawałek, jakże pasujący tempem i buchającym zeń radosnym optymizmem w euforyczne nastroje narodu amerykańskiego towarzyszące sukcesom NASA. To właśnie wykonanie Sinatry towarzyszyło astronautom orbitującym wokół Księżyca na statku Apollo 10 i było pierwszym utworem muzycznym zagranym z kasetowego odtwarzacza na powierzchni Srebrnego Globu przez Buzza Aldrina!

Pamiętne są wykonania „Fly Me To The Moon" przez jazzową pianistkę i piosenkarkę Dianę Krall towarzyszące oficjalnym obchodom 40-lecia pierwszego lądowania na Księżycu oraz uroczystości pożegnalnej Neila Armstronga w Katedrze Narodowej w 2012 r. W 1999 r. stowarzyszenie *Hall Of Fame* autorów piosenek uznało utwór za jeden z najbardziej znaczących w dorobku kultury światowej.

Źródło: NASA/Bill Ingalls/Wikimedia

Quincy Jones oraz astronauci John Glenn i Neil Armstrong trzymający platynowe kopie albumu Franka Sinatry i Counta Basiego

Jacek Drążkowski

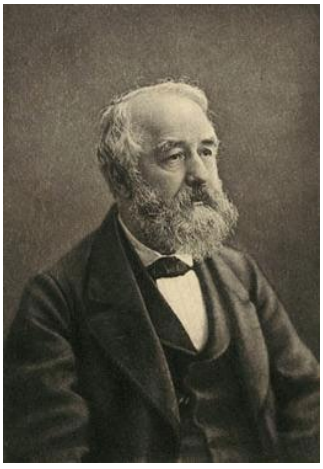
Konkurs na fotki z Uranią

Przygody małej Uranii na wyspie Šolta w Chorwacji. Zdjęcie nadesłała Monika Błasiak

Biuletyn Sekcji Obserwacji Słońca PTMA

Natura Słońca (cz. 4)

Niemiecki astronom szkockiego pochodzenia Johann von Lamont (1805–1879), mieszkający w Monachium, badał zmienność pola magnetycznego na podstawie swoich dokonanych obserwacji zórz polarnych. Dokładnie wykazał ich intensywność pojawiań w północnych rejonach Europy nasilającą się regularnie co 10,1–10,9 roku. Te same wartości uzyskali inni astronomowie, którzy prowadzili niezależnie obserwacje Słońca. Do nich należał dyrektor Obserwatorium Astronomicznego w Zurichu Rudolf Wolf. Ten szwajcarski astronom był znakomitym obserwatorem Słońca. Obserwacje, jakich dokonywał, pochłaniały go do końca, był w nie mocno emocjonalnie zaangażowany. Każda obserwacja Słońca prowadzona przez innych astronomów w jego czasach, jak i również z przeszłości nie mogła przejść jego uwadze. Na podstawie historycznych zapisków wykonywanych przed nim (150–200 lat), on sam dokonywał obliczeniowej analizy, skrupulatnie je licząc. Astronom cofnął się do 1610 r., przeglądając różne dzienniki obserwacyjne, wywnioskował, że okres pojawiania się maksymalnej liczby plam wynosi średnio 11,1 lat. Wolf z drugiej strony zdawał sobie dobrze sprawę, że dzienniki nie odzwierciedlają poprawnych wyników obserwacji. Niezależnie od tego jednak dysponował on bogatym materiałem obserwacyjnym i musiał na nich w jakiś sposób polegać. Mocno pragnął, aby okres 11,1-letniej aktywności słonecznej faktycznie był potwierdzony. Wiedział dobrze o tym, że każdy, kto dysponuje większym teleskopem czy lunetą, ma wyniki obserwacyjne plam słonecznych dokładniejsze niż obserwator posiadający mniejszy optyczny przyrząd astronomiczny. Wymyślił i opracował prosty jednolity sposób wykonywania obserwacji plam słonecznych. W zapiskach z bezpośrednich swoich prowadzonych obserwacji Rudolf Wolf doszedł do wniosku, że bywają miesiące, kiedy nie ma plam na tarczy słonecznej. Po pewnym czasie znowu się pojawiają, ilość osiąga liczbę maksymalną. Astronom wprowadził charakterystykę plam pod względem występujących ilości grup słonecznych. Zaproponował zastosować mnożnik 10, co podnosi w odpowiedni sposób wagę danej grupy. Powstaje w ten sposób liczba Wolfa i nawet gdy jest tylko jedna grupa z jedną plamą, ta liczba ma wartość 11.



Źródło: Wikimedia

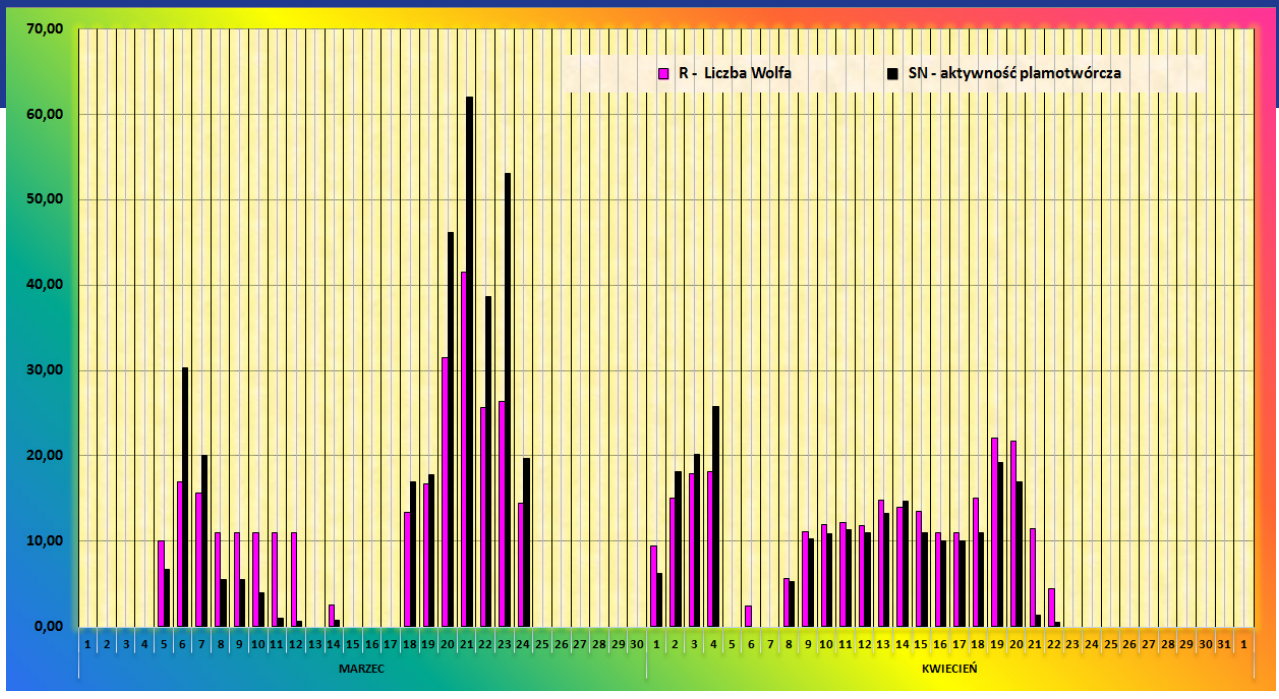
Rudolf Wolf (1816–1893)

Janusz Bańkowski

HISTORIA SEKCJI OBSERWACJI SŁOŃCA PTMA cz. III

W okresie od 2003 do 2007 r. sekcją koordynuje Agnieszka Wilińska. Powstaje wtedy nowa strona sekcji kodowana w html. na domenie astronomia.pl. Na tamte czasy był to największy portal internetowy o astronomii w szerokim pojęciu. Pani Agnieszka już wtedy zadbała, aby raporty i wydarzenia związane z aktywnością Słońca ukazywały się na stronie sekcji. Jednak musiały być one wklepywane przez koordynatora, bo tylko on posiadał kody do strony. Na stronie tej był też opis programu do obserwacji Słońca o nazwie SOS autorstwa Janusza Wilanda. Niektórzy członkowie właśnie wyliczali liczbę Wolfa, korzystając z tego programu oraz zbierali w nim swoje raporty. Jak wiemy, później z inicjatywy autora tekstu program zostanie mocno rozszerzony i otrzyma nową nazwę SOLARIS. Sekcja wchodzi we współpracę z profesorem Gładyszewskim z obserwatorium w Lublinie i razem publikują raporty w biuletynie PTMA wydawanym w Krakowie, a redakcji podejmuje się Krzysztof Ziółkowski. Redaktorem technicznym zostaje Marek Kubala. Oprócz koordynatora Agnieszki Wilińskiej w zarządzie zasiadają Janusz Wiland oraz Krzysztof Sawicki. Skład osobowy sekcji wygląda następująco: Piotr Badowski, Dariusz Barczyński, Marcin Białek, Jerzy Bohusz, Marcin Dobrowolski, Dariusz Dorosz, Longin Gładyszewski, Izabela Kowalska, Adam Marciniak, Maltgorzata Misiak, Piotr Misiak, Krzysztof Sawicki,

Paweł Faber i Agnieszka Wilinska ogladają zaćmienie przez specjalne okulary (29 marca 2006 r., taras CAMK w Warszawie). Źródło: Biuletyn Obserwacyjny nr 1/2006



Opracowanie: Janusz Bańkowski

Raport nr 3/2019

Słońce w marcu pozostawało dalej w okresie słabej aktywności i tak średnia liczba Wolfa wyniosła R = 8,99 z 130 obserwacji a SN = 10,96 z 95 obserwacji. Od 18 do 24 lekki wzrost aktywności, gdzie liczba Wolfa nieznacznie przekroczyła 50. W marcu nadesłało swoje wyniki 10 obserwatorów.

OBSERWATORZY:

1. Jimenez Francisco	25
2. Zagrodnik Jerzy	24
3. Mikołajczak Eugeniusz	22
4. Bańkowski Janusz	17
5. Figiel Tadeusz	11
6. Jerzy Bohusz	9
7. Kucemba Łukasz	8
8. Zwolińska Magdalena	6
9. Raczyński Łukasz	5
10. Dzika Szkoła w Tychach	3

Raport nr 4/2019

Kwiecień jak na minimum nas zachwyca, a to za pojawieniem się na tarczy grupy 2738 trzy razy większej od Ziemi. W tym miesiącu swoje obserwacje nadesłało 10 obserwatorów i pokryliśmy wszystkie dni w kalendarzu. Średnia liczba Wolfa R wyniosła 8,18 wygenerowana z 159 obserwacji a średnia SN = 7,36 z 120 obserwacji. Zapraszam do zapoznania się z raportem.

OBSERWATORZY:

1. Mikołajczak Eugeniusz	26
2. Bańkowski Janusz	25
3. Jimenez Francisco	25
4. Zapata Antonio	19
5. Zagrodnik Jerzy	19
6. Bohusz Jerzy	11
7. Kucemba Łukasz	11
8. Figiel Tadeusz	11
9. Raczyński Łukasz	9
10. Dzika Szkoła w Tychach	3

Koordynator SOS PTMA Tadeusz Figiel

Tomasz Ściężor, Janusz Wiland ,Michał Wiland, Agnieszka Wilińska, Krzysztof Wiśnioch, Jerzy Zagrodnik i Tomasz Zaraś. Program sekcji bazuje głównie na wyliczeniach liczby Wolfa, a w późniejszym czasie również współrzędnych heliograficznych plam. Przyjmuje się dwie metody obserwacji, a mianowicie metodę wizualną i w projekcji. Trudno mi powiedzieć, czy sekcja cyklicznie organizowała zebrania zarządu, bo tylko w numerze 1/2006 jest mowa o zebraniu zarządu, które miało się odbyć 18 grudnia 2006 r. Również nic mi nie wiadomo o zjazdach członków sekcji. Wiadomo jednak, że 29 marca 2006 r. zorganizowano wyprawę na całkowite zaćmienie Słońca, szeroko opisaną w biuletynie 1/2006 przez Tomasza Ściężora. Zaćmienie oglądane było również w Warszawie, tyle że częściowe. Historyczne zdjęcie pokazuje oglądających zaćmienie przez specjalne okulary.

Prawdopodobnie w marcu 2007 r. sekcja zaprzestała swej działalności. Nic mi nie wiadomo, czy próbowano ją reaktywować. Dopiero jak wszyscy interesujący się historią naszej sekcji w 2012 r. na prośbę prezesa Oddziału Warszawskiego Janusza Wilanda sekcję przejmuje Tadeusz Figiel i mimo wielu trudności, jakie napotyka na swej drodze, rozbudza w ludziach znów chęć do obserwacji Słońca pod patronatem PTMA. To jednak już, że tak powiem, historia nowożytna. Chciałbym prosić czytelników, którzy w tamtych czasach mieli przyjemność być członkami sekcji, o skontaktowanie się ze mną w celu być może poprawienia, dodania czegoś do już spisanych faktów. Swoje listy proszę kierować na: astrotafig@gmail.com

Tadeusz Figiel

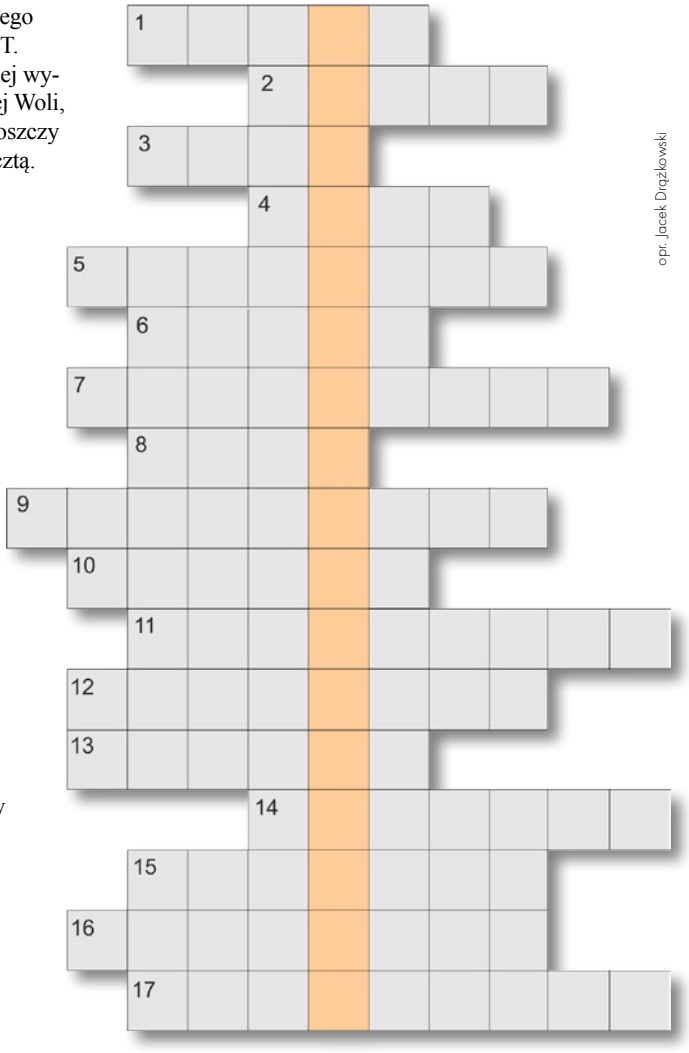
W „Uranii–PA” nr 1/2019 zamieściliśmy logogryf, którego rozwiązaniem jest hasło KEPLER ŁOWCA PLANET. Nagrody w postaci książek o tematyce astronomicznej wylosowali **Kamil Dżugała** z Nysy i **Mariusz Taborek** ze Zduńskiej Woli, natomiast płyty muzyczne otrzymują **Kasper Fabrowski** z Bydgoszczy i **Radosław Macuski** z Wrocławia. Nagrody zostaną wysłane pocztą.

1. Półkilometrowa planetoida
2. Pani astronom z XIX-w. Obserwatorium Harwarda
3. Interferometria wielkobazowa
4. Satelita badający rozkład i ruchy gwiazd w Galaktyce
5. Główna siedziba Południowoafrykańskiego Obserwatorium Astronomicznego
6. Gromada otwarta gwiazd
7. Odkrywca nietypowego układu podwójnego AW UMa
8. Miasto we wschodniej Belgii
9. Prezydent Międzynarodowej Unii Astronomicznej
10. Związki organiczne nadające czerwonawą barwę odległej planetoidzie
11. Za 4 lata będzie tam widoczne całkowite zaćmienie Słońca
12. Chiński satelita telekomunikacyjny
13. Jednostka widmowej gęstości strumienia promieniowania
14. Czołowy reprezentant warszawskiej szkoły ewolucji gwiazd podwójnych
15. Poszukiwacz dziury w całym
16. W tegoroczne lato gości Jowisza
17. Dysk „lepkiej” materii wokół centrum grawitacyjnego

Rozwiązanie utworzą kolejne litery z wyróżnionych kratek. Na rozwiązania czekamy do końca sierpnia 2019 r. Wśród autorów poprawnych odpowiedzi rozlosujemy dwie nagrody książkowe o tematyce astronomicznej i dwie płyty kompaktowe z elektroniczną muzyką kosmiczną.

1. „Nowe opowiadania starego astronoma”, czyli wspomnienia i eseje profesora Józefa Smaka;
2. „Planeta Mars” Hieronima Hurnika;
3. „Jak to działa? Ziemia”, książka dla dzieci autorstwa Przemysława Rudzia;
4. Płyta muzyczna CD ufundowana przez sklep **www.generator.pl**

Rozwiązania można przesyłać pocztą tradycyjną, mailowo na adres urania@urania.edu.pl, lub sms-em na nr 600 663 640, podając hasło, nr nagrody, nazwisko i adres wysyłki. Podanie danych adresowych jest dobrowolne i konieczne do otrzymania nagrody.



opr. Jacek Drążkowski

Słowa kluczowe do rozwiązania krzyżówki zamieszczonej w „Uranii–PA” 1/2019: 1. Goku, 2. Szewczenko, 3. Panna, 4. Kordylewski, 5. Trzecie, 6. Ryugu, 7. Płeszka, 8. Dione, 9. Wimpy, 10. Africano, 11. (B)lazary, 12. Zapata, 13. Shallue, (14. Tranzyt), 14(15). Szanghaj, 15(16). Neutrina, 16(17). Stefan.
Jeszcze raz przepraszamy za błędy w diagramie i opisie!

ZAPROSZENIA
zloty, obozy, konkursy, spotkania, odczyty, wykłady, wydarzenia...

Zloty astronomiczne

- 1–4 sierpnia 2019: Astrozlot w Zwardoniu upamietniający 10-lecie zlotów AstroCD i PTMA, PTMA O/Katowice
- 9 sierpnia 2019: Noc Astronomiczna, zamek wodny w Świeciu
- 22–25 sierpnia 2019: XXIII Ogólnopolski Zlot Miłośników Astronomii, Radowo Małe – Żurawii Krzyk
- 30 sierpnia – 1 września 2019: Delta Optical AstroShow 2019, Chęciny

IAU
100 LAT POD WSPÓLNYM NIEBEM

Wizyty astronomów w szkołach

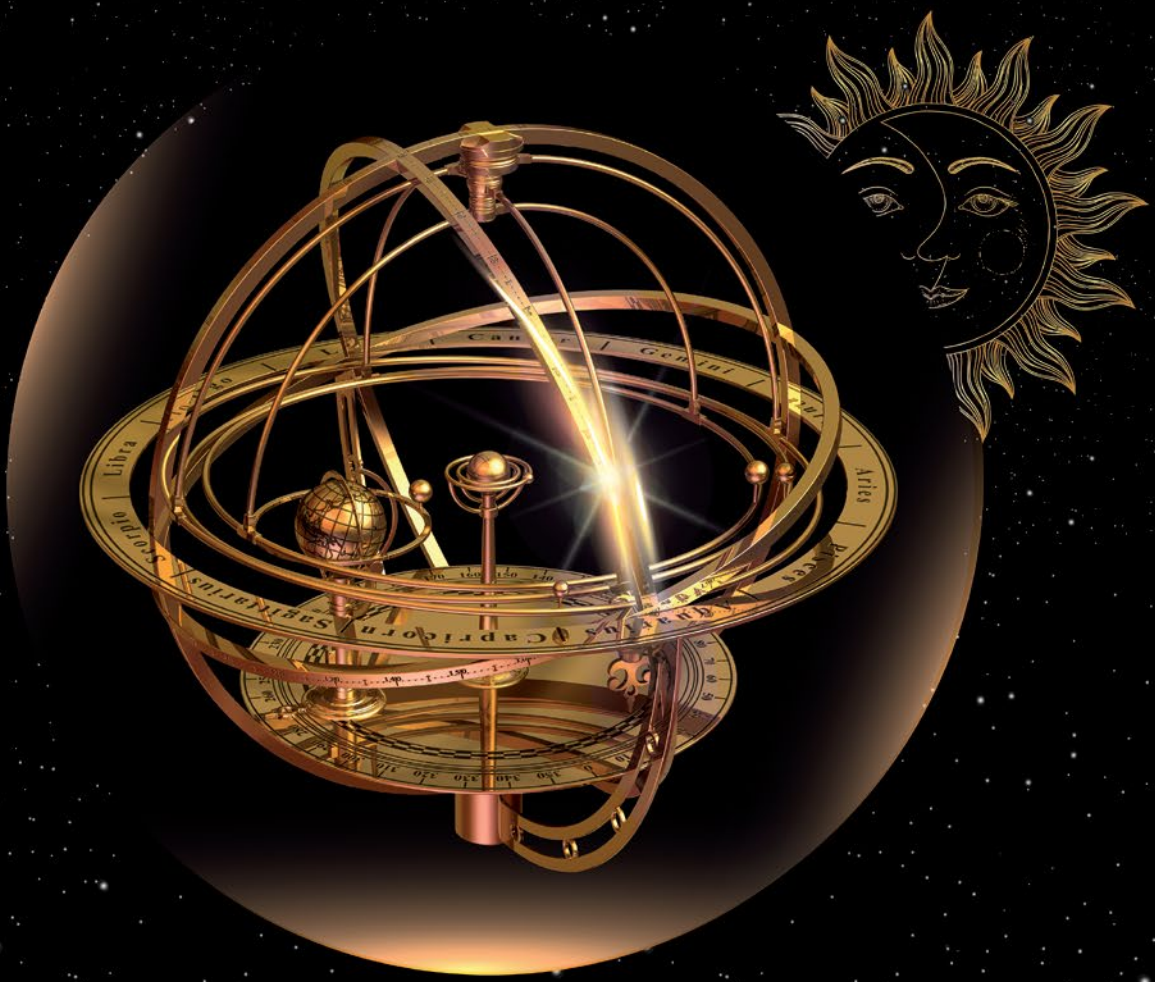
Od września 2019 r. ruszy projekt wizyt astronomów w szkołach, realizowany przez Polskie Towarzystwo Astronomiczne (PTA) w ramach obchodów IAU100. Wizyta astronoma jest w założeniu bezpłatna. Szkoły zainteresowane udziałem mogą zgłaszać się na stronie www.pta.edu.pl/astronomers-in-schools

XXXIX ZJAZD

POLSKIEGO TOWARZYSTWA ASTRONOMICZNEGO

Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie 9-12 września 2019

UNIWERSYTET WARMIŃSKO-MAZURSKI W OLSZTYNIE



www.pta.edu.pl/zjazd39

Organizatorzy:

XX LAT

Współorganizatorzy:

PLANETARIUM

Patronat honorowy:

Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego

PATRONAT HONOROWY Marszałek Województwa Warmińsko-Mazurskiego Gustaw Marek Brzezin

PATRONAT HONOROWY Prezydent Olsztyna Piotr Grzymowicz

POLSKA AGENCJA KOSMICZNA

Patronat medialny:

Urania POSTĘPY ASTRONOMII

GAZETA OLSZTYŃSKA

Sponsorzy:

Mazurskie Miody

100 lat Uranii w serialu dokumentalnym twórców

ASTRONARIUM

Ostatnie odcinki „Astronomii niepodległej” na antenie TVP i w serwisie YouTube

11 lipca premiera nowego sezonu ASTRONARIUM: nowa czołówka, nowe studio, nowe tematy

Aktualne godziny emisji w ogólnopolskim pasmie TVP3

czwartek godz. 17.00

powtórki:

piątek godz. 1.05

sobota godz. 7.05, 23.40

niedziela 5.35

Wszystkie odcinki na:

https://www.youtube.com/AstronariumPL

KOPRODUKCJA

FINANSOWANIE

Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego

DWUMIESIĘCZNIK • Tom XC • **4/**2019 (802)

Urania

POSTĘPY ASTRONOMII

1919 – 2019

CENA **14,90** ZŁ
w tym 5% VAT

PÓŁ WIEKU PO APOLLO

wracamy na Księżyc?

W PREZENCIE
plakat NASA

IAU
100 LAT POD WSPÓLNYM NIEBEM

KONKURS
wygraj książkę
z autografem astronauty!
s. 27

ISSN 1689-6009 indeks 401323
08
9 771689 600508

TAJEMNICE SATURNA

OLIMPIADA ASTRONOMICZNA – NOWE ZASADY (s. 59)

KONKURS

NA NAZWY PLANET

www.iau100.pl/planety

IAU
100 LAT POD WSPÓLNYM NIEBEM

IAU100
NameExoWorlds

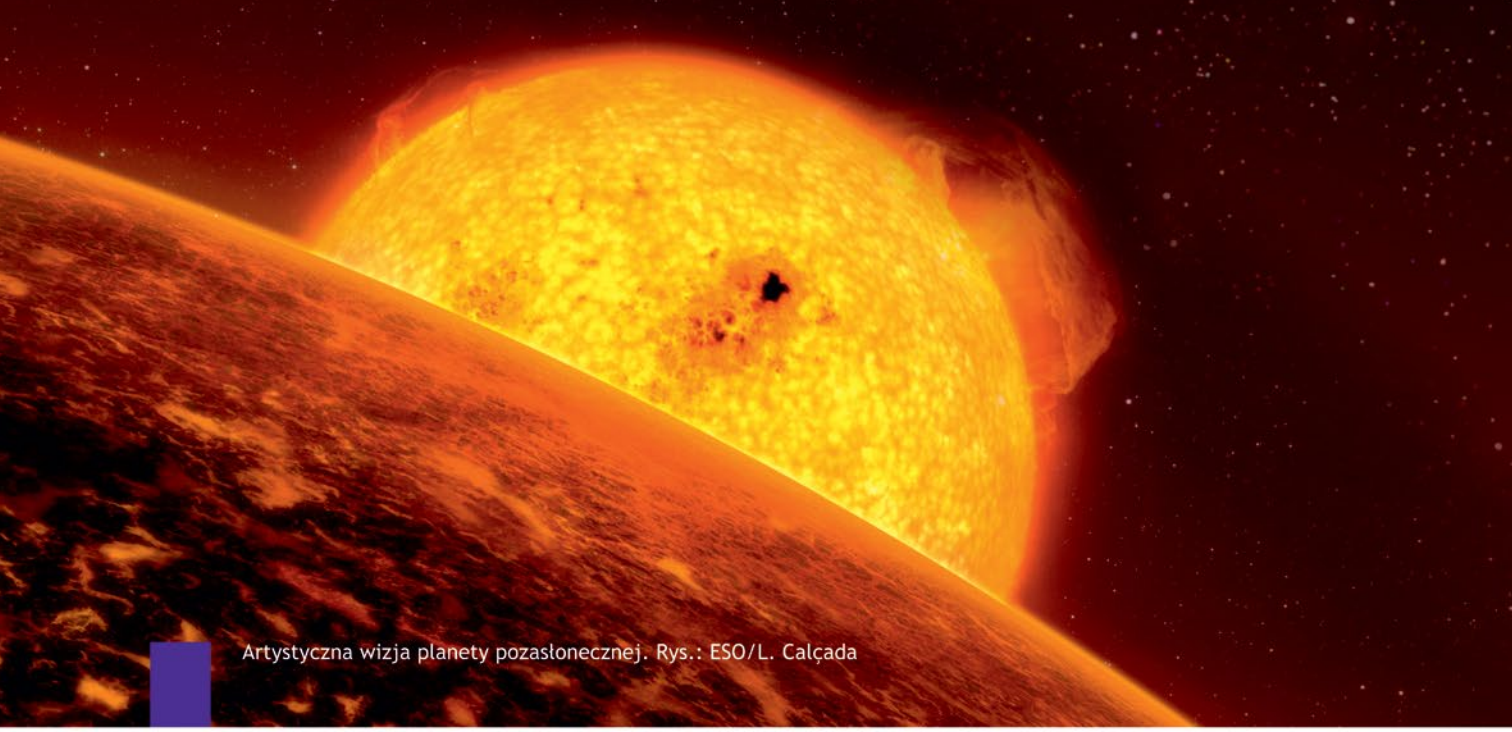
Jaką nazwę?

powinna zaproponować Polska dla planety BD+14 4559 b i jej gwiazdy

Etap 2

internetowe głosowanie 9.09 - 31.10.2019 r.

Organizator konkursu: Międzynarodowa Unia Astronomiczna (IAU)



Artystyczna wizja planety pozasłonecznej. Rys.: ESO/L. Calçada

PATRONI

Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego
Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu
Uniwersytet Wrocławski
Centrum Popularyzacji Kosmosu Planetarium Toruń
Polska Agencja Kosmiczna
PAN
Uniwersytet Warszawski
HEVELIANUM
Polskie Towarzystwo Miłośników Astronomii
ESO
CBK
Planetarium

PATRONI MEDIALNI

Jedynka
Urania
Astronarium
Astrofaza
Kosmonauta.net
We need more space
AstroNET
radioteleskop.pl
Space24
Nauka
KCSMOS

SPONSORZY

Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego
Urania
rebel
i wszystko gra

Urania nasza muza

Dla szkół, uczelni oraz miłośników astronomii i amatorów nocnego nieba

W Stambule Chelsea przegrała po rzutach karnych z Liverpoolem! Szkoda, że nie pozostawiono remisu. Sędziowały trzy kobiety, a kibice obu klubów zasiedli razem na tureckich trybunach. W drużynach kolorowa mieszanka. Lepsza strona naszych czasów!

Fanką Chelsea jest Mirka. Z wypiekami słuchaliśmy jej wykładu o początkach futbolu. Darek jest kompozytorem i akordeonistą po akademii muzycznej. Buduje nietypowe instrumenty, dudy i liry korbowe. Ola jest wolontariuszką w toruńskim azylu dla królików. Na każdy sygnał jedzie w Polskę wyrwać umęczone zwierzęta z rąk oprawców. Maciejowi kiedyś własna mama odmówiła tańca, lekceważąc jego umiejętności. Tak się zawziął , że stał się nie tylko fanem, ale dziś nawet instruktorem tańca. Z kolei Magda, całe studenckie wakacje włóczy się po kraju jako wolontariuszka… cyrku Korona. Pomaga, ale też zna najdrobniejszy szczegół historii i życia wokół areny. Wreszcie Rafał ma swój… teatr ognia, gdzie wraz z kolegami żonglerką płonącymi pochodniami uświetnia wiele plenerowych imprez w całej Polsce. Ktoś pomyśli, że to kupa wariatów? Nie, to tylko jeden rocznik studentów astronomii na mojej uczelni. O swoich pozaastronomicznych zainteresowaniach kilka lat temu opowiedzieliśmy sobie przy okazji zajęć na ostatnim roku studiów. To tylko przykład niezwykłej kreatywności i wrażliwości astronomów. Rozległość zainteresowań i głębokość pasji to jedno ze świadectw nieograniczonych możliwości i inteligencji.

Rozległość zainteresowań i głębokość pasji to jedno ze świadectw nieograniczonych możliwości i inteligencji

Z kilkorgiem z nich spotkaliśmy się dziś w tragicznych okolicznościach. Żegnaliśmy ich Mistrza, Wychowawcę i Nauczyciela, Przyjaciela wielu astronomów i mojego najbliższego naukowego wspólnika, profesora Tomę Tomova. Toma jest Bułgarem, jednym z budowniczych obserwatorium astronomicznego na szczycie Rożena w Rodopach, a w szczególności spektrografu i 2-m teleskopu w tym obserwatorium. *Nota bene* ten teleskop w pierwotnych zamówieniach zakłady ZEISS w Jenie budowały dla Polski, a rozważaną lokalizacją były… Piwnice. Dzięki doświadczeniom zdobytym na wielu teleskopach, w Bułgarii, Rosji i we Włoszech, stał się skrupulatnym i rzetelnym spektroskopistą gwiazdowym. Jednym z najlepszych w Europie. Połączyły nas gwiazdy, przede wszystkim CH Cygni, ale też MWC 560. To tzw. gwiazdy symbiotyczne, składające się z czerwonego olbrzyma i białego karła na bardzo szerokich orbitach. Ale te dwie były bardzo nietypowe. Zaczęło się już w 1984 r., kiedy CH Cygni nagle… zgasła. Jednak jej widma pokazywały niezwykle szybkie wypływy materii, a radiowe obrazy pokazały szybko rozwijające się dżety. MWC 560 zdawała się bliźniaczym przypadkiem, z tym że dżety tam umiejscowione w płaszczyźnie nieba, tu zdawały się (jeden z nich) pędzić na wprost do obserwatora. Nikt wcześniej jeszcze takich gwiazd nie widział. Nazwaliśmy je propellerami, czyli wiatrakami o śmigłach tworzonych przez pola magnetyczne.

Fot. Jadwiga i Marek Czarnecy

W ten sposób chyba stałem się jednym z głównych powodów, dla których w 2001 r. Toma przyjechał do Polski na stałe. Stał się jednym z nas. Mówił i wykładał po polsku, ale urozmaicał naszą kulturę o bogactwo pochodzące z Bałkanów. To piękne zdjęcie pochodzi z wystawy o znaczącej nazwie „Toruńczycy z wyboru".

Ostatnią dekadę powoli odsuwałem się od nauki w stronę popularyzacji. Najpierw był Międzynarodowy Rok Astronomii 2009, Rok Heweliusza 2011 i wreszcie *Urania* i *Astronarium*. Czułem, że Toma ma żal, ale nigdy mi tego nie powiedział. Mam nadzieję, że mi wybaczy. Dzięki Niemu potrafię dziś docenić, jak ważne są takie trudne, męskie przyjaźnie. Przecież bez przyjaciół w *Uranii* i w telewizji nie byłoby ani programu, ani gazety. A Toma pewnie gdzieś krąży po kosmosie i kiedyś we śnie opowie mi, jak naprawdę z bliska wygląda CH Cygni…

Toruń 14 sierpnia 2019

Maciej Mikołajewski

Dawno temu w... „Uranii”

Księżyc oddycha

Obserwatorium Księżyca i planet w Arizonie (USA) przeprowadziło 599 obserwacji dotyczących aktywności kraterów księżycowych. Obserwowano zmiany wewnątrz kraterów i stwierdzono, że zmiany te są dosyć częste w niektórych partiach powierzchni Księżyca. Większość zmian zauważono w okolicach kraterów posiadających potrzaskane dno. W pobliżu tych właśnie szczelin obserwuje się świecenie gazów.

Dokonano ciekawego spostrzeżenia, że momenty największej aktywności powierzchni Księżyca zbiegają się z rytmem libracji naszego satelity. Te wstrząsy wywołane przez siłę przyciągania Ziemi powodują powstanie sił przypływowych i napięć wewnętrznych w ciele Księżyca.

Według obliczeń maksimum i minimum aktywności kraterów Gassendi oraz Arystarch przypada dokładnie na maksimum i minimum rejonowych przypływów. Ciekawe, że najbardziej aktywne rejony położone są na skrajach mórz księżycowych. Czy więc brzegi księżycowych mórz oddychają gdy nadchodzi fala przypływu?

MAREK ZOC

Krater Rangera 8

Wyniki badań naziemnych i obliczeń wykazują, że krater wybity przez spadek na Księżyc aparatu kosmicznego Ranger 8 (Wywiadowca 8), który dojrzano na obrazach powierzchni Księżyca przekazanych z aparatów kosmicznych Lunar Orbiter (Oblatywacz Księżyca), ma średnicę 11,8 – 13,3 m.

Koncentracje masy pod powierzchnią Księżyca

Na podstawie analizy okołoksiężycowych orbit sond kosmicznych typu „Lunar Orbiter” uczeni amerykańscy P. M. Muller i W. L. Sjorgen odkryli pod powierzchnią Księżyca koncentracje masy, które nazwano „maskonami” (*mascon* jest skrótem od słów *mass concentration*). Zakłócają one pole grawitacyjne globu księżycowego, wskutek czego sondy i statki kosmiczne nad pewnymi obszarami Księżyca poruszają się szybciej niż w innych punktach swej orbity.

Urania

POSTĘPY ASTRONOMII

(PL ISSN 1689-6009)

lipiec–sierpień 2019

Dwumiesięcznik poświęcony upowszechnianiu wiedzy astronomicznej. Czasopismo powstałe w roku 1998 z połączenia „**Uranii**” (ISSN 0042-0794) – dotychczasowego miesięcznika Polskiego Towarzystwa Miłośników Astronomii, istniejącego się od 1919 r. i **„Postępów Astronomii”** (ISSN 0032-5414) – dotychczasowego kwartalnika Polskiego Towarzystwa Astronomicznego, wychodzącego od 1953 r. Zachowana zostaje dotychczasowa numeracja „Uranii”.

Nakład: 3200 egz.

Zespół Redakcyjny:
Wieńczysław Bykowski, Krzysztof Czart (zastępca red. naczelnego), Jacek Drążkowski (grafika, skład), Agnieszka Górska-Pukownik (sekretariat), Sylwester Kołomański, Mateusz Krakowczyk, Maciej Mikołajewski (red. naczelny), Marek Muciek, Roman Schreiber, Marek Substyk (zastępca red. naczelnego)

Współpraca:
Jan Desselberger, Tadeusz Figiel, Rafał Grabiański, Paweł Z. Grochowalski, Elżbieta Kuligowska, Jerzy Kuczyński, Agnieszka Nowak, Piotr Potępa, Przemysław Rudź, Mikołaj Sabat, Robert Szaj, Łukasz Woźniak, Przemysław Żołądek

Korekta językowa: Bożena Wyrzykowska

Koncepcja graficzna pisma: Joanna Dobkowska

Adres Redakcji:
Urania, Centrum Astronomii UMK, ul. Gagarina 11, 87-100 Toruń
tel. 600 663 640 Sekretariat, tel. 509 44 17 17 Redaktor Naczelny
e-mail: redakcja@urania.edu.pl

Adres WWW:
https://www.urania.edu.pl

Dystrybucja:
Agnieszka Górska-Pukownik, tel. 698 55 61 61
e-mail: urania@urania.edu.pl

Cena Uranii w prenumeracie 12 zł

Prenumerata roczna 72 zł

Bank Millennium S.A. o/Toruń Nr 85 1160 2202 0000 0003 3341 8732

Szczegóły dotyczące prenumeraty i promocje wewnątrz numeru i na stronie
https://www.urania.edu.pl/prenumerata

Wydawcy:
Polskie Towarzystwo Astronomiczne
www.pta.edu.pl
ul. Bartycka 18, 00-716 Warszawa
tel. (0-22) 329 61 45
e-mail: zarzad@pta.edu.pl

Polskie Towarzystwo Miłośników Astronomii
www.ptma.pl
ul. Miodowa 13a m. 35, 31-055 Kraków
tel. (0-12) 422 38 92
e-mail: sekretariat@ptma.pl

*** ARTYKUŁY I MATERIAŁY OKAZJONALNE TRAKTOWANE SĄ JAKO WOLONTARIAT AUTORÓW NA RZECZ WŁASNEGO ŚRODOWISKA ASTRONOMÓW, MIŁOŚNIKÓW ASTRONOMII I CAŁEGO SPOŁECZEŃSTWA * MATERIAŁÓW NIE ZAMÓWIONYCH REDAKCJA NIE ZWRACA * ZASTRZEGA SIĘ PRAWO DO REDAGOWANIA I SKRACANIA TEKSTÓW * PRZEDRUK MATERIAŁÓW TYLKO ZA ZGODĄ REDAKCJI * OPINIE I POGLĄDY FORMUŁOWANE PRZEZ REDAKCJĘ I AUTORÓW NIE REPREZENTUJĄ OFICJALNEGO STANOWISKA WYDAWCÓW * REDAKCJA NIE ODPOWIADA ZA TREŚCI I WIZERUNKI REKLAM ***

DRUKARNIA
GRAFFITI BC

Toruń, ul. Równinna 11/13
www.graffitibc.pl
drukarnia@graffitibc.pl
tel. 56 654 47 14

NA OKŁADCE

To niesamowicie efektowne zdjęcie Księżyca zakrywającego tarczę Słońca podczas całkowitego zaćmienia 2 lipca to owoc wyprawy Michała Ostaszewskiego do Chile. Tak właśnie wygląda Księżyc w świetle... Ziemi, która podczas nowiu świeci nad Srebrnym Globem w pełni! Jest to połączenie 7 ekspozycji (wszystkie wykonane w ciągu łącznego czasu 2 sekund, Canonem 5Dmk4 z obiektywem EF 200–400 f4L IS USM i telekonwerterem Canon 2× III): 1/100 s, 1/50 s, 1/25 s, 1/13 s, 1/6 s, 1/3 s i 0,6 s. Pozostałe parametry: ISO 800, f/8, efektywna ogniskowa 800 mm.

Źródło: Michał Ostaszewski Photography

W AKTUALNYM NUMERZE

Artykuły

Nowy wyścig księżycowy? 12
„Mały krok człowieka i wielki skok ludzkości" z perspektywy świadka wydarzeń sprzed 50 lat i współczesnego dziennikarza naukowego. Zaniechanie dalszych badań Księżyca zdaje się świadczyć, ze nie do końca ten skok potrafiliśmy wykorzystać. Być może właśnie jesteśmy świadkami przełomu?

Wracamy na Księżyc? 24
Mamy to: nowe rakiety, nowe statki i stacje załogowe, nowy lądownik! Ambitne plany powrotu ludzi na Księżyc do roku 2024 ogłosiły USA. Czy powstaną tam kopalnie, stacje przesiadkowe w locie na Marsa, a może obserwatoria astronomiczne? Oby!

Pomyłka Heweliusza, czyli zakrycie, którego nie było? 30
Intrygująca analiza rzucająca cień na warsztat pracy słynnego gdańskiego astronoma. Czy Jan Heweliusz „poprawiał" wyniki własnych obserwacji?

Dlaczego należy uczyć astronomii? 45
Kiedy dwa lata temu wchodziła w życie nowa reforma edukacji, była szansa, że astronomia wróci do programu szkół. Ale zostało po staremu! Jak zatem uczynić wiedzę astronomiczną częścią kulturowego bagażu każdego wykształconego człowieka?

Stałe działy

Dawno temu w... „Uranii" 4

Kronika Odkrycia i wydarzenia astronomiczne (kwiecień – maj 2019) 6

Kronika Misje i badania kosmiczne (kwiecień – maj 2019) 8

100 lat Uranii i PTMA
Z zamiłowania ASTRONOM (3): Pierwsze kroki w PTMA 35
Święto Astronomii w Krakowie, czyli 100 lat Polskiego Towarzystwa Miłośników Astronomii 43

Przeczytane w Nature i Science Saturn i okolice 40

Mała Urania 8. Co widać na Księżycu? 44

Kronika PTMA Na Wałach Chrobrego 56

Ciekawe adresy internetowe Księżyc, Księżyc, Księżyc... 53

Astropodróże Dlaczego warto chodzić po górach? 54

Cyrqlarz Wiadomości ze świata meteorów 52

Młodzi badacze / Kącik olimpijczyka Nagrody rozdane!
Ogólnopolskie Młodzieżowe Seminarium Astronomiczne 58
LXIII Olimpiada Astronomiczna 2019/2020 59
Spod polskiego nieba nad Balaton 59
Rozwiązanie zadania zawodów finałowych LXVII Olimpiady Astronomicznej 60

Sylwetki Uranii Hans Joachim Bode 61

Kalendarzyk astronomiczny Niebo we wrześniu i październiku 2019 66

Spójrz w niebo Rozmaitości jesiennego nieba 70

Astronomia i muzyka Podróż na Księżyc sprzed wieku 71

Konkurs na fotki z Uranią 71

Obserwator Słońca Natura Słońca, cz. 5, 72
Współczynnik „K" cz. 1 72
Raport: maj – czerwiec 2019 73

Relaks z Uranią logogryf 74

Biblioteka Uranii Człowiek – istota kosmiczna 74

Poczta 75

Inne
Księżycowe „Uranie" 22
Oscary w kosmosie 23
Konkurs – zabawa: Napisz wiersz na cześć misji Apollo 27

W skrócie
Indie wystrzeliły sondę Chandrayaan-2 na Księżyc (28), Blue Origin odpala pierwszy raz księżycowy silnik BE-7 (28), Gęsta atmosfera dawnego Księżyca? (28), Czy podróże kosmiczne są niebezpieczne dla układu krążenia? (29), Znaczek pocztowy na 50 lat od lądowania na Księżycu (29)

Zjawisko powyższe potwierdzone zostało podczas lotów okołoksiężycowych Apollo-8 i Apollo-10.

Jako ciekawostkę warto zacytować fragment powieści fantastyczno-naukowej J. Żuławskiego pt. *Na Srebrnym Globie*, której tematem jest wyimaginowana przez pisarza wyprawa człowieka na Księżyc. Otóż na str. 18 czytamy co następuje: *Pocisk z niewytłumaczonej przyczyny zboczył nieco z drogi i wskutek tego widocznym było, że spadnie na księżyc nie prostopadle, lecz skośnie, pod kątem dość ostrym.* Tak więc już Żuławski przewidział, że statki kosmiczne z nieznanych wówczas przyczyn mogą niespodziewanie zmieniać swe orbity.

Dokładna analiza okołoksiężycowych orbit sond kosmicznych typu Lunar Orbiter umożliwiła zestawienie grawimetrycznej mapy zwróconej ku nam półkuli Księżyca, a ściśle dla obszaru leżącego między ±100° długości i ±60° szerokości selenograficznej. Na mapę naniesiono izogamy co 100 km, dla których podano wartości z dokładnością 10 miligalów (jeden miligal odpowiada 10^{-3} gala*). Ma ona duże znaczenie dla załogowych wypraw księżycowych, ponieważ orbity statków kosmicznych muszą być wyznaczane z dużą precyzją. Toteż przy ich obliczaniu trzeba koniecznie uwzględniać zakłócenia pola grawitacyjnego Księżyca.

Interesujące jest, że maskony znajdują się nie pod obszarami górzystymi, jak można by oczekiwać, ale pod powierzchnią mórz księżycowych o kolistych kształtach (Mare Marginis, Mare Smythii, Mare Crisium, Mare Nectaris, Mare Serenitatis, Mare Imbrium, Sinus Aestuum, Mare Humorum i Mare Orientale). Koncentrację masy odkryto również pod powierzchnią wielkiej, lecz mocno już zniszczonej kotliny kolistej na odwrotnej stronie Księżyca, dla której proponuje się nazwę Mare Occultum (współrzędne selenograficzne: 175° dług. wsch. i 15° szer. półn.).

W ten sposób zwolennicy uderzeniowego pochodzenia kraterów i mórz księżycowych zyskali poważny argument na rzecz swej teorii. Zdaniem bowiem amerykańskiego selenologa H. C. Urey'a maskony są po prostu resztkami żelaznych meteorytów, znajdujących się około 10–15 km pod powierzchnią Księżyca. Te wielkie masy żelaznej materii meteorytowej mają właśnie wywoływać obserwowane zakłócenia pola grawitacyjnego globu księżycowego. To zaś dowodziłoby, że morza powstały w wyniku upadku na Księżyc olbrzymich meteorytów żelaznych lub nawet planetoid (*Urania*, 1968, nr 7–8, str. 194–202).

Innego jednak zdania są zwolennicy wulkanicznej teorii pochodzenia kraterów na Księżycu. Ich zdaniem glob księżycowy otoczony był kiedyś atmosferą z dużą zawartością pary wodnej, a zatem musiały tam padać ulewne deszcze i spływająca woda wypłukiwała z gór duże ilości gleby. W rezultacie w dolinach utworzyły się warstwy osadowe, które dziś w znacznym stopniu zakłócają równowagę pola grawitacyjnego Księżyca. Miało to oczywiście zachodzić po częściowym wystygnięciu globu księżycowego, kiedy jego pole grawitacyjne było już odpowiednio ustabilizowane.

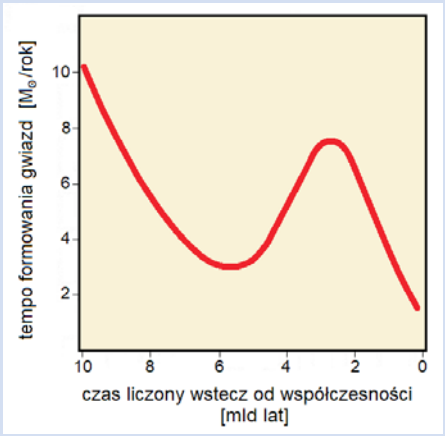
*) Gal jest jednostką przyspieszenia i wynosi 1 cm/s^2.

STANISŁAW R. BRZOSTKIEWICZ

Urania 10,11/1969, pisownia oryginału.

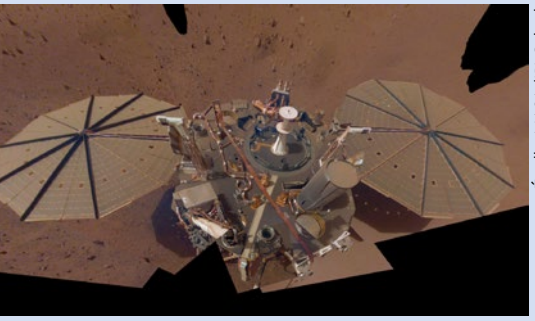
Kwiecień – maj 2019

1.4 Porównując modele komputerowe ewolucji Galaktyki z jej obecnym stanem, ukazanym przez dane z satelity Gaia, odtworzono historię aktywności gwiazdotwórczej Drogi Mlecznej. Uzyskano obraz zbliżony do wcześniejszych badań innymi metodami („Urania" 6/2018, s. 6). Najwięcej gwiazd powstawało 10 mld lat temu (rys. obok). Czy to przypadek, że akurat wtedy Galaktyka wchłonęła sporych rozmiarów sąsiadkę („Urania" 1/2019, s. 7)? Drugi szczyt nastąpił ok. 2,5 mld lat temu. Znów jakiś akt kanibalizmu? Od tamtej pory trwa spadek, aż do obecnej, skromnej wartości 1 gwiazdy o masie Słońca rocznie.



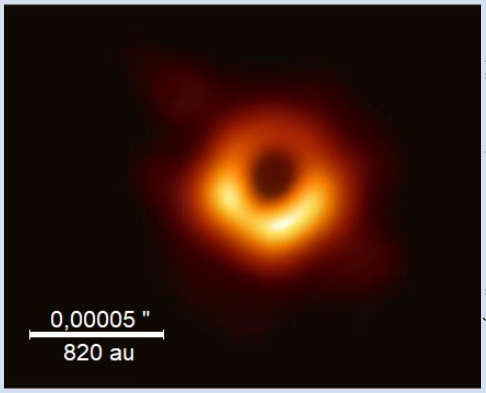
Na podst. Roger Mor i in., A&A 2019, 624, L1

6.04 Instrument SEIS ustawiony na powierzchni Marsa przez amerykański lądownik InSight (fot. niżej) zarejestrował prawdopodobnie pierwsze sygnały sejsmiczne pochodzące z wnętrza planety. Od czasu postawienia urządzenia 19 grudnia 2018 r. zespół misji odnotował cztery sygnały, z czego jeden z 6 kwietnia swoją charakterystyką najbardziej przypominał wstrząsy zarejestrowane przez sejsmometry załogowych misji Apollo na Księżycu.



Źródło: NASA/JPL-Caltech

10.4 Stworzono pierwszy w historii obraz bezpośredniego sąsiedztwa czarnej dziury (fot. obok). Jest to mapa promieniowania radiowego na fali 1,3 mm, uzyskana techniką interferometrii wielkobazowej (VLBI). Przez 4 dni, siedem radioteleskopów rozmieszczonych w pięciu miejscach na Ziemi, od Hawajów po Hiszpanię i od Arizony po Chile, wpatrywało się w centrum galaktyki M87, gdzie rezyduje supermasywna czarna dziura. To właśnie jej cień zajmuje środek obrazu, otoczony tzw. pierścieniem fotonowym, co jest zgodne z przewidywaniami teoretycznymi (więcej szczegółów w „Uranii" 2/2019, s. 51, 3/2019, s. 12).



Źródło: Event Horizon Telescope collaboration

11.4 Większość (95%) metanu w ziemskiej atmosferze została wytworzona przez organizmy żywe. Dlatego powtarzające się doniesienia o detekcji tego gazu na Marsie pobudzają wyobraźnię, choć znane są niebiologiczne mechanizmy jego powstawania. Problem jest z wiarygodnością tych doniesień. Teraz, niemal równocześnie pojawiły wyniki badań z dwóch satelitów krążących wokół Marsa, niestety o sprzecznej wymowie. Próbnik Mars Express odkrył metan w okolicach krateru Gale dzień po tym, gdy wyczuł go operujący w tym rejonie łazik Curiosity. Ale satelita TGO, wyposażony w 100 razy czulszy detektor, nie dostrzegł żadnych śladów CH_4, choć powinien. Zagadka zamiast się wyjaśniać, staje się coraz głębsza.

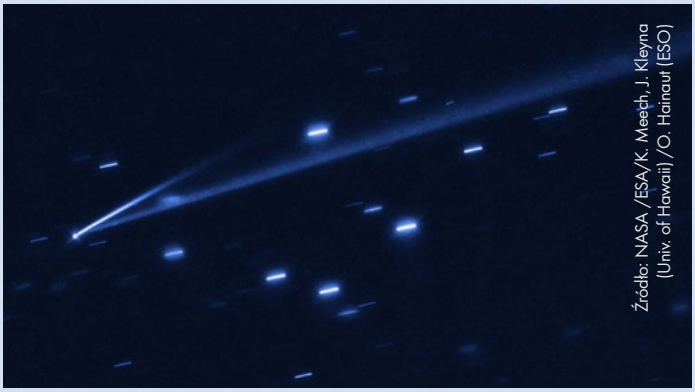
15.4 1I/'Oumuamua („Urania" 5/2018, s. 10) był pierwszym zarejestrowanym przybyszem spoza Układu Słonecznego, ale pewnie nie był jedynym w historii. Zwłaszcza mniejsze od niego powinny były odwiedzać nas częściej, a niektóre może nawet trafiać w Ziemię. Takie rozumowanie skłoniło badaczy do przeszukania katalogu CNEOS, gromadzącego dane o jasnych bolidach od 1988 r. Stwierdzono niemal z pewnością, że spoza Układu Słonecznego pochodziło półtonowe ciało (ok. 1 m średnicy), które 8 I 2014 r. eksplodowało na północ od Nowej Gwinei, rozsiewając w atmosferze swą egzotyczną materię.

17.4 Na obrzeżach mgławicy planetarnej NGC 7027 odkryto jon wodorku helu (HeH^+). Zgodnie z teorią, właśnie ta cząsteczka odegrała kluczową rolę we wczesnym Wszechświecie. Utworzyła się jako pierwsza, zaledwie 100 tys. lat po Wielkim Wybuchu. Dzięki jej istnieniu mogły potem powstać molekuły H_2, które z kolei umożliwiły formowanie pierwszych gwiazd. Oczywiście cząsteczki HeH^+ w NGC 7027 nie są zabytkiem z tamtych czasów; tworzą się współcześnie. Waga odkrycia polega na tym, że istnienie tej molekuły w kosmosie przestało być hipotezą, stało się faktem.

23.4 Kometa 46/P Wirtanen nie tylko była ozdobą nieba ostatniej zimy. Podpowiedziała także rozwiązanie ważnego problemu: skąd się wzięła woda na Ziemi, pierwotnie całkiem suchej? Najprostsza myśl: została naniesiona przez komety. Ale był kłopot ze składem izotopowym wody w przypadku niektórych komet, które zawierają parę razy więcej ciężkiej wody (z deuterem zamiast zwykłego wodoru: D_2O lub DHO) niż ziemskie oceany. Zmierzony stosunek D/H w komecie Wirtanena (i u jeszcze paru komet) okazał się taki sam jak na Ziemi. Skąd ta rozbieżność? Kometa Wirtanena była „hiperaktywna", woda w jej otoczce powstała ze świeżego lodu, który wydostał się z wnętrza. Tymczasem u komet bogatych w deuter sublimuje „zwietrzały" śnieg, od bardzo dawna zalegający na powierzchni. Jest więc chyba tak, że wszystkie komety zbudowane są głównie z takiej samej wody jak na Ziemi i każdy jej łyk, który wypijamy, był niegdyś częścią jakiejś komety.

23.4 Na pierwszy rzut oka zdjęcie u góry sąsiedniej strony przedstawia typową kometę, z dwoma warkoczami: pyłowym i gazowym. Ale tym razem oba warkocze są pyłowe, a ich źródłem jest planetoida (6478) Gault. Planetek

ODKRYCIA I WYDARZENIA ASTRONOMICZNE

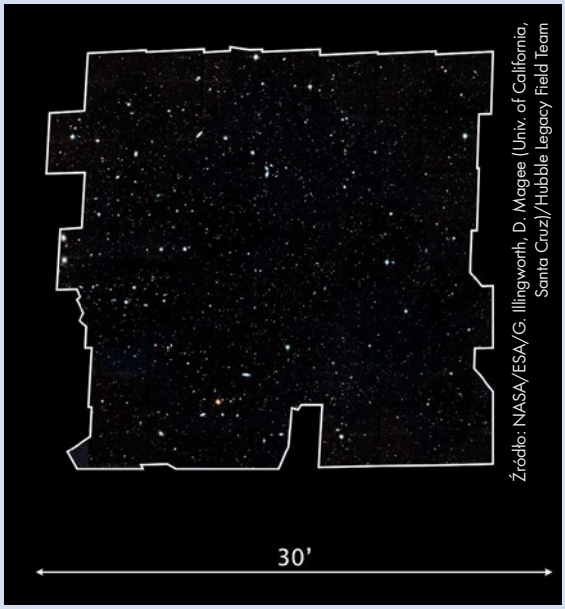

Źródło: NASA /ESA/K. Meech, J. Kleyna (Univ. of Hawaii) /O. Hainaut (ESO)

udających czasem kometę znamy ok. 20, ale ta okazała się wyjątkowa. Po wykonaniu tego zdjęcia przeszukano archiwa. Okazało się, że podobną aktywność obiekt ten wykazywał już wielokrotnie od 2013 r. Przyczyna? Przy średnicy 4 km planetka ta wiruje z okresem tylko ~2^h, co oznacza, że słaba grawitacja ledwie równoważy siłę odśrodkową. Wystarczy mały impuls, by z powierzchni wzbił się tuman kurzu, który już nie opada, lecz na zawsze ucieka w przestrzeń. Planetoida Gault powoli rozpada się na naszych oczach.

26.4 Odległość do Wielkiego Obłoku Magellana to pierwszy szczebel kosmicznej drabiny odległości. Nowe wyznaczenie tej wielkości z dokładnością do 1% (dzieło głównie polskich astronomów) pozwoliło uzyskać jeszcze bardziej precyzyjną wartość stałej Hubble'a: H_o = 74,0 ± 1,4 km/s/Mpc. Ostatecznie prysła nadzieja, że samą niepewnością pomiarów uda się wyjaśnić rozbieżność pomiędzy obecnie obserwowanym tempem ekspansji Wszechświata a wynikającym z pomiarów promieniowania tła: H_o = 66,9 ± 0,7 km/s/Mpc (zob. „Urania" 5/2016, s. 6). Prawdopodobieństwo tego, że różnica pomiędzy nimi jest istotnie różna od 0, wynosi już 99,999%. Nowa fizyka jest niezbędna.

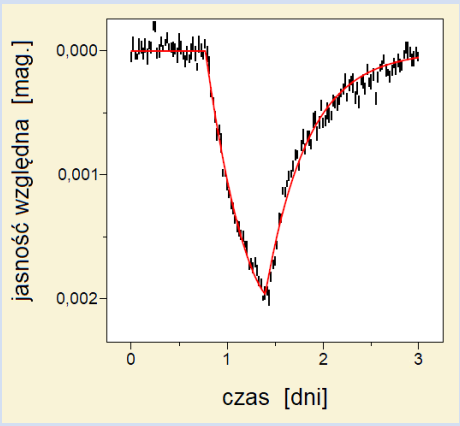
2.5 Po półtorarocznej przerwie, poświęconej na prace modernizacyjne, obserwatorium fal grawitacyjnych LIGO-Virgo wznowiło pracę 1 kwietnia. Już pierwszy miesiąc przyniósł 5 prawdopodobnych detekcji, zwiększając ich łączną liczbę do 16. Źródłem trzech z nich były zlewające się pary czarnych dziur. Natomiast wydarzenie z 25 kwietnia (oznaczone symbolem S190425z) wygląda na drugą kilonową – efekt połączenia dwóch gwiazd neutronowych, podobną do zjawiska GW170817 („Urania" 6/2017, s. 20; 1/2018, s. 10). Najciekawszy jednak jest przypadek z 26 kwietnia (S190426c), który wygląda na skutek nigdy przedtem nie widzianego wchłonięcia gwiazdy neutronowej przez czarną dziurę. Obu tym zdarzeniom powinna towarzyszyć emisja promieniowania elektromagnetycznego. Jednak tym razem intensywne poszukiwania w tej dziedzinie okazały się bezowocne.

2.5 Pozornie nieciekawe zdjęcie u dołu strony to zaprezentowany właśnie obraz Pola Dziedzictwa Hubble'a (Hubble Legacy Field), wolnego od jasnych gwiazd obszaru nieba w gwiazdozbiorze Pieca. Jest to mozaika 7500 zdjęć, wykonanych przez Kosmiczny Teleskop Hubble'a w 31 różnych programach na przestrzeni 16 lat, łącznie eksponowanych przez 250 dni. To największy spójny zbiór danych o 265 000 galaktykach zawartych w tym polu. Światło od najdalszych z nich rozpoczęło wędrówkę ku nam zaledwie 500 mln lat po Wielkim Wybuchu. Kopalnia wiedzy o ewolucji galaktyk.



Źródło: NASA/ESA/G. Illingworth, D. Magee (Univ. of California, Santa Cruz)/Hubble Legacy Field Team

20.5 Mniej lub bardziej wyraźne świadectwa istnienia komet w innych układach planetarnych zbierają się już od paru lat. Ostatnie obserwacje gwiazdy β Pictoris wykonane przez satelitę TESS są szczególnie przekonujące. W ciągu 105 dni śledzenia zarejestrowano trzy asymetryczne pociemnienia, z których najsilniejsze miało głębokość 0,002^m i trwało prawie 3 dni (czarne kreski na rys. niżej). Dokładnie taki efekt powinno dać przejście przed tarczą gwiazdy komety z długim warkoczem (czerwona linia na rysunku). Sprawa jest raczej przesądzona: komety krążące wokół innych gwiazd to fakt obserwacyjny.



Wg S. Zieba i in. arXiv:1903.11071

27.5 Koronalne wyrzuty masy (CME – coronal mass ejection) to najbardziej dramatyczny przejaw aktywności magnetycznej Słońca. Olbrzymie ilości materii wystrzeliwują wtedy w przestrzeń, niekiedy docierając do Ziemi. Oczywiście takie zjawiska powinny zachodzić także u innych gwiazd, zwłaszcza że wiele z nich ma pola magnetyczne znacznie silniejsze od słonecznego. Ale niewątpliwa rejestracja takiego zdarzenia udała się po raz pierwszy. Dokonano tego, obserwując satelitą rentgenowskim Chandra gwiazdę OU Andromedae olbrzym typu G1III o masie 3 $M_\odot$. Zaobserwowany wyrzut uniósł w kosmos 10 tys. razy więcej materii niż najpotężniejsze CME słoneczne. Takie zjawiska mogą więc być całkiem skutecznym mechanizmem utraty masy i momentu pędu gwiazd.

Wybrał i skomentował: Marek Muciek

Kwiecień – maj 2019

3.04 SpaceX rozpoczął testy prototypu supercięższej rakiety nośnej Starship. Firma przeprowadziła na stanowisku krótkie odpalenia pojedynczego silnika Raptor, zamontowanego do prototypu rakiety. Jak poinformował Elon Musk, założyciel firmy, Starhopper podniósł się na skutek odpalenia i naciągnął liny, którymi był przymocowany do stanowiska.

Starship ma być drugim stopniem i jednocześnie statkiem załogowym rakiety Super Heavy, która ma umożliwić wynoszenie dużej ilości osób i towarów na Marsa i do innych celów poza Ziemią.

4.04 Rosyjska rakieta Sojuz 2.1a wyniosła w kierunku Międzynarodowej Stacji Kosmicznej towarowy statek Progress MS-11. Do ISS trafiło 3,4 t zaopatrzenia: paliwa, wody, powietrza do systemów podtrzymywania życia, jedzenia i wyposażenia dla załogi oraz sprzętu konserwacyjnego. Statek testował szybką trajektorię spotkania ze stacją, bijąc przy tym rekord czasu od startu do dokowania – zajęło to jedynie 3 godz. i 21 min.

4.04 Z Gujany Francuskiej wystartowała „europejska" wersja rakiety Sojuz (Sojuz ST-B), która wyniosła czwórkę satelitów sieci telekomunikacyjnej O3b firmy SES. To ostatnia partia satelitów pierwszej generacji systemu. 20 obecnie aktywnych satelitów operuje na równikowej średniej orbicie okołoziemskiej (wysokość 8063 km) i dostarcza szerokopasmowych usług komunikacyjnych.

Źródło: Arianespace

Rakieta Sojuz ST-B startująca z kosmodromu Kourou z czwórką satelitów sieci O3b

5.04 Sonda Hayabusa2 dokonała udanego zrzucenia materiałów wybuchowych na powierzchnię asteroidy Ryugu. Celem operacji było utworzenie sztucznego krateru, na podstawie którego można wnioskować o cechach fizycznych obiektu i materiale skalnym niedostępnym bezpośrednio na powierzchni. Japoński próbnik bada asteroidę klasy C od 2018 r. – oprócz wielu obserwacji zdalnych, sonda zrzuciła na powierzchnię trzy łaziki i wykonała lądowanie, podczas którego pobrała próbki. Pozyskane skały mają wrócić na Ziemię w 2020 r.

7.04 W wyniku wycieku paliwa utracono kontrolę nad satelitą telekomunikacyjnym Intelsat 29e. Statek został zbudowany dla telekomunikacyjnego giganta Intelsat przez firmę Boeing na bazie firmowej platformy 702MP. Satelita został umieszczony na orbicie w 2016 r. Oferował usługi transmisyjne szerokiej przepustowości na pasmach radiowych C, Ku i Ka.

11.04 W pierwszym komercyjnym starcie rakieta Falcon Heavy firmy SpaceX umieściła na orbicie geostacjonarnej satelitę telekomunikacyjnego Arabsat-6A dla firmy z Arabii Saudyjskiej. Był to drugi w historii start największej obecnie rakiety nośnej na świecie. Boczne człony rakiety wróciły i wylądowały na stanowiskach na brzegu Cape Canaveral. Środkowy człon wylądował na autonomicznej barce, jednak uległ znacznemu uszkodzeniu podczas transportu na wzburzonym oceanie.

11.04 Należący do izraelskiej organizacji SpaceIL lądownik Beresheet rozbił się podczas próby lądowania na powierzchni Księżyca. Podczas hamowania przed lądowaniem awarii uległ żyroskop, który spowodował wyłączenie głównego silnika sondy. Gdy załodze naziemnej udało się skontaktować z lądownikiem i po restarcie systemu ponownie uruchomić silnik, ten był już za nisko i miał za dużą prędkość. W rezultacie sonda rozbiła się nad północnymi krańcami morza księżycowego Mare Serenitatis.

Wysłany w lutym przez rakietę Falcon 9 lądownik miał być pierwszą prywatną sondą, która wyląduje na Srebrnym Globie.

13.04 Po raz pierwszy oblatano Stratolaunch – największy obecnie samolot świata, który ma być przeznaczony jako platforma do startów rakiet z powietrza. Lot trwał 2,5 h, a samolot osiągnął pułap 5 200 m. Nie wiadomo jednak, jaka przyszłość czeka projekt. Początkowo w planach było przeznaczenie samolotu do wynoszenia rakiet Pegasus lub jej powiększonej wersji Pegasus XL firmy Northrop Grumman, jednak zrezygnowano z tych planów, a w czerwcu br. pojawiły się informacje o ofercie sprzedaży statku powietrznego przez posiadający go holding Vulcan.

Źródło: Stratolaunch Systems

Samolot Stratolaunch podczas pierwszego oblotu

18.04 Rakieta Antares wyniosła w drogę do Międzynarodowej Stacji Kosmicznej statek zaopatrzeniowy Cygnus. Na pokładzie znalazł się ładunek o masie 3,8 t: eksperymenty naukowe, demonstratory technologiczne, zaopatrzenie dla załogi oraz kilkadziesiąt nanosatelitów.

Wśród satelitów znalazły się dwa zbudowane w Polsce: Światowid – komercyjny nanosatelita standardu CubeSat 2U wrocławskiej firmy SatRevolution, która testuje własną platformę satelitarną oraz KRAK-Sat – nanosatelita standardu CubeSat 1U zbudowany przez krakowskich studentów Akademii Górniczo-Hutniczej i Uniwersytetu Jagiellońskiego. Krakowski satelita bazuje na platformie dostarczonej przez firmę SatRevolution i przetestuje eksperymentalne koło zamachowe, wykorzystujące rozpędzony ferrofluid w torusowym zbiorniku. Polskie ładunki zostaną wypuszczone w najbliższych miesiącach przez astronautów z pokładu ISS, za pomocą platformy firmy NanoRacks.

20.04 Egzemplarz testowy statku Crew Dragon, biorący udział w pierwszej bezzałogowej

misji demonstracyjnej do Międzynarodowej Stacji Kosmicznej uległ całkowitemu zniszczeniu podczas serii testów napędu na stanowisku w Cape Canaveral.

Zniszczenie kapsuły wpłynie na pewno na harmonogram prac firmy SpaceX, która przygotowywała się do testu ucieczki kapsuły ze stanowiska startowego (to ten egzemplarz miał być wykorzystany), a później do demonstracyjnego lotu załogowego.

Stany Zjednoczone utraciły zdolność do wynoszenia załóg na niską orbitę okołoziemską po zakończeniu programu wahadłowców. Firmy SpaceX i Boeing rozwijają statki, które w najbliższych latach będą umożliwiały transport astronautów na Międzynarodową Stację Kosmiczną.

2.05 Rakieta New Shepard firmy Blue Origin wykonała kolejny udany lot suborbitalny ze swoją kapsułą, która wkrótce może zacząć wynosić pierwszych turystów do granicy kosmosu. W majowej próbie w statku umieszczono 38 eksperymentów do przeprowadzenia w warunkach nieważkości. Klientami firmy w tym locie była NASA i podmioty prywatne. Jednostopniowa rakieta po wyniesieniu kapsuły wylądowała w wyznaczonej strefie, a kapsuła wróciła na Ziemię na spadochronach. Był to już 10. udany lot systemu i 5. udany lot tego egzemplarza rakiety.

4.05 Rakieta Falcon 9 firmy SpaceX wyniosła w kierunku Międzynarodowej Stacji Kosmicznej swój statek towarowy Dragon CRS-17. Wewnątrz statku umieszczono prawie 2,5 t towaru: eksperymentów naukowych, zaopatrzenia dla załogi i sprzętu potrzebnego do działania stacji. Wykorzystany w misji egzemplarz kapsuły Dragon był już w przestrzeni kosmicznej podczas misji CRS-12 w 2017 r.

5.05 Rakieta Electron amerykańskiej firmy Rocket Lab wystartowała z prywatnego kosmodromu w Nowej Zelandii, wynosząc na orbitę trzy eksperymentalne ładunki dla Sił Powietrznych Stanów Zjednoczonych. Największym ładunkiem misji był ważący 150 kg satelita Harbinger zbudowany przez firmę York Space Systems z Denver. Na satelicie znalazło się kilka demonstratorów technologii, m.in. mały radar syntetycznej apertury SAR zbudowany przez polsko-fińską firmę ICEYE oraz terminal komunikacji laserowej od amerykańskiej firmy BridgeSat. Był do pierwszy kontrakt realizowany przez tego operatora rakietowego dla amerykańskiego wojska.

17.05 Rakieta Długi Marsz 3C umieściła na orbicie transferowej do geostacjonarnej kolejnego satelitę chińskiego systemu nawigacji Beidou. To już 45. satelita systemu wysłany od początku budowy sieci w 2000 r. Chiny chcą osiągnąć globalny zasięg swojego systemu już w 2020 r.

22.05 Z kosmodromu Taiyuan wystartowała rakieta Długi Marsz 4C z chińskim tajnym obserwacyjnym satelitą wojskowym serii Yaogan. Na skutek awarii trzeciego stopnia ładunek nie osiągnął jednak orbity. Jest to drugi nieudany lot orbitalny Chin w 2019 r. Poprzednio w marcu nie udał się debiut komercyjnego systemu firmy OneSpace.

23.05 Rakieta Falcon 9 firmy SpaceX umieściła z powodzeniem na orbicie pierwszych 60 satelitów własnej tworzonej flotylli telekomunikacyjnej Starlink. Firma chce swoim systemem świadczyć usługi dostępu do szerokopasmowego internetu na całej planecie. Urządzenia Starlink budowane są w oparciu o tanią platformę satelitarną, która ma umożliwiać krótki cykl produkcyjny i rozwojowy systemu. Do połowy przyszłej dekady SpaceX chce operować 12 000 satelitami na trzech różnych wysokościach orbitalnych. Całkowita masa wystrzelonego ładunku wyniosła 13 620 kg, co stanowi rekord firmy.

23.05 NASA wybrała firmę Maxar (dawniej znaną jako SSL) na głównego wykonawcę modułu elektryczno-napędowego przyszłej wokółksiężycowej stacji kosmicznej Gateway. Kilka miesięcy temu agencja ogłosiła przyspieszenie załogowego programu księżycowego, który zakłada pierwsze lądowanie załogowe na powierzchni Srebrnego Globu w 2024 r. Do tego czasu na orbicie wokół Księżyca ma powstać zalążek przyszłej większej stacji kosmicznej Gateway, która ma stanowić punkt wypadowy do misji na powierzchnię i dalszych misji poza bliskie otoczenie Ziemi.

27.05 Rakieta Sojuz 2.1b wyniosła na orbitę satelitę Glonass-M rosyjskiego systemu nawigacyjnego. Urządzenie zastąpi jednego ze starych satelitów systemu. Seria Glonass-M to druga generacja systemu, której satelity zaczęły trafiać na orbitę w 2003 r. Od 2011 r. Rosja zaczęła budowę 3. generacji nazwanej Glonass-K.

Źródło: NASA

Kosmonauci Oleg Kononienko i Aleksiej Owczynin podczas pracy przy module Pirs na zewnątrz Międzynarodowej Stacji Kosmicznej

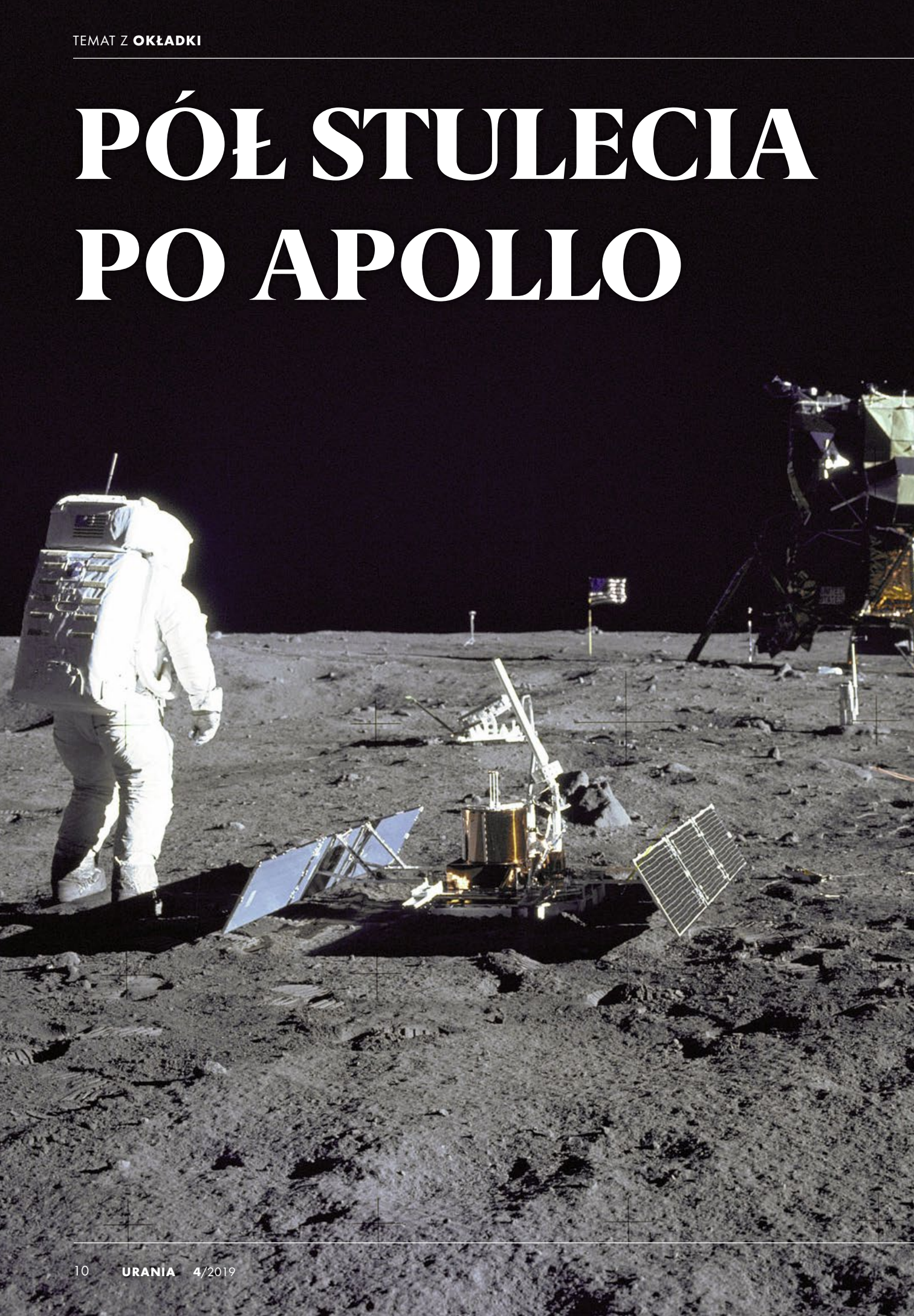
29.05 Oleg Kononienko i Aleksiej Owczynin wykonali udany spacer konserwacyjny na zewnątrz Międzynarodowej Stacji Kosmicznej. Dla Kononienki było to już 5. w karierze wyjście, Owczynin debiutował w tej roli. Kosmonauci zainstalowali uchwyty, pobrali prowadzone na zewnątrz eksperymenty i wyrzucili zbędny sprzęt. 217. spacer kosmiczny w historii działania ISS trwał 6 godzin i 1 minutę.

Źródło: SpaceX

Odsłonięta ładownia rakiety Falcon 9 przed wypuszczeniem 60 satelitów Starlink firmy SpaceX

Wybrał i skomentował: Rafał Grabiański

PÓŁ STULECIA PO APOLLO



URANIA
MIESIĘCZNIK
POLSKIEGO TOWARZYSTWA MIŁOŚNIKÓW ASTRONOMII
ROK XL
PAŹDZIERNIK 1969
Nr 10

Historyczna publikacja Uranii w konfrontacji ze współczesnym artykułem Częstochowskiego Kalendarza Astronomicznego*

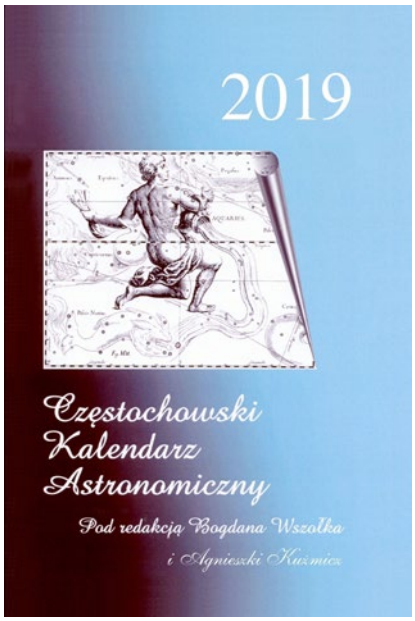
Nowy wyścig księżycowy?

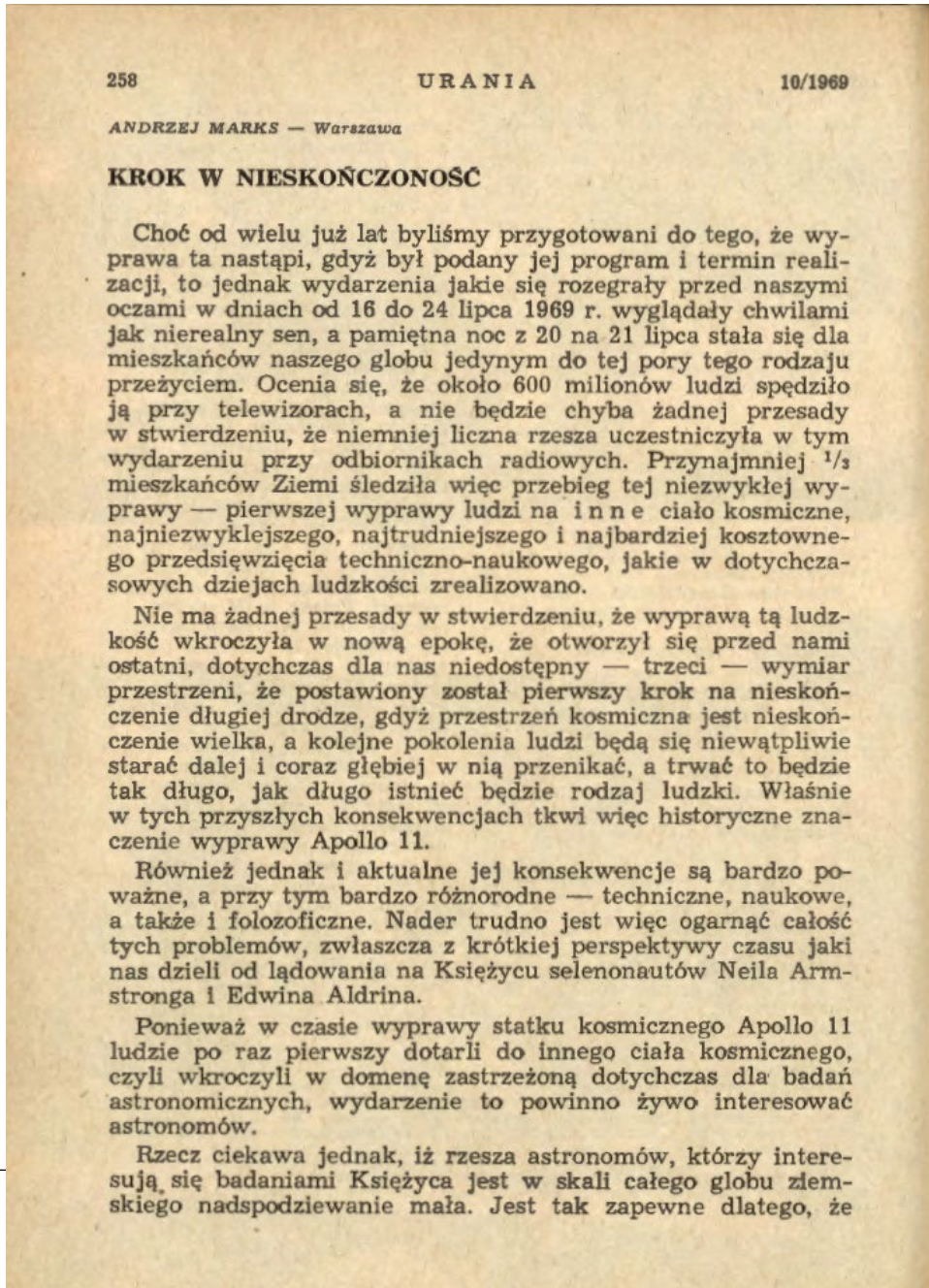
Jacek Kruk

W latach 60. i 70. ubiegłego wieku Księżyc był intensywnie badany przez sondy automatyczne oraz wyprawy załogowe. Obecnie po upływie niemal pół wieku człowiek dysponuje znacznie bardziej zaawansowanymi technologiami kosmicznymi, a jednak nie potrafi powrócić na Księżyc. Nawet posyłanie automatycznych sond na jego powierzchnię dotąd zdarzało się skrajnie rzadko. Spróbujmy odpowiedzieć dlaczego.

Potrafimy dziś osadzić lądownik na jądrze komety lub przeprowadzić lądowanie na odległym księżycu Saturna Tytanie, tymczasem nasz Księżyc od 1976 r. doczekał się tylko jednego lądownika — chińskiej sondy Chang'e 3 w końcu roku 2013.

* Częstochowski Kalendarz Astronomiczny jest unikatowym, kilkusetstronicowym wydawnictwem stowarzyszenia Astronomia Nova. Oprócz kalendarium astronomicznego i tabel zawiera bogato ilustrowaną kronikę działalności stowarzyszenia, relacje z konferencji, wspomnienia, artykuły popularnonaukowe i przyczynki naukowe (po angielsku). Artykuł jest przedrukiem — z drobnymi aktualizacjami — z tomu na rok 2019. Wersje elektroniczne Kalendarza są dostępne na stronie www.astronomianova.org (zakładka „publikacje").





258 URANIA 10/1969

ANDRZEJ MARKS — Warszawa

KROK W NIESKOŃCZONOŚĆ

Choć od wielu już lat byliśmy przygotowani do tego, że wyprawa ta nastąpi, gdyż był podany jej program i termin realizacji, to jednak wydarzenia jakie się rozegrały przed naszymi oczami w dniach od 16 do 24 lipca 1969 r. wyglądały chwilami jak nierealny sen, a pamiętna noc z 20 na 21 lipca stała się dla mieszkańców naszego globu jedynym do tej pory tego rodzaju przeżyciem. Ocenia się, że około 600 milionów ludzi spędziło ją przy telewizorach, a nie będzie chyba żadnej przesady w stwierdzeniu, że niemniej liczna rzesza uczestniczyła w tym wydarzeniu przy odbiornikach radiowych. Przynajmniej 1/3 mieszkańców Ziemi śledziła więc przebieg tej niezwykłej wyprawy — pierwszej wyprawy ludzi na i n n e ciało kosmiczne, najniezwyklejszego, najtrudniejszego i najbardziej kosztownego przedsięwzięcia techniczno-naukowego, jakie w dotychczasowych dziejach ludzkości zrealizowano.

Nie ma żadnej przesady w stwierdzeniu, że wyprawą tą ludzkość wkroczyła w nową epokę, że otworzył się przed nami ostatni, dotychczas dla nas niedostępny — trzeci — wymiar przestrzeni, że postawiony został pierwszy krok na nieskończenie długiej drodze, gdyż przestrzeń kosmiczna jest nieskończenie wielka, a kolejne pokolenia ludzi będą się niewątpliwie starać dalej i coraz głębiej w nią przenikać, a trwać to będzie tak długo, jak długo istnieć będzie rodzaj ludzki. Właśnie w tych przyszłych konsekwencjach tkwi więc historyczne znaczenie wyprawy Apollo 11.

Również jednak i aktualne jej konsekwencje są bardzo poważne, a przy tym bardzo różnorodne — techniczne, naukowe, a także i folozoficzne. Nader trudno jest więc ogarnąć całość tych problemów, zwłaszcza z krótkiej perspektywy czasu jaki nas dzieli od lądowania na Księżycu selenonautów Neila Armstronga i Edwina Aldrina.

Ponieważ w czasie wyprawy statku kosmicznego Apollo 11 ludzie po raz pierwszy dotarli do innego ciała kosmicznego, czyli wkroczyli w domenę zastrzeżoną dotychczas dla badań astronomicznych, wydarzenie to powinno żywo interesować astronomów.

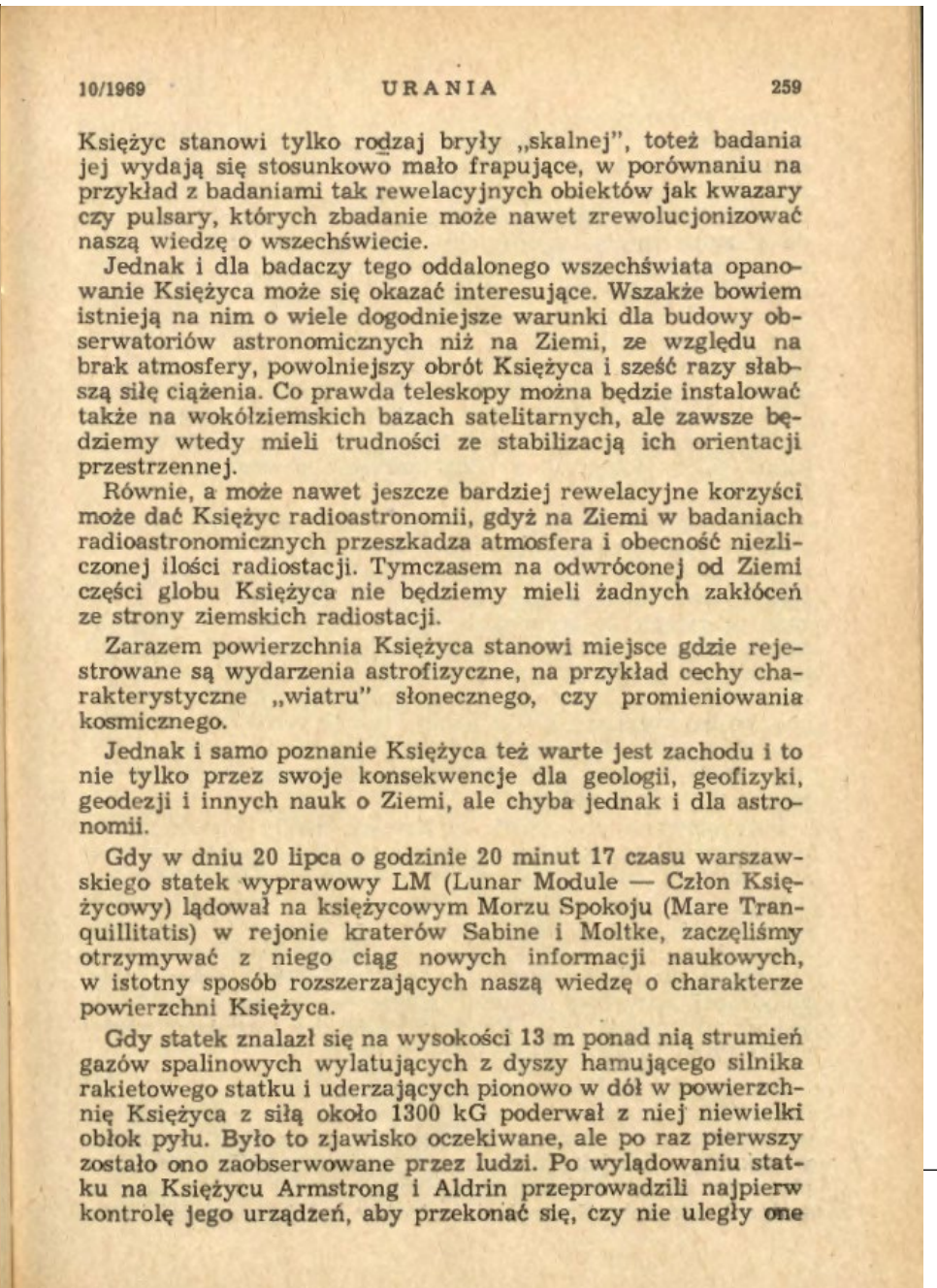
Rzecz ciekawa jednak, iż rzesza astronomów, którzy interesują się badaniami Księżyca jest w skali całego globu ziemskiego nadspodziewanie mała. Jest tak zapewne dlatego, że

Kolejnym lądownikiem miał być indyjski Vikram, którego start wyznaczono najpierw na kwiecień 2018, potem na październik 2018, a obecnie mówi się o styczniu 2019 r. Z powodu tych opóźnień został on wyprzedzony przez następny chiński lądownik Chang'e 4, który wystartował 7 grudnia 2018 r. Na I kwartał 2019 roku zapowiedziano też start izraelskiego lądownika Beresheet. Niezależnie od kolejności, w jakiej ostatecznie te aparaty znajdą się na Księżycu, warto zauważyć, że do nowego wyścigu księżycowego przystąpiły nie główne mocarstwa kosmiczne, lecz młode „tygrysy" azjatyckie…

PIERWSZE LĄDOWANIA

Zanim omówimy szykujące się misje księżycowych lądowników, warto sprawdzić, jak kiedyś dostarczano na powierzchnię naszego satelity sondy automatyczne. Pierwsze miękkie lądowanie sondy na Księżycu było dziełem rosyjskich specjalistów rakietowych: Łuna-9 wysłana 31 stycznia 1966 r. rakietą Mołnia-M osiadła łagodnie na księżycowym Oceanie Burz (Oceanus Procellarum) 3 lutego i przekazała pierwsze panoramy powierzchni naszego satelity. Sonda miała masę 1580 kg, a sam lądownik 99 kg, działał on na powierzchni do 6 lutego 1966 r. Eksperyment został powtórzony w końcu tego samego roku, kiedy Łuna-13 wylądowała również na Oceanie Burz, ale 11 stopni na północ od swej poprzedniczki, w dniu 24 grudnia 1966 r. Również działała

Rysunek przedstawiający Łunę-9 i moduł hamujący (na drugim planie)



10/1969 URANIA 259

Księżyc stanowi tylko rodzaj bryły „skalnej", toteż badania jej wydają się stosunkowo mało frapujące, w porównaniu na przykład z badaniami tak rewelacyjnych obiektów jak kwazary czy pulsary, których zbadanie może nawet zrewolucjonizować naszą wiedzę o wszechświecie.

Jednak i dla badaczy tego oddalonego wszechświata opanowanie Księżyca może się okazać interesujące. Wszakże bowiem istnieją na nim o wiele dogodniejsze warunki dla budowy obserwatoriów astronomicznych niż na Ziemi, ze względu na brak atmosfery, powolniejszy obrót Księżyca i sześć razy słabszą siłę ciążenia. Co prawda teleskopy można będzie instalować także na wokółziemskich bazach satelitarnych, ale zawsze będziemy wtedy mieli trudności ze stabilizacją ich orientacji przestrzennej.

Równie, a może nawet jeszcze bardziej rewelacyjne korzyści może dać Księżyc radioastronomii, gdyż na Ziemi w badaniach radioastronomicznych przeszkadza atmosfera i obecność niezliczonej ilości radiostacji. Tymczasem na odwróconej od Ziemi części globu Księżyca nie będziemy mieli żadnych zakłóceń ze strony ziemskich radiostacji.

Zarazem powierzchnia Księżyca stanowi miejsce gdzie rejestrowane są wydarzenia astrofizyczne, na przykład cechy charakterystyczne „wiatru" słonecznego, czy promieniowania kosmicznego.

Jednak i samo poznanie Księżyca też warte jest zachodu i to nie tylko przez swoje konsekwencje dla geologii, geofizyki, geodezji i innych nauk o Ziemi, ale chyba jednak i dla astronomii.

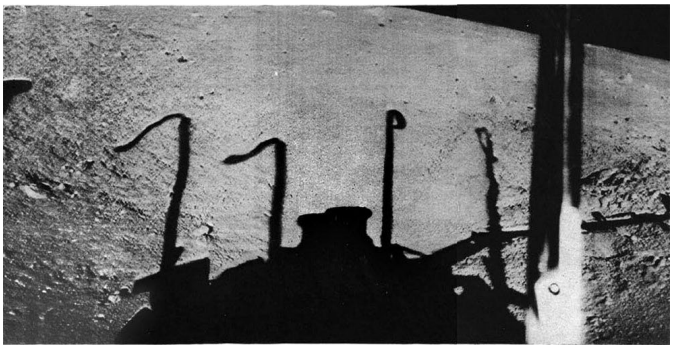
Gdy w dniu 20 lipca o godzinie 20 minut 17 czasu warszawskiego statek wyprawowy LM (Lunar Module — Człon Księżycowy) lądował na księżycowym Morzu Spokoju (Mare Tranquillitatis) w rejonie kraterów Sabine i Moltke, zaczęliśmy otrzymywać z niego ciąg nowych informacji naukowych, w istotny sposób rozszerzających naszą wiedzę o charakterze powierzchni Księżyca.

Gdy statek znalazł się na wysokości 13 m ponad nią strumień gazów spalinowych wylatujących z dyszy hamującego silnika rakietowego statku i uderzających pionowo w dół w powierzchnię Księżyca z siłą około 1300 kG poderwał z niej niewielki obłok pyłu. Było to zjawisko oczekiwane, ale po raz pierwszy zostało ono zaobserwowane przez ludzi. Po wylądowaniu statku na Księżycu Armstrong i Aldrin przeprowadzili najpierw kontrolę jego urządzeń, aby przekonać się, czy nie uległy one

stosunkowo krótko na powierzchni — do wyczerpania akumulatorów w dniu 28 grudnia. Sondy tej generacji trafiały na Księżyc z bezpośredniej trajektorii dolotowej, bez wchodzenia na orbitę wokółksiężycową, co ograniczało rejon lądowania do zachodniej półkuli widocznej tarczy Księżyca.

Podobne misje prowadzili specjaliści amerykańscy w ramach programu *Surveyor*. Pierwsza sonda z tej serii wyniesiona 30 maja 1966 r. rakietą Atlas Centaur osiągnęła powierzchnię Księżyca 2 czerwca, również na rozległym Oceanie Burz, ale na południe od równika. Sondy amerykańskie miały zbliżoną masę (1000 kg), ale lądownik był większy (300 kg) i bardziej bogato wyposażony, posiadał własne baterie słoneczne, które pozwalały na pracę w ciągu całego dnia księżycowego (14 dni), w dwóch przypadkach aparaty przeżyły noc księżycową i podjęły pracę w następnym dniu. *Surveyory* również lądowały bezpośrednio (z pominięciem orbity wokółksiężycowej), jednak zasięg ich lądowisk był znacznie szerszy. Ogółem wysłano siedem lądowników, ale *Surveyor-2* i *Surveyor-4* rozbiły się przy lądowaniu. Ostatni z tej serii *Surveyor-7* wylądował na Księżycu 10 stycznia 1968 r. w rejonie dość odległym od równika (41°S), w dodatku w terenie górzystym, na skraju wielkiego krateru Tycho.

Program *Surveyor* podporządkowany był następującemu bezpośrednio po nim programowi Apollo, toteż odkąd amery-

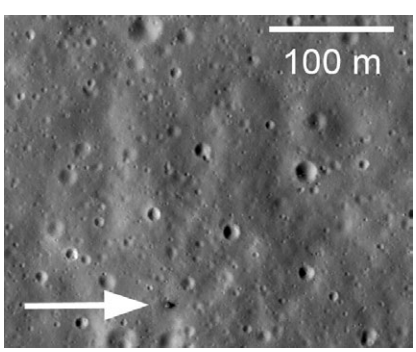


Fotografia z Łuny-13 z widocznym cieniem lądownika na powierzchni Księżyca

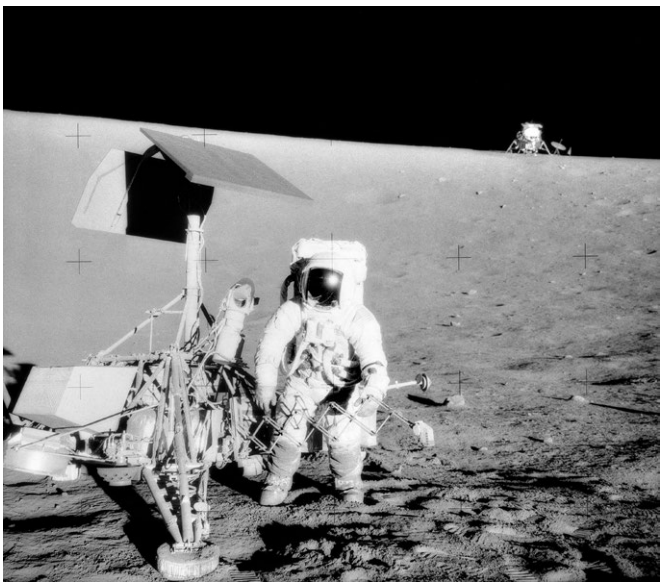
kańscy astronauci rozpoczęli lądowania na Księżycu, NASA zaprzestała wysyłania tam lądowników bezzałogowych. Natomiast Rosjanie kontynuowali swój program *Łuna*, jako że ich załogowe loty na Księżyc nie doszły do skutku.

Kolejna seria rosyjskich lądowników, począwszy od *Łuny-15*, miała masę 5,6 t i wynoszona była rakietą Proton. Przeznaczenie tych sond było dwojakiego rodzaju: albo sprowadzenie na Ziemię próbek gruntu księżycowego (*Łuna-15, 16, 18, 20, 23, 24*), albo dostarczenie na powierzchnię automatycznego pojazdu Łunochod (*Łuna-17, 21*). Przebieg misji przewidywał etap wejścia sondy na wokółksiężycową orbitę, a dopiero potem lądowanie w wybranym rejonie Księżyca. Skuteczność lądowań po próbki gruntu była 50% (pomyślnie wykonały zadanie *Łuna-16, 20* i *24*), zaś w przypadku Łunochodów 100% (nie licząc nieudanych startów rakiety nośnej).

Pierwszą pomyślną misją rosyjskich sond księżycowych nowej generacji był lot *Łuny-16*, rozpoczęty 12 września 1970 r. 17 września sonda weszła na orbitę wokół Księżyca o początkowych parametrach h = 110 km, i = 70°, t = 119 min. 20 września dokonano miękkiego lądowania na księżycowym Morzu Obfitości (Mare Fecunditatis). Masa lądownika wyniosła 1880 kg, z czego 512 kg przypadało na stopień powrotny. Po pobraniu próbki gruntu (101 g) i umieszczeniu jej w aparacie powrotnym 21 września nastąpił start stopnia powrot-



Lądownik Łuny-20 sfotografowany z orbity wokółksiężycowej przez sondę LRO



Surveyor-3 odwiedzony został przez astronautów z Apolla-12 (lądownik Apolla widoczny w prawym gornym rogu)

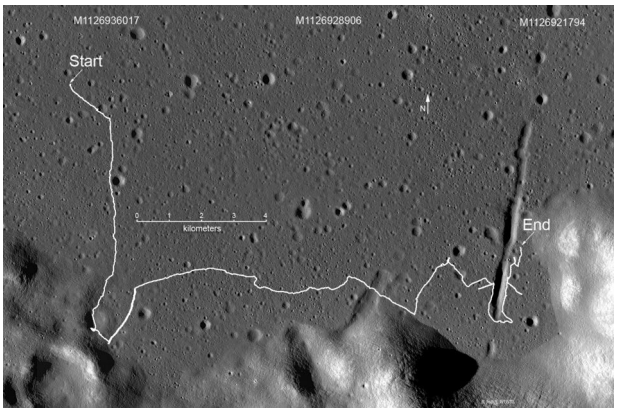
260 URANIA 10/1969

uszkodzeniu w czasie lądowania, a później przygotowali kabinę do natychmiastowego odlotu z Księżyca. Następnie jednak zaczęli oni opisywać wygląd widocznego z dwóch okienek kabiny krajobrazu Księżyca. Ta ich relacja nie wniosła co prawda w istocie rzeczy nic specjalnie nowego w stosunku do tego, co już wiedzieliśmy na temat cech krajobrazu księżycowego na podstawie obrazów przekazanych z lądujących na Księżycu aparatów kosmicznych bez załogi, ale wobec tego, że tym razem dane te pochodziły od istot inteligentnych, więc każde ich słowo miało wartość naukową. Zarazem selenonauci wykonali także pewną ilość fotografii krajobrazu na kliszach barwnych. Zresztą fotografowanie stanowiło w czasie pobytu na Księżycu jedno z głównych ich zajęć i wykonali oni ogółem kilka tysięcy fotografii a także nakręcili pewną ilość taśmy filmowej.

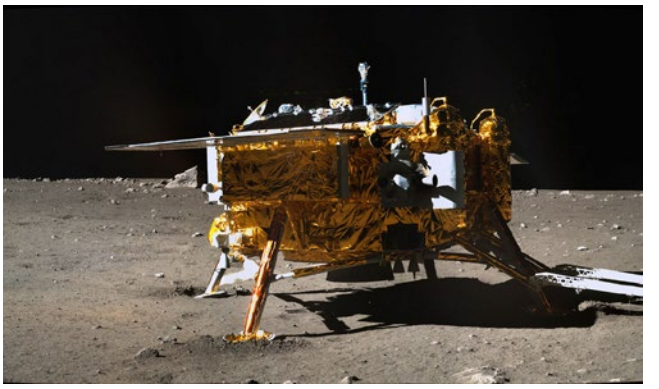
Według pierwotnych planów selenonauci mieli się następnie udać na pięciogodzinny spoczynek, a dopiero po tym mieli oni wyjść na powierzchnię Księżyca. Obaj zdobywcy Srebrnego Globu oświadczyli jednak, że czują się doskonale i wolą od razu przystąpić do wykonania tego zadania. Była to niewątpliwie decyzja słuszna. W stanie podniecenia nerwowego, w jakim się oni znajdowali, na pewno nie udałoby się im zasnąć, tym bardziej, że kabina statku wyprawowego jest bardzo ciasna, bo ma rozmiary klatki windy, tak że tylko jeden z selenonautów może w niej siedzieć (na pokrywie napędowego silnika rakietowego), gdyż normalnie selenonauci przebywają w niej w pozycji stojącej.

Przygotowania do wyjścia na Księżyc trwały jednak znacznie dłużej niż oczekiwano. Selenonauci musieli bowiem w ciasnej kabinie nałożyć na siebie wielowarstwowe skafandry mające wraz z hełmami masę 27 kg, a na plecy musieli nałożyć 61-o kilogramowe tornistry zawierające główne i rezerwowe zapasy tlenu (razem na 4,5 godziny), zapasy chemicznego pochłaniacza dwutlenku węgla (wodorotlenek litu), zapasy wody chłodzącej, aparaturę radiową, baterie elektryczne itd. (Warto jednak wspomnieć, że na Księżycu skafandry i tornistry miały ciężar tylko 15 kg, a selenonauci 12 kg).

Do wyjścia na Księżyc selenonauci byli gotowi w dniu 21 lipca 1969 r. po godzinie 3-ej. Następnie kabina została rozhermetyzowana, a o godzinie 3 minut 29 selenonauci otworzyli właz kabiny. Tak jak planowano na powierzchnię Księżyca jako pierwszy zaczął schodzić Armstrong. Czynił on to bardzo wolno i ostrożnie. Szczególnie ostrożny był jego ostatni krok,



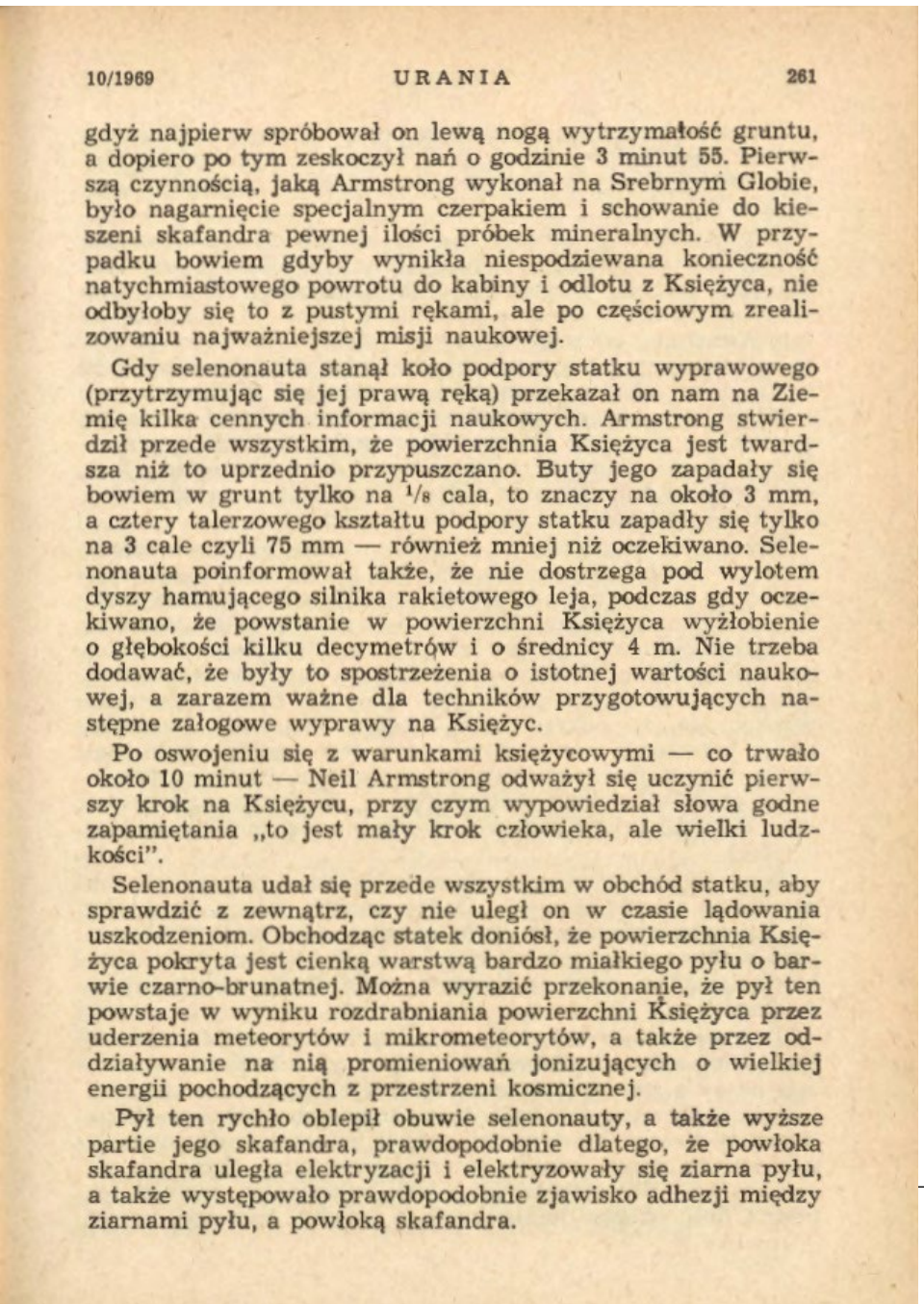
Trasa Łunochoda-2 wykreślona na zdjęciu LRO



Lądownik Chang'e 3 sfotografowany z łazika Yutu (z prawej widoczny trap, po którym Yutu zjechał na powierzchnię)

nego bezpośrednio na Ziemię. Lądownik o masie 35 kg dotarł na Ziemię 24 września 1970 r. Warto w tym miejscu zauważyć, że gdyby powiodła się misja analogicznej *Łuny-15* w lipcu 1969 r., to Rosjanie dysponowaliby próbkami księżycowymi w tym samym czasie, co Amerykanie, choć znacznie mniejszej masy (astronauci z Apolla-11 przywieźli 21,6 kg skał i gruntu księżycowego).

Łuna-20 wylądowała 21 lutego 1972 r. na północnowschodnim skraju Morza Obfitości, a jej aparat powrotny 25 lutego dostarczył na Ziemię 55 g księżycowego gruntu (wg innych źródeł — jedynie 30 g). Lądowanie, podobnie jak w przypadku *Łuny-16* odbyło się w Kazachstanie. I wreszcie ostatnie lądowanie po próbki gruntu i zarazem ostatnie miękkie lądowanie na Księżycu w XX w. odbyło się 18 sierpnia 1976 r.: *Łuna-24* pobrała z księżycowego Morza Przesileń (Mare Crisium) 170 g gruntu i 22 sierpnia aparat powrotny wylądował w obwodzie Tiumeńskim ZSRR. Tym razem grunt pochodził z odwiertu o głębokości 2 m. Uzyskano cenny rdzeń ukazujący budowę warstw podpowierzchniowych Księżyca. Jednak ilość próbek radzieckich była znikoma w porównaniu do ponad 400 kg skał, przywiezionych przez załogi sześciu wypraw Apollo. *Łuna-17* z automatycznym pojazdem Łunochod-1 wystartowała 10 listopada 1970 roku i po 5 dniach weszła na orbitę wokół Księżyca o początkowych parametrach h = 85 km, i = 141°, t = 116 min. 17 listopada sonda wylądowała na księżycowym Morzu Deszczów (Mare Imbrium) i tego samego dnia Łunochod zjechał na powierzchnię. Ośmiokołowy pojazd o masie 756 kg badał powierzchnię Księżyca do 14 września 1971 r., pokonując ogółem 10,5 km trasy. Zmodernizowany Łunochod-2 o masie 836 kg został dostarczony na powierzchnię Księżyca 15 stycznia 1973 r. przez sondę *Łuna-21*. Lądowanie nastąpiło na wschodnim brzegu Morza Jasności (Mare Serenitatis), we wnętrzu krateru LeMonnier. Drugi radziecki pojazd księżycowy pracował krócej (11 maja utracono z nim łączność), jednak pokonał znacznie dłuższy dystans: od 37 do 42 km (wg różnych źródeł). Kolejny pojazd księżycowy pojawił się dopiero 40 lat później…



10/1969 URANIA 261

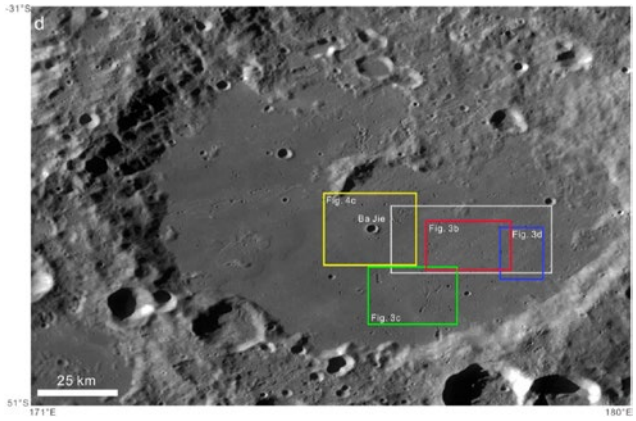
gdyż najpierw spróbował on lewą nogą wytrzymałość gruntu, a dopiero po tym zeskoczył nań o godzinie 3 minut 55. Pierwszą czynnością, jaką Armstrong wykonał na Srebrnym Globie, było nagarnięcie specjalnym czerpakiem i schowanie do kieszeni skafandra pewnej ilości próbek mineralnych. W przypadku bowiem gdyby wynikła niespodziewana konieczność natychmiastowego powrotu do kabiny i odlotu z Księżyca, nie odbyłoby się to z pustymi rękami, ale po częściowym zrealizowaniu najważniejszej misji naukowej.

Gdy selenonauta stanął koło podpory statku wyprawowego (przytrzymując się jej prawą ręką) przekazał on nam na Ziemię kilka cennych informacji naukowych. Armstrong stwierdził przede wszystkim, że powierzchnia Księżyca jest twardsza niż to uprzednio przypuszczano. Buty jego zapadały się bowiem w grunt tylko na 1/8 cala, to znaczy na około 3 mm, a cztery talerzowego kształtu podpory statku zapadły się tylko na 3 cale czyli 75 mm — również mniej niż oczekiwano. Selenonauta poinformował także, że nie dostrzega pod wylotem dyszy hamującego silnika rakietowego leja, podczas gdy oczekiwano, że powstanie w powierzchni Księżyca wyżłobienie o głębokości kilku decymetrów i o średnicy 4 m. Nie trzeba dodawać, że były to spostrzeżenia o istotnej wartości naukowej, a zarazem ważne dla techników przygotowujących następne załogowe wyprawy na Księżyc.

Po oswojeniu się z warunkami księżycowymi — co trwało około 10 minut — Neil Armstrong odważył się uczynić pierwszy krok na Księżycu, przy czym wypowiedział słowa godne zapamiętania „to jest mały krok człowieka, ale wielki ludzkości".

Selenonauta udał się przede wszystkim w obchód statku, aby sprawdzić z zewnątrz, czy nie uległ on w czasie lądowania uszkodzeniom. Obchodząc statek doniósł, że powierzchnia Księżyca pokryta jest cienką warstwą bardzo miałkiego pyłu o barwie czarno-brunatnej. Można wyrazić przekonanie, że pył ten powstaje w wyniku rozdrabniania powierzchni Księżyca przez uderzenia meteorytów i mikrometeorytów, a także przez oddziaływanie na nią promieniowań jonizujących o wielkiej energii pochodzących z przestrzeni kosmicznej.

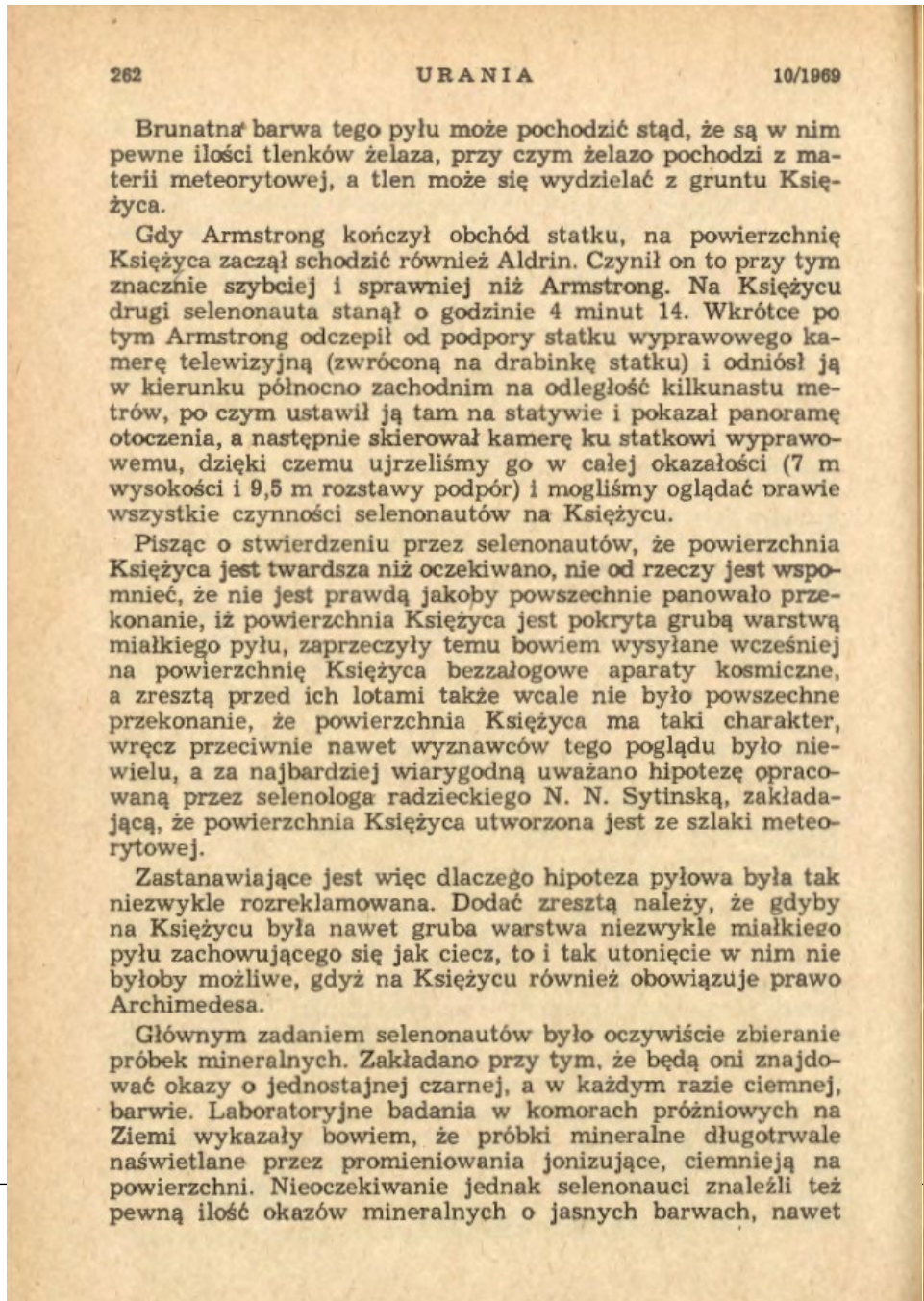
Pył ten rychło oblepił obuwie selenonauty, a także wyższe partie jego skafandra, prawdopodobnie dlatego, że powłoka skafandra uległa elektryzacji i elektryzowały się ziarna pyłu, a także występowało prawdopodobnie zjawisko adhezji między ziarnami pyłu, a powłoką skafandra.



Wizja lądownika Chang'e 4 na odwrotnej stronie Księżyca. Po prawej: Krater von Karmana z zaznaczonym rejonem lądowania (biała ramka)

Tak więc w okresie dekady pomiędzy 1966 a 1976 rokiem dokonano 12 miękkich lądowań automatycznych sond — siedem radzieckich i pięć amerykańskich. W grudniu 2013 r. swój pierwszy lądownik wysłali na Księżyc Chińczycy. Rakieta Chang Zheng 3B wyniosła w kierunku Księżyca sondę *Chang'e 3* o masie 3780 kg zawierającą lądownik oraz niewielki (140 kg) pojazd elektryczny o nazwie Yutu. 6 grudnia 2013 r. sonda osiągnęła orbitę wokół Księżyca, którą następnie modyfikowano, przygotowując lądowanie na Morzu Deszczów. Lądownik miękko osiadł na powierzchni Księżyca 14 grudnia, a po siedmiu godzinach pojazd Yutu zjechał na grunt po specjalnym trapie. Obrazy przekazywane przez kamery lądownika, a także kamery 6-kołowego pojazdu, były znakomitej jakości. Dodatkowo działania chińskiego łazika można było śledzić na fotografiach przesyłanych z orbity wokółksiężycowej przez amerykańską sondę Lunar Reconnaissance Orbiter, która działa tam od 2009 r. Wyposażony w potężne teleobiektywy orbiter pozwolił odnaleźć na powierzchni naszego satelity także inne lądowniki (za wyjątkiem *Łuny-9* i *13*).

Niestety, misja łazika Yutu zakończyła się nieoczekiwanie w trzecim dniu księżycowym, pojazd zdążył okrążyć lądownik, ale po pokonaniu 114 m jego mechanizm napędowy uległ awarii. Dodajmy, że stało się to w odległości około 400 km od miejsca, gdzie 43 lata wcześniej działał Łunochod-1… Następną chińską misją miała być wyprawa po grunt księżycowy, sondę *Chang'e 5* planowano wysłać w grudniu 2017 r., jednak problemy z rakietą nośną Chang Zheng 5 spowodowały przełożenie jej na rok 2019 lub nawet 2020. Natomiast misja z łazikiem księżycowym została powtórzona z wykorzystaniem zapasowego egzemplarza sondy. Pod nazwą *Chang'e 4* wylądowała ona na odwrotnej (niewidocznej z Ziemi) połkuli Księżyca. Aby takie lądowanie było możliwe, trzeba było wcześniej na orbicie wokółksiężycowej, a dokładniej — na orbicie wokół punktu libracyjnego L2 układu Ziemia-Księżyc — umieścić satelitę retransmisyjnego. Jego wysłanie nastąpiło 20 maja 2018 r., satelita o nazwie *Queqiao* został dostarczony na miejsce docelowe 13 czerw-



262 URANIA 10/1969

Brunatna barwa tego pyłu może pochodzić stąd, że są w nim pewne ilości tlenków żelaza, przy czym żelazo pochodzi z materii meteorytowej, a tlen może się wydzielać z gruntu Księżyca.

Gdy Armstrong kończył obchód statku, na powierzchnię Księżyca zaczął schodzić również Aldrin. Czynił on to przy tym znacznie szybciej i sprawniej niż Armstrong. Na Księżycu drugi selenonauta stanął o godzinie 4 minut 14. Wkrótce po tym Armstrong odczepił od podpory statku wyprawowego kamerę telewizyjną (zwróconą na drabinkę statku) i odniósł ją w kierunku północno zachodnim na odległość kilkunastu metrów, po czym ustawił ją tam na statywie i pokazał panoramę otoczenia, a następnie skierował kamerę ku statkowi wyprawowemu, dzięki czemu ujrzeliśmy go w całej okazałości (7 m wysokości i 9,5 m rozstawy podpór) i mogliśmy oglądać prawie wszystkie czynności selenonautów na Księżycu.

Pisząc o stwierdzeniu przez selenonautów, że powierzchnia Księżyca jest twardsza niż oczekiwano, nie od rzeczy jest wspomnieć, że nie jest prawdą jakoby powszechnie panowało przekonanie, iż powierzchnia Księżyca jest pokryta grubą warstwą miałkiego pyłu, zaprzeczyły temu bowiem wysyłane wcześniej na powierzchnię Księżyca bezzałogowe aparaty kosmiczne, a zresztą przed ich lotami także wcale nie było powszechne przekonanie, że powierzchnia Księżyca ma taki charakter, wręcz przeciwnie nawet wyznawców tego poglądu było niewielu, a za najbardziej wiarygodną uważano hipotezę opracowaną przez selenologa radzieckiego N. N. Sytinską, zakładającą, że powierzchnia Księżyca utworzona jest ze szlaki meteorytowej.

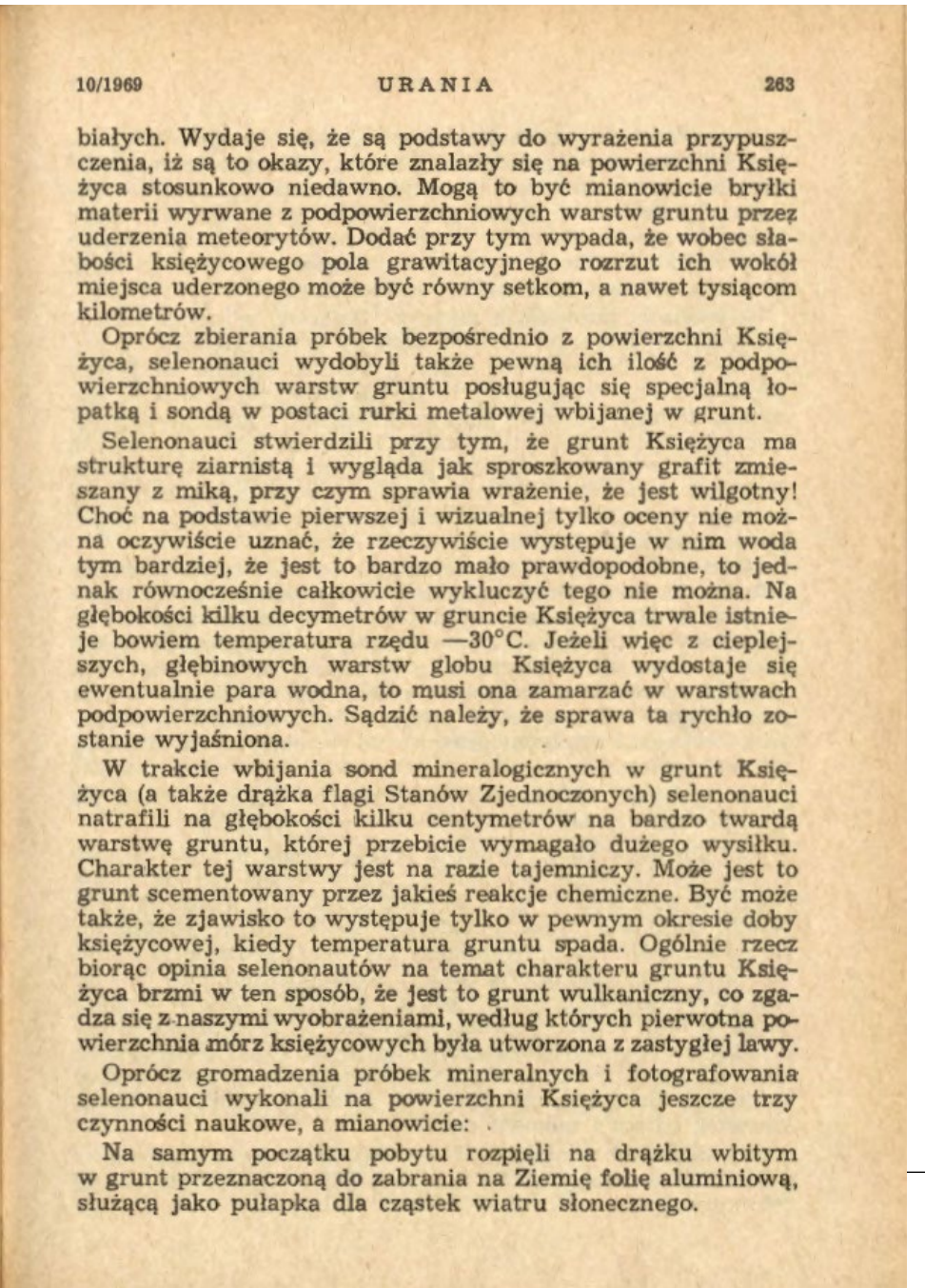
Zastanawiające jest więc dlaczego hipoteza pyłowa była tak niezwykle rozreklamowana. Dodać zresztą należy, że gdyby na Księżycu była nawet gruba warstwa niezwykle miałkiego pyłu zachowującego się jak ciecz, to i tak utonięcie w nim nie byłoby możliwe, gdyż na Księżycu również obowiązuje prawo Archimedesa.

Głównym zadaniem selenonautów było oczywiście zbieranie próbek mineralnych. Zakładano przy tym, że będą oni znajdować okazy o jednostajnej czarnej, a w każdym razie ciemnej, barwie. Laboratoryjne badania w komorach próżniowych na Ziemi wykazały bowiem, że próbki mineralne długotrwale naświetlane przez promieniowania jonizujące, ciemnieją na powierzchni. Nieoczekiwanie jednak selenonauci znaleźli też pewną ilość okazów mineralnych o jasnych barwach, nawet

ca 2018 r. Sam zaś lot *Chang'e 4* odbył się w dniach 7 grudnia — 3 stycznia. Było to pierwsze w historii miękkie lądowanie na odwrotnej stronie Księżyca, wcześniej upadły tam tylko trzy nieczynne orbitery i zbłąkana sonda do twardego lądowania (*Ranger 4*). Na miejsce lądowania wybrano krater von Karmana wewnątrz ogromnego basenu uderzeniowego Biegun Południowy — Aitken. To bardzo ciekawy pod względem planetologicznym region — jedyny z księżycowych basenów uderzeniowych, który nie został wypełniony magmą z wnętrza globu.

Najpotężniejsza indyjska rakieta GLSV Mk3 wyniesie sondę Chandrayaan 2

Wspomnieliśmy na początku, że nowych graczy z Azji Południowo-Wschodniej może uprzedzić izraelski konkurent. Skąd on się w ogóle wziął? Otóż prosto z konkursu Google Lunar X Prize, ogłoszonego jeszcze w 2007 r. i rozwiązanego na początku 2018 r. Przypomnijmy krotko: internetowy gigant Google ogłosił konkurs dla zespołów amatorów (nie mogły w nim uczestniczyć firmy i instytucje państwowe), który polegał na zbudowaniu i dostarczeniu na Księżyc pojazdu zdolnego pokonać odległość 500 m i przekazać na Ziemię zdjęcia i filmy dokumentujące to osiągnięcie. Na zwycięzcę czekała nagroda 20 mln USD, a termin upływał w 2012 r. Początkowo do konkursu zgłosiło się 25 zespołów z całego świata, ale Google najwidoczniej nie docenił stopnia trudności postawionego zadania ani tym bardziej kosztów realizacji. Nie pomogło wielokrotne przesuwanie deadline konkursu ani zwiększenie puli nagród do 30 mln USD. Po dziesięciu latach pozostało na placu boju jeszcze pięć zespołów, w tym izraelski SpaceIL, ale Google rozwiązał konkurs przed kolejną „ostateczną" datą wyznaczoną na 31 marca 2018 r. Izraelczycy postanowili jednak działać nadal i dzięki poparciu sponsorów zarezerwowali miejsce dla swego lądownika *Beresheet*[1] jako ładunku dodatkowego w locie rakiety Falcon-9.



10/1969 URANIA 263

białych. Wydaje się, że są podstawy do wyrażenia przypuszczenia, iż są to okazy, które znalazły się na powierzchni Księżyca stosunkowo niedawno. Mogą to być mianowicie bryłki materii wyrwane z podpowierzchniowych warstw gruntu przez uderzenia meteorytów. Dodać przy tym wypada, że wobec słabości księżycowego pola grawitacyjnego rozrzut ich wokół miejsca uderzonego może być równy setkom, a nawet tysiącom kilometrów.

Oprócz zbierania próbek bezpośrednio z powierzchni Księżyca, selenonauci wydobyli także pewną ich ilość z podpowierzchniowych warstw gruntu posługując się specjalną łopatką i sondą w postaci rurki metalowej wbijanej w grunt.

Selenonauci stwierdzili przy tym, że grunt Księżyca ma strukturę ziarnistą i wygląda jak sproszkowany grafit zmieszany z miką, przy czym sprawia wrażenie, że jest wilgotny! Choć na podstawie pierwszej i wizualnej tylko oceny nie można oczywiście uznać, że rzeczywiście występuje w nim woda tym bardziej, że jest to bardzo mało prawdopodobne, to jednak równocześnie całkowicie wykluczyć tego nie można. Na głębokości kilku decymetrów w gruncie Księżyca trwale istnieje bowiem temperatura rzędu —30°C. Jeżeli więc z cieplejszych, głębinowych warstw globu Księżyca wydostaje się ewentualnie para wodna, to musi ona zamarzać w warstwach podpowierzchniowych. Sądzić należy, że sprawa ta rychło zostanie wyjaśniona.

W trakcie wbijania sond mineralogicznych w grunt Księżyca (a także drążka flagi Stanów Zjednoczonych) selenonauci natrafili na głębokości kilku centymetrów na bardzo twardą warstwę gruntu, której przebicie wymagało dużego wysiłku. Charakter tej warstwy jest na razie tajemniczy. Może jest to grunt scementowany przez jakieś reakcje chemiczne. Być może także, że zjawisko to występuje tylko w pewnym okresie doby księżycowej, kiedy temperatura gruntu spada. Ogólnie rzecz biorąc opinia selenonautów na temat charakteru gruntu Księżyca brzmi w ten sposób, że jest to grunt wulkaniczny, co zgadza się z naszymi wyobrażeniami, według których pierwotna powierzchnia mórz księżycowych była utworzona z zastygłej lawy.

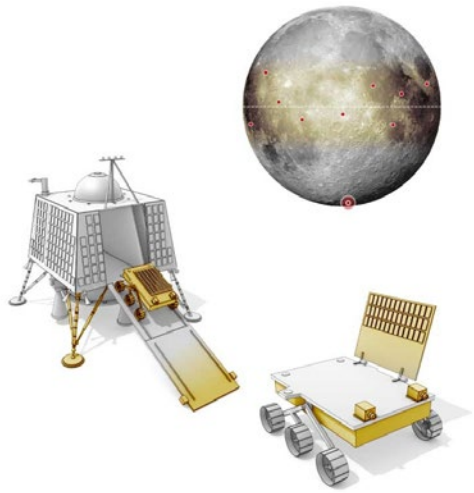
Oprócz gromadzenia próbek mineralnych i fotografowania selenonauci wykonali na powierzchni Księżyca jeszcze trzy czynności naukowe, a mianowicie:

Na samym początku pobytu rozpięli na drążku wbitym w grunt przeznaczoną do zabrania na Ziemię folię aluminiową, służącą jako pułapka dla cząstek wiatru słonecznego.

Izraelski lądownik Beresheet

Szanse na powodzenie tej misji są znikome, tym niemniej przyjrzyjmy się jej bliżej. Sonda o początkowej masie 585 kg ma po lądowaniu mieć masę 180 kg. W przeciwieństwie do pozostałych projektów konkursu Google'a nie posiada ona kołowego pojazdu do przejechania wymaganych 500 m, dystans ów miał zostać pokonany skokiem — poprzez powtórne uruchomienie silnika hamującego sondy. Wobec wyjścia z konkursu zapewne ten ryzykowny

[1] Patrz „kronika" 11.04 s. 8 (przyp. red.)

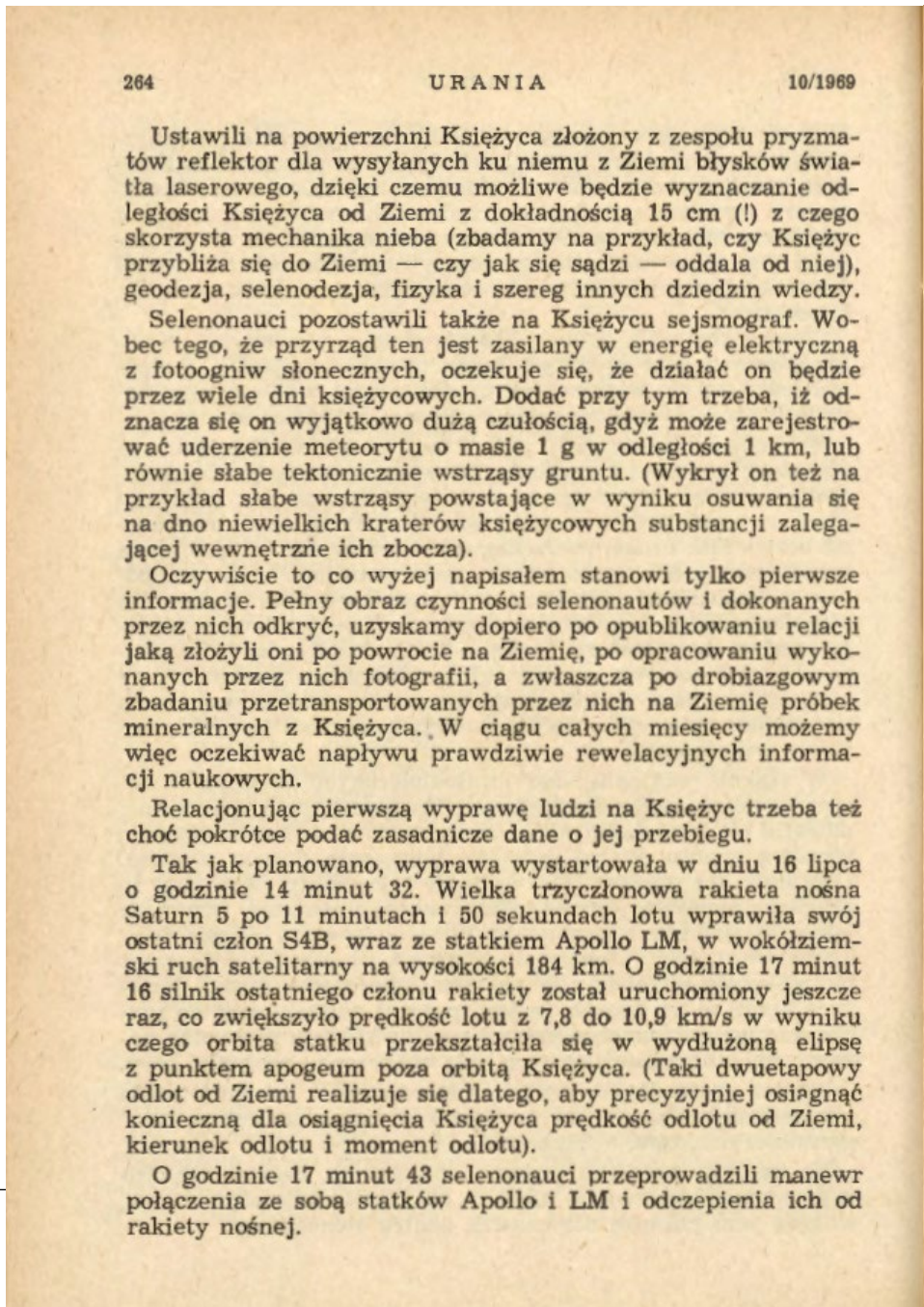


Indyjski lądownik Vikram i łazik oraz mapa Księżyca z zaznaczonymi dotychczasowymi lądowiskami i planowanym lądowiskiem Vikrama w rejonie bieguna południowego

manewr zostanie anulowany — najważniejsze jest samo miękkie lądowanie. Gdyby się to izraelskiej ekipie udało, ich kraj stałby się piątym „mocarstwem księżycowym" po ZSRR, USA, Chinach i Indiach.

Znacznie większe szanse powodzenia ma sonda *Chandrayaan 2*[2], którą zbudowała Indyjska Agencja Kosmiczna ISRO. Sonda składa się z orbitera, lądownika *Vikram* i niewielkiego pojazdu elektrycznego o masie zaledwie 20 kg (cała sonda ma masę 3250 kg). Na początku 2019 r. ma ona zostać wyniesiona w kierunku Księżyca przez rakietę GLSV Mark 3. Docelowa orbita wokółksiężycowa o wysokości 100 km nad powierzchnią osiągnięta zostanie po kilku tygodniach manewrów. Będzie to orbita okołobiegunowa, bowiem lądowanie sondy przewidziano w rejonie południowego bieguna Księżyca. Indyjscy specjaliści kosmiczni podjęli śmiałe wyzwanie już w pierwszej misji — dotychczas bowiem lądowania przeprowadzano w umiarkowanych szerokościach selenograficznych. Lądowanie w rejonie podbiegunowym jest trudniejsze technicznie, a warunki na powierzchni (zwłaszcza oświetlenie słoneczne) są mniej korzystne — ale warto podejmować takie próby, gdyż jest to teren z naukowego punktu widzenia niezwykle interesujący. Wielu ekspertów kosmicznych wątpi w sukces misji *Chandrayaana*, jednak Hindusi już dowiedli, że mimo skromnych nakładów na badania kosmiczne radzą sobie całkiem nieźle — przykładem może być marsjańska sonda *Mangalyaan*, która pracuje na orbicie wokoł Czerwonej Planety od 2014 r., mimo że pesymiści wątpili, czy w ogóle doleci do Marsa.

Vikram ma wylądować na 70 stopniu szerokości selenograficznej południowej, pomiędzy kraterami Manzinus C a Simpelius N. Lądownik (a także minirover) ma pracować 14 dni, czyli przez jeden księżycowy dzień. Natomiast orbiter powinien działać co najmniej rok, przesyłając bardzo dokładne obrazy powierzchni (z rozdzielczością do 25 cm). Pierwotnie w budowie sondy mieli uczestniczyć także rosyjscy specjaliści — w szczególności zbudować pojazd elektryczny, jednak ostatecznie umowa nie doszła do skutku i Hindusi sami go zbudowali. Rosjanie zapowiadają od dawna wznowienie misji sond księżycowych, ale sprawy posuwają się wyjątkowo wolno. Wystarczy przypomnieć, że debiut nowego kosmodromu Wostocznyj, zapowiadany na 2015 r. miał być związany z wysłaniem na Księżyc *Łuny-25*. Debiut kosmodromu odbył się rok później, a start *Łuny-25*, zwanej także *Łuna-Glob* obecnie planowany jest na połowę… 2021 r. Ma ona również wylądować w rejonie bieguna południowego, na północ od Krateru Bogusławskiego. Sonda ma mieć masę 1750 kg, a wyniesie ją rakieta Sojuz-2. Będzie to misja głównie technologiczna — dla sprawdzenia, czy umiejętności z lat 60.



264 URANIA 10/1969

Ustawili na powierzchni Księżyca złożony z zespołu pryzmatów reflektor dla wysyłanych ku niemu z Ziemi błysków światła laserowego, dzięki czemu możliwe będzie wyznaczanie odległości Księżyca od Ziemi z dokładnością 15 cm (!) z czego skorzysta mechanika nieba (zbadamy na przykład, czy Księżyc przybliża się do Ziemi — czy jak się sądzi — oddala od niej), geodezja, selenodezja, fizyka i szereg innych dziedzin wiedzy.

Selenonauci pozostawili także na Księżycu sejsmograf. Wobec tego, że przyrząd ten jest zasilany w energię elektryczną z fotoogniw słonecznych, oczekuje się, że działać on będzie przez wiele dni księżycowych. Dodać przy tym trzeba, iż odznacza się on wyjątkowo dużą czułością, gdyż może zarejestrować uderzenie meteorytu o masie 1 g w odległości 1 km, lub równie słabe tektonicznie wstrząsy gruntu. (Wykrył on też na przykład słabe wstrząsy powstające w wyniku osuwania się na dno niewielkich kraterów księżycowych substancji zalegającej wewnętrzne ich zbocza).

Oczywiście to co wyżej napisałem stanowi tylko pierwsze informacje. Pełny obraz czynności selenonautów i dokonanych przez nich odkryć, uzyskamy dopiero po opublikowaniu relacji jaką złożyli oni po powrocie na Ziemię, po opracowaniu wykonanych przez nich fotografii, a zwłaszcza po drobiazgowym zbadaniu przetransportowanych przez nich na Ziemię próbek mineralnych z Księżyca. W ciągu całych miesięcy możemy więc oczekiwać napływu prawdziwie rewelacyjnych informacji naukowych.

Relacjonując pierwszą wyprawę ludzi na Księżyc trzeba też choć pokrótce podać zasadnicze dane o jej przebiegu.

Tak jak planowano, wyprawa wystartowała w dniu 16 lipca o godzinie 14 minut 32. Wielka trzyczłonowa rakieta nośna Saturn 5 po 11 minutach i 50 sekundach lotu wprawiła swój ostatni człon S4B, wraz ze statkiem Apollo LM, w okołoziemski ruch satelitarny na wysokości 184 km. O godzinie 17 minut 16 silnik ostatniego członu rakiety został uruchomiony jeszcze raz, co zwiększyło prędkość lotu z 7,8 do 10,9 km/s w wyniku czego orbita statku przekształciła się w wydłużoną elipsę z punktem apogeum poza orbitą Księżyca. (Taki dwuetapowy odlot od Ziemi realizuje się dlatego, aby precyzyjniej osiągnąć konieczną dla osiągnięcia Księżyca prędkość odlotu od Ziemi, kierunek odlotu i moment odlotu).

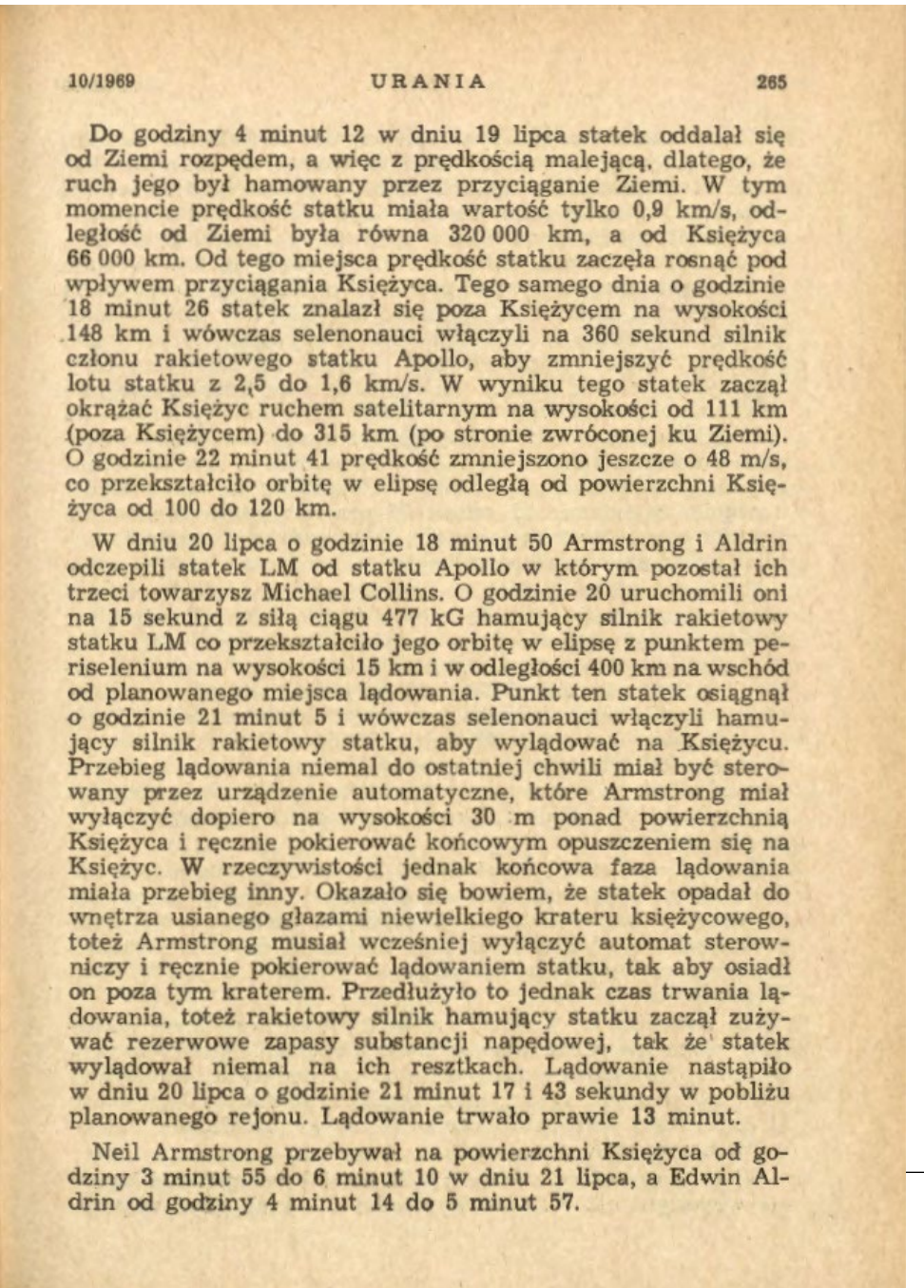
O godzinie 17 minut 43 selenonauci przeprowadzili manewr połączenia ze sobą statków Apollo i LM i odczepienia ich od rakiety nośnej.

[2] Patrz „w skrócie" s. ... (przyp. red.)

Łuna-25 w hali montażowej zakładów NPO im. Ławoczkina

Makieta lądownika Chang'e 5 na wystawie lotniczo-kosmicznej w Zhuhai

i 70. ubiegłego wieku są nadal aktualne. Kolejna misja z lądowaniem w rejonie bieguna południowego ma nastąpić około 2023 r. (*Łuna-27* lub *Łuna-Resurs*), tym razem sonda będzie wyposażona w aparaturę naukową i dokona wierceń gruntu. Ostatecznie po roku 2025 powinien zostać sprowadzony na Ziemię grunt z okolic podbiegunowych (*Łuna-28* lub *Łuna-Grunt*).



10/1969 URANIA 265

Do godziny 4 minut 12 w dniu 19 lipca statek oddalał się od Ziemi rozpędem, a więc z prędkością malejącą, dlatego, że ruch jego był hamowany przez przyciąganie Ziemi. W tym momencie prędkość statku miała wartość tylko 0,9 km/s, odległość od Ziemi była równa 320 000 km, a od Księżyca 66 000 km. Od tego miejsca prędkość statku zaczęła rosnąć pod wpływem przyciągania Księżyca. Tego samego dnia o godzinie 18 minut 26 statek znalazł się poza Księżycem na wysokości 148 km i wówczas selenonauci włączyli na 360 sekund silnik członu rakietowego statku Apollo, aby zmniejszyć prędkość lotu statku z 2,5 do 1,6 km/s. W wyniku tego statek zaczął okrążać Księżyc ruchem satelitarnym na wysokości od 111 km (poza Księżycem) do 315 km (po stronie zwróconej ku Ziemi). O godzinie 22 minut 41 prędkość zmniejszono jeszcze o 48 m/s, co przekształciło orbitę w elipsę odległą od powierzchni Księżyca od 100 do 120 km.

W dniu 20 lipca o godzinie 18 minut 50 Armstrong i Aldrin odczepili statek LM od statku Apollo w którym pozostał ich trzeci towarzysz Michael Collins. O godzinie 20 uruchomili oni na 15 sekund z siłą ciągu 477 kG hamujący silnik rakietowy statku LM co przekształciło jego orbitę w elipsę z punktem periselenium na wysokości 15 km i w odległości 400 km na wschód od planowanego miejsca lądowania. Punkt ten statek osiągnął o godzinie 21 minut 5 i wówczas selenonauci włączyli hamujący silnik rakietowy statku, aby wylądować na Księżycu. Przebieg lądowania niemal do ostatniej chwili miał być sterowany przez urządzenie automatyczne, które Armstrong miał wyłączyć dopiero na wysokości 30 m ponad powierzchnią Księżyca i ręcznie pokierować końcowym opuszczeniem się na Księżyc. W rzeczywistości jednak końcowa faza lądowania miała przebieg inny. Okazało się bowiem, że statek opadał do wnętrza usianego głazami niewielkiego krateru księżycowego, toteż Armstrong musiał wcześniej wyłączyć automat sterowniczy i ręcznie pokierować lądowaniem statku, tak aby osiadł on poza tym kraterem. Przedłużyło to jednak czas trwania lądowania, toteż rakietowy silnik hamujący statku zaczął zużywać rezerwowe zapasy substancji napędowej, tak że statek wylądował niemal na ich resztkach. Lądowanie nastąpiło w dniu 20 lipca o godzinie 21 minut 17 i 43 sekundy w pobliżu planowanego rejonu. Lądowanie trwało prawie 13 minut.

Neil Armstrong przebywał na powierzchni Księżyca od godziny 3 minut 55 do 6 minut 10 w dniu 21 lipca, a Edwin Aldrin od godziny 4 minut 14 do 5 minut 57.

W tej ostatniej misji Rosjanie będą się wzorować na Chińczykach, a konkretnie misji *Chang'e 5*. Chodzi mianowicie o dostarczenie większej próbki — nie rzędu 100 g, jak w misjach z lat 1970, lecz rzędu kilogramów. Aby to było możliwe, trzeba sondę powrotną rozdzielić na dwie części: jedna pozostanie na orbicie wokółksiężycowej, a druga wyląduje na powierzchni. Ta druga po załadowaniu próbki gruntu wystartuje z Księżyca i musi połączyć się z pierwszą na orbicie. To skomplikowana operacja, w dodatku poza automatycznym połączeniem musi nastąpić także automatyczne przeniesienie pojemnika z próbkami do oczekującej sondy, potem rozdzielenie obu sond i odlot jednej z nich ku Ziemi. Jest to schemat, jaki stosowano w misjach załogowych Apollo, jednak połączenie powracającego z Księżyca statku z oczekującą na orbicie kabiną macierzystą odbywało się pod kontrolą astronautów w obu pojazdach. *Chang'e 5* o masie 8200 kg dzięki temu zabiegowi ma sprowadzić na Ziemię ok. 2 kg gruntu z księżycowego Oceanu Burz. Dokładny czas realizacji tej misji jest uzależniony od lotów kwalifikacyjnych rakiety Chang Zheng 5.

A co z załogową wyprawą na Księżyc w przededniu 50. rocznicy pierwszego lądowania? Niestety, dziś sytuacja wygląda zupełnie beznadziejnie, choć jeszcze 15 lat temu wydawało się, że jesteśmy na prostej drodze powrotu na Księżyc, kiedy prezydent Bush ogłaszał program Constellation. Przewidywał on budowę statku załogowego Orion (będącego odpowiednikiem statku macierzystego Apollo) i statku księżycowego Altair — odpowiednika lądownika LM z programu Apollo. Orion

miał zabierać 4 osoby i być wynoszony rakietą Ares I. Statek księżycowy miał być wynoszony rakietą Ares V (wyraźne nawiązanie do Saturna V z programu Apollo), oczywiście bez załogi i dopiero na orbicie po połączeniu z Orionem miał odlecieć na orbitę wokółksiężycową. Tam załoga w całości przechodziła do statku Altair i po odłączeniu od Oriona lądowała na powierzchni. Zapasy w lądowniku miały pozwolić na 7-dniowy pobyt na Księżycu. W stosunku do Apolla, w którym 2 osoby mogły spędzić na Księżycu 3 dni, był to spory krok naprzód. Efektywność misji księżycowej Constellation miała być niemal pięciokrotnie większa niż misji Apollo (28 osobodni wobec 6 osobodni Apolla). Ale kolejny prezydent, Barack Obama, odwołał Constellation w roku 2010.

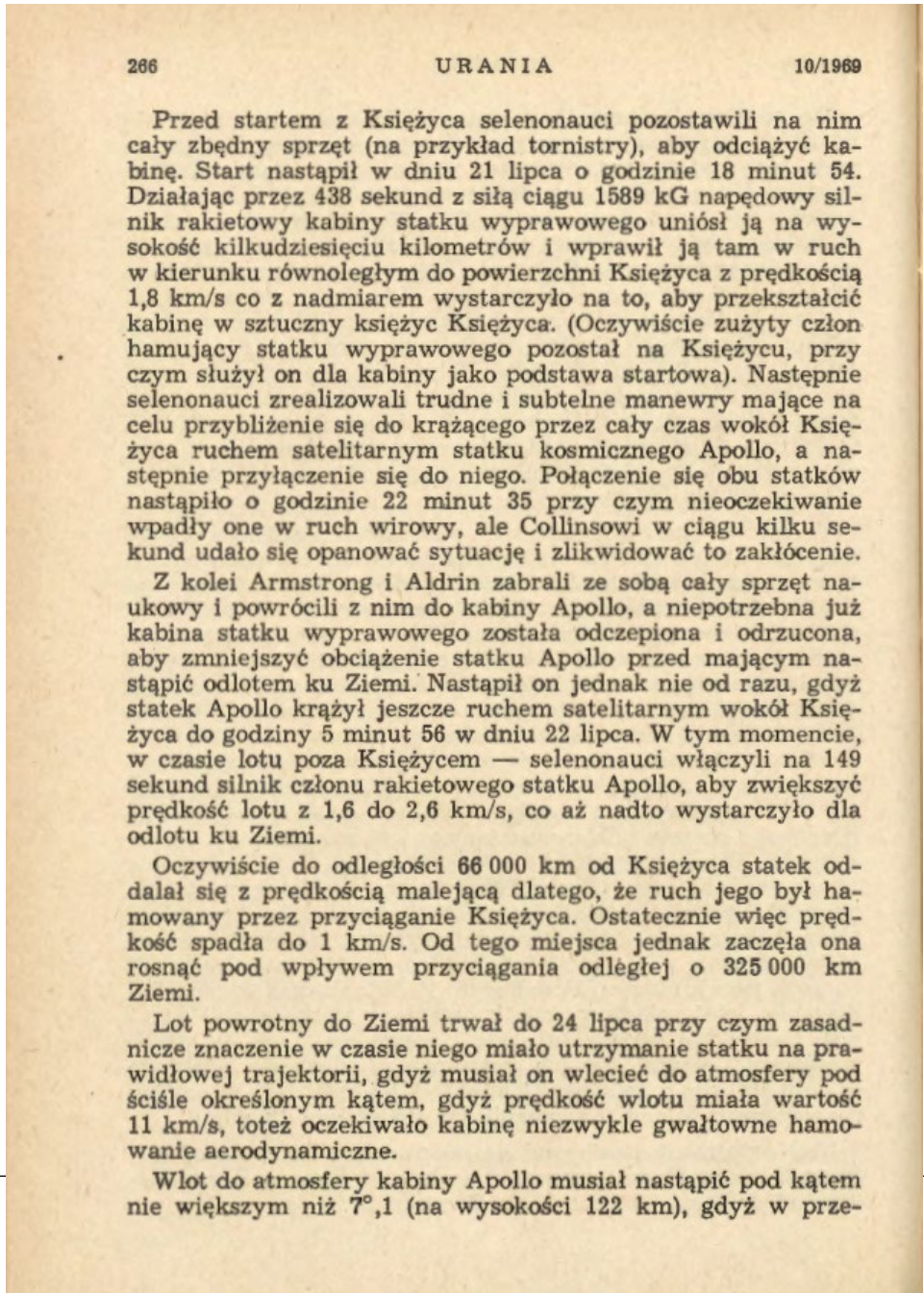
Powodów było co najmniej kilka, program był niedofinansowany i dlatego miał nieustanne opóźnienia, ale największą jego wadą w oczach prezydenta Obamy był fakt, że Constellation był programem Busha. Dlatego należało go zlikwidować. Pozostawiono przy życiu jedynie Oriona, bowiem prace przy nim były najbardziej zaawansowane, jednak poszukiwano dla niego innych celów niż Księżyc (Mars, planetoidy). Orion, ciągle w budowie, przetrwał dwie kadencje Obamy i oto prezydent Trump ponownie zamierza go skierować ku Księżycowi. Jednak o lądowniku księżycowym nie ma mowy[3], astronauci mają latać tylko na orbitę wokółksiężycową — do nowej międzynarodowej stacji kosmicznej Gateway, która tam ma być ulokowana. Czy tak się stanie, trudno dziś przesądzać. Następca prezydenta Trumpa może mieć zupełnie inne plany wobec Oriona…

[3] Wiosną 2019 r. administracja prezydenta Trumpa przyjęła program przyspieszonego powrotu Amerykanów na powierzchnię Księżyca w roku 2024, jednak jest on mało realny, gdyż agencja kosmiczna NASA zupełnie nie jest do tego przygotowana. (przyp. J.K.). Patrz również s. 24–25 (red.)

Księżyc w ASTRONARIUM

ASTRONARIUM odc. 67 – KSIĘŻYC, a w nim:

- Skąd się biorą zaćmienia Księżyca?
- W jaki sposób Heweliusz wykonał swój atlas Srebrnego Globu?
- Ile kilogramów i jakich próbek przywiozły misje Apollo?
- Gdzie w Polsce można zobaczyć okruchy skał księżycowych?
- Jakie polskie urządzenia orbitują wokół naszego naturalnego satelity?



266 URANIA 10/1969

Przed startem z Księżyca selenonauci pozostawili na nim cały zbędny sprzęt (na przykład tornistry), aby odciążyć kabinę. Start nastąpił w dniu 21 lipca o godzinie 18 minut 54. Działając przez 438 sekund z siłą ciągu 1589 kG napędowy silnik rakietowy kabiny statku wyprawowego uniósł ją na wysokość kilkudziesięciu kilometrów i wprawił ją tam w ruch w kierunku równoległym do powierzchni Księżyca z prędkością 1,8 km/s co z nadmiarem wystarczyło na to, aby przekształcić kabinę w sztuczny księżyc Księżyca. (Oczywiście zużyty człon hamujący statku wyprawowego pozostał na Księżycu, przy czym służył on dla kabiny jako podstawa startowa). Następnie selenonauci zrealizowali trudne i subtelne manewry mające na celu przybliżenie się do krążącego przez cały czas wokół Księżyca ruchem satelitarnym statku kosmicznego Apollo, a następnie przyłączenie się do niego. Połączenie się obu statków nastąpiło o godzinie 22 minut 35 przy czym nieoczekiwanie wpadły one w ruch wirowy, ale Collinsowi w ciągu kilku sekund udało się opanować sytuację i zlikwidować to zakłócenie.

Z kolei Armstrong i Aldrin zabrali ze sobą cały sprzęt naukowy i powrócili z nim do kabiny Apollo, a niepotrzebna już kabina statku wyprawowego została odczepiona i odrzucona, aby zmniejszyć obciążenie statku Apollo przed mającym nastąpić odlotem ku Ziemi. Nastąpił on jednak nie od razu, gdyż statek Apollo krążył jeszcze ruchem satelitarnym wokół Księżyca do godziny 5 minut 56 w dniu 22 lipca. W tym momencie, w czasie lotu poza Księżycem — selenonauci włączyli na 149 sekund silnik członu rakietowego statku Apollo, aby zwiększyć prędkość lotu z 1,6 do 2,6 km/s, co aż nadto wystarczyło dla odlotu ku Ziemi.

Oczywiście do odległości 66 000 km od Księżyca statek oddalał się z prędkością malejącą dlatego, że ruch jego był hamowany przez przyciąganie Księżyca. Ostatecznie więc prędkość spadła do 1 km/s. Od tego miejsca jednak zaczęła ona rosnąć pod wpływem przyciągania odległej o 325 000 km Ziemi.

Lot powrotny do Ziemi trwał do 24 lipca przy czym zasadnicze znaczenie w czasie niego miało utrzymanie statku na prawidłowej trajektorii, gdyż musiał on wlecieć do atmosfery pod ściśle określonym kątem, gdyż prędkość wlotu miała wartość 11 km/s, toteż oczekiwało kabinę niezwykle gwałtowne hamowanie aerodynamiczne.

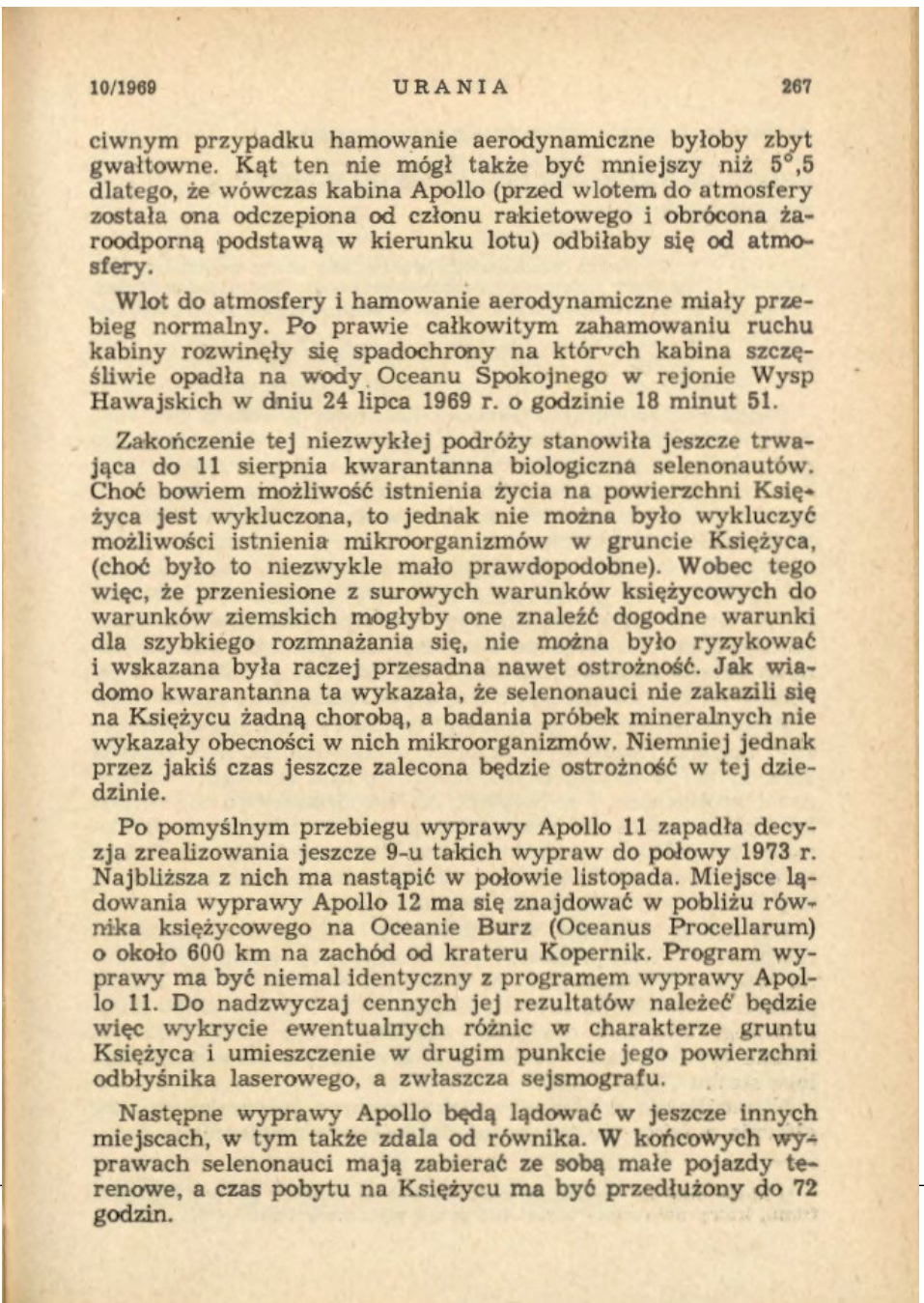
Wlot do atmosfery kabiny Apollo musiał nastąpić pod kątem nie większym niż 7°,1 (na wysokości 122 km), gdyż w prze-

ASTRONARIUM odc. 63 – PRAWO KOSMICZNE, a w nim:

- Czy można kupić działkę na Księżycu?
- Do kogo należy kosmos?
- A do kogo meteoryty?
- Komu wolno umieszczać satelity na orbicie?
- Kto może wydobywać surowce z planetoid?

ASTRONARIUM odc. 69 – ASTROFOTOGRAFIA, a w nim:

- Gdzie nauczyć się podstaw astrofotografii?
- Co to jest astropejzaż?
- Jak zaplanować zdjęcie Księżyca w wybranych okolicznościach przyrody lub architektury?
- Jak powstają najpiękniejsze obrazy gwiazd i głębokiego kosmosu?
- Jakich filtrów używać do fotografowania mgławic?



10/1969 URANIA 267

ciwnym przypadku hamowanie aerodynamiczne byłoby zbyt gwałtowne. Kąt ten nie mógł także być mniejszy niż 5°,5 dlatego, że wówczas kabina Apollo (przed wlotem do atmosfery została ona odczepiona od członu rakietowego i obrócona żaroodporną podstawą w kierunku lotu) odbiłaby się od atmosfery.

Wlot do atmosfery i hamowanie aerodynamiczne miały przebieg normalny. Po prawie całkowitym zahamowaniu ruchu kabiny rozwinęły się spadochrony na których kabina szczęśliwie opadła na wody Oceanu Spokojnego w rejonie Wysp Hawajskich w dniu 24 lipca 1969 r. o godzinie 18 minut 51.

Zakończenie tej niezwykłej podróży stanowiła jeszcze trwająca do 11 sierpnia kwarantanna biologiczna selenonautów. Choć bowiem możliwość istnienia życia na powierzchni Księżyca jest wykluczona, to jednak nie można było wykluczyć możliwości istnienia mikroorganizmów w gruncie Księżyca, (choć było to niezwykle mało prawdopodobne). Wobec tego więc, że przeniesione z surowych warunków księżycowych do warunków ziemskich mogłyby one znaleźć dogodne warunki dla szybkiego rozmnażania się, nie można było ryzykować i wskazana była raczej przesadna nawet ostrożność. Jak wiadomo kwarantanna ta wykazała, że selenonauci nie zakazili się na Księżycu żadną chorobą, a badania próbek mineralnych nie wykazały obecności w nich mikroorganizmów. Niemniej jednak przez jakiś czas jeszcze zalecona będzie ostrożność w tej dziedzinie.

Po pomyślnym przebiegu wyprawy Apollo 11 zapadła decyzja zrealizowania jeszcze 9-u takich wypraw do połowy 1973 r. Najbliższa z nich ma nastąpić w połowie listopada. Miejsce lądowania wyprawy Apollo 12 ma się znajdować w pobliżu równika księżycowego na Oceanie Burz (Oceanus Procellarum) o około 600 km na zachód od krateru Kopernik. Program wyprawy ma być niemal identyczny z programem wyprawy Apollo 11. Do nadzwyczaj cennych jej rezultatów należeć będzie więc wykrycie ewentualnych różnic w charakterze gruntu Księżyca i umieszczenie w drugim punkcie jego powierzchni odbłyśnika laserowego, a zwłaszcza sejsmografu.

Następne wyprawy Apollo będą lądować w jeszcze innych miejscach, w tym także zdala od równika. W końcowych wyprawach selenonauci mają zabierać ze sobą małe pojazdy terenowe, a czas pobytu na Księżycu ma być przedłużony do 72 godzin.

Mgr Jacek Kruk, z wykształcenia filolog rosyjski, z zamiłowania fan astronautyki i badań kosmicznych. Od lat jest pracownikiem Uniwersytetu Pedagogicznego w Krakowie i jednocześnie aktywnym dziennikarzem naukowym. Autor kilkuset artykułów, również w „Uranii". Pisze głownie na temat historii załogowych lotów kosmicznych oraz badań Układu Słonecznego przy pomocy sond kosmicznych. Stale współpracuje z miesięcznikiem „Skrzydlata Polska" w dziale astronautycznym i współredaguje stronę internetową „Loty kosmiczne": http://www.lk.astronautilus.pl/.

Dr inż. Andrzej Marks (1932–2006) autor 32 książek i tysięcy artykułów m.in. w „Uranii" i „Postępach Astronomii". Studiował astronomię geodezyjną na Politechnice Warszawskiej. W latach 50. współpracował z radiem, telewizją i Wytwórnią Filmów Oświatowych. Po doktoracie oddał się pracy popularyzatorskiej poświęconej głównie wyścigowi wielkich mocarstw w kosmos i na Księżyc. Jej podsumowaniem były kultowa monografia „Księżyc" (PWN 1970) oraz scenariusz wystawy o załogowej wyprawie na Księżyc w Muzeum Techniki w Warszawie. Wspomnienia córki publikowaliśmy w „Uranii" 5/2006.

Księżycowe URANIE

Wyścigowi kosmicznemu „Urania” „kibicuje” od końca lat 50. ubiegłego wieku, choć np. nie znaleźliśmy (sic!) bieżącej informacji o locie Gagarina. Nasz wyszukiwarka nazwisko pierwszego kosmonauty znalazła dopiero w numerach 9/1961 i 12/1961 w rubryce... „nowości wydawniczych”.

Nasz wybór jest subiektywny i zaczynamy go „księżycowym” numerem Andrzeja Kajetana Wróblewskiego. Jest to pierwsza „Urania” pod jego redakcją, z wielką intuicją poprzedzająca pierwsze sukcesy radzieckich sond księżycowych.

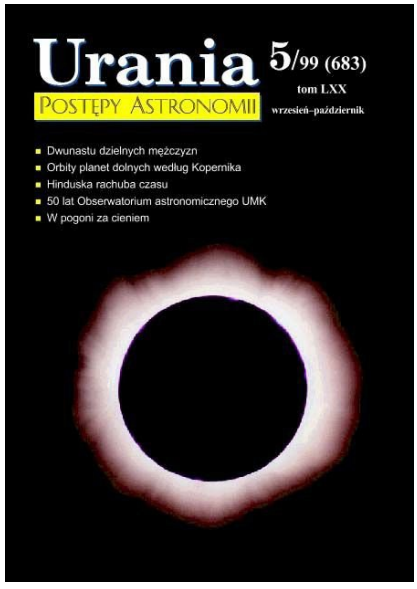
Kolejnym wyjątkowym numerem „Uranii” jest zeszyt 9/1969 z przedrukowanym tu artykułem Andrzeja Marksa. Zawiera on również podobny artykuł, autorstwa Stanisława R. Brzostkiewicza o programie naukowym misji Apollo-11.

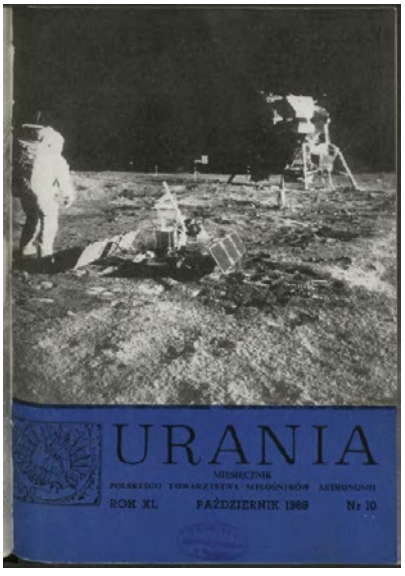
W latach 70. zdjęcia z pierwszej i kolejnej misji Apollo często gościły na okładkach „Uranii”, a wyniki naukowe głównie w Kronikach wewnątrz numerów. Lot na Księżyc był w dużej mierze propagandowym odbiciem polityki wyścigu zbrojeń obydwu ówczesnych mocarstw, USA i ZSRR. Z tego powodu wiele szczegółów dotyczących rozwiązań technicznych lotów i programu szkoleń astronautów i kosmonautów było objętych ścisłą wojskową tajemnicą. Na ile odwilż połowy lat 90. uwolniła te tajemnice, możemy przeanalizować na podstawie obszernego artykułu tegoż samego Stanisława R. Brzostkiewicza.

Bodaj ostatni rocznicowy artykuł Andrzeja Marksa możemy przeczytać 30 lat po pierwszym kroku Neila Armstronga. Autor podsumowuje tu już wszystkie misje Apollo. Możemy się dowiedzieć, jak NASA uniemożliwiła załodze Apollo-10… nielegalne lądowanie na Srebrnym Globie.

Obydwa artykuły Brzostkiewicza na pewno warto porównać z treścią współczesnego materiału po kolejnym (niemal) ćwierćwieczu spod znakomitego pióra Przemysława Rudzia. Jego podsumowanie misji z dzisiejszej perspektywy opublikowaliśmy już 2,5 roku temu. Czy wszystkie sekrety związane programem Apollo są już ujawniane?

Już w latach podboju Księżyca, a tym bardziej dzisiaj, jego badania są domeną raczej geologów i geofizyków (planetologów) niż współczesnych astronomów. Wciąż jednak każde nowe pokolenie miłośników astronomii swoją pierwszą lunetę kieruje w stronę Srebrnego Globu. (red.)





OSCARY W KOSMOSIE

kino obowiązkowe (i lektura)

APOLLO 13 (1995, 2002 IMAX)

reż. Ron Howard:

To katastroficzny klasyk hollywoodzkiej produkcji „księżycowej". Jak wiadomo, na skutek wybuchu zbiorników ciekłego tlenu księżycowa misja zakończyła się fiaskiem. Dzięki dyscyplinie i bohaterskiej postawie astronautów i przemyślanej akcji ratowniczej załoga po okrążeniu Księżyca dociera na Ziemię i ratuje życie. Dowódcą misji był dubler Neila Armstronga z misji Apollo-11, James Lowell, zagrany brawurowo przez Toma Hanksa. Dziewięć nominacji i dwa Oscary dla filmu, za montaż i dźwięk. Obraz obowiązkowy, zwłaszcza dla młodszych pokoleń, które nie towarzyszyły misji w realu. To się zdarzyło naprawdę!

UKRYTE DZIAŁANIA (2016)

reż. Theodore Melfi

Bieg czasu odsłania wiele tajemnic wyścigu kosmicznego jako elementu zimnej wojny. Ale odsłania też zmiany obyczajowe kraju, który dziś stara się być liderem równouprawnienia i demokracji. Film we wstrząsający sposób obalający seksistowskie i rasistowskie tabu Ameryki. Historia trzech genialnych, czarnoskórych matematyczek zatrudnionych w NASA. Na tym tle prezydent Kennedy ogłasza lądowanie na Księżycu przed końcem dekady, a pionierzy amerykańskiej astronautyki Alan Shepard (lot suborbitalny) i John Glenn (orbita) nie godzą się na start, nim ciemnoskóre Afroamerykanki nie potwierdzą ręcznie obliczonych parametrów lotu. Trzy nominacje do Oscara.

PIERWSZY CZŁOWIEK (2018)

reż. Damien Chazelle

Cztery nominacje i jeden Oscar za efekty specjalne. Na planie oprócz modelu lądownika Apollo zbudowano realistyczny księżycowy krajobraz przy pomocy oświetlenia LED. Za realizację scenariusza wg książki Jamesa R. Hansena wzięła się w dużej mierze ekipa obsypanego Oscarami „La La Land". Oprócz reżysera, Justin Hurwitz (muzyka), Linus Sandgren (zdjęcia), Tom Cross (montaż) i przede wszystkim Ryan Gosling w brawurowo zagranej tytułowej roli Neila Armstronga. Szczegółowa biografia dowódcy i detaliczna historia lotu Apollo 11, pełna dramatycznych zwrotów. Nikt, kto zna misję jedynie z pełnych propagandy sukcesu relacji, tego się nie spodziewa. Historia człowieka, który nie tylko stawił czoła wyprawie, ale i zdobytej w ten sposób sławie, stając się na dziesięciolecia czołowym propagatorem nauki i techniki. Szczęśliwie filmowi w Polsce towarzyszyło wydanie tłumaczenia książki, na której oparto scenariusz. Nie zdążyliśmy jej rekomendować w „Uranii", więc nadrabiamy to opóźnienie.

WRACAMY NA KSIĘŻYC?

Rafał Grabiański

26 marca br. wiceprezydent Stanów Zjednoczonych Mike Pence ogłosił, że celem administracji Donalda Trumpa będzie przeprowadzenie załogowego lądowania na Księżycu do 2024 r.

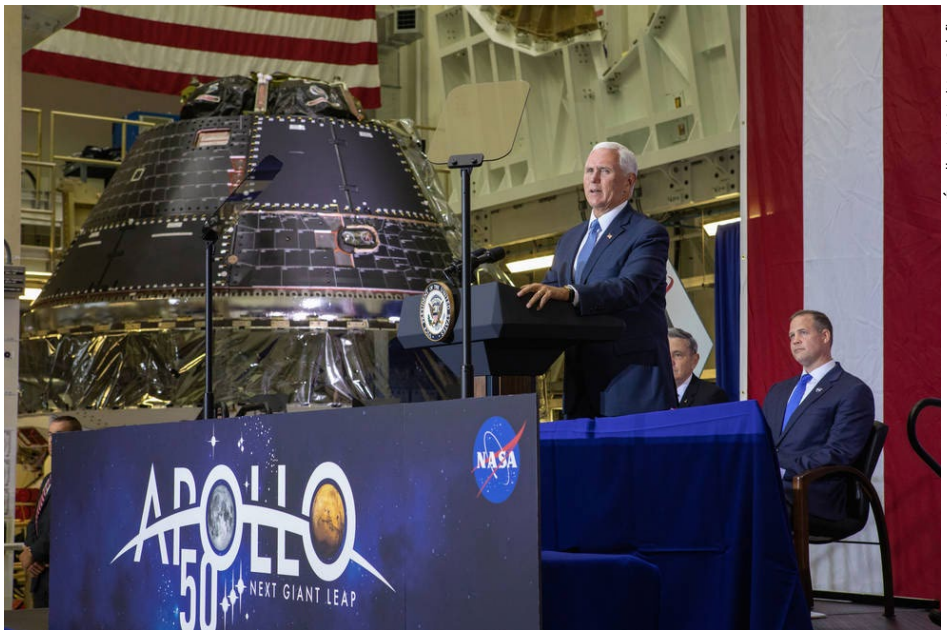
Od tego czasu NASA przekształca opracowane do tej pory plany na lądowanie w 2028 r., a duża liczba widocznych już teraz przeszkód każe poddać w wątpliwość możliwość realizacji tego przedsięwzięcia. Po oficjalnym przyspieszeniu załogowego programu księżycowego USA, eksperci związani z branżą kosmiczną oczekiwali poprawek do budżetu, które Kongresowi ma zaproponować Biały Dom. Szacowano, że aby zrealizować lądowanie człowieka już w 2024 r. potrzebne będzie dodatkowych 6–8 mld dolarów rocznie. W maju wreszcie ogłoszono propozycję poprawki na 2020 rok — wzrost o 1,6 mld dolarów. Jak podkreślał administrator NASA Jim Bridenstine — te pieniądze wystarczą na początek, ale z każdym kolejnym rokiem potrzeba będzie większego zastrzyku pieniędzy. Co istotne, poprawka nie spowodowała cięć w innych sektorach działalności NASA. Ograniczony został tylko program wokółksiężycowej stacji orbitalnej Gateway, która ma stanowić miejsce wypadów astronautów na Srebrny Glob. Stacja ta ma do 2024 r. składać się z absolutnego minimum — dwóch modułów.

W maju agencja ogłosiła wykonawcę pierwszego z nich. Moduł elektryczno-napędowy (z ang. Power and Propulsion Element) stacji Gateway zbuduje firma Maxar Technologies (dawniej znana jako SSL). Moduł ma trafić na orbitę wokół Księżyca w 2022 r. przy wykorzystaniu komercyjnej rakiety nośnej. Moduł PPE to jednak tylko jeden z wielu elementów programu Artemis, które muszą być wykonane w ciągu najbliższych pięciu lat.

Jak ma wyglądać plan ponownego lądowania człowieka na Księżycu?

Za trzon programu załogowego odpowiadają rozwijane już od dekady systemy: superciężka rakieta nośna SLS, budowana przez firmy Boeing, Lockheed Martin, ULA i Aerojet Rocketdyne oraz statek załogowy NASA przystosowany do lotów w głęboką przestrzeń kosmiczną Orion, budowany przez firmę Lockheed Martin i Airbus Defence and Space.

Pierwszy bezzałogowy test rakiety SLS ze statkiem Orion miał odbyć się w 2020 r. Jednak już od jakiegoś czasu wiadomo, że będzie bardzo trudno ukończyć do tego czasu budowę i testy rakiety. Jeśli jednak uda się rozwiązać wszystkie trudności, to już pod koniec przyszłego roku zostanie przeprowadzona misja Artemis 1. Dwa lata później do Oriona po raz pierwszy wsiądą astronauci. Wybiorą się w podróż wokół Księżyca w ramach misji Artemis 2. W tym samym roku na orbitę wokół Księżyca za pomocą komercyjnej rakiety zostanie wysłany moduł elektryczno-napędowy (PPE) stacji Gateway. W 2023 r. na komercyjnej rakiecie poleci moduł mieszkalny stacji oraz duża eksploracyjna misja z łazikiem. Rok później przeprowadzona zostanie misja Artemis 3. Najpierw za pomocą komercyjnych rakiet do stacji Gateway zostanie wysłany lądownik księżycowy, a następnie na misję poleci statek Orion z załogą, która przesiądzie się na stacji do lądownika i wykona pierwsze lądowanie na naszym naturalnym satelicie od prawie 60 lat.



Źródło: NASA/Kim Schiflett

Wiceprezydent Stanów Zjednoczonych Mike Pence na tle ukończonego egzemplarza lotnego kapsuły Orion podczas obchodów 50. rocznicy lądowania misji Apollo 11

Źródło: NASA/Tony Gray and Kevin O'Connell

Test systemu ucieczkowego LAS z testowym egzemplarzem kapsuły Orion, przeprowadzony 2 lipca br. na stanowisku w Cape Canaveral na Florydzie

HARMONOGRAM POWROTU NA KSIĘŻYC POSTULOWANY PRZEZ NASA

2019 — komercyjne dostarczenie ładunków na powierzchnię Księżyca

2020 — misja bezzałogowa Artemis 1

2022 — misja załogowa Artemis 2

2022 — dostarczenie pierwszego modułu stacji Lunar Gateway (PPE)

2023 — duże bezzałogowe misje eksploracyjne na powierzchni Księżyca

2024 — lądowanie człowieka na Księżycu w ramach misji Artemis 3

Wiele rzeczy musi ułożyć się po myśli agencji NASA, by plan ten mógł być zrealizowany. Przedstawmy poniżej kilka największych problemów, z jakimi trzeba się zmierzyć.

RAKIETA SLS I STATEK ORION

Ogromna rakieta SLS miała być prosta w budowie — korzystanie z dziedzictwa wahadłowców (składa się bowiem z tych samych silników w dolnym stopniu, tych samych członów bocznych na paliwo stałe) miało przyspieszyć jej rozwój i budowę. Niestety tak się nie stało. W pewnym momencie na skutek opóźnień pojawiły się nawet plany przeprowadzenia debiutanckiego lotu rakiety wraz z załogą na pokładzie. Te pomysły zostały jednak porzucone. Aby zrealizować pierwszą misję ze statkiem Orion, analizowano nawet możliwości wykorzystania komercyjnych rakiet. Te wyliczenia wykazały jednak, że realizacja takiego planu trwałaby dłużej niż przewidywane opóźnienia w dostarczeniu pierwszego egzemplarza SLS.

NASA stara się usprawnić pracę nad pierwszą rakietą SLS, tak by była gotowa na lot w 2020 r. Analizowane są zmiany w logistyce, sposobie integracji rakiety, wykonywane optymalizacje. Niestety mimo zapowiedzi do teraz (stan na koniec lipca) NASA nie ogłosiła wyników analiz czy kroków, które mogłyby przyspieszyć napięty harmonogram składania komponentów rakiety i jej testów integracyjnych, a decydenci w NASA deklarowali publikacje takich wniosków jeszcze na wiosnę.

Dopiero 25 lipca administrator NASA Jim Bridenstine poinformował, że główny człon rakiety SLS zostanie przetestowany w tzw. teście Green Run polegającym na odpaleniu wszystkich silników na specjalnej hamowni w reżimie prawdziwej misji kosmicznej. Przed podjęciem tej decyzji rozważano pominięcie tego kroku i testowanie całego systemu już w ramach bezzałogowej misji Artemis 1. To przyspieszyłoby znacznie harmonogram, ale zdaniem inżynierów wpłynęłoby negatywnie na bezpieczeństwo późniejszych misji.

Dolny stopień rakiety SLS trafi więc po ukończeniu w grudniu nie do Kennedy Space Center na Florydzie, ale do Stennis Space Center, gdzie będzie przygotowywany do testów.

Kolejnym problemem jest zatrzymanie rozwoju powiększonej wersji rakiety tzw. Block 1B. W założeniach agencji rakieta z całkowicie nowym górnym stopniem EUS będzie potrzebna, by wykonać misje załogowe do Księżyca z potrzebnym zaopatrzeniem logistycznym. W budżecie proponowanym na 2020 r. te pieniądze zniknęły. Boeing skupia się na ukończeniu podstawowej wersji rakiety. Czy można jednak się spodziewać, że po tylu latach opóźnień kolejne egzemplarze systemu zostaną dostarczone na czas, na loty w 2022 r. i 2024 r.?

Trochę lepiej sytuacja wygląda ze statkiem załogowym Orion. Podczas obchodów 50. rocznicy lądowania człowieka na Księżycu wiceprezydent USA Mike Pence uroczyście ogłosił ukończenie bu-

dowy pierwszego egzemplarza modułu załogowego statku. Europejski Moduł Serwisowy stworzony przez Europejską Agencję Kosmiczną również jest już ukończony, więc teraz inżynierom pozostaje połączenie obu części i montaż osłony termicznej. We wrześniu statek, który ma zostać wykorzystany w misji Artemis 1, zostanie wysłany do ośrodka Plum Brook Station w Sandusky w stanie Ohio, gdzie zostanie poddany testom środowiskowym. 2 lipca przetestowano również działanie systemu ucieczkowego statku, który ma za zadanie podczas awarii rakiety oddzielić kapsułę z astronautami i oddalić ich od zagrożenia.

POLITYKA

Kolejna przeszkoda to polityka i budżet. Potrzebne jest duże zwiększenie nakładów dla NASA z około 20 mld dolarów rocznie do nawet 28 mld. O uzyskanie międzypartyjnego porozumienia w Kongresie i Senacie będzie trudno, zważywszy na fakt, że dodatkowe pieniądze na 2020 r. dla NASA mają pochodzić z nadwyżki funduszu Pell Grant Reserve — pieniędzy na studia dla biedniejszej młodzieży. Termin 2024 zbiega się też z potencjalnym zakończeniem drugiej kadencji prezydenta Trumpa. Ciężko więc będzie o apolityczność całego przedsięwzięcia.

LĄDOWNIK

Najwięcej wysiłku kosztować jednak będzie zaprojektowanie, budowa i testy nowego załogowego lądownika księżycowego. Wszak NASA nie robiła tego przez ostatnich 50 lat! Lądownik miał początkowo składać się z trzech części: moduł transferowy do przemieszczenia lądownika ze stacji Gateway na orbitę wokół Księżyca, moduł zniżania do transferu załogi na powierzchnię oraz moduł powrotny do bezpośredniego powrotu na stację Gateway po wykonanej misji. NASA miała zająć się wykonaniem modułu powrotnego, dostosowanego do goszczenia załogi. Pozostałe dwa moduły miały zostać zbudowane przez firmy, które wygrają stosowny konkurs.

Przetarg na propozycje lądowników był ogłoszony przed końcem 2018 r. Firmy mogły wysłać swoje projekty do 25 marca br. Po ogłoszeniu przyspieszonego programu księżycowego NASA zmieniła jednak zdanie i postanowiła ogłosić również konkurs na moduł powrotny, by w końcu zapowiedzieć, że trzy stopnie lądownika będą wykonane przez jedną firmę. 16 maja br. agencja wybrała 11 firm, które mają stworzyć koncepcje lądowników dla programu Artemis.

Oprócz lądownika trzeba będzie przygotować odpowiednie skafandry do wyjścia na powierzchnię. Firmy potencjalnie zainteresowane przygotowaniem tych systemów nieoficjalnie mówią, że by plan 2024 doszedł do skutku, prace nad tą infrastrukturą muszą być rozpoczęte jak najszybciej.

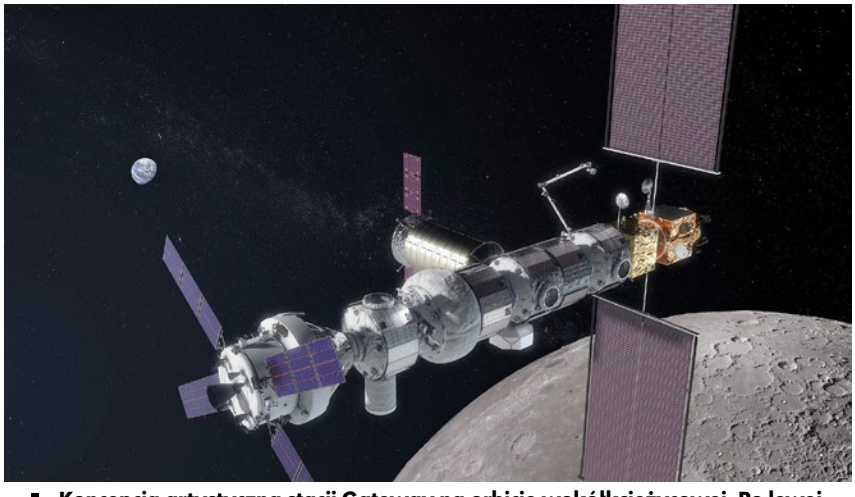
AKTUALNE POSTĘPY

Choć opóźnione, to w zaawansowanej fazie są prace nad rakietą SLS. Dzięki usprawnionemu harmonogramowi do końca 2019 r. firma Boeing powinna oddać główny człon rakiety. Ten trafi na testy Green Run, dopiero po ich ukończeniu popłynie do Cape Canaveral na Florydzie, gdzie przejdzie testy i integrację z pozostałymi komponentami. Eksperci są sceptyczni co do możliwości zmieszczenia się w planowanych ramach czasowych, które zakładają pierwszy lot rakiety do końca 2020 r.

NASA stara się też przesunąć część potrzebnej certyfikacji z misji Artemis 1 do załogowej misji Artemis 2. Optymalizacja tych procedur nie wpłynie jednak na czas startu pierwszej bezzałogowej misji, jeśli rakieta nie będzie gotowa na czas.

Dużo dzieje się też ostatnio w obszarze budowy stacji Gateway i współpracy w ramach komercyjnych misji bezzałogowych na powierzchnię Księżyca. Trwają już testy prototypów modułów mieszkalnych przyszłej stacji. W przedsięwzięciu bierze udział 5 firm.

Pod koniec maja br. NASA ogłosiła firmy, które wygrały kontrakty na realizację dostaw eksperymentów na powierzchnię Księżyca w ramach programu CLPS (Commercial Lunar Payload Services). Spośród 9 amerykańskich przedsiębiorstw, które zgłosiły swoje projekty, wybrane zostały: Astrobotic, Intuitive Machines i Orbit Beyond. Z nieznanych jeszcze przyczyn (stan na koniec lipca) firma Orbit Beyond, która miała zrealizować zadanie najwcześniej, bo już w drugiej połowie 2020 r., zrezygnowała i poprosiła o anulowanie kontraktu. Komercyjne lądowniki księżycowe mają za zadanie w najbliższych latach dostarczyć na powierzchnię Księżyca wybrane eksperymenty naukowe i demonstratory technologii. NASA ogłosiła już łącznie ponad 20 eksperymentów i urządzeń, które mają być wyniesione w ramach programu. Agencja cały czas zachęca też do wzięcia udziału w konkursie na przyszłe kontrakty transportowe.



Koncepcja artystyczna stacji Gateway na orbicie wokółksiężycowej. Po lewej widać zadokowany statek załogowy Orion, na końcu z prawej moduł elektryczno-napędowy PPE

PODSUMOWANIE

Bardzo dużo sprzyjających okoliczności musi nastąpić, by ambitny plan wylądowania człowieka na Księżycu w 2024 r. doszedł do skutku. Eksperci mają jednak nadzieję, że skrócony harmonogram nie wpłynie na bezpieczeństwo i nie upolityczni agencji. Nawet jeśli do 2024 r. ludzka stopa nie stanie ponownie na Księżycu, to jest nadzieja, że stanie się to wcześniej niż początkowo planowano, czyli być może już w 2026 r. — taka data najczęściej pojawia się wśród komentatorów polityki kosmicznej USA.

Opracowanie na podstawie: NASA, Arstechnica, Space Review, NASASpaceflight

Do wygrania książka z autografem astronauty

KONKURS – ZABAWA

Napisz wiersz na cześć misji Apollo!

„To mały krok człowieka, ale wielki skok ludzkości.” Te słowa wypowiedział Neil Armstrong po dotknięciu stopą powierzchni Księżyca. Obchodzimy 50-lecie jednego z największych wydarzeń w rozwoju naszej cywilizacji. Wielu z nas było tego świadkami, ale dla coraz większej liczby młodych pokoleń to już tylko historia. Spróbujmy ocalić je od zapomnienia!

Proponujemy naszym czytelnikom zabawę literacką i próbę napisania wiersza na temat tej pierwszej misji, a może całego programu Apollo, jej znaczenia w dotychczasowej historii i konsekwencjom w przyszłości. Przesłanie absolutnie dowolne. Wiersz może mieć dowolną formę. Może być całkowicie swobodny. **Wiersze najlepiej przysłać drogą elektroniczną na adres redakcja@urania.edu.pl w terminie do 15 listopada 2019.** Najciekawsze prace opublikujemy w „Uranii”.

REGULAMIN:
Nasz Konkurs ma tylko pięć ograniczeń regulaminowych:

1. Utwór nie powinien być wcześniej publikowany;
2. Tekst powinien się w czytelny sposób mieścić na kartce A4 (dopuszczalny druk do 2 kolumn);
3. Jeden autor może przysłać tylko jedną pracę.
4. Z Konkursu wyłączeni są członkowie i współpracownicy Redakcji;
5. Nadesłanie pracy oznacza zgodę na przetwarzanie danych osobowych autora, celem publikacji pracy i wysyłki nagrody.

NAGRODY:
Oprócz publikacji w „Uranii” wiersz, który się nam najbardziej spodoba, zostanie nagrodzony **książką astronauty Mike’a Massimino z autografem autora**. Przyznamy też kilka wyróżnień w postaci **kartek pocztowych z autografem Mike’a Massimino** oraz książek bez autografu.

Zainteresowania Massimino kosmosem mają źródło właśnie w locie Apollo 11 na Księżyc. Opowiada o tym w 1. odcinku naszej UraniiTV: https://www.youtube.com/UraniaTV. Jest jednym z astronautów, który na orbicie naprawiał Teleskop Hubble’a. Zdjęcia i fragment rozmowy zobacz w 59. odcinku Astronarium: https://www.youtube.com/astronariumPL. (Red.)

Odkrycia i ciekawostki z portalu URANIA.EDU.PL

Indie wystrzeliły sondę Chandrayaan-2 na Księżyc

Wystartowała indyjska misja Chandrayaan-2, której celem są badania Księżyca. Misja obejmuje orbiter, lądownik i łazik. Start nastąpił 22 lipca 2019 r. o godz. 14.43 czasu lokalnego (11.13 czasu polskiego) z drugiej wyrzutni startowej Centrum Kosmicznego Satish Dhawan (SHAR) na wyspie Sriharikota. Procedura przebiegła bez problemów. Rakieta nośna Geosynchronous Satellite Launch Vehicle GSLV MkIII-M1 udanie wyniosła w kosmos sondę o masie startowej 3840 kg.

Po 16 minutach i 14 sekundach od startu sonda została wypuszczona na eliptyczną orbitę okołoziemską. Natychmiast rozłożeniu uległy panele baterii słonecznych, a indyjska sieć kontroli lotu przejęła sterowanie sondą Chandrayaan-2. Sonda znalazła się na orbicie z perygeum na wysokości 169,7 km i apogeum odległym o 45475 km. W kolejnych dniach nastąpiła seria manewrów przemieszczających ją na orbitę transferową do Księżyca.

Po dotarciu w okolice Srebrnego Globu orbita sondy będzie przebiegać na wysokości 100 km. Później od sondy odłączy się lądownik i wejdzie na orbitę o parametrach 100 x 30 km, a po serii manewrów hamujących ma miękko wylądować na powierzchni w dniu 7 września 2019 r. Jako obszar lądowania wybrano rejon polarny na półkuli południowej. Po lądowaniu z wnętrza lądownika wyjedzie łazik.

Czas użytkowania łazika Pragyan przewidziano na 1 dzień księżycowy, lądownika Vikram również na ten sam okres, a orbitera na 1 rok. Projekt ma cele technologiczne i naukowe. Do tych pierwszych należy rozwinięcie i przetestowanie kluczowych technologii dla misji księżycowych, w tym miękkiego lądowania i eksploracji powierzchni łazikiem. Wśród celów naukowych są badania topografii, mineralogii, składu chemicznego, własności termofizycznych Księżyca.

Rakieta, która posłużyła do wystrzelenia sondy Chandrayaan-2, nosi nazwę GSLV Mk III. Ma trzy stopnie, w tym dwa na paliwo stałe, górny stopień kriogeniczny i dodatkowe silniki na paliwo płynne. Indyjska agencja kosmiczna może jej używać do wynoszenia 4-tonowych satelitów na geosynchroniczne orbity transferowe (GTO) albo 10-tonowe na niskie orbity okołoziemskie (LEO).

Chandrayaan-2 to druga misja Indii z celem badań Księżyca. Pierwsza nosiła nazwę Chandrayaan-1, była prowadzona w latach 2008-2009 i obejmowała sondę okołoksiężycową oraz lądownik (impaktor).

Krzysztof Czart

Źródło: ISRO

Indyjska rakieta nośna GSLV Mk III na wyrzutni startowej — gotowa do wystrzelenia sondy księżycowej Chandrayaan-2

Blue Origin odpala pierwszy raz księżycowy silnik BE-7

Firma Blue Origin przeprowadziła w czerwcu 2019 r. pierwsze testowe odpalenie silnika BE-7. Ma on być wykorzystany na budowanym przez przedsiębiorstwo komercyjnym lądowniku księżycowym Blue Moon. Test został przeprowadzony w ośrodku Marshall Space Flight Center w NASA. Odpalenie silnika trwało 35 s. BE-7 to silnik na mieszankę ciekłego wodoru i ciekłego tlenu, o zdolności szerokiej kontroli wartości ciągu. Pojedynczy egzemplarz może osiągać ciąg 40 kN.

Silnik ma zostać wykorzystany w ujawnionym w maju projekcie lądownika księżycowego Blue Moon. Statek firmy Blue Origin ma mieć możliwość posadzenia na powierzchni naszego naturalnego satelity ładunku o masie 3,6 t, a w późniejszej wersji z powiększonymi zbiornikami paliwowymi nawet 6,5 t.

Źródło: Blue Origin

Jeff Bezos prezentujący lądownik Blue Moon

Firma Jeffa Bezosa jest także zaangażowana w amerykański program powrotu ludzi na Księżyc. Blue Origin została wybrana 16 maja jako jedna z 11 firm do opracowania rozwojowego prototypu statku transferowego i modułu zniżania załogowego lądownika księżycowego. Blue Origin weźmie też pewnie udział w zmodyfikowanym konkursie na projekt zintegrowanego lądownika.

Rafał Grabiański

Gęsta atmosfera dawnego Księżyca?

Księżyc wyobrażamy sobie zwykle jako suchy, jałowy glob ze śladową atmosferą. Misje Apollo i liczne sondy kosmiczne potwierdzają ten obraz naszego satelity – jest to, oględnie mówiąc, pusty i martwy świat. Naukowcy podejrzewają jednak, że przed trzema do czterech miliardów lat mógł on wyglądać... nieco inaczej.

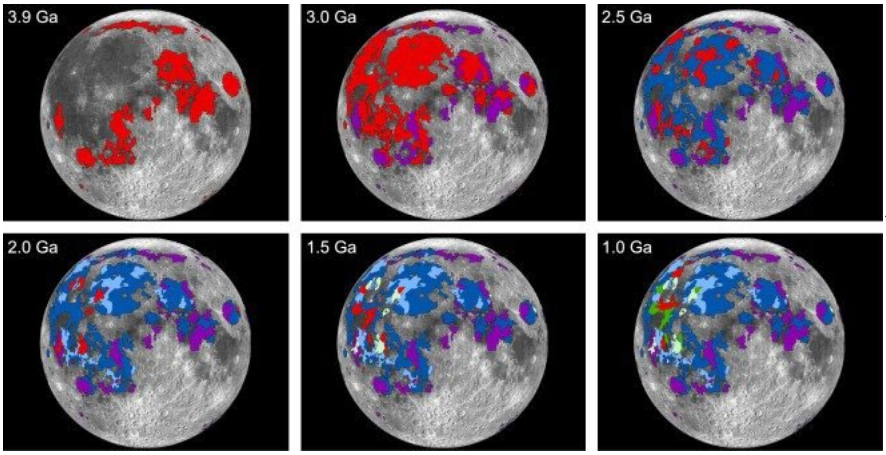
W 2017 r. naukowcy opublikowali pracę dotyczącą dawnej atmosfery naszego satelity. Zakładamy, że Księżyc uformował się mniej więcej 4,5 mld lat temu i był wówczas jeszcze bardzo rozgrzanym obiektem. Był też aktywny sejsmicznie. Potężne wybuchy wulkanów, które przy mniejszej niż na Ziemi grawitacji mogły wyrzucać gorące skały na dalsze odległości, wypełniłyby wówczas księżycowe morza, czyli ciemne, widoczne gołym okiem, płaskie obszary.

Te intensywne procesy wulkaniczne mogły też doprowadzić do uwolnienia dużych ilości gazu – w tempie na tyle szybkim, że cały Księżyc zdążył się pokryć atmosferą, która przetrwała miliony lat. Powierzchnia naszego satelity wyglądała wtedy prawdopodobnie jak morze roztopionych skał. Sama atmosfera mogła z kolei przypominać żółtobrązową, gęsta mgiełkę – coś, czego nie obserwujemy w większości miejsc na Ziemi. Te niezwykłe barwy zawdzięczała dużemu stężeniu siarki w księżycowych skałach.

Jak uczeni doszli do tak zaskakujących wniosków? Pozwoliły na to pomiary szerokości i głębokości księżycowych mórz wykonane w ramach misji GRAIL, LRO i Moon Mineralogy Mapper. Dane te posłużyły do obliczenia całkowitej objętości lawy wyniesionej niegdyś na powierzchnię Srebrnego Globu podczas erupcji wulkanów. Zostały także uzupełnione wynikami bezpośrednich badań skał przywiezionych z Księżyca przez astronautów misji Apollo.

Okazało się, że duże ilości gazu zawartego kiedyś w tych próbkach gruntu z dużym prawdopodobieństwem musiały ulotnić się

do dawnej atmosfery Księżyca. Naukowcy wywnioskowali to m. in. na bazie ich procentowej zawartości substancji lotnych (szczególnie podatnych na „ucieczkę" w postaci gazu), wciąż uwięzionych w księżycowych skałach. Oszacowano, że w okresie maksimum aktywności wulkanicznej Księżyca jego atmosfera mogła być nawet 1,5-krotnie grubsza niż obecna atmosfera Marsa. Mogła także zawierać znaczne ilości wody, która, jak wiadomo było już przedtem, jest obecna w skorupie satelity Ziemi. Woda ta mogła następnie ulegać skraplaniu i zbierać się w bardziej zacienionych obszarach.



Źródło: Planetary Science Letter

Sekwencja zmian rozkładu obszarów księżycowych skał bazaltowych w czasie. Skały te były wynoszone na powierzchnię Księżyca przez erupcje wulkaniczne. Powierzchnie zaznaczone kolorem czerwonym odpowiadają ostatnio wydostającym się na zewnątrz skałom głębinowym

Warunki te mogły utrzymywać się przez około 70 mln lat. Gdy wnętrze Księżyca następnie się ochłodziło, jego aktywność wulkaniczna znacząco osłabła, a to wstrzymało dalszy wypływ materii gazowej do atmosfery. Co więcej, stosunkowo niewielka grawitacja nie była już dłużej w stanie utrzymać tej wcześniej powstałej atmosfery Księżyca, która ostatecznie uległa rozproszeniu w przestrzeni kosmicznej.

Elżbieta Kuligowska

Czy podróże kosmiczne są niebezpieczne dla układu krążenia?

Zespół amerykańskich naukowców przebadał historię zdrowia astronautów misji Apollo i doszedł do wniosku, że przyczyną zwiększonego ryzyka chorób serca w tej grupie może być oddziaływanie silniejszego promieniowania kosmicznego.

Badanie było związane z przyszłymi planowanymi misjami załogowymi na Marsa i Księżyc i jego celem było określenie, czy przebywanie poza ziemską magnetosferą niesie ze sobą zwiększone ryzyko zachorowania na nowotwory lub inne choroby. Publikacja, która ukazała się na łamach Scientific Reports w 2016 r., zawiera informacje dotyczące przyczyn zgonów trzech grup astronautów. Pierwszą grupę stanowią zawodowi astronauci, którzy nigdy nie brali udziału w misji kosmicznej (35 osób). W skład drugiej grupy weszli astronauci, którzy przebywali wyłącznie na orbicie okołoziemskiej (35 osób). Natomiast trzecia, ostatnia grupa złożona była z siedmiu uczestników misji Apollo (1968–1972), którzy wyruszyli poza strefę ochronną magnetosfery ziemskiej.

W świetle wyników przeprowadzonego badania astronauci misji Apollo charakteryzowali się czterokrotnie wyższym współczynnikiem śmiertelności spowodowanym chorobami serca niż astronauci przebywający tylko na orbicie okołoziemskiej oraz pięciokrotnie wyższym współczynnikiem niż astronauci, którzy nigdy nie wyruszyli w przestrzeń kosmiczną. Warto dodać, że wynik ten jest również niemal dwukrotnie wyższy niż średnia dla ogółu Amerykanów. Przyglądając się wynikom, łatwo zauważyć, że pod względem śmiertelności na choroby serca nie ma właściwie żadnej różnicy między astronautami, którzy pozostali na Ziemi a ich kolegami, którzy uczestniczyli w misjach na orbicie okołoziemskiej. Wszystkie trzy grupy przebadanych astronautów odznaczały się wyjątkowo dobrym stanem zdrowia podczas procesu rekrutacji, co jest jednym z kluczowych warunków do brania udziału w misjach kosmicznych, mimo to grupa członków misji Apollo charakteryzowała się zwiększoną częstotliwością zgonów z powodu chorób układu krążenia.

Autorzy omawianego artykułu twierdzą, na podstawie uzyskanych danych, że narażenie organizmu na silniejsze promieniowanie kosmiczne występujące z dala od naszej planety może wpływać na degradację układu krwionośnego. Podobna zależność wystąpiła podczas eksperymentu na myszach wystawionych na oddziaływanie porównywalnego promieniowania, na które narażeni byli astronauci misji Apollo. U badanych zwierząt po pewnym czasie (odpowiadającym 20 latom u człowieka) pojawiły się charakterystyczne zmiany w układzie krwionośnym. Przedstawione wyniki mogą więc skłonić instytucje zaangażowane w przyszłe misje załogowe do bardziej wytężonej pracy nad technologiami pozwalającymi zminimalizować szkodliwe oddziaływanie promieniowania kosmicznego. Zagadnienie to jest istotne zwłaszcza w przypadku misji na Marsa, podczas których astronauci będą narażeni na długotrwałe przebywanie w warunkach podwyższonego promieniowania.

Należy dodać, że wyżej przytoczone wyniki, ze względu na zastosowaną małą próbkę (tylko 7 członków załogi Apollo) oraz brak badań dotyczących uwarunkowań genetycznych przebadanych osób, a także brak uwzględnienia ich nawyków żywieniowych, trzeba traktować z pewną dozą prawdopodobieństwa. Średni wiek zgonu uczestników misji Apollo był o ok. 10 lat wyższy niż pozostałych astronautów, co również mogło mieć wpływ na uzyskane wyniki.

Grzegorz Iwanicki

Znaczek pocztowy na 50 lat od lądowania na Księżycu

20 lipca do obiegu wszedł znaczek Poczty Polskiej upamiętniający 50. rocznicę pierwszego załogowego lądowania na Księżycu. Znaczek ma nominał 8,40 zł i został wydany w formie bloczka. Na znaczku przedstawiony został Księżyc na symbolicznym tle gwieździstego nieba. W centralnej części Księżyca czerwoną strzałką wskazano symbolicznie miejsce lądowania Apollo 11. Znaczek został wydrukowany techniką offsetową, na papierze fluorescencyjnym, w formacie: 31,25 × 43 mm, w bloku formatu 90 x 70 mm, w nakładzie 100 000 sztuk. Wydano również kopertę pierwszego dnia obiegu (FDC). Autorem projektu jest Andrzej Gosik.

Krzysztof Czart

Źródło: Poczta Polska

Znaczek Poczty Polskiej z emisji „50-lecie lądowania człowieka na Księżycu"

Pomyłka Heweliusza,
czyli zakrycie, którego nie było?

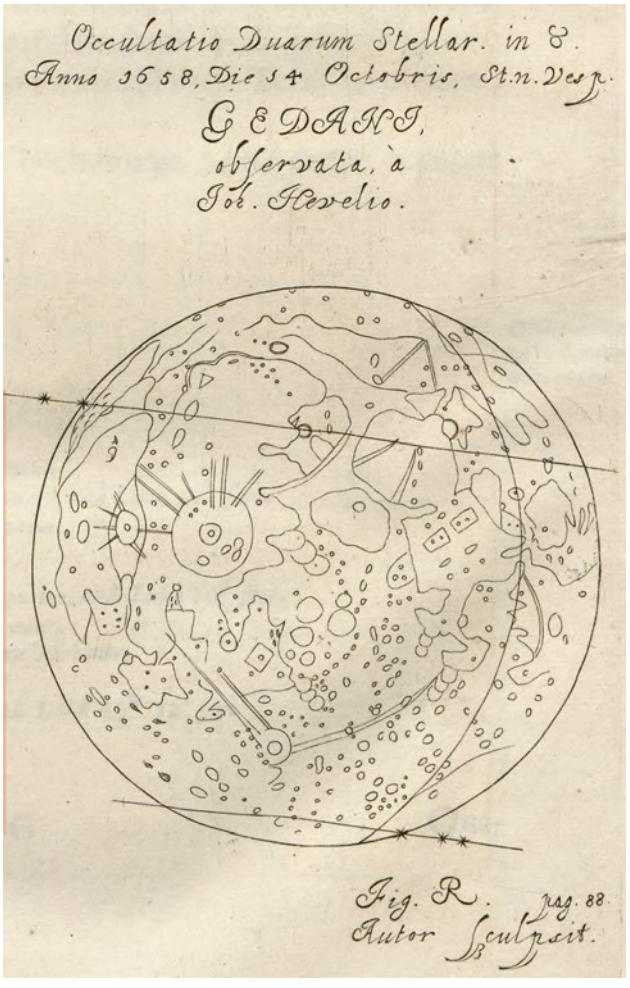
Paweł Drożdżal

Jan Heweliusz jest znany z licznych i szczegółowych obserwacji nieba, wykorzystywanych przez astronomów do dziś. Jednakże analiza zakrycia gwiazdy przez Księżyc z 14 października 1658 r. przy pomocy współczesnego oprogramowania astronomicznego sugeruje, że gdański astronom potrafił postępować nienaukowo i publikować obserwacje, których nie dokonał.

SPUŚCIZNA JANA HEWELIUSZA

Postać Jana Heweliusza (ur. 28 I 1611 – zm. 28 I 1687), sławnego gdańskiego astronoma, konstruktora instrumentów naukowych, browarnika, drukarza, rytownika, miejskiego rajcy i ławnika od ponad 300 lat jest powszechnie znana i kojarzona w kręgach osób zainteresowanych astronomią, dziejami Gdańska lub po prostu historią rozwoju nauki w Polsce i Europie. Jego dzieła są nadal analizowane przez historyków nauki czy astronomów (1). Raporty z systematycznych obserwacji nieba przeprowadzonych przez Heweliusza zawarte są w takich jego dziełach, jak np.: *Selenographia sive lunæ descriptio* (Gdańsk 1647), *Machinæ cœlestis pars posterior* (Gdańsk 1679) oraz publikacjach w ówczesnych czasopismach naukowych *Philosophical Transactions, Acta Edutitorum i Journal des Savants (2)*. Historyczne obserwacje zmiany jasności nowej CK Vulpecuale (1670) (łac. *Nova sub capite Cygni*) dokonane przez gdańskiego astronoma w przeciągu 2 lat od jej pojawienia się na niebie były wykorzystywane do opracowań hibernacyjnego modelu gwiazd zmiennych kataklizmicznych czy hipotezy jasnej czerwonej nowej LRN (ang. *Luminous Red Nova*) polegającej na koalescencji, czyli połączeniu się gwiazd ciągu głównego (3, 4). W latach 1642–1684 Heweliusz wykonał 4186 obserwacji Słońca i położeń plam na jego powierzchni. Dane te brano pod uwagę do określenia i dokładniejszego zbadania tzw. Minimum Maudera oraz zmienności okresu rotacji Słońca (3, 5).

W ciągu swego życia Heweliusz przeprowadził ogromną liczbę obserwacji nieba. Dzieło *Machinæ cœlestis pars posterior* zawiera około 20 tys. rozmaitych obserwacji astronomicznych dokonanych w latach 1630–1679 (6). Niestety, jak dotychczas, teksty Heweliusza zostały przetłumaczone z łaciny na język polski jedynie we fragmentach. Według mojej wiedzy jedynym spolszczonym w całości dziełem gdańskiego astronoma i opatrzonym komentarzem jest traktat *De motu Lunæ libratio* (O ruchu libracyjnym Księżyca) (7) skreślony w formie listu do Giovanniego Battisty Ricciolego (1598–1671). Obecnie trwają też prace nad wydaniem zachowanej korespondencji Jana Heweliusza (2). Chcąc zatem dokładniej analizować



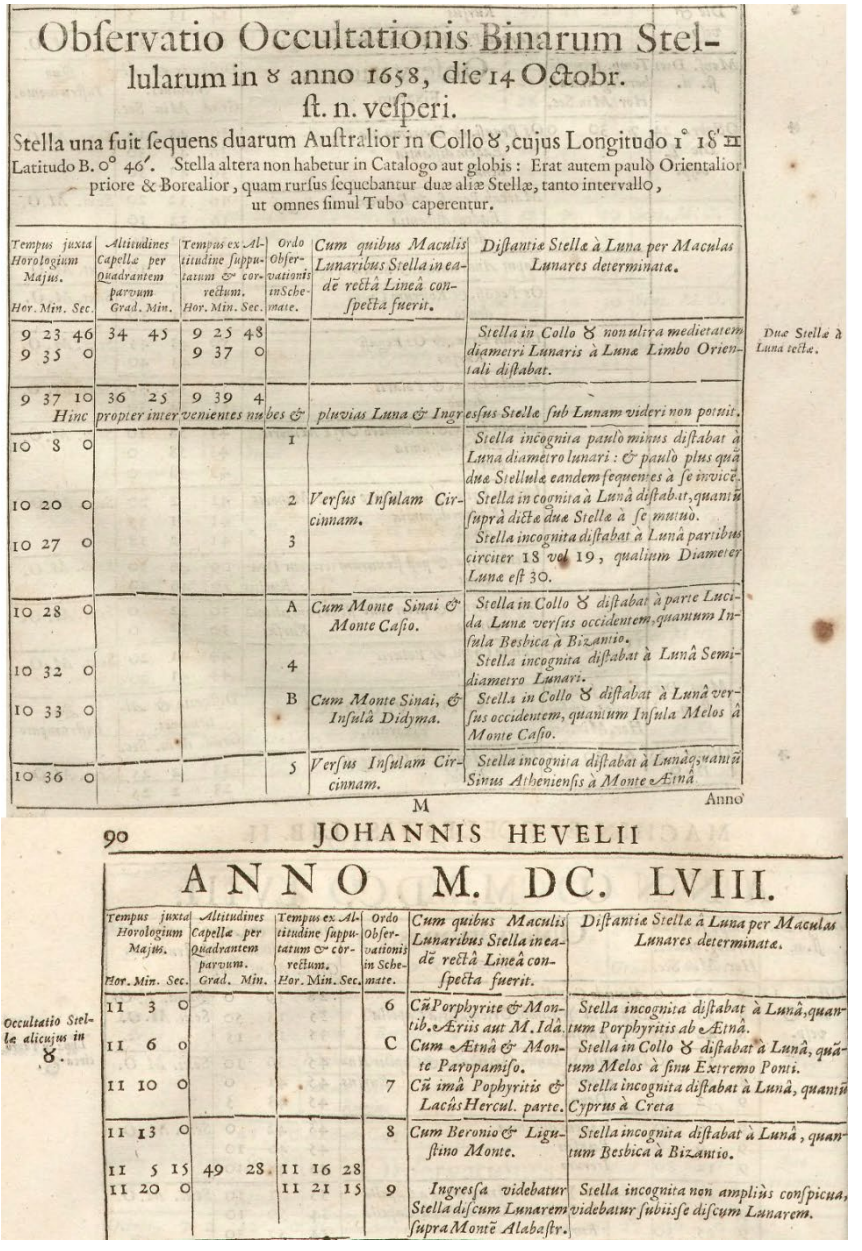
Rys. 1. Zakrycie dwóch gwiazd z gwiazdozbioru Byka przez Księżyc w dniu 14 X 1658 r. według Jana Heweliusza

warsztat pracy astronoma i/lub czytać zanotowane obserwacje, musimy znać język łaciński albo tłumaczyć teksty z pomocą tłumacza. Brak przekładu na język polski w połączeniu z ogromną liczbą danych obserwacyjnych zniechęca do samodzielnego czytania i zgłębiania tajników pracy obserwacyjnej Heweliusza. Niemniej jednak do wielu notatek obserwacyjnych w pracach astronoma dołączone są dopełniające je rysunki. Mogą one dodatkowo budzić zainteresowanie a następnie być analizowane czy sprawdzane przez większą ilość osób, w szczególności nawet tych, którzy obecnie zajmują się miłośniczą obserwacją nieba.

ZAKRYCIE Z 14 X 1658 R.

Przeglądając zeskanowane i dostępne w internecie dzieła Jana Heweliusza, natrafiłem w drugim tomie *Machinæ Cœlestis* na rysunek przedstawiający usytuowanie toru dwóch gwiazd przed, w trakcie i po zakryciu ich przez Księżyc 14 października 1658 r. (rys. 1). Napis nad rysunkiem informuje, że obserwacje zakrycia gwiazd w gwiazdozbiorze Byka przeprowadził Jan Heweliusz z Gdańska. U dołu tekst informuje o stronie 88 w *Machinae coelestis pars posterior*, gdzie spodziewałem się znaleźć opisany dokładny przebieg obserwowanego zjawiska (w rzeczywistości jest on stronę dalej) (rys. 2).

Notatka z obserwacji wspomina o dwóch gwiazdach z gwiazdozbioru Byka. Jedną z nich Heweliusz opisał w swym katalogu gwiazdowym (*Prodromus astronomiæ cum catalogo fixarum et firmamentum Sobiescianum*, Gdańsk 1690) jako *In Collo sequens ad Genam* (rys. 3.), co odpowiada współczesnym oznaczeniom ω^2 Tau, 50 Tau, HIP 19990. Drugą gwiazdę Heweliusz opisuje jako *Stella incognita, Stelle alicujus in* ♉. Gwiazdy w katalogu Heweliusza oznaczone są opisowo, stosownie do lokalizacji na wyobrażeniach konstelacji. Choć gdański astronom znał sposób oznaczania gwiazd literami w gwiazdozbiorach zastosowany przez niemieckiego astronoma Johanna Bayera (1572–1625), to zdecydowanie go odrzucał jako najobrzydliwszy — łac. *tœdiosissimus* (8). Heweliusz podał czas obserwacji według zegara i czas skorygowany na podstawie pomiarów wysokości Kapelli (α Aur). Z tekstu obserwacji wynika, że zegar późnił się o ok. 1–2 min od czasu gwiazdowego.



Obſervatio Occultationis Binarum Stellularum in ♉ anno 1658, die 14 Octobr. ſt. n. veſperi.

Stella una fuit ſequens duarum Auſtralior in Collo ♉, cujus Longitudo 1° 18′ ♊ Latitudo B. 0° 46′. Stella altera non habetur in Catalogo aut globis: Erat autem paulò Orientalior priore & Borealior, quam rurſus ſequebantur duæ aliæ Stellæ, tanto intervallo, ut omnes ſimul Tubo caperentur.

Tempus juxta Horologium Majus. Hor. Min. Sec.	Altitudines Capellæ per Quadrantem parvum. Grad. Min.	Tempus ex Altitudine ſupputatum & correctum. Hor. Min. Sec.	Ordo Obſervationis in Schemate.	Cum quibus Maculis Lunaribus Stella in eadem rectâ Lineâ conſpecta fuerit.	Diſtantiæ Stellæ à Luna per Maculas Lunares determinatæ.
9 23 46 9 35 0	34 45	9 25 48 9 37 0			Stella in Collo ♉ non ultra medietatem diametri Lunaris à Lunæ Limbo Orientali diſtabat.
9 37 10 Hinc	36 25 propter inter	9 39 4 venientes nu	bes &	pluvias Lunæ & Ingr	eſſus Stellæ ſub Lunam videri non potuit.
10 8 0			1		Stella incognita paulò minus diſtabat à Luna diametro lunari: & paulò plus quâ duæ Stellulæ eandem ſequentes à ſe invicem.
10 20 0			2	Verſus Inſulam Circinnam.	Stella incognita à Lunâ diſtabat, quantùm ſuprà dictæ duæ Stellæ à ſe mutuo.
10 27 0			3		Stella incognita diſtabat à Lunâ partibus circiter 18 vel 19, qualium Diameter Lunæ eſt 30.
10 28 0			A	Cum Monte Sinai & Monte Caſio.	Stella in Collo ♉ diſtabat à parte Lucida Lunæ verſus occidentem, quantum Inſula Besbica à Bizantio.
10 32 0			4		Stella incognita diſtabat à Lunâ Semidiametro Lunari.
10 33 0			B	Cum Monte Sinai, & Inſulâ Didyma.	Stella in Collo ♉ diſtabat à Lunâ verſus occidentem, quantum Inſula Melos à Monte Caſio.
10 36 0			5	Verſus Inſulam Circinnam.	Stella incognita diſtabat à Lunâ, quantùm Sinus Athenienſis à Monte Ætnâ.

Duæ Stellæ à Luna tectæ.

M Anno

90 JOHANNIS HEVELII

ANNO M. DC. LVIII.

Tempus juxta Horologium Majus. Hor. Min. Sec.	Altitudines Capellæ per Quadrantem parvum. Grad. Min.	Tempus ex Altitudine ſupputatum & correctum. Hor. Min. Sec.	Ordo Obſervationis in Schemate.	Cum quibus Maculis Lunaribus Stella in eadem rectâ Lineâ conſpecta fuerit.	Diſtantiæ Stellæ à Luna per Maculas Lunares determinatæ.
11 3 0			6	Cũ Porphyrite & Montib. Æriis aut M. Idâ.	Stella incognita diſtabat à Lunâ, quantum Porphyritis ab Ætnâ.
11 6 0			C	Cum Ætnâ & Monte Paropamiſo.	Stella in Collo ♉ diſtabat à Lunâ, quãtum Melos à ſinu Extremo Ponti.
11 10 0			7	Cũ imâ Pophyritis & Lacus Hercul. parte.	Stella incognita diſtabat à Lunâ, quantũ Cyprus à Cyzta
11 13 0			8	Cum Beronio & Liguſtino Monte.	Stella incognita diſtabat à Lunâ, quantum Besbica à Bizantio.
11 5 15 11 20 0	49 28.	11 16 28 11 21 15	9	Ingreſſa videbatur Stella diſcum Lunarem ſupra Montẽ Alabaſtr.	Stella incognita non amplius conſpicua, videbatur ſubiiſſe diſcum Lunarem.

Occultatio Stellæ alicujus in ♉.

Rys. 2. Zapis obserwacji zakrycia gwiazdy przez Księżyc w dniu 14 X 1658 r. zawarty w „Machinæ cœlestis pars posterior" Jana Heweliusza

Mając w zwyczaju (jak zapewne większość miłośników astronomii), sprawdzać różne przeszłe i przyszłe pozycje ciał niebieskich w *Stellarium* czy *Cartes du Ciel*, postanowiłem w obu tych programach przeanalizować i zobrazować przebieg zakrycia, które podziwiał Heweliusz ze swego gdańskiego obserwatorium przed 361 laty. Ku mojemu zdziwieniu i niedowierzaniu oba programy wskazały, że jedna z gwiazd, tj. dolna na rysunku, nie mogła być obserwowana jako zakryta przez Księżyc w dniu 14 października 1658 r. z gdańskiego obserwatorium, które znajdowało się przy rogu dzisiejszych ulic Korzennej i Heweliusza (54°21'19"N, 18°38'52"E).

254 JOHANNIS HEVELII

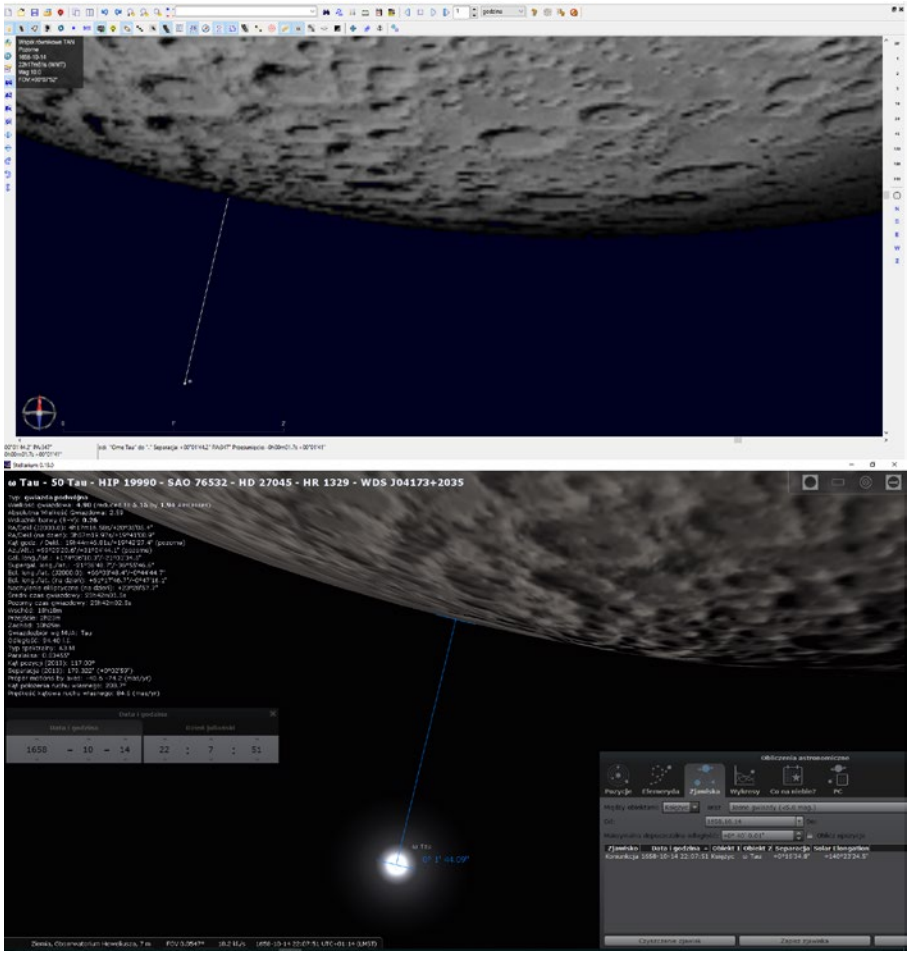
TAURUS. Nomina Stellarum.	Ordo Tychonis	Magnitudo Tychonis	Magnitudo Hevelii	HEVELII Longitudo Gr.	Min.	Sec.	Sig.	Latitudo Gr.	Min.	Sec.	Sig.	TYCHONIS Longitudo Gr.	Min.	Sec.	Sig.	Latitudo Gr.	Min.	Sec.	Sig.
In Collo ſequens ad Genam.	25	6	6	1	40	32	♊	0	51	57	A	1	19	0	♊	0	46	30	A

Rys. 3. Fragment strony z „Prodromus astronomiæ..." Jana Heweliusza dotyczący gwiazdy ω^2 Tau

POSZUKIWANIA I ANALIZA ROZBIEŻNOŚCI

Widząc sporą rozbieżność pomiędzy pozycjami dolnej gwiazdy (ω^2 Tau) przedstawionymi przez współczesne programy astronomiczne (rys. 4) a obrazkiem do obserwacji z *Machinæ cœlestis pars posterior* postanowiłem w miarę swoich możliwości dotrzeć do sedna problemu. Konieczne było też zasięgnięcie opinii w tej sprawie osób mających na co dzień doświadczenie w pracy z łacińskimi dziełami Heweliusza czy też zaangażowanymi w rozwój programów Stellarium czy Cartes du Ciel.

Wysłałem e-maile z opisem swego problemu do takich osób jak Alexander Wolf, Georg Zotti, Guillaume Chéreau, Rob van Gent, Albert van Helden, Maciej Jasiński czy Jarosław Włodarczyk. Najbardziej owocna okazała się korespondencja z Georgiem Zotti, który przeanalizował sprawę zarówno od strony programu Stellarium, jak i łacińskich zapisów obserwacji dotyczących zakrycia z dnia 14 października 1658 r. Dlatego też wiele z uwag czy spostrzeżeń zamieszczonych w tym artykule pochodzi właśnie z wymiany e-mali z Georgiem Zotti (patrz także: wywiad z G. Z. o dokładności *Stellarium* w „Uranii" 5/2018). Problem zauważonych rozbieżności można rozpatrywać na kilku poziomach, co postaram się pokrótce przedstawić w dalszej części artykułu.

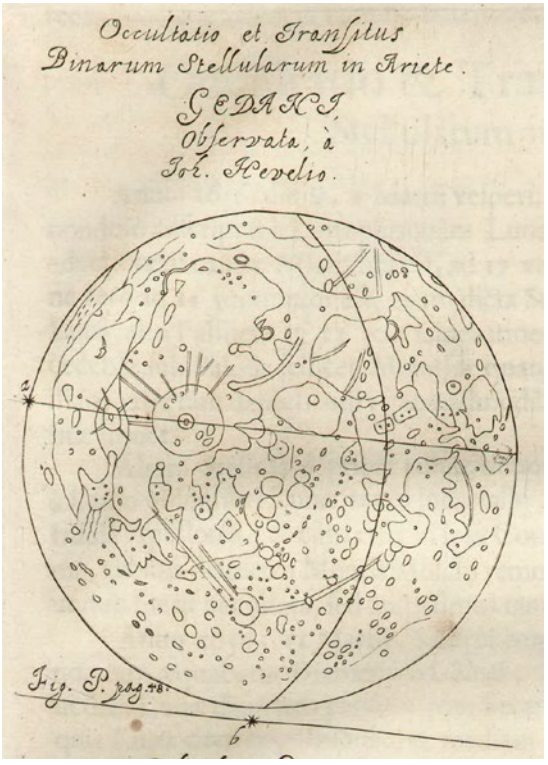


Rys. 4. Moment największego zbliżenia gwiazdy ω^2 Tau (50 Tau) z Księżycem w dniu 14.10.1658 roku według programów „Cartes du Ciel" 4.0 (góra) i „Stellarium" 19.0 (dół)

ANALIZA ŁACIŃSKIEGO TEKSTU OBSERWACJI

Pierwszą bardzo ważną kwestią, która powinna poprzedzać w kolejności pozostałe rozważania nad przyczyną wystąpienia rozbieżności w dziele Heweliusza była oczywiście analiza łacińskiego tekstu *Machinæ cœlestis pars posterior* dotyczącego zjawiska. Dla zrozumienia treści i wszystkich zawartych w nim aspektów obserwacji dałem cały łaciński tekst do tłumaczenia filologowi klasycznemu. Pomimo że tytuły obserwacji (łac. *Observatio Occultationis Binarum Stellularum*) i rysunku (łac. *Occultatio duarum Stellar*) jasno mówią o zakryciu dwóch gwiazd, to szczegółowy komentarz do obserwacji jest niezgodny pod tym względem z tym, co przedstawia rycina (rys. 1). Co gorsza, autorem rysunku wedle podpisu jest sam Jan Heweliusz (łac. *Autor sculpsit*). Warto tutaj zaznaczyć, że w tytułach obserwacji czy na odpowiadającym im rysunkom Heweliusz rozróżniał fakt, czy miało miejsce zakrycie (łac. *occultatio*) czy też bliskie przejście, zbliżenie (łac. transitus) gwiazdy, planety i Księżyca. Przykładem tego jest rys. 5 obrazujący takie zjawiska z dnia 1 marca 1656 r.

Dalsza analiza tekstu ujawnia jeszcze bardziej zdumiewającą rozbieżność pomiędzy słowami Heweliusza a jego rysunkiem. Według zegara o godzinie 21.37.20 (21.39.04 czasu gwiazdowego) gdań-



Rys. 5. Obrazowanie zakrycia gwiazdy przez Księżyc i bliskiego złączenia gwiazdy z Księżycem zanotowane w „Machinæ cœlestis pars posterior"

ski astronom zanotował, że z „powodu pojawiających się chmur i deszczy nie można było zobaczyć Księżyca i wejścia gwiazdy pod Księżyc" (łac. *Hinc propter intervenientes nubes & pluvias luna & ingressus Stellæ sub Lunam videri non potuit*). Według wspomnianych wcześniej programów astronomicznych gwiazda ω^2 Tau (50 Tau, HIP 19990) była wtedy w odległości ok. 6'22". To kluczowe informacje dla naszego problemu znalezionych rozbieżności w dziele Heweliusza, gdyż w dalszej części tekstu gdański astronom nie napisał, że widział moment zakrycia gwiazdy ω^2 Tau przez Księżyc. Owszem, gwiazda *In Collo sequens ad Genam* (ω^2 Tau) pojawia się później w notatce obserwacyjnej, ale tylko w aspekcie jej widoczności i pomiaru jej odległości od tarczy Księżyca. Uderza też fakt, że na rycinie (rys. 1) tor dolnej gwiazdy tj. ω^2 Tau wskazuje na wyraźne zakrycie (nie brzegowe) jej przez Księżyc, co tym bardziej nie zgadza się opisem obserwacji. W przeciwieństwie do ω^2 Tau Heweliusz wyraźnie stwierdził dla drugiej gwiazdy następujące rzeczy:

1) o godz. 23.20.00 (23.21.15) „wydawało się że gwiazda (*Stella incognita*) wchodzi w tarczę Księżyca nad Górą Alabastrową" (być może chodzi o krater Aristarchus?) (łac. *Ingressa videbatur Stella discum Lunarem supra Monte Alabastr*)

2) „gwiazda nie jest już dłużej widziana" (łac. *Stella incognita non amplius conspicua*)

3) „wydawało się, że podchodzi pod tarczę księżycową" (łac. *videbatur subiisse discum Lunarem*). W pobliżu wspomnianej przez Heweliusza godziny zakrycia *Stella incognita* (*Stelle alicujus*) programy *Cartes du Ciel* i *Stellarium* pokazały zakrycie przez Księżyc gwiazdy 53 Tau (HIP 20171). Jednakże czas zakrycia gwiazdy 53 Tau podany przez *Cartes du Ciel* był bardziej zbliżony w porównaniu ze *Stellarium* do godziny wystąpienia tego zjawiska podanej przez Heweliusza. Miejsce wejścia gwiazdy 53 Tau za tarczę Księżyca według wspomnianych programów astronomicznych z grubsza pokrywa się z tym przedstawionym na rys. 1 przez Heweliusza.

Podsumowując tę część analizy stwierdzam, że Heweliusz w rzeczywistości nie widział zakrycia gwiazdy ω^2 Tau przez Księżyc. Pomimo to był przekonany, że musi ono zajść z powodu bliskości układu gwiazda-Księżyc. Następnie przedstawił na rysunku domniemany przebieg toru gwiazdy podczas zakrycia, a na rycinie i w tytule obserwacji napisał, że dotyczą one zakrycia dwóch gwiazd przez Księżyc.

Czy dojrzałemu astronomowi (naukowcowi), który naocznie nie zaobserwował zajścia zjawiska astronomicznego, wypada o nim pisać lub je rysować bez zaznaczenia faktu, że jest to tylko jego spekulowany przebieg?

ANALIZA DOKŁADNOŚCI PROGRAMÓW ASTRONOMICZNYCH

Drugą sprawą, którą starałem się rozpatrzyć, była dokładność współczesnych programów typu *Stellarium* czy *Cartes du Ciel* w kwestii przedstawiania poszukiwanej pozycji ciał niebieskich z przeszłości. Informacje o wykorzystywanych przez te dwa popularne programy efemerydach zawarte są w opracowanych do nich podręcznikach użytkownika. Efemerydy dla programu *Stellarium* (wersja 19.0) to VSOP87 i ELP2000-82B (Księżyc). Dokładność VSOP87 dla barycenterum Ziemia-Księżyc dla okresu od 2000 p.n.e. do 6000 n.e. wynosi jedną sekundę kątową – 1" (9). *Cartes du Ciel* (wersja 4.0) korzysta w standardzie z Plan404 opracowanych przez Steve'a Moshiera (http://www.moshier.net/) a dla lat 2000–2050 z efemerydy DE405. W obu przypadkach dla okresu 3000 p.n.e. – 3000 n.e. zapewnia to dokładność obliczonych pozycji lepszą od 1" (10). Dla tych dwóch programów przewidziana jest możliwość korzystania z nowszych i dokładniejszych efemeryd DE430 czy DE431. Przykładowo przejście z efemerydy ELP82 na DE430 zmienia pozycję Księżyca w *Stellarium* o ok. 2". Odległość na niebie w chwili największego zbliżenia gwiazdy ω^2 Tau (50 Tau) z Księżycem 14 października 1658 r. dla obu analizowanych programów była podobna i wynosiła ok. 1'44". Jednakże, zauważyłem różnicę co do czasu, w którym Księżyc był najbliżej gwiazdy ω^2 Tau. Program *Stellarium* (efemerydy DE430 i DE431) obliczył takie zbliżenie na godzinę 22:07:51, natomiast dla *Cartes du Ciel* (te same efemerydy) moment maksymalnego zbliżenia wypadł 10 (± 1) minut później. Taka sama różnica między programami była dla momentu zakrycia gwiazdy 53 Tau przez Księżyc. Przyczyną tej różnicy czasu między programami może być niezgodność pomiędzy strefą czasową a lokalnym średnim czasem słonecznym, którego *Stellarium* używa dla dat sprzed 1848 r. Pewną składową może być także problem ΔT (rotacja Ziemi).

Mając na uwadze powyższe informacje, jestem przekonany, iż miłośnicy astronomii mogą ze spokojem o wynik korzystać z programów *Cartes du Ciel* czy *Stellarium* (w szczególności z użyciem efemeryd DE430 czy DE431) do śledzenia i analizy przebiegu zjawisk na niebie w okresie 3000 p.n.e. – 3000 n.e. z dokładnością przekraczającą w wielu przypadkach 1".

HEWELIUSZ JAKO OBSERWATOR

Kolejną także bardzo istotną sprawą jest dokładność obserwacji i instrumentów astronomicznych Jana Heweliusza. Czytając o Heweliuszu, często spotykamy się ze stwierdzeniem, iż słynął on ze swej skrupulatności i bardzo dobrego wzroku. Heweliusz był ostatnim wybitnym astronomem, który używał instrumentów z przeziernicami bez optyki. Doprowadził on tę technikę do perfekcji. Kwadrant Heweliusza pozwalał na dokonywanie odczytów do 10". Jak podaje Przemysław Rybka w swych opracowaniach dotyczących Heweliusza, analiza obserwacji astronoma z Gdańska pokazała, że mógł on celować na gwiazdy z dokładnością nie lepszą niż ¼ minuty łuku, tj. średni błąd pomiaru pozycji gwiazd wynosi ok. 25" (8, 11). Niestety optyka teleskopów Jana Heweliusza nie pozwalała na dokładne obserwacje planet (szczególnie w początkowym okresie). Przykładem mogą być błędnie zaobserwowane fazy Merkurego w latach 1644–1645, a przedstawione w *Selenografii* (artykuł w przygotowaniu). Choć Heweliusz chwalił się, że obserwował Jowisza co najmniej 2500 razy, to osobiście nie zauważyłem na jego rysunkach tej planety tak charakterystycznych dwóch równikowych pasów chmur. Niedoskonałość teleskopów Heweliusza nie pozwoliła mu na poprawne wytłumaczenie rzeczywistej natury pierścieni otaczających Saturna. Gdański astronom po odkryciu Tytana przez Christiaana Huygensa (1629–1695) pisał w liście do Ismaëla Boulliau (1605–1694), że choć obserwował ten księżyc Saturna na wiele lat wcześniej przed Huygensem, to brał go za gwiaz-

Kontrowersje dotyczące porównania dawnych obserwacji ze współczesnymi obserwacjami nieba nie są nowością na łamach „Uranii–PA". W ostatnim numerze 2017 r. Piotr Majewski poruszał temat nieścisłości w obserwacjach Aldebarana dokonanych przez Mikołaja Kopernika („Czy Kopernik się pomylił?, „Urania–PA" 6/2017). Z przedstawionymi tezami polemizował prof. Jarosław Włodarczyk kilka miesięcy później („O Koperniku i historii astronomii", „Urania–PA" 3/2018). Kością niezgody jest zaufanie do programów symulujących położenie ciał niebieskich, jak Stellarium bądź Cartes du Ciel i wyciąganiu na ich podstawie wniosków. Jednakże w kolejnych numerach Przemysław Rudź z Polskiej Agencji Kosmicznej przedstawił tematykę zakryć planetarnych, m.in. uzasadniając użycie tego typu programów („Gdy planeta zakrywa planetę", „Urania–PA" 4, 5/2018). Jednocześnie opublikowaliśmy wywiad z twórcą Stellarium, Georgem Zottim („Jak dokładne jest Stellarium?", „Urania–PA" 5/2018). Obecny artykuł jest więc kolejnym w ciągu ostatnich kilkunastu miesięcy poruszającym tę niezwykle ciekawą tematykę. Stawianie czasem niewygodnych pytań pobudzających dyskusje jest fundamentem rozwoju wiedzy naukowej, a jak widać, nawet największe autorytety sprzed setek lat nie ujdą dociekliwości badaczy.

dę. Niestety wydaje się, że Heweliusz prawdopodobnie nawet nie wziął pod uwagę możliwości, że może być to nowy księżyc planety i nie przeprowadził kilku następujących po sobie obserwacji dla identyfikacji ruchu tej „gwiazdy" wokół Saturna. Czy niedoskonałość teleskopu Heweliusza miała wpływ na domniemanie, że gwiazda ω^2 Tau została zakryta przez Srebrny Glob?

Ostatnią rzeczą, która teoretycznie mogła zaważyć na powstanie powyższych rozbieżności w dziele Heweliusza, są błędy i pomyłki podczas redagowania i drukowania *Machinæ cœlestis pars posterior*. Jednakże, trudno jest mi na tym etapie wskazać jakiekolwiek przesłanki, które przemawiałyby za tą tezą lub pozwoliły na rzeczowe jej rozpatrywanie.

PODSUMOWANIE

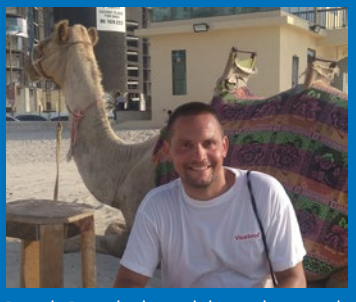
W tym artykule opisałem jedną z wielu tysięcy obserwacji nieba przeprowadzonych przez Jana Heweliusza a zawartą w dziele *Machinæ cœlestis pars posterior*. Rozważyłem na kilku płaszczyznach rozbieżności, które zauważyłem podczas lektury relacji Heweliusza z zakrycia gwiazdy przez Księżyc 14 października 1658 r. Na podstawie powyższej analizy stwierdzam, że zjawisko zakrycia przez Księżyc dolnej gwiazdy, tj. ω^2 Tau pokazane na rys. 1 nie było obserwowane przez Heweliusza z powodu zachmurzenia nieba i nie zostało zawarte w notatce obserwacyjnej. Dodatkowo symulacja tego zjawiska przeprowadzona z użyciem programów *Stellarium* i *Cartes du Ciel* jasno pokazała, że dla danego dnia i lokalizacji Księżyc zakrył tylko jedną z gwiazd (53 Tau) przedstawionych na rys. 1. Dla drugiej gwiazdy ω^2 Tau wystąpiło tylko bliskie zbliżenie z satelitą Ziemi, którego minimalna odległość wyniosła ok. 1'44". Wskazałem także, że przy dzisiejszych możliwościach programów astronomicznych symulacja takich zjawisk na niebie może być prowadzona m.in. dla XVII w. z dokładnością poniżej 1".

Przedstawione tutaj wnioski rzucają nowe światło (niestety negatywne) na sposób obserwacji dokonanej przez Jana Heweliusza. Jest zatem rzeczą ciekawą i wartą dalszej uwagi, czy gdański astronom także w przypadku innych sytuacji, w których warunki atmosferyczne częściowo uniemożliwiły ciągłość obserwacji, notował przebieg spodziewanego zjawiska według swojego rozeznania i doświadczenia, ale z pominięciem wizualnej oceny danego wydarzenia na nieboskłonie.

Zachęcam wszystkich zajmujących się tematem dzieł Heweliusza do polemiki z przedstawioną tutaj moją interpretacją obserwacji Heweliusza z 14 października 1658 r. oraz wnioskami, jakie wyciągnąłem na temat jego pracy. Mam także nadzieję, że artykuł zachęci innych do dalszego odkrywania tajników warsztatu pracy astronomicznej Jana Heweliusza a być może kolejnych nieścisłości w jego pracach.

Bibliografia

1) Targosz, K. (2017). Heveliana 2011–2016. *Studia Historiae Scientiarum*, 407–444. doi:http://dx.doi.org/10.4467/2543702XSHS.17.017.7718
2) Grell, Ch., (2016). Jan Heweliusz i jego czasy. Warszawa–Gdańsk: Instytut Historii Nauki im. L. i A. Birkenmajerów PAN *Bibliotheca Heveliana* I. (red. nauk. Włodarczyk, J.)
3) Gnaciński, P., (2013). Obserwacje Heweliusza a współczesna astronomia, artykuł w Mendel, M., Włodarski, J. (red.) (2013). Jan Heweliusz i kultura heweliuszowska. *Utilitas et delectatio*. Gdańsk, https://docplayer.pl/25468102-Obserwacje-heweliusza-a-wspolczesna-astronomia.html
4) Biernikowicz, R., (2016). Zagadka nowej Heweliusza z 1670 roku (CK Vulpeculae), Biuletyn obserwatorów gwiazd zmiennych Proxima nr 1. http://proxima.org.pl/index.php/download-biuletyn-proxima-menu
5) Rek, R. (2018). Plamy słoneczne podczas Minimum Maundera. Kwartalnik Historii Nauki i Techniki, 91–130. doi:http://dx.doi.org/10.4467/0023589XKHNT.18.020.9511
6) Dobrzycki, J., Markowski, M., Przypkowski, T., E. Rybki (red). (1975). Historia astronomii w Polsce, Tom I, Zakład Narodowy im. Ossolińskich – Wydawnictwo PAN. Wrocław – Gdańsk.
7) Pelczar, M. i Włodarczyk, J. (red). (2011). Jan Heweliusz, str. 250–312, Wydawnictwo Naukowe ITEE – PIB. Radom.
8) Rybka, P. (1984). Katalog gwiazdowy Heweliusza, Zakład Narodowy im. Ossolińskich – Wydawnictwo PAN, Wrocław.
9) VSOP (planets) https://en.wikipedia.org/wiki/VSOP_(planets)
10) Jet Propulsion Laboratory Development Ephemeris https://en.wikipedia.org/wiki/Jet_Propulsion_Laboratory_Development_Ephemeris
11) Rybka, P. (1989). Heweliusz, Wiedza Powszechna, Warszawa.



Paweł Drożdżal – doktor chemii, ale miłośnik Astronomii i Kapitana Bomby. Wzrost: 173 cm, ale średnica zwierciadła teleskopu: 66 cm. Liczba publikacji: 8, dzieci i odznaczeń: 0. Suma: 247

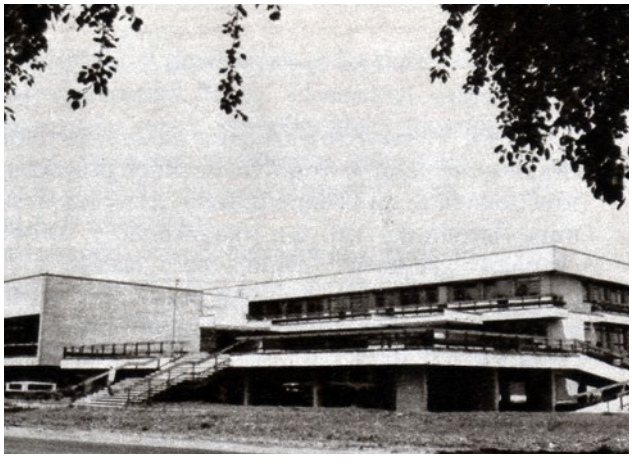
Z zamiłowania ASTRONOM (III)

PIERWSZE KROKI W PTMA

W pewnym okresie życia miłośnika astronomii, przychodzi chęć nie tylko na same obserwacje, ale również na poszerzenie swojej wiedzy w większym gronie lub w Stowarzyszeniu. W latach, w których nie było możliwości skorzystania z powszechnego dostępu do internetu, a sama wiedza biblioteczna była również mocno ograniczona, jednym ze sposób zdobywania wiedzy i praktyki było zapisanie się do Polskiego Towarzystwa Miłośników Astronomii.

Po wielu latach nastał wreszcie ten pamiętny dzień 19 stycznia 1979 r. Wiele sobie po nim obiecywałem. Uzyskawszy informację od Romana Fangora, gdzie znajduje się siedziba Oddziału, udałem się tego dnia po południu na ul. Bartycką 18 do Centrum Astronomicznego im. Mikołaja Kopernika w Warszawie do pokoju nr 108 na I piętrze. Tam mieścił się sekretariat Oddziału Warszawskiego PTMA. W tamtych czasach sekretariat czynny był w poniedziałki, środy i piątki w godzinach 18–20, a sekretariatem zajmowała się emerytka p. Wanda Garusińska, zatrudniona przez PTMA na tym stanowisku. Podała mi deklarację członkowską, którą wypełniłem i opłaciłem składkę członkowską ulgową, jako że wtedy byłem jeszcze studentem. Po tych formalnościach wstałem z krzesła i zastanawiałem się, co teraz zrobić?

Romana Fangora nie było w pokoju, ale było tam kilka osób zajętych rozmową. Postanowiłem zagrać na czas i zacząłem przeglądać książki astronomiczne, licząc, że coś się będzie dziać i może ktoś zagada do mnie. Byłem wtedy nieśmiały i nie odważyłem się zagadnąć nieznajome osoby. Po kilku minutach moje wielkie nadzieje na coś nowego, wspaniałego, pomału przerodziły się w olbrzymi zawód. Nikt się mną nie zainteresował i zmartwiony postanowiłem wyjść i już tu nie wracać. Po wielu latach ciągle przypominam tamtą chwilę i zawsze uzmysławiam sobie, jak w moim życiu i pewnie u każdej innej osoby także przypadek wielokrotnie decyduje o losach następnych lat. Często w powieściach Stanisława Lema czytałem, jak wielką rolę pełni przypadek w życiu. Tak samo było wtedy ze mną, Postanowiłem wyjść z sekretariatu i kontynuować przygodę z astronomią sam. Kiedy otworzyłem drzwi, właśnie w tym samym momencie do pokoju wchodził Wojciech Jabłoński, uczeń liceum, który od razu zagadnął mnie, czy jestem tutaj nowy i czy nie chciałbym przyłączyć się do nowo powstałej grupy obserwatorów zjawisk zakryciowych. Dodał, że zaraz zaczyna się na dole w małej salce wykładowej pierwsze robocze spotkanie. Oczywiście z radością przyłączyłem się do tej grupy, bo to mnie właśnie pociągało. W tej grupie poznałem m. in. Arkadiusza Krajewskiego, z którym utrzymuję przyjacielskie relacje do dziś. Na parterze w salce konferencyjnej Roman Fangor tłumaczył, jak wykonywać obserwacje zakryć gwiazd przez Księżyc, kiedy zjawiska występują przy jasnym, a kiedy przy ciemnym brzegu tarczy Księżyca. Opowiedział, jak będziemy rejestrowali momenty zjawisk przy pomocy Elektronicznego Rejestratora Czasu, który sam zaprojektował i sam wykonał. Roman Fangor studiował elektronikę oraz astronomię i potrafił wykonać nowoczesne na tamte czasy urządzenia elektroniczne pomagające w obserwacjach astronomicznych. Poruszył on temat współrzędnych geograficznych miejsca obserwacji, których znajomość ma kluczowe znaczenie w obserwacjach zakryciowych. Na szczęście doc. Maciej Bielicki osobiście wyznaczył współrzędne dachu CAMK-u na podstawie znajomości dokładnych współrzędnych kościołów, które jeszcze wtedy były stamtąd widoczne. Wieże kościołów miały dokładnie wyznaczone współrzędne i metodą triangulacji zostały wyznaczone współrzędne naszego obserwatorium na dachu CAMK-u. To, o czym opowiadał Roman Fangor, było dla mnie szalenie interesujące, a na koniec spotkania dowiedzieliśmy się, że jest planowana



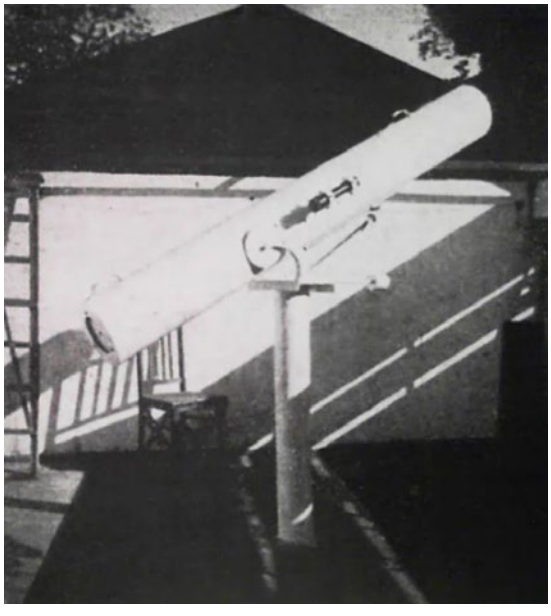
wspólna dla naszej grupy obserwacja przejścia Księżyca przez Hiady w dniu 5/6 lutego 1979 r., czyli za kilka dni. Ponieważ w zawiązanej grupie nie mieliśmy doświadczenia obserwacyjnego, zatem Roman Fangor postanowił w ramach ćwiczeń wykonanie próby generalnej obserwacji zakrycia gwiazdy przed zakryciami serii gwiazd z gromady otwartej Hiady.

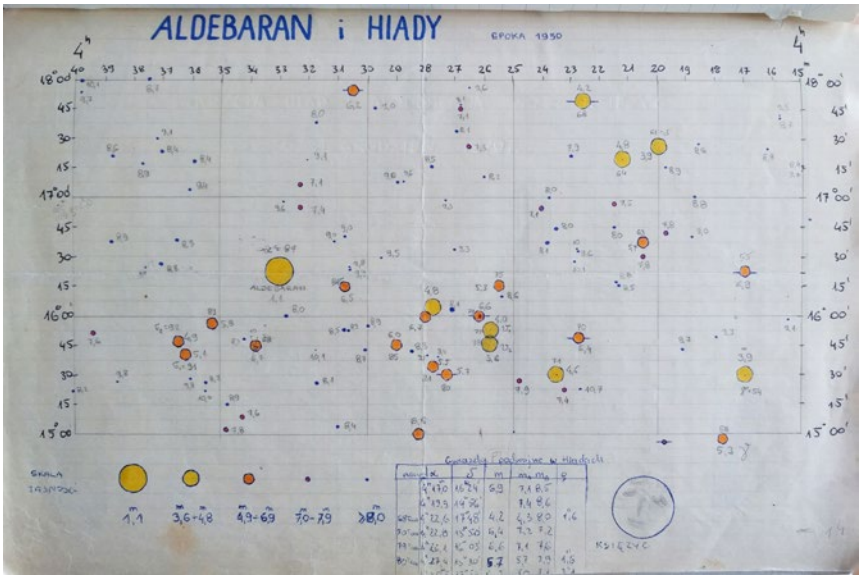
PIERWSZE SZKOLENIE ZAKRYCIOWE

W dniu 3 lutego wybraliśmy się wieczorem w Aleje Ujazdowskie do naszego zewnętrznego obserwatorium astronomicznego na pierwsze szkolenie z rejestracji momentu zakrycia gwiazdy przez Księżyc. Oddział Warszawski PTMA w tym czasie miał własne obserwatorium wybudowane na terenie Ogrodu Botanicznego blisko budynku Obserwatorium Astronomicznego Uniwersytetu Warszawskiego, na którego poddaszu mieszkał i prowadził obserwacje doc. Maciej Bielicki. Jego specjalnością były komety a pasją stworzenie katalogu komet jednopojawieniowych. Pamiętam, jak Roman Fangor opowiadał różne anegdoty o docencie Bielickim, ale jedną zapamiętałem, tę o nadwzroczności docenta. Kiedyś docent Bielicki zaprosił Romana Fangora wraz z p. Lucjanem Newelskim na dach OA UJ z okazji pojawienia się nowej komety na niebie, aby popatrzeć na nią przez teleskop. Docent Bielicki ustawił w polu widzenia tę kometę i tłumaczył, że pod samą kometą są dwie słabe gwiazdki i trochę niżej jest jeszcze jedna jaśniejsza. Kiedy pan Newelski spojrzał w okular, stwierdził, że widzi tylko jedną gwiazdkę, chyba tę jaśniejszą, a żadnych słabych, a tym bardziej nie widzi komety. Roman skomentował widok w okularze: „A gdzie jest ta jasna gwiazda?”. Roman Fangor miał znakomity wzrok, tak więc to tylko oddaje możliwości wzroku docenta Bielickiego.

Wracając do naszej próby generalnej przed zakryciem Hiad, Roman Fangor ustawił sprzęt do obserwacji, a był to jego Elektroniczny Rejestrator Czasu (w obudowie dużego radioodbiornika lampowego) oraz magnetofon szpulowy do rejestrowania sygnałów czasu. Dodam tylko, że magnetofon ten to nie jakiś sprzęt kieszonkowy, tylko solidny, duży magnetofon szpulowy o wadze 19 kg! Roman Fangor nigdy nie posiadał samochodu i zawsze musiał nosić ten sprzęt i przewozić go autobusami. Kiedy miało już dojść do pierwszego historycznego zakrycia zaobserwowanego przez kogoś z nas, powstał problem — kto ma być tym szczęśliwcem? Co prawda rejestrator miał 6 kanałów, ale przygotowany do użycia był tylko jeden teleskop i to ten nasz najdłuższy TN 250/2138 mm.

Wiadomo było, że tylko jedno zakrycie będzie można zaobserwować, a nas jest kilkoro. Postanowiliśmy przeprowadzić sprawiedliwe losowanie, bo oczywiście każdy z nas chciał to zaobserwować. Kiedy los okazał się łaskawy dla mnie, memu szczęściu nie było końca. Byłem w siódmym niebie. Za chwilę zaobserwuję zakrycie gwiazdy przez Księżyc, moja pierwsza obserwacja, czyli moment wciśnięcia klucza zapisze się z dokładnością do 0,01 sekundy na taśmie, a sam będę widział to w teleskopie tak dużym, że konieczne będzie wejście na drabinę, bo tak wysoko był okular. Roman Fangor ruszył synchronicznie zegar kwarcowy ERC zgodnie z szóstym sygnałem nadawanym o pełnej godzinie w PR1 emitowanym na falach długich. To były wzorcowe sygnały czasu. Teleskop był przygotowany. Roman osobiście ustawił zakrywaną gwiazdę w polu widzenia, po czym zszedł z drabiny i powiedział, abym zajął stanowisko i sprawdził, czy widzę gwiazdę w środku pola widzenia. Oczywiście, że widziałem tę gwiazdę. Ponieważ teleskop nie miał w tubusie bocznych diafragm, więc poza gwiazdą obraz nieba nie był czarny tylko jasny od odbić Księżyca od bocznych ścianek tubusu. Światła popielatego nie było wtedy widać. Roman oznajmił wszystkim, że do zakrycia została jedna minuta, a ja utrzymywałem gwiazdę w polu widzenia, popychając lekko tubus, bo oczywiście nasze teleskopy nie miały prowadzenia za gwiazdami. Gwiazdę widziałem bardzo dobrze. W ręce trzymałem „klucz”, czyli przycisk, który miałem natychmiast nacisnąć, gdy zauważę, że gwiazda zniknęła. Pamiętam, jak serce mi waliło z emocji i czekałem z utęsknieniem na swoje pierwsze zakrycie. Roman oświadczył, że do zakrycia zostało jeszcze pół minuty i wtedy wyłączył akustyczne sygnały, abym się nimi nie sugerował podczas obserwacji. Kiedy tak w absolutnej ciszy byłem skoncentrowany i wpatrzony w gwiazdę, która miała zniknąć, czekałem i słyszałem tylko bicie swojego serca. Trwało to dla mnie wieczność i bałem się, że serce moje tego nie wytrzyma. Po jakimś czasie Roman spy-





tał mnie, czy jeszcze widzę gwiazdę, bo minęło już pół minuty od czasu zjawiska wg efemerydy. Odpowiedziałem, że ją nadal widzę i widziałem ją jeszcze przez następne dwie minuty. Zszedłem z drabiny załamany. Znowu przeżyłem ogromny zawód. Okazało się, że Roman ustawił w polu widzenia nie tę gwiazdę, która była zakrywana.

5 lutego 1979 r z nowymi nadziejami pojechałem do obserwatorium w Alejach Ujazdowskich. Roman wspominał, że obserwacje tam mógł przeprowadzać tylko do godz. 23.00, gdyż po tej godzinie nie można było przebywać na terenie Ogrodu Botanicznego. Nasze Obserwatorium to była prosta budowla na podstawie prostokąta o białych ścianach wysokości ok. 3 m z dwuczęściowym rozsuwanym dachem dwuspadowym. Na stałe były tam zamontowane nasze dwa teleskopy: długa 25-tka TN 250/2138 oraz TN 350/1800. Ponieważ dla dyrekcji Ogrodu Botanicznego nasz prosty, o białych ścianach budynek był szkaradny, postanowiono go osłonić, zamaskować metodami naturalnymi, aby nie psuł widoku tym, którzy odwiedzali Ogród Botaniczny. Dookoła budynku posadzono tuje. Tuje bardzo szybko rosną do góry i po kilku latach z naszego obserwatorium były możliwe tylko obserwacje zenitalne. Ale tego dnia 5 lutego 1979 Księżyc w Hiadach świecił wysoko na niebie. Pogoda była znakomita i zapowiadał się wspaniały spektakl na niebie. Miało dojść do zakrycia kilku bardzo jasnych gwiazd. Wszyscy byliśmy pewni, że wreszcie przeprowadzimy swoje pierwsze obserwacje zakryciowe. Trzy osoby obserwowały na dole z pawilonu, a dwie poszły na dach budynku OA UJ do doc. Bielickiego i tam na jego lunetach i chronografie przeprowadziły swoje pierwsze obserwacje zakryciowe. Chronograf doc. Bielickiego to było takie bardzo stare urządzenie, które rysikiem na wstędze papierowej rysowało sygnały sekundowe, a drugi rysik był sprzężony z kluczem obserwatora. Bardzo podobnie to wyglądało jak rysik sejsmografu. Ja ponownie dostałem długiego Newtona TN 250/2138. Pierwszą gwiazdą, której zakrycie miałem zaobserwować, była 70 Tau o jasności ok. 6 mag, bez żadnego problemu widoczna w tak dużym teleskopie. Tym razem jednak widziałem światło popielate Księżyca i dobrze widziałem, jak gwiazda zbliża się do tarczy Księżyca, dzięki temu miałem pewność, że ta gwiazda ulegnie zakryciu. Podczas próby dwa dni wcześniej nie widziałem światła popielatego, bo miałem ustawioną nie tę gwiazdę — daleko od tarczy Księżyca. Roman Fangor sprawdził działanie służby czasu, a także klucz każdego obserwatora i oznajmił znowu, że do zjawiska została jedna minuta. Pouczył nas, abyśmy najszybciej, jak tylko zauważymy, kiedy gwiazda zniknie, wcisnęli klucz. Oczywiście sygnały sekundowe Roman znowu wyłączył, ale tym razem sprawa była prosta, bo widziałem wyraźnie, jak z każdą sekundą gwiazda zbliża się do brzegu tarczy Księżyca. Mimo to znowu czułem mocne bicie serca i przeżywałem olbrzymie emocje. I wtedy się zaczęło. Zauważyłem wyraźnie, jak gwiazda zaczęła gasnąć i zgasła całkowicie po jakiejś sekundzie. Wtedy zszedłem z drabiny i spytałem tak: „Panie Romanie, kiedy należy przycisnąć klucz, czy wtedy, kiedy gwiazda zaczyna gasnąć, czy jak już zniknie całkowicie?" Roman Fangor był wyraźnie zdziwiony moim pytaniem, bo przecież gwiazda znika momentalnie, „trzask prask" i już jej nie ma i nie ma żadnej mowy o początku i końcu jej gaśnięcia. Ale ta moja pierwsza obserwacja była wyjątkowa. Jak później wybrałem się do biblioteki Politechniki Warszawskiej w poszukiwaniu ciekawszych książek astronomicznych, trafiłem na francuski rocznik astronomiczny i znalazłem tam artykuł o gwiazdach podwójnych w Hiadach. Oczywiście odnalazłem tam, że ta moja pierwsza obserwowana gwiazda była gwiazdą podwójną. Najpierw został zakryty jeden składnik, a ułamek sekundy później drugi, a ja to widziałem jak dłuższe gaśnięcie gwiazdy. Następne gwiazdy szybko już znikały za Księżycem. W sumie tej nocy zaobserwowałem 6 zakryć. Ostatnią była gwiazda +8,1 mag, którą obserwowałem na dachu OA UJ przez refraktor Carl-Zeiss Jena 80/1200. Obraz ciemny, ledwo gwiazdę widziałem, ale zakrycie odnotowane. Tej nocy nad ranem była bliska koniunkcja z Aldebaranem, ale tego już nie widziałem, bowiem przed 23.00 musieliśmy opuścić Ogród Botaniczny. Jak wróciłem do domu i położyłem się do łóżka, to tej nocy w ogóle nie zasnąłem z emocji. Już wtedy wiedziałem, że to będzie moja pasja. No i tak faktycznie zostało to do dziś, a szczególnym sentymentem darzę zakrycia Hiad i Aldebarana.

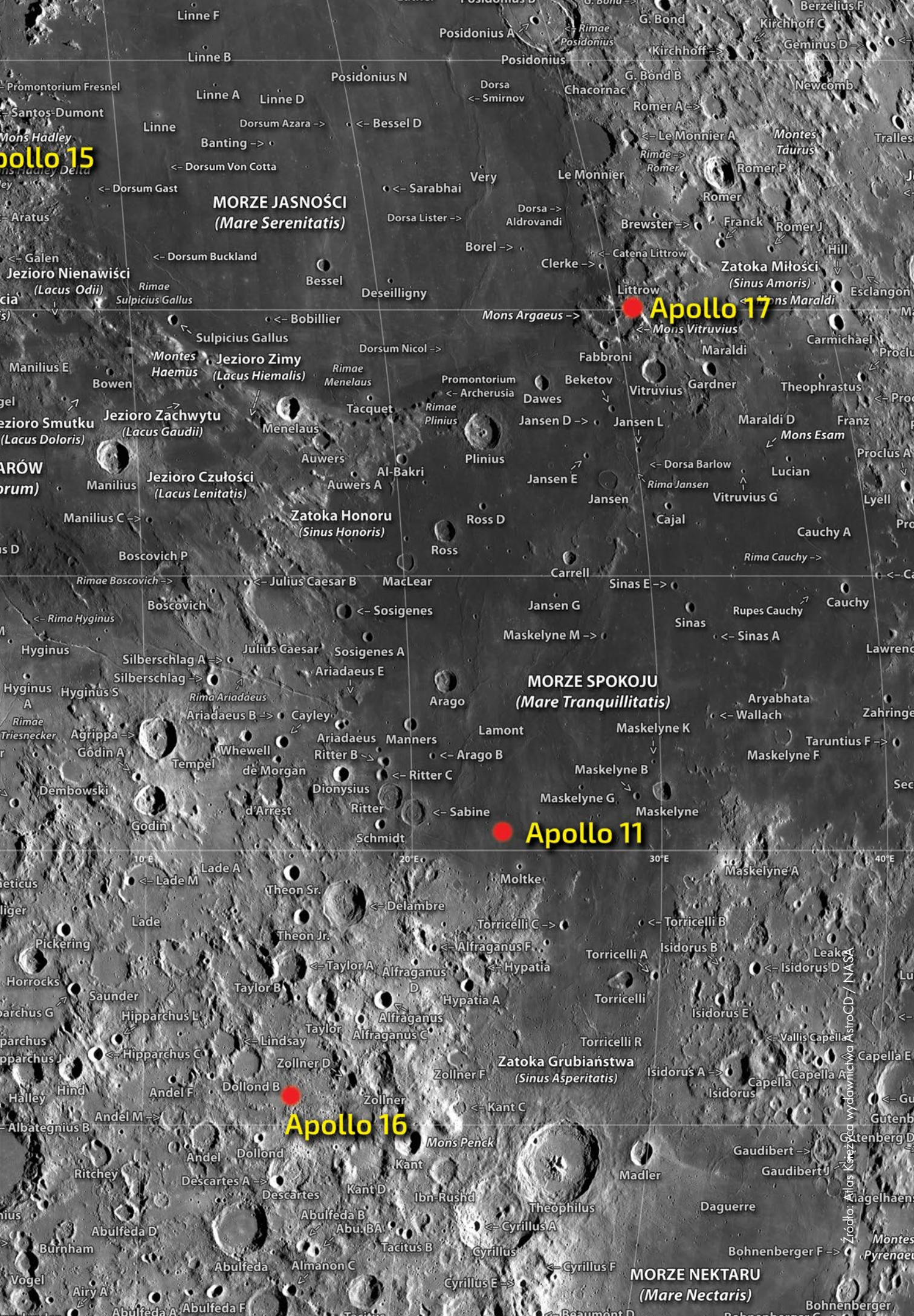
Panie Romanie, kiedy należy przycisnąć klucz, czy wtedy, kiedy gwiazda zaczyna gasnąć, czy jak już zniknie całkowicie?

Wiedząc, że Roman Fangor posiada w domu sprowadzony ze Stanów Zjednoczonych unikatowy Katalog Gwiazd SAO, postanowiłem zrobić na potrzeby przyszłych zakryć Hiad i Aldebarana dokładną mapę tej gromady. Dopiero po wielu latach wykonałem zdjęcie tej gromady z jeszcze lepszym zasięgiem gwiazdowym niż posiada katalog SAO.

Janusz Wiland

Sześć załóg na Księżycu

Kiedy następni?


Linne F
Posidonius A
Rimae Posidonius
G. Bond
Berzelius F
Kirchhoff C
Kirchhoff
Geminus D
Linne B
Posidonius
Posidonius N
Dorsa <- Smirnov
G. Bond B
Chacornac
Newcomb
Promontorium Fresnel
Linne A
Linne D
Romer A ->
Santos-Dumont
Linne
Dorsum Azara ->
<- Bessel D
<- Le Monnier A
Montes Taurus
Mons Hadley
Banting ->
Rimae Romer
Romer P
<- Dorsum Von Cotta
Very
Le Monnier
<- Dorsum Gast
<- Sarabhai
MORZE JASNOŚCI
(Mare Serenitatis)
Romer
Aratus
Dorsa Lister ->
Dorsa -> Aldrovandi
Brewster ->
Franck
Romer J
Borel ->
<- Catena Littrow
Hill
<- Galen
<- Dorsum Buckland
Clerke ->
Zatoka Miłości
(Sinus Amoris)
Jezioro Nienawiści
(Lacus Odii)
Bessel
Rimae Sulpicius Gallus
Deseilligny
Littrow
Esclangon
Apollo 17
Mons Argaeus ->
<- Mons Vitruvius
<- Bobillier
Sulpicius Gallus
Carmichael
Dorsum Nicol ->
Maraldi
Manilius E
Montes Haemus
Jezioro Zimy
(Lacus Hiemalis)
Rimae Menelaus
Fabbroni
Bowen
Promontorium <- Archerusia
Beketov
Vitruvius
Gardner
Theophrastus
Dawes
Jezioro Smutku
(Lacus Doloris)
Jezioro Zachwytu
(Lacus Gaudii)
Tacquet
Rimae Plinius
Jansen D ->
Jansen L
Maraldi D
Franz
Menelaus
Mons Esam
Auwers
Plinius
Proclus A
<- Dorsa Barlow
Al-Bakri
Jansen E
Lucian
Manilius
Jezioro Czułości
(Lacus Lenitatis)
Auwers A
Rima Jansen
Vitruvius G
Jansen
Lyell
Manilius C ->
Zatoka Honoru
(Sinus Honoris)
Ross D
Cajal
Cauchy A
Ross
Boscovich P
Rima Cauchy ->
Carrell
Rimae Boscovich ->
<- Julius Caesar B
MacLear
Sinas E ->
Boscovich
<- Sosigenes
Jansen G
Cauchy
Rupes Cauchy
<- Rima Hyginus
Sinas
Maskelyne M ->
<- Sinas A
Hyginus
Julius Caesar
Sosigenes A
Silberschlag A ->
Silberschlag ->
Ariadaeus E
MORZE SPOKOJU
(Mare Tranquillitatis)
Hyginus A
Hyginus S
Rima Ariadaeus
Arago
Aryabhata
Ariadaeus B ->
Cayley
<- Wallach
Rimae Triesnecker
Agrippa ->
Lamont
Maskelyne K
Zahringe
Ariadaeus
Manners
Godin A
Whewell
Ritter B ->
<- Arago B
Taruntius F ->
Tempel
Maskelyne F
de Morgan
<- Ritter C
Maskelyne B
Dembowski
Dionysius
Maskelyne G
Ritter
<- Sabine
Maskelyne
d'Arrest
Apollo 11
Godin
Schmidt
10°E
20°E
30°E
40°E
Lade A
Maskelyne A
<- Lade M
Moltke
Theon Sr.
<- Delambre
Lade
Torricelli C ->
<- Torricelli B
Theon Jr.
Pickering
<- Alfraganus F
Isidorus B
Leake
Torricelli A
<- Taylor A
Alfraganus
<- Hypatia
<- Isidorus D
Horrocks
Taylor B
D
Saunder
Hypatia A
Torricelli
Hipparchus G
Hipparchus L
Isidorus E
Alfraganus
Taylor
Alfraganus C
<- Lindsay
Torricelli R
<- Vallis Capella
Hipparchus
<- Hipparchus C
Zollner D
Zatoka Grubiaństwa
(Sinus Asperitatis)
Capella E
Zollner F
Isidorus A ->
Capella A
Halley
Hind
Andel F
Dollond B
Capella
Isidorus
Zollner
<- Kant C
Andel M ->
Apollo 16
Albategnius B
Gutenb
Mons Penck
Gutenberg D
Andel
Dollond
Gaudibert ->
Kant
Ritchey
Madler
Gaudibert J
Descartes A ->
Descartes
Kant D
Ibn-Rushd
Theophilus
Daguerre
Abulfeda B
Abulfeda D
Abu. BA
<- Cyrillus A
Burnham
Tacitus B
Cyrillus
Bohnenberger F ->
Abulfeda
Almanon C
<- Cyrillus F
Vogel
MORZE NEKTARU
(Mare Nectaris)
Cyrillus E ->
Airy A
Abulfeda A
Abulfeda F
Bohnenberger
Źródło: Atlas Księżyca wydawnictwa AstroCD / NASA

Saturn i okolice

Misja sondy Cassini zakończyła się w 2017 r. Dzięki niej dowiedzieliśmy się wiele nowości o Saturnie, jego pierścieniach i księżycach. Oto podsumowanie najistotniejszych wyników z misji Cassini, a szczególnie z jej końcowej fazy. Sprawdźmy najnowsze teorie dotyczące „władcy pierścieni" i jego księżyców.

Jerzy Kuczyński

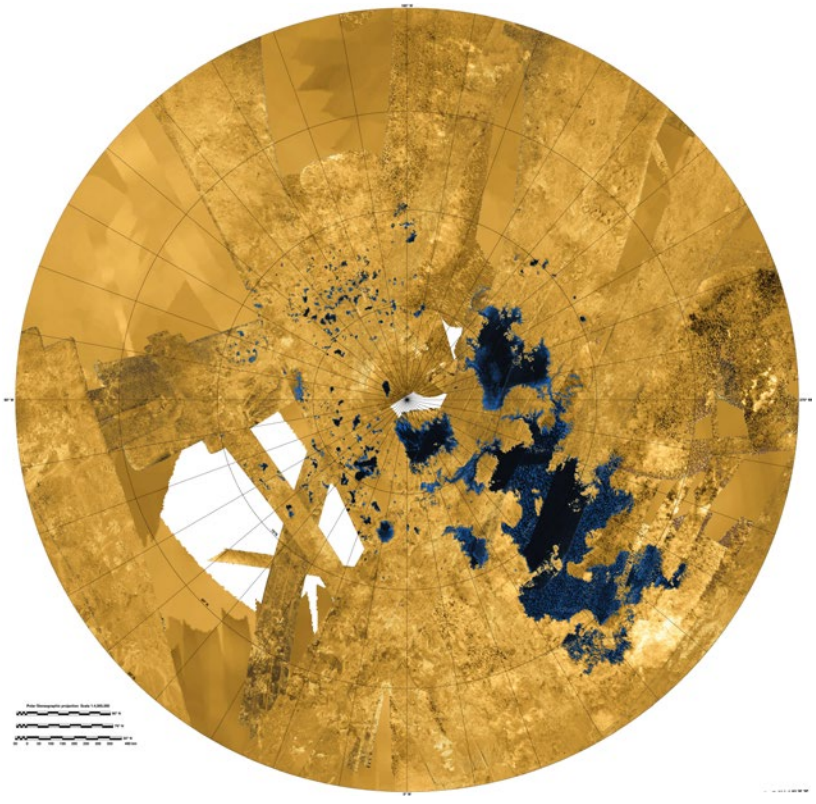
14 czerwca w tomie 364 *Science* ukazało się pięć dość obszernych tekstów dotyczących badań sondy Cassini. Zacznijmy od tekstu Lindy Spilker (s. 1041) podsumowującej 13 lat działalności tej sondy. Większość wyników jest dobrze znana, bowiem w ciągu tych lat ukazało się wiele publikacji. Tym niemniej chyba warto przypomnieć, czego sonda Cassini dokonała. Dotarła do układu Saturna w 2004 r., by, po wielu zbliżeniach do jego księżyców, zakończyć swą działalność w 2017 r. Ostatnie miesiące jej działalności przyniosły spektakularny efekt — sonda weszła w pierścienie Saturna, zbliżając się do wewnętrznych księżyców, a następnie zanurzyła się w atmosferę planety, przesyłając dane o jej zewnętrznych, a nawet i wewnętrznych warstwach. I to jest głównym tematem wspomnianego raportu.

Hydrologia Tytana

Na początek jednak omówimy wcześniejsze wyniki. Na pierwsze miejsce wysuwa się tu odkrycie hydrologii Tytana. Księżyc ten był badany przez lądownik Cassiniego o nazwie Huygens. Tytan, obiekt o średnicy przekraczającej 5000 km, ma atmosferę z ciśnieniem 1,47 bara, a na powierzchni rzeki i jeziora. Niektórzy mówią nawet o morzach i oceanach, bo rozmiary akwenów są zbliżone do największych ziemskich jezior, a ich głębokość jest oceniana na 160 m (choć niektórzy sądzą, że to tylko kilka milimetrów). Powierzchnia Tytana jest przeszło sześciokrotnie mniejsza od ziemskiej, więc jeziora o powierzchni dziesiątków tysięcy kilometrów kwadratowych są w tej skali naprawdę duże (i trudno uwierzyć, że są „na palec" głębokie!). Dodatkowym smaczkiem hydrologii Tytana jest fakt, że cieczą chlupoczącą w tych jeziorach jest mieszanina węglowodorów, czyli coś, co można by zatankować do samochodu.

Cuda Enceladusa

Hydrologia Tytana jest rzeczywiście ciekawa, jednak zdecydowanie blednie przy odkryciach dokonanych na Enceladusie. Ten niewielki (500 km średnicy) księżyc wyróżnia się bardzo jasną powierzchnią, a badania Cassiniego odkryły na nim rzeczywiście szalone rzeczy. Otóż księżyc ten ma w pobliżu bieguna południowego cztery liniowe struktury, które nazwano „tygrysimi paskami". Mając długość około 130 km, szerokość 2–4 km, są najwyraźniej „szparami" do wnętrza księżyca i wydobywają się z nich gorące wyziewy. Same pasy stanowią najcieplejsze miejsca na powierzchni księżyca, będąc około 100 stopni cieplejsze od reszty powierzchni. Same wyziewy są złożone z ziarenek słonego lodu, gazowego H2, CO, CH4 i innych węglowodorów. Jest tego na tyle dużo, że utworzyły cały, wprawdzie bardzo rzadki, ale dość rozległy pierścień E wokół Saturna. Wyziewy pochodzą prawdopodobnie z podpowierzchniowego wodnego oceanu. Grubość warstwy stałej przykrywającej ocean szacuje

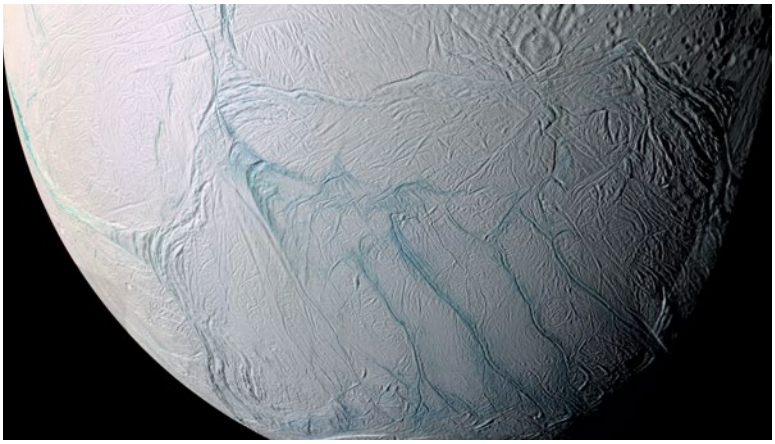


Źródło: NASA/JPL-Caltech/ASI/USGS

Jeziora i morza na północnej półkuli Tytana. Są one wypełnione ciekłymi węglowodorami. Mapa powstała na podstawie obserwacji radarowych wykonanych przez sondę Cassini w okresie od 2004 do 2013 r. Biegun północny jest w centrum mapy

się na 26 do 31 km, a więc „tygrysie paski" sięgają właśnie takiej głębokości. Ocean ma prawdopodobnie około 10 km głębokości i jest zaskakująco podobny do ziemskich oceanów. W pobliżu jego dna temperatury są zbliżone do panujących w dolinach ryftowych ziemskich oceanów (źródłem ciepła ogrzewającego Enceladusa są siły pływowe Saturna).

Zachodzi oczywiście pytanie, skąd to wiemy. Otóż Cassini siedmiokrotnie przeleciał przez wspomniany pierścień E, pobierając liczne próbki. Badania wspomnianych próbek umożliwiły określenie warunków, w jakich powstały. Przy okazji stało się jasne, dlaczego Enceladus jest tak srebrzysty i gładki. Oczywiście część wyziewów opuszcza księżyc. Jednak pozostała część opada na jego powierzchnię jako świeży srebrzysty śnieg przykrywający ewentualne nierówności i odbijający światło.



Źródło: NASA/JPL/Space Science Institute

Zdjęcie Enceladusa wykonane przez sondę Cassini. Mozaika powstała z fotografii wykonywanych od marca do lipca 2015 r. Na półkuli południowej widać m.in. struktury zwane „tygrysimi paskami". Kolory zostały sztucznie uwydatnione

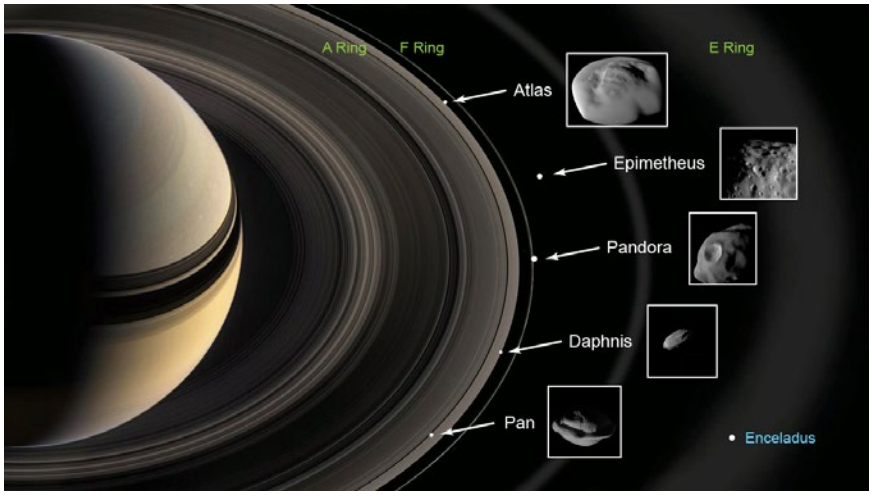
Cassini badał też Saturna, odkrywając m. in. zorze, błyskawice i sezonowe zmiany koloru powierzchni — 13-letni pobyt Cassiniego w układzie Saturna trwał prawie dwa jego sezony i w tym czasie północna hemisfera zmieniła kolor z niebieskiego na złotawy. Najbardziej chyba (przynajmniej dla autora) zdumiewające są heksagonalne struktury (zauważone już przez Voyagera), których własności nie rozumiemy.

Odkrycia niewielkich księżyców

Innym sukcesem Cassiniego jest odkrycie siedmiu niewielkich księżyców. Te niewielkie ciała, krążąc wewnątrz i na brzegu pierścieni Saturna, interesująco z nimi oddziałują. Badaniu tego i kilku innych problemów poświęcono ostatnie miesiące działalności sondy. Konkretnie, pod koniec 2016 r. Cassiniego skierowano na orbity „muskające" pierścienie, co umożliwiło uzyskanie dobrych zdjęć pierścieni oraz zbadanie oddziaływania z nimi drobnych księżyców. Wyniki tych badań przedstawia tekst M.S. Tiscareno (s. 1054, Tiscareno i 24 innych autorów). Pewnym zaskoczeniem jest to, że same księżyce są trudniejsze do zidentyfikowania od ich wpływu na pierścienie. Grawitacja tych ciał wymusza wybrzuszenia i przerwy w pierścieniach, co jest względnie łatwe do obserwacji. Same księżyce prawdopodobnie powstały w wyniku sklejania ze sobą „cząstek" tworzących pierścienie. Tym samym stanowią bardzo interesujący przykład ciał *in statu nascendi*[1], potencjalnie umożliwiający wyjątkowo bezpośredni wgląd w powstawanie ciał typu planetarnego. Niestety zaledwie kilkumiesięczne badania Cassiniego nie umożliwiły obserwacji ich tworzenia i (ewentualnie) rozpadu. Można jednak stwierdzić, że „fale gęstości i kształtu" w pierścieniach są wyraźniej widoczne niż same księżyce. W szczególności, poza większymi, możliwymi do powiązania z księżycami, obserwuje się sporo zaburzeń gęstości pierścieni w miejscach, gdzie księżyca nie widać. Można zaryzykować hipotezę, że zaburzenia te związane są z powstawaniem księżyców, których obecny rozmiar jest rzędu kilometra, a więc poniżej możliwości pomiarowych.

Oceniono też rozmiary cząstek tworzących pierścienie. Pierścienie składają się z brył od kilku milimetrów do około 5 m. Temperatura pierścieni to 70–100 kelwinów, przy czym wyższe temperatury występują na stronie „nasłonecznionej". Po stronie odsłonecznej temperatury są niższe.

Własności księżyców Pan, Daphnis, Atlas, Pandora i Epimetheus omawia bliżej praca B.J. Burattiego i 37 innych autorów (s. 1053). Oczywiście to wynik tych samych zbliżeń do księżyców, które omawiał Tiscerano. Tym razem jednak skoncentrowano uwagę na księżycach, które wykazują charakterystyczne grzbiety w płaszczyznach równikowych. To najprawdopodobniej skutek akrecji materiału z pierścieni. Potwierdza to fakt, że materiał ich centralnych części wydaje się różny od materiału grzbietów. Kolor księżyców wydaje się zależeć od… odległości od Enceladusa. Jak wiemy, Enceladus wysyła w przestrzeń wodę, a ta osiadając jako szron na powierzchni wspomnianych księżyców, powoduje ich „bielenie". Z drugiej strony, księżyce zbierają dużo ciemniejszy czerwonawy materiał z pierścieni. Sumarycznie te dwa konkurujące zjawiska decydują o kolorze

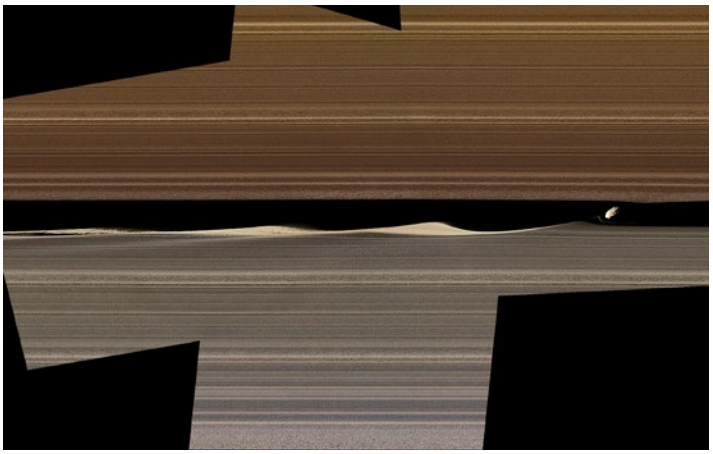


Źródło: NASA-JPL/Caltech

Położenie kilku z księżyców Saturna zbadanych przez sondę Cassini. Nie zachowano skali pomiędzy pierścieniami a księżycami

[1] Łaciński zwrot *in statu nascendi* oznacza „w trakcie powstawania".

powierzchni. Nietrudno się domyśleć, że temperatury tych ciał są zbliżone do temperatur pierścieni i wynoszą np. dla Atlasa i Epimetheusa odpowiednio 82 ± 5 K i 90 ± 3 K. Między grudniem 2016 a kwietniem 2017 r. Cassini przeleciał w pobliżu tych księżyców, uzyskując zdjęcia z rozdzielczością rzędu 100 m/piksel (np. Daphnis 170 m/piksel, Epimetheus 36 m/piksel). Umożliwia to określenie własności tych księżyców. Jak wspomniano, równikowe grzbiety pochodzą prawdopodobnie z akrecji materiału pierścieni. Same grzbiety są całkiem okazałe i grzbiet Pana to około 19% jego objętości. W przypadku Atlasa to nawet około 25% objętości. Jedynie grzbiet Daphnisa jest niewielki i stanowi około 1% objętości tego księżyca. Wszystkie te księżyce mają niewielką gęstość między dwieście kilkadziesiąt a sześćset kilkadziesiąt kilogramów na metr sześcienny oraz obiegają planetę synchronicznie. Jeżeli chodzi o substancje, z których są zbudowane, to udało się zidentyfikować jedynie lód wodny. Brak danych sugerujących istnienie innych lotnych substancji.



Źródło: NASA/JPL-Caltech/Space Science Institute

Księżyc Daphnis wywołujący fale w pierścieniach Saturna. Kolory sztuczne dla uwypuklenia szczegółów. Obraz jest mozaiką zdjęć wykonanych przez sondę Cassini z odległości 28 000 km od księżyca

Modele planety

Bliskie powierzchni Saturna przeloty umożliwiły również zbudowanie w miarę realnego modelu planety (L. Iess i 12 współautorów, s. 1052). Praca, podobnie jak pozostałe, dosyć spora (9 stron plus strona podsumowania, podobnie jak w przypadku innych artykułów z tej serii, numerowana jest tylko strona podsumowania, pozostałe są „wewnętrzne", stąd obszerne artykuły mają numery kolejnych stron). Przy prędkościach sondy rzędu kilkunastu kilometrów na sekundę, prędkość radialna względem Ziemi była mierzona z dokładnością setnych mm/s w czasie rzędu połowy minuty, co umożliwia określenie rozkładu mas we wnętrzu planety. Z powstałego modelu wynika, że jądro Saturna to około 15–18 mas Ziemi wewnątrz 20% promienia planety.

Wiatry na Saturnie sięgają do znacznie większej głębokości niż na Jowiszu. W przypadku tego ostatniego to około 3000 km. Na Saturnie to około 9000 km, czyli 15% promienia. Przy dużych prędkościach wspomnianych wiatrów na budowę wewnętrzną planety wpływa, oprócz ciśnienia hydrostatycznego i grawitacji, również siła odśrodkowa. W sumie w pracy dyskutuje się 11 modeli planety, uwzględniając również własności pierścieni. I z nimi jest najwięcej kłopotów. Pomiary wykonane przez Voyagera sugerowały masę pierścieni na około $2{,}8 \cdot 10^{19}$ kg (trzy czwarte masy Mimasa), jednak obserwacje Cassiniego wskazują, że to za dużo. W pracy Iessa znajdziemy ocenę wynoszącą 0,41 masy Mimasa.

Dużo ważniejszym problemem jest jednak wiek i pochodzenie pierścieni Saturna. W krótkim tekście S. Idy (s. 1028) podsumowano stan wiedzy na ten temat. S. Ida zauważa, że system Saturna składa się z kilku różnych podukładów. Przy czym księżyce Mimas, Enceladus, Tethys, Dione, Rhea, pierścienie oraz zanurzone w nich drobne księżyce nieregularne, takie Atlas, Daphnis czy Pan, wydają się układami powiązanymi ze sobą pochodzeniem. S. Ida twierdzi, że istnieją dwie główne teorie pochodzenia księżyców. Pierwsza z nich mówi, że powstały w wyniku zlepiania się ciał o rozmiarach rzędu kilometra. Oczywiście musiałoby się to odbyć w trakcie powstawania Układu Słonecznego, a więc jakieś 4,5 mld lat temu. Druga teoria mówi o powstaniu z lodowych cząstek w masywnym pierścieniu. Ten ostatni miałby powstać w wyniku rozpadu w strefie Roche'a księżyców pierwszej generacji lub jakiegoś innego ciała, np. olbrzymiego obiektu Pasa Kuipera. Nietrudno zauważyć, że w tym drugim przypadku mogłoby to się odbyć dużo później. Jak zaraz zobaczymy, sugeruje się, że mogłoby to się zdarzyć niemal współcześnie. Pierwsza z tych koncepcji proponuje powstanie pierścieni w wyniku rozpadu księżyca Saturna. Księżyc (księżyce) powstawszy wraz z planetą w protoplanetarnym dysku w wyniku tarcia o gaz wspomnianego dysku, po spirali wędrowałyby w kierunku planety, osiągając strefę Roche'a. Ta ostatnia jest niemal 40% większa dla ciała lodowego niż dla skalistego. Zewnętrzne lodowe warstwy (a więc zakłada się, że ciała te byłyby zróżnicowane) uległyby zerwaniu w wyniku działania sił pływowych i stąd głównie lodowy skład pierścieni. Dodajmy, że skaliste jądro mogłoby oprzeć się siłom pływowym i w całości zderzyć się z planetą. W przypadku bardzo masywnego pierścienia może nastąpić „reakrecja" w pierścieniach — rozerwane fragmenty mogą z powrotem się skoncentrować. Zbudowane w ten sposób księżyce, podobnie jak nasz Księżyc, w wyniku oddziaływań pływowych mogłyby oddalać się od macierzystej planety, wydostać się ze strefy Roche'a i… zająć współczesne orbity. Oczywiście dotyczy to wspomnianych księżyców średniej wielkości, od Mimasa do Rhei. Wydaje się, że ta druga teoria (choć dosyć egzotyczna!) zyskuje na popularności. Przede wszystkim omawiane przez Tiscareno zjawiska w pierścieniach sugerują współczesne powstawanie w pierścieniach niewielkich księżyców. Po drugie, w pracy Iessa jednoznacznie opowiada się za niewielką masą i co ważniejsze krótkim, rzędu 100 mln lat, wiekiem pierścieni Saturna. Oznaczałoby to przechwycenie obiektu Pasa Kuipera (bo i skąd by pochodziła materia pierścieni) w niedalekiej przeszłości (rzędu 1–2 mld lat temu). Mało to prawdopodobne, bo w tym czasie takich migrujących obiektów raczej nikt się nie spodziewa, a i prawdopodobieństwo przechwycenia przez Saturna też wydaje się bliskie zera.

I chyba na tym trzeba zakończyć, a jako podsumowanie stwierdzić, że pomysłu powstawania w Układzie Słonecznym dużych ciał typu planetarnego (Rhea ma 1500 km średnicy!) w ciągu ostatnich setek milionów lat jeszcze tydzień temu autor by się nie spodziewał.. ■

Święto Astronomii w Krakowie, czyli 100 lat Polskiego Towarzystwa Miłośników Astronomii

5 października 2019 r. to wyjątkowa data dla historii Polskiego Towarzystwa Miłośników Astronomii. W tym właśnie dniu mija dokładnie 100 lat od momentu, w którym powołano do życia protoplastę Towarzystwa, jakim w 1919 r. było Koło Miłośników Astronomii założone w gimnazjum męskim im. Kazimierza Kulwiecia w Warszawie i w listopadzie 1921 r. przemianowane na Stowarzyszenie.

Święto Astronomii w Krakowie rozpocznie się w sobotę 5 października o godz. 11.00 sesją popularnonaukową w dużej auli Polskiej Akademii Umiejętności przy ulicy Sławkowskiej 17. W międzyczasie zostanie ustawiony namiot, w którym odbędą się pokazy sprzętu astronomicznego, doświadczeń fizycznych czy też warsztaty astrofotograficzne. Znajdziemy tam: teleskopy słoneczne (pokaz aktywności słonecznej), dmuchane planetarium, symulator lotu w kosmos, łaziki marsjańskie i księżycowe oraz wystawę fotograficzną związaną ze 100-leciem PTMA.

Dla chętnych przygotowano zwiedzanie Muzeum UJ w Collegium Maius oraz zwiedzanie Obserwatorium Astronomicznego UJ — Fort Skała. O godz. 15.00 zaplanowano pokaz wahadła Foucaulta w kościele parafialnym pw. św. Piotra i Pawła przy ul. Grodzkiej 52a.

O 16.00 rozpocznie się Uroczysta Gala Jubileuszowa, w trakcie której odbędzie się szereg spotkań i wykładów, w tym wręczenie medali i odznaczeń zasłużonym członkom PTMA, wykład na temat historii czasopisma „Urania – Postępy Astronomii", omówiona zostanie również współczesna działalność PTMA.

Tuż po oficjalnej części gali będą udostępnione do zwiedzania wystawy: rysunków satyrycznych Jacka Drążkowskiego, wystawa astrofotografii członków PTMA, wystawa fotograficzna „Wielkie Wyprawy PTMA", „100-lecie Uranii – PA" i inne.

Od godz. 18.30 planowane są występy artystyczne, w tym prawykonanie widowiska poświęconego PTMA pt. URANIA skomponowanego przez Macieja Pawłowskiego, (muzyk i reżyser, PTMA O/Warszawa). Planowany jest również występ „Małych Słowianek" oraz „Słowianek" z UJ. Współorganizatorem „Święta Astronomii w Krakowie" jest Centrum Młodzieży w Krakowie.

Dla członków PTMA i zaproszonych gości zostanie wybity specjalny medal okolicznościowy (dla pozostałych możliwość zakupienia medalu). Zostanie również wydana okolicznościowa publikacja „100 lat PTMA".

Patronat medialny objęły: „Urania – Postępy Astronomii" oraz Portal Urania, Telewizja Kraków, Telewizja Grudziądz, RMF FM Classic, Radio Kraków.

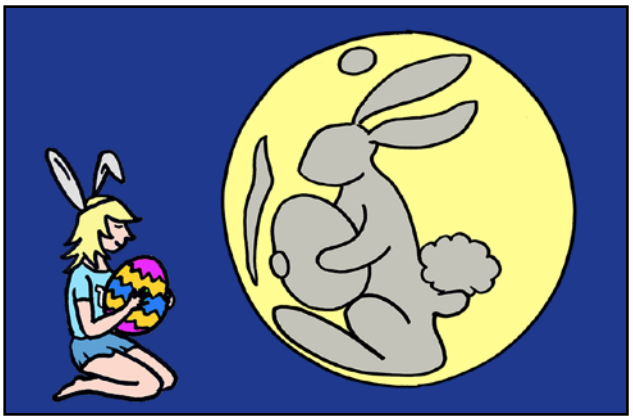
Komitet Organizacyjny stanowią: Mieczysław Janusz Jagła — prezes PTMA — przewodniczący Komitetu Organizacyjnego, Bartłomiej Kocurek — dyrektor Centrum Młodzieży w Krakowie — wiceprzewodniczący KO, Henryk Brancewicz, Krzysztof Ziołkowski, Agnieszka Nowak, Marek Substyk, Robert Szaj, Aleksandra Goedel-Lannoy, Janusz Wiland, Jerzy Krug, Dawid Gądek, Sebastian Soberski.

Zapraszamy wszystkich zainteresowanych, w szczególności członków PTMA z całej Polski na ten wyjątkowy Jubileusz. Dokładny program znajdzie się niebawem na naszych internetowych: https://www.facebook.com/zgptma, www.ptma.pl

Marek Substyk

Tekst: Maciej Mikołajewski, rysunki: Jacek Drążkowski

8. Co widać na Księżycu?



Co się tyczy Księżyca, jest ogromna różnica,
Kiedy patrzeć nań w kwadrze czy w pełni.
Ale w naszej gazecie, o tym wie każde dziecię,
Więc spróbujmy być bardziej subtelni.
Bo gdy Księżyc jest w pełni, w mig rozpozna czytelnik,
Że góruje około północy:
Twarzą z uśmiechem krzywym, wywołuje… przypływy!
Nie inaczej jest przy Wielkanocy.

Trochę w lewo wystarczy, że obrócisz tę tarczę,
Zaraz zajdzie tu zmiana znacząca:
Cały obraz się kruszy, zamiast oka masz uszy,
A gdzie usta, tam… pupa Zająca.
Jak obrócić ją w końcu? Pozwól najpierw zajść Słońcu!
Ujrzysz naprzeciw, nim się połapiesz,
Księżyc nad horyzontem, przechylony pod kątem,
Jak na obrazku widać i mapie.

Znajdziesz tutaj, kochany, morza i oceany,
Co po prawdzie są suchsze od pieprzu!
Wielkanocnym zwyczajem, najgodniejsze jest Jajo,
Więc nazwano je tu Morzem Deszczów.

Spytasz: czy nie za wcześnie, na Zająca we wrześniu?
Owszem, mówię ci pesymistycznie,
Bo równonoc jesienna, niby jest jak wiosenna,
Ale kąty – nie identyczne!

Dlaczego należy uczyć astronomii?

Grzegorz Karwasz

Esej dydaktyczny

Kiedy dwa lata temu wchodziła w życie nowa reforma edukacji i przywrócono czteroletnie liceum, była szansa, że astronomia wróci do programu szkół. PTA aktywnie w tej kwestii lobbowało. I nie tylko PTA. Był szerszy konsensus na podkreślenie wagi nauk przyrodniczych w odnowionym liceum. Ale zostało po staremu! Jak zatem uczynić wiedzę astronomiczną częścią kulturowego bagażu każdego wykształconego człowieka?

Kolejna mobilizacja całego środowiska, od naukowców do pasjonatów, miała miejsce we wrześniu ubiegłego roku, kiedy na „zakręcie" reformy wyższych uczelni zabrakło astronomii w wykazie dyscyplin badawczych. Coś jakby niedobre czasy dla astronomii. I nie tylko. A może brak odpowiedniej percepcji społecznej?

PRAWA KEPLERA

Szkołę podstawową zaczynałem w Złotowie, miasteczku powiatowym gdzieś na granicy Wielkopolski i Pomorza, a wcześniej Niemiec i Polski. Rodzice, nauczyciele, dostali tam skierowanie do pracy. Co ciekawe, do dziś tego rodzaju skierowania obowiązują np. we Francji i Anglii. Mieszkaliśmy w „zamku", byłej rezydencji magnackiej z ogromnym parkiem, sadem, piwnicami: wyobraźnia dziecka nie mogła mieć lepszego miejsca do rozkwitu.

Najważniejsza w moim dzieciństwie była jednak szkoła — tak zwana „tysiąclatka", przestronna, widna, z salą gimnastyczną, boiskiem. A przede wszystkim z młodymi nauczycielkami, które swym „pociechom" w pełni się poświęcały. Była też sympatyczna bibliotekarka, która w III klasie podsunęła mi opasłą, ale pięknie ilustrowaną księgę „Tysiąca i jednej nocy", mówiąc, że nie wszystko w niej jest dla dzieci, ale nie będzie mnie infantylizować innymi lekturami. Następną moją zapamiętaną lekturą, pewno w IV lub V klasie była krótka książeczka o prawach Keplera.

Był to dla mnie grom z jasnego nieba: jak to? Jaki piękny, sześcienno-kwadratowy może być świat! I dzięki tej książeczce zostałbym astronomem. Ale też zbierałem minerały, liście i metale; z soli próbowałem uzyskać kwas solny, wkładając do wecka kabel z prądem. W klasie VII odkryłem fizykę, jako kolejny krok pasji poznawczej. Zapewne zakończyłbym jako matematyk, ale miałem zbyt wiele zainteresowań światem materialnym, a wiadomo, że jest on *fizyczny*.

Pasja do astronomii została mi na zawsze. Gdy jako student wybrałem się rowerem do Holandii, pierwszymi zakupami za pieniądze zarobione u ogrodnika były lornetka do obserwacji Jowisza i kalkulator z logarytmami. Nie ma nic piękniejszego na świecie niż cztery małe światełka przyklejone do tej planety, jakby pod linijkę, a codziennie w innym miejscu. Zresztą i Galileusz przekonał się do teorii Kopernika dopiero po zobaczeniu swych, nominalnie Medyce-

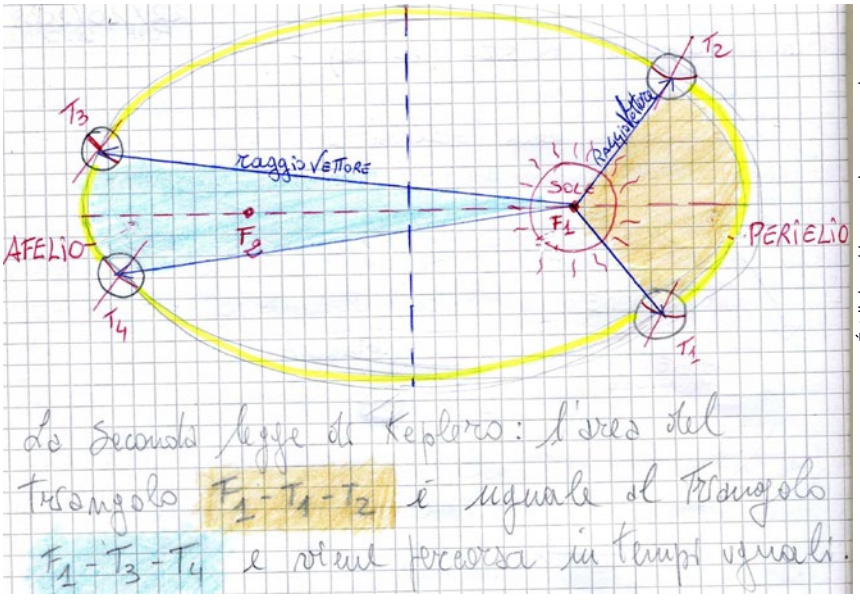
Źródło: Wikipedia

Złotów, tzw. Pałac Działyńskich, a w rzeczywistości rezydencja króla Fryderyka III w stylu klasycystycznym, ok. 1820 r. W latach 60. ub. wieku internat technikum rolniczego. Wieża byłaby idealna na obserwatorium, niestety autor od dziecka cierpiał na lęk wysokości

uszowych, planetek. Dwa obrazy każdy młody człowiek powinien zobaczyć na własne oczy: cztery księżyce Jowisza i… linie widmowe helu.

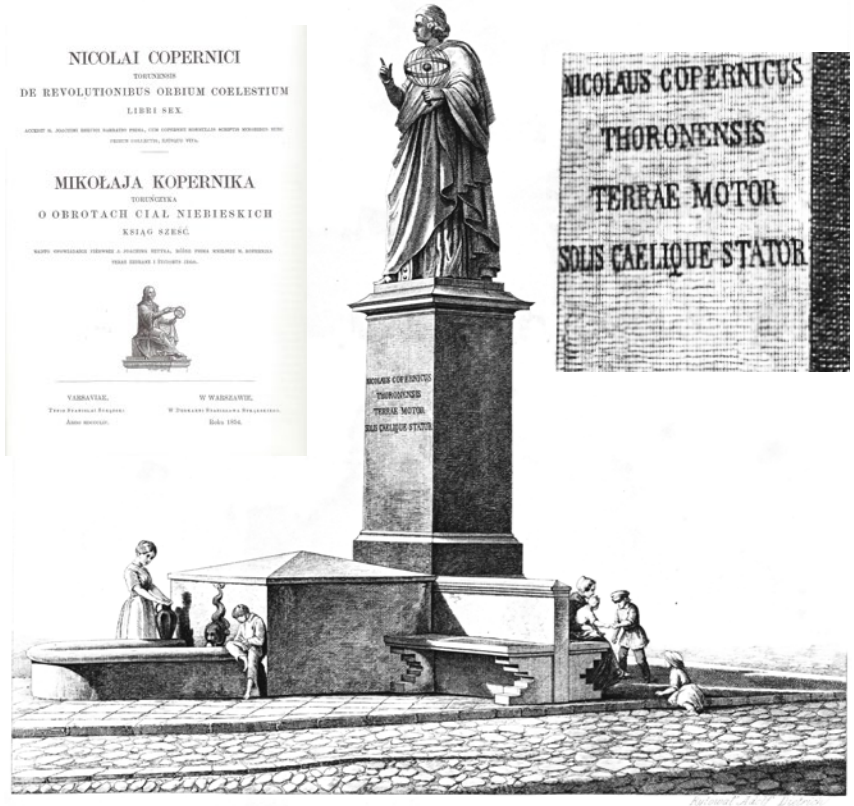
CO NAPISANO NA POMNIKU KOPERNIKA?

Pracując w różnych częściach świata, zaczynam od studiowania historii i kultury nowego miejsca. Toruń, w porównaniu z Paryżem czy Trydentem, jest wyjątkowy: trzy katedry, jedna wspanialsza od drugiej. Pierwsza, zakonu Najświętszej Marii Panny, w Polsce zwanych „krzyżakami". Druga, franciszkanów — przysłał ich tu na kontrolę krzyżaków papież. Trzecia, benedyktynek. Była jeszcze czwarta, dominikanów, ale została zburzona przez Napoleona. Prawdziwym zdumieniem było dla mnie spojrzenie na cokół pomnika. Nie znam łaciny, ale napis wyraźnie nie zgadza się z wierszykiem dla polskich dzieci (zob. „Urania" 3/2018, s. 15) — jest jedno słowo więcej: *celioque*.



Źródło http://www.pierluigistroppa.altervista.org

Prawa Keplera na rysunku Chiary, uczennicy 1. klasy technikum hotelarskiego (lat 14) z Włoch. Orientacja osi Ziemi jest zachowana w ruchu orbitalnym, promień wodzący nazwany jest „wektorem", a ogniska są dwa, jak na elipsę przystało



POMNIK MIKOŁAJA KOPERNIKA W TORUNIU

postawiony dnia 25 Października 1853 roku!

Obraz toruńskiego pomnika zaledwie kilka miesięcy po odsłonięciu, na podstawie oryginalnej ryciny (s. 487) z „Dzieł" Mikołaja Kopernika, IV wydania (tzw. warszawskiego) „De revolutionibus" z 1855 r. Dwujęzyczne wydanie, oprócz języka oryginału zawiera tłumaczenie na język polski. Jest to jedyne tłumaczenie I wydania na język nowożytny dokonane w całości przez astronoma bez sugerowania się rękopisem. Reprint pomnikowego dzieła Jana Baranowskiego, dyrektora Obserwatorium Warszawskiego, wydała niedawno Fundacja Nicolaus Copernicus. Po lewej strona tytułowa dzieła, po prawej powiększona inskrypcja na cokole (red.)

Napis stworzony przez Niemców, ale w języku uniwersalnym. Po włosku *cielo* oznacza „niebo", a zlepek *que* — może oznaczać „również"? Aha! Wstrzymał Słońce i niebo. Nieprzypadkowo! Zajrzenie do dzieła Kopernika jasno pokazuje, dlaczego to *celioque* jest tak ważne. Otóż zasadniczym argumentem przeciwników kręcącej się Ziemi było ryzyko, że rozpadnie się ona na kawałki, pod wpływem siły odśrodkowej. Na co Kopernik odpowiadał, boimy się, że Ziemia rozpadnie się, a cóż ogromne niebo, „którego granic nie znamy". I dodawał „i być może granic jego nawet znać nie możemy". I w tym jednym zdaniu jest cały geniusz Kopernika: dopiero od czasów Einsteina wiemy, że granic Wszechświata znać nie możemy — zabrania tego szczególna teoria względności, a właściwie skończona prędkość światła, niezależnie od ruchu.

Kopernik postawił również, i to na samym początku dzieła, pytanie o siłę grawitacji: dlaczego woda nie spływa z kulistej Ziemi? „Bo zapełnia zagłębiny Ziemi". Na pytanie o kształt Ziemi uczniowie i nauczyciele geografii (ale i fizyki) odpowiadają: elipsoida, a właściwie *geoida*. Aha! Geo-ida, czyli Ziemio-kształtna, tyle że po grecku. Tautologia! Masło składa się z masła.

Jaki jest kształt Ziemi, odpowiedział Kopernik: taki, jaki kształt przyjęłaby

powierzchnia wody, gdyby cała „kula” była nią oblana. Naukowo powinienem powiedzieć: „powierzchnia ekwipotencjalna dla efektywnego potencjału grawitacyjnego i odśrodkowego”, ale tego nawet uczeń nie zrozumie. Stąd powstały dwa artykuły, jeden w „Fotonie” [1], a drugi w „Geografii w Szkole” [2]. Oba przywołują Astronoma na toruńskim cokole. A serio? Nieznajomość łaciny, niechęć poszukiwań interdyscyplinarnych a nawet więcej — nieumiejętność czytania i zadawania pytań odrywa nas od korzeni, które zrodziły Kopernika. Pytanie o tablicę na toruńskim pomniku zadałem łącznie kilku tysiącom słuchaczy moich wykładów w Polsce — dzieciom, rodzicom, nauczycielom, a także kolegom naukowcom — nikt nie czytał napisu[1]!

POŁÓŻ SIĘ NA TRAWIE NAD JEZIOREM...

Pisząc książkę dla dzieci[2] [3] wzorowałem się na Włodzimierzu Zonnie (1966), ale i na licznych publikacjach zagranicznych, głównie włoskich. Po złożeniu tekstu do redakcji natrafiłem jednak na krytykę: „Tak nie można pisać! To jakby opowiastka. Książka o astronomii powinna podać od razu, że na niebie widać gwiazdy, planety i komety, i że to nieprawda, że Słońce wschodzi i zachodzi, bo to już pokazał Kopernik. Racja! Pani redaktor: to wszystko, co widzimy na niebie, to tylko złudzenie. Wymienić znaki zodiaku, podkreślić, że Kopernik był Polakiem i koniec książki.

A moja książka zaczyna się tak: „Kiedy będziesz latem na jeziorem [tam lepiej widać horyzont niż w lesie czy w górach], połóż się wieczorem na kocu [aby się nie przeziębić] i spójrz na niebo. Porównaj za godzinę, gdzie są teraz gwiazdy”. To jest pierwsza lekcja — niebo się nad naszą głową bezustannie kręci, a dzieciom dodajemy — odwrotnie do wskazówek zegara. Bo zegar wymyślono na półkuli północnej. Na wszelki wypadek, podczas wykładu, mam też pod ręką globus z Australii — „do góry nogami” i antyzegar, kręcący się „w drugą” stronę.

Tak ja uczyłem się astronomii — spoglądając w niebo. Dziś, jako praktyk i teoretyk dydaktyki taki sposób uczenia

Kultowa książka Włodzimierza Zonna z Elwirą Milewską, do której odnosi się autor. Kilku ostatnich egzemplarzy szukaj na https://www.urania.edu.pl/ zakładka „sklep” (red.)

nazywam „konstruktywistycznym”. Ma ten sposób swe podstawy teoretyczne w latach 50. w USA [4]. Ale i w USA dopiero w XXI w. konstruktywizm trafił do praktyki szkolnej. Konstruktywizm dotyczy wszystkich dziedzin — od historii po fizykę. 1. Spójrz! 2. Zadziw się! 3. Postaw pytania. 4. Spytaj kogoś mądrzejszego (zazwyczaj ktoś taki istnieje), dlaczego tak jest. 5. A najlepiej idź do księgarni i poszukaj sam wyjaśnienia.

1. Spójrz!
2. Zadziw się!
3. Postaw pytania!
4. Spytaj kogoś mądrzejszego!
5. Poszukaj wyjaśnienia!

Astronomię można potraktować jak inne zainteresowania, np. zbieranie znaczków. Ale kolekcjonowanie gwiazd o tyle jest ciekawsze, że pozostają one na niebie. No i każdy może mieć ich miliardy. Stąd w książeczce rozdział „Ile gwiazd *widać* na niebie?”.

Astronomia winna być nauką prostą. Tak, aby każde dziecko było w stanie zrozumieć jej piękno. Co więcej, w „pakiecie” kulturowym współczesnego człowieka powinna być umiejętność znalezienia „na własne oczy” galaktyki Andromedy, Oriona i Marsa, gdy tylko go widać.

DOKĄD DOLECIAŁ „VOYAGER”?

Kolekcjonowanie obrazów jednak nie wystarczy, aby *dydaktyka* była, według jej twórcy, Jana Komeńskiego (1592–1670), przyjemna, tania i trwała. Potrzebne jest „nanizanie” pojedynczych informacji na myśl przewodnią, jak paciorki w naszyjniku.

Kolejne planety w Układzie Słonecznym mogą służyć jako takie uporządkowanie. Utrzymanie uwagi małych słuchaczy (6–12 lat) w czasie 50 minut wykładu interaktywnego dla Uniwersytetów

Zabawa interaktywna w krążące dookoła siebie Ziemię, Księżyc i Słońce; wykład autora (w środku) dla licealistów w Gunsan, Korea Płd., wrzesień 2016. Fot. Maria Karwasz

[1] Autor nie wspomina o astronomach. Wydaje się jednak, że większość zna i rozumie sens tej tablicy (red.)

[2] W internetowej księgarni „Uranii” sprzedaliśmy kilkaset egzemplarzy „Małego astronoma” (red.)

Megalityczne konstrukcje, przypuszczalnie o funkcji świątyni i obserwatorium astronomicznego na Malcie, fot. Maria Karwasz

Dziecięcych wymaga nie lada wysiłku. Dobrym tytułem jest więc wiadomość sprzed kilku lat, że „Voyager" doleciał do granic Układu Słonecznego. Można więc astronomię, tę obserwacyjną, połączyć z astronautyką, czyli fizyczną obecnością w kosmosie. I ułożyć narrację z wykorzystaniem filmów z misji Apollo — poczynając od lądowania na Księżycu, poprzez kangurze skoki na jego powierzchni, aż do wesołej piosenki śpiewanej przez astronautów.

A że w kosmosie jest próżnia — więc i zimno i głucho — do zmiany tempa narracji, a przez to utrzymania uwagi słuchaczy można wykorzystać doświadczenia z kloszem próżniowym, ciekłym azotem, a nawet kulą plazmową. Jeśli mówimy o Marsie i Ziemi, to koniecznie trzeba pokazać kręcący się duży bąk i jego precesję. A także, nawet jeśli wszyscy znakomicie wiedzą, że to Ziemia krąży dookoła Słońca, pasjonująca jest zabawa z podziałem ról — Ziemia, Słońce, Księżyc, wzajemnie dookoła siebie wirujące (zdjęcie). Ważne, aby doświadczenia te stanowiły część opowieści, a nie „a teraz pokażemy wam doświadczenie numer …). Ba! Nawet w renomowanych centrach nauki trudno znaleźć myśl przewodnią dla serii doświadczeń tam pokazanych [4].

Nanizane jak na nitce doświadczenia: z rakietami, z próżnią, z plazmą… Co nas czeka w kosmosie? Niesie to jednak pewne ryzyko. Raz, na UAM w Poznaniu, w 250-osobowej sali, po godzinnym wykładzie popłakał się 6-latek:

— Tak uważnie słuchałem i nie dowiedziałem się, dokąd ten Voyager doleciał!?

PRZEZ KUTNO DO GWIAZD

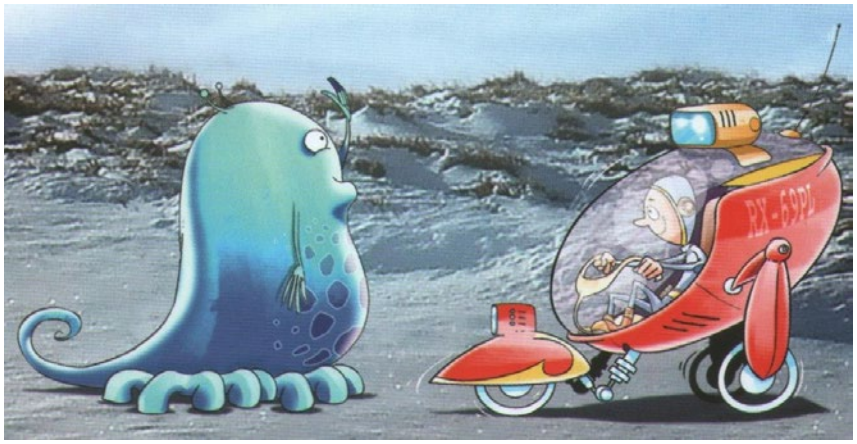
Wyjść poza fenomenologię! To jest zdanie natrętnie przeze mnie powtarzane, zarówno w dydaktyce, jak i popularyzacji fizyki [5]. Pokusą jest pokazywanie pięknych zdjęć galaktyk i mgławic, ale wówczas astronomia byłaby nauką obrazkową, niewiele różniącą się od galerii krajobrazów. Zachwyt nad astronomią — i to od czasów nie tylko Mezopotamii, ale paleozoiku — wynika z matematycznego porządku, jaki rządzi obrotami ciał niebieskich. Kawałek kości z 28 kreskami połączonymi linią, z Kenii, sprzed 40 tysięcy lat, jest pierwszym dowodem na myślenie u Homo sapiens, a obeliski ze Stonehenge (i identyczne na Malcie), celujące na letnie przesilenie, są pierwszymi kalendarzami. Zresztą, pełne matematycznych tabel jest też dzieło Kopernika.

Matematyka, jak pisze Gerome Bruner [4], jest naszym sposobem na opisanie i zrozumienie świata. Na Księżyc, rakietą w linii prostej jest niedużo dalej niż kiedyś pociągiem do Kutna (czyli 10 godzin), jak to pisał Włodzimierz Zonn. Ziemia, przy Słońcu wielkości pomarańczy jest łepkiem szpilki w dalekim narożniku sali, a Galaktyka o średnicy 130 tys. lat świetlnych, skurczyła się na ułamek sekundy o jeden metr, gdy przeszła przez nią fala grawitacyjna. Matematyka wspomaga dydaktyczną funkcję poglądowości.

Jak w każdym nauczaniu, popularyzacji czy upowszechniania wiedzy, trzy funkcje — zabawy, dydaktyki i odkrycia naukowego — nawzajem się przenikają. Przekaz, nie tylko w astronomii, musi być lekki, jasny, ale też intrygujący.

A ponad te wszystkie role, astronomia jest nauką użyteczną. Ciemna energia niekoniecznie musi doprowadzić do odkrycia antygrawitacji. Pracują nad tym w CERN-ie koledzy od antymaterii. Ale to dla lotów Apollo zbudowano pierwsze komputery krzemowe, izolacyjne folie dla rozbitków i teflon na kuchenne patelnie.

Trzy funkcje nauczania — zabawy, dydaktyki i odkrycia naukowego — muszą się nawzajem przenikać



Dzień dobry! Nie rozumiem. Dobry wieczór! Nie rozumiem. A po marsjańsku? Nie rozumiem... czyli „Inne światy" wg autora („Mały astronom", str. 96. Ilustracja: Olga i Janusz Baszczak)

Szukanie *użyteczności* astronomii, nie tylko dlatego „że jest ciekawa”, jest warunkiem, w terminologii UE, „podnoszenia społecznej akceptowalności” tej nauki.

Młody kolega informatyk, światowej klasy specjalista od komputerów kwantowych, na pytanie, co należy zrobić, aby zostać wielkim uczonym, odpowiada: znać angielski i mieć wyobraźnię. W „Astronomii dla dzieci” piszę, że do podróży do innych światów potrzebujemy astronomów, fizyków, inżynierów. Ale po wylądowaniu będziemy potrzebować specjalistów od języków obcych. Niestety, nie wiemy jakich.

Nieważne czym się interesujesz, ważne aby czymkolwiek, w *realnym świecie*. A gwiazdy są na wyciągnięcie ręki. Co noc.

Literatura:

[1] J. Chojnacka, G. Karwasz, *Elipsoida ziemska,* Foton nr 114/2011, s. 32–45.

[2] J. Chojnacka, G. Karwasz *Jakiego kształtu jest ‘kula’ ziemska?*, Geografia w Szkole, nr 6/2011, s. 45–51.

[3] G. Karwasz, „Mały astronom. Przewodnik dla dzieci” Publicat, Poznań, 2016.

[4] G. Bruner, *W poszukiwaniu teorii nauczania*, PIW, 1974.

[5] G. Karwasz, J. Kruk, „Idee i realizacje dydaktyki interaktywnej. Centra i muzea nauki”, Wyd. Naukowe UMK, 2012.

Grzegorz Karwasz, profesor fizyki doświadczalnej, ale przede wszystkim niestrudzony edukator i popularyzator nauki, autor wykładów, pokazów i wystaw. Kopalnią niezliczonych artykułów (w tym wymienionych tu pozycji [1], [2] i [5]), pomysłów i innych śladów aktywności autora i jego uczniów z Zakładu Dydaktyki Fizyki UMK w Toruniu, jest strona http://dydaktyka.fizyka.umk.pl. Nowością są wykłady na kanale „ZDF UMK” na YouTube. Na zdjęciu jednego z tych wykładów profesor, oprócz rysunku dziewczynki z naszego artykułu, posiłkuje się „sztuczną grawitacją” – lejkiem wyprofilowanym na kształt potencjału grawitacyjnego. W tym roku Polskie Towarzystwo Fizyczne wyróżniło Profesora za całokształt pracy edukacyjno-popularyzatorskiej prestiżową Nagrodą i Medalem im. Krzysztofa Ernsta.

W takiej postaci świat poznał idee Kopernika!

Jedyne nowożytne tłumaczenie I wydania Dzieł Kopernika dokonane przez astronoma wraz z łacińskim oryginałem.

NICOLAI COPERNICI
DE REVOLUTIONIBUS ORBIUM COELESTIUM
LIBRI SEX.
MIKOŁAJA KOPERNIKA
O OBROTACH CIAŁ NIEBIESKICH
KSIĄG SZEŚĆ.

Reprint IV wydania *De revolutionibus* w tłumaczeniu Jana Baranowskiego z 1854 roku.

Unikatowe wydawnictwo Fundacji Nicolaus Copernicus dostępne w internetowej księgarni URANII: http://www.urania.edu.pl (zakładka sklep)

DELTA® optical

Sky-Watcher®

ASTROFOTOGRAFIA NAJWYŻSZEJ JAKOŚCI !!!

Doskonała propozycja dla osób chcących rozpocząć swoją przygodę z poważną astrofotografią.

Dwuelementowe refraktory z soczewkami ze szkła niskodyspersyjnego ED pozwalają na uzyskanie doskonałej jakości obrazów.

Posiadają średnią wartość światłosiły pozwalają na stosowanie krótkich czasów naświetlania.

Teleskopy tego typu świetnie sprawdzą się również w obserwacjach wizualnych.

Wysoka jakość optyki oraz szerokie pole widzenia sprawiają, że Evostar jest doskonałym instrumentem do przeglądu nieba.

1499 zł

SKY-WATCHER TUBA OPTYCZNA EVOSTAR 72/420 ED

8999 zł

SKY-WATCHER TUBA OPTYCZNA EVOSTAR 150/1200 ED

949 zł

SKY-WATCHER REDUKTOR OGNISKOWEJ 0,85X DO EVOSTAR 72

MOBILNE MONTAŻE I GŁOWICE ASTRONOMICZNE

1899 zł
SKY-WATCHER
MONTAŻ
WIELOFUNKCYJNY
ALLVIEW GO-TO

Mobilność i prostota użytkowania to najważniejsze cechy montaży azymutalnych firmy Sky-Watcher. Przeznaczone zarówno do obserwacji wizualnych jak również prostej fotografii obiektów astronomicznych. Przy pomocy wbudowanych napędów możliwe jest sterowanie montażem poprzez sieć Wi-Fi (Sky-Watcher AZ GTi Wi-Fi) lub sterownik ręczny (Sky-Watcher AllView Go-To).

1649 zł
SKY-WATCHER
MONTAŻ AZ GTI WI-FI

999 zł
SKY-WATCHER
GŁOWICA
STAR ADVENTURER
MINI

Kompaktowych rozmiarów głowice astrofotograficzne wyznaczające nowe standardy w prostej, mobilnej astrofotografii szerokich pól.
Są małymi i niepozornymi z wyglądu urządzeniami, które w istocie są precyzyjnymi i zaawansowanymi głowicami paralaktycznymi z szeregiem bardzo użytecznych cech.

1 599 zł
SKY-WATCHER
GŁOWICA
STAR ADVENTURER
(ZESTAW)

www.deltaoptical.pl ★ blog: www.deltasky.pl ★ www.facebook.com/Delta.Optical.Polska

Mińsk Mazowiecki
Nowe Osiny, ul. Piękna 1
T. 25 786.05.20

Salon firmowy w Warszawie
Al. Jana Pawła II 19, Atrium Garden
T. 25 786.05.28

Salon firmowy w Katowicach
ul. Uniwersytecka 13, Budynek Altus
T. 32 729.94.90

Salon firmowy w Gdańsku
ul. Grunwaldzka 40/9
T. 58 739.52.10

PRENUMERATA

Numery bieżące i archiwalne

PROMOCJE

Cena pojedynczego numeru Uranii: 14,90 PLN
Roczna prenumerata krajowa: 72,- PLN (12,- zł za numer)
Dłuższa prenumerata krajowa: 144,- PLN (12 numerów)
Bieżące numery można zamawiać również w wersji elektronicznej.
Ceny numerów archiwalnych pozostają bez zmian
Szczegóły i promocje:
https://www.urania.edu.pl/prenumerata

PRENUMERATA DLA SZKÓŁ

Promocyjna prenumerata dla szkół w cenie 60,- PLN obejmuje trzy ostatnie (4,5,6) i trzy pierwsze (1,2,3) numery „Uranii" odpowiednich roczników w roku szkolnym. Promocyjne ceny dotyczą również pakietów „Uranii" za wcześniejsze lata szkolne.

https://www.urania.edu.pl/prenumerata

Promocja dla członków PTMA

Cena indywidualnej prenumeraty na rok 2019 z wysyłką na adres domowy dla członków Polskiego Towarzystwa Miłośników Astronomii (PTMA) wynosi 50,- zł.

Skarbników lub prezesów oddziałów prosimy o dokonywanie wpłat oraz o podanie imiennej listy prenumeratorów z adresem zbiorowym lub adresami indywidualnymi do wysyłki.

Prenumeratorzy indywidualni PTMA mogą przedłużać prenumeraty samodzielnie (wpłata 50 zł na konto Uranii) wraz z oświadczeniem/informacją wysłaną na urania@urania.edu.pl o przynależności oddziałowej i mailowym adresem do władz oddziału. Szczegóły:

https://www.urania.edu.pl/prenumerata

---

85 1160 2202 0000 0003 — nr rachunku odbiorcy
3341 8732 — nr rachunku odbiorcy c.d.

Odbiorca
POLSKIE TOWARZYSTWO ASTRONOMICZNE
BARTYCKA 18
00-716 WARSZAWA

kwota

Imię, nazwisko, adres wpłacającego

Tytułem

Opłata

*W - wpłata gotówkowa *P - polecenie przelewu

nazwa odbiorcy: POLSKIE TOWARZYSTWO ASTRONOMICZNE
nazwa odbiorcy cd.: UL. BARTYCKA 18, 00-716 WARSZAWA
nr rachunku odbiorcy: l.k. 85 1160 2202 0000 0000 0033 4187 32
kwota słownie (wpłata): WP* waluta PLN kwota
imię i nazwisko lub nazwa prenumeratora
dokładny adres wysyłki prenumeraty
dokładny adres wysyłki prenumeraty cd.
tytułem: **Prenumerata *Uranii* od nr 5/2019, dodatkowo zamawiam**

Data (pieczęć) podpis zleceniodawcy

Opłata

Podpis

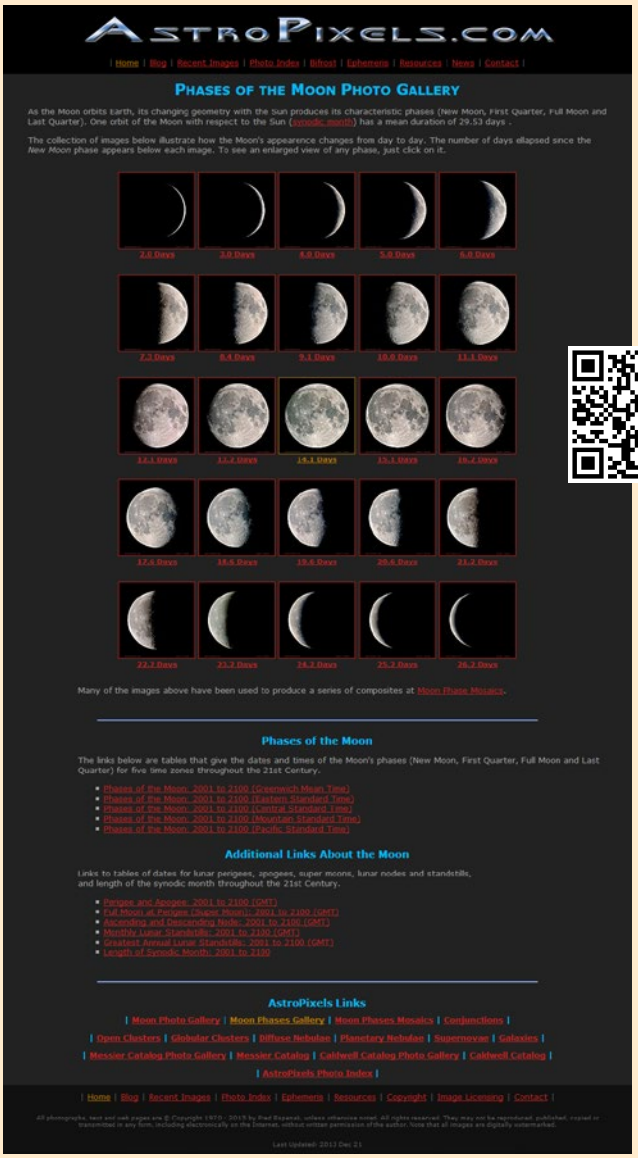
Księżyc, Księżyc, Księżyc...

16 lipca br. miało miejsce częściowe zaćmienie Księżyca widoczne z terenu Polski. Z kolei 20 lipca br. upłynęło 50 lat od pierwszego lądowania człowieka na Księżycu. Przy tej okazji przypomina mi się kwestia Prezesa Klubu Puszkarzy, Impeya Barbicane'a z powieści Juliusza Verne'a „Z Ziemi na Księżyc" stwierdzającego w czasie uroczystego spotkania Klubu, że chyba każdy z obecnych słuchaczy widział Księżyc albo przynajmniej słyszał coś o nim. Podejrzewam, że dla naszych Czytelników nie jest to problemem, chyba że weźmiemy pod uwagę niemowlęta kartkujące na swój sposób „Uranię" — mogły one już okazjonalnie widzieć Księżyc, ale jeszcze o nim nie słyszały.

Żeby uniknąć jakichkolwiek wątpliwości w tej materii, proponuję dziś zajrzeć na stronę Freda Espenaka, znanego eksperta m.in. od zaćmień Księżyca i Słońca. I to nie poczynając od strony domowej (**http://astropixels.com**), ale trochę „z boku": **http://astropixels.com/moon/phases/phasesgallery.html**. Do niektórych łączy oferowanych na stronie trzeba odnosić się z ograniczonym zaufaniem, gdyż nie wszystkie są aktualizowane. Jak zwykle, proponuję naszym Czytelnikom wędrówkę po generowanym przez nie bogatym labiryncie (zawsze pamiętając o datach ostatnich aktualizacji), ale dziś chciałbym skupić uwagę na kilku wybranych łączach.

Zaczynamy od widocznej na stronie galerii faz Księżyca. Mamy do dyspozycji szereg pięknych zdjęć faz Księżyca. Ale trochę niżej znajdziemy odnośniki do faz Księżyca w latach 2001–2100, a jeszcze niżej do informacji (w tym samym okresie) m.in. na temat dat i wartości perigeum i apogeum, dat tzw. superksiężyca czy długości miesiąca synodycznego.

Przejdźmy teraz do łącza prowadzącego do faz Księżyca w latach 2001–2100 (przykładowo dla czasu GMT). Znajdziemy tam oprócz dat wspomnianych faz również odnośniki do „Solar Eclipses for Beginners" oraz



„Lunar Eclipses for Beginners". Słowo „Beginners" może wydawać się dla niektórych spośród naszych Czytelników trochę zniechęcające, ale można tutaj znaleźć podstawowe objaśnienia dotyczące danego typu zaćmienia. Można ominąć ten wstęp i skorzystać ze znajdujących się trochę niżej odnośników „Solar Eclipse Preview" oraz „Lunar Eclipse Preview". Obydwie grupy odnośników prowadzą do tych samych bogatych i szczegółowych zasobów informacji na temat danego rodzaju zaćmienia, w szczególności map widoczności zaćmień Słońca czy Księżyca — tym razem do odpowiednio do 2040 i 2035 roku. Osoby interesujące się dłuższymi okresami czasu obejmującymi zarówno zaćmienia historyczne, jak i przyszłe również znajdą coś dla siebie.

Ponownie wracamy na stronę **http://astropixels.com/moon/phases/phasesgallery.html** i na samym jej dole znajdziemy odnośnik „Ephemeris". Doprowadzi on nas m.in. do spisów ważniejszych wydarzeń astronomicznych w latach 2014–2023 jak również efemeryd planet.

Na zakończenie warto odwiedzić aktualizowany na bieżąco blog Freda Espenaka (też łącze na dole naszej strony wyjściowej).

Roman Schreiber

Alpy są nie tylko na Księżycu!

DLACZEGO WARTO CHODZIĆ PO GÓRACH

Wędrówkami górskimi zaraziłem się w liceum, gdy odkryłem Bieszczady. Od tego czasu odwiedziłem niejeden łańcuch górski. Na szlakach wśród szczytów jest się bliżej gwiazd i innych planet. Czasem – dosłownie!

Alpy, potężny łańcuch górski ciągnący się przez 1200 km od śródziemnomorskich wybrzeży Prowansji i Ligurii po płaskie równiny Węgier, od dawna pobudza wyobraźnię. Od króla Kartaginy Hannibala, który dokonał szalonego przejścia gór swoją armią ze słoniami, przez iroszkockich mnichów chrystianizujących germańskie plemiona, poetów idealizujących pasterskie życie bądź opiewających piękno niebosiężnych gór, śmiałków zdobywających po raz pierwszy skaliste szczyty, geologów badających historię kontynentu europejskiego aż po astronomów szukających ucieczki od coraz bardziej rozświetlonych miast. Stąd w najwyższych górach Starego Kontynentu znajduje się niejedno obserwatorium, jak choćby Obserwatorium Górnej Prowansji, Sphinx na przełęczy Jungfraujoch, Cima Ekar we Włoszech czy obserwatorium astronomiczne Uniwersytetu Ludwika i Maksymiliana na górze Wendelstein w Bawarii.

Góra Wendelstein, bo ją dziś przedstawię, jest jedną z najbardziej rozpoznawalnych w całych Alpach Bawarskich. Charakterystyczne kopuły obserwatorium ułatwiają jej lokalizację z daleka, a osiągając 1838 m n.p.m. jest jednym z najwyższych szczytów w okolicy, zapewniając rozległe panoramy na wyższe partie Alp na południu.

Najstarszym istniejącym obiektem jest, wzniesiony w 1889 r., najwyżej położony kościół w Niemczech pw. Patronki Bawarii (wyżej znajduje się jednak kilka kapliczek), jednakże miejscowa stacja meteorologiczna została założona sześć lat wcześniej. Była to pierwsza alpejska placówka tego typu w Królestwie Bawarii. Ponadto istnieje rozbudowana infrastruktura turystyczna czy antena nadawcza Telewizji Bawarskiej (BR), która przysparza niemało kłopotów astronomom, ale jest też drugim charakterystycznym budynkiem ułatwiającym rozpoznanie Wendelsteinu z daleka. Samo obserwatorium jest dostępne dla odwiedzających, ale jedynie w piątki po wcześniejszym umówieniu terminu.

Początki obserwatorium na Wendelsteinie wiążą się z okresem dyktatury narodowosocjalistycznej. Zbudowane w 1939 r. było to pierwsze z sieci planowanych obserwatoriów słonecznych w służbie Luftwaffe. Po wojnie zostało przejęte przez Amerykanów, którzy początkowo używali go w tym samym celu, ale już w 1949 r. przekazali je Uniwersytetowi Ludwika i Maksymiliana w Monachium. Obserwacje słoneczne, tym razem w celach naukowych, były prowadzone aż do lat 80. Wówczas doceniono miejscowe warunki klimatyczne dla obserwacji nocnych i zmieniono profil obiektu. Początkowo wykorzystywano teleskop o średnicy 80 cm, ale w 2012 r. otwarto dużo większy, 2-metrowy w systemie Ritchey-Chrétiena. Nowy instrument kosztował 8 mln euro i jest uważany za jeden z najnowocześniejszych w Europie.

Co skłoniło uniwersytet do zainwestowania takich pieniędzy w obserwatorium położone zaledwie 75 km od 2,5-milionowej aglomeracji Monachium? Odpowiedzią są lokalne warunki klimatyczne. Okazuje się, że szczyt znajduje się stosunkowo często powyżej chmur dzięki zjawisku inwersji temperatur. Chronią one obserwatorium przed nadmiernym oświetleniem i zanieczyszczaniami z dolin oraz skupiają większość wilgoci, dzięki czemu w najlepsze noce seeing jest porównywalny z warunkami panującymi w najlepszych miejscach do obserwacji na świecie, takimi jak szczyty Wysp Kanaryjskich czy pustynia Atacama w Chile! Łącznie Wendelstein oferuje ponad 120 nocy obserwacyjnych (około 1350 bezchmurnych godzin w nocy).

* * *

Okazały teleskop nazwano po Józefie Fraunhoferze, słynnym bawarskim optyku. Historia jego życia jest intrygująca i nadaje się na scenariusz dobrego hollywoodzkiego filmu. Otóż Józef urodził się w bawarskim miasteczku Straubing, jednej ze średniowiecznych bawarskich stolic. Jego ojciec był szklarzem, co miało duży wpływ na wybór dalszej kariery zawodowej. Niestety, w wieku 11 lat został sierotą i udał się do Monachium, gdzie dostał się na sześcioletnią naukę w zakładzie mistrza optyka, ćwicząc szlifowanie szkieł.

Monachium było w owym czasie dobrze prosperującym, średniej wielkości miastem, w którym mieściła się rezydencja rodu Wittelsbachów rządzącego krajem już od ponad 600 lat. Przełom XVIII i XIX w. był turbulentny. Europę pochłaniały kolejne wojny z rewolucyjną Francją, a Bawaria była jednym z głównych pól bitewnych między wojskami znad

Szczyt góry z widocznym obserwatorium widoczny ze szlaku

Sekwany a Habsburgami. W samym środku tego zamieszania do Monachium sprowadził się nasz młody bohater, a wkrótce władzę w objął książę elektor Maksymilian IV, późniejszy pierwszy król bawarski. W przeciwieństwie do swojego poprzednika był on lubiany przez mieszkańców, między innymi dlatego, że lubił spacerować po mieście i nie unikał pogaduszek ze swoimi podwładnymi. W trakcie jednej z takich przechadzek zawalił się warsztat, w którym znajdował się akurat młody Fraunhofer. W dramatycznej scenie ratowania chłopca brał udział sam książę elektor! Spotkanie między tą dwójką zmieniło historię nauki na zawsze.

Maksymilian IV przyznał młodemu chłopcu stypendium na naukę. Józef, przy wsparciu władcy oraz kilku innych osób, odwdzięczył się znakomicie swoją pracą za daną mu szansę. Stworzył z Bawarii centrum przemysłu optycznego, rozpoczynając tym samym rewolucję przemysłową w kraju. Warsztat Fraunhofera można wciąż zobaczyć we wsi Benediktbeuern położonej u stóp okazałej góry Benediktenwand. Jego przyrządy były uznawane za najlepsze na świecie i niekiedy sprowadzane do odległych zakątków kontynentu. Z perspektywy dziejów astronomii jego znaczenie nie dotyczy wyłącznie udoskonalenia metod produkcji przyrządów obserwacyjnych. Fraunhofer prowadził bowiem własne badania naukowe, a zasłynął przede wszystkim z badania widma Słońca.

Pierwszą naukową pracę na temat spektroskopii napisał niemiecki jezuita Atanazy Kircher, a wkrótce w jego ślady poszło kilku innych wybitnych myślicieli epoki, z Izaakiem Newtonem na czele, który jako pierwszy użył określenia spektrum, przez co jest (błędnie) nazywany twórcą tej dziedziny nauki. Jednak dopiero prace naukowców z początku XIX w. okazały się przełomowe. W 1802 r. Wilhelm Hyde Wollaston odkrył linie absorpcyjne Słońca, jednak błędnie zinterpretował je jako granice kolorów. Dekadę później Józef Fraunhofer poprawniej powiązał je z kompozycją chemiczną Słońca. Do tego wniosku doszedł po skierowaniu teleskopu ze spektrografem, być może po raz pierwszy w dziejach, w kierunku gwiazd. Dzięki temu mógł dostrzec różnice w liniach absorpcyjnych. Dziś niektórzy historycy nauki mówią o nim wręcz jako o „twórcy współczesnej astrofizyki".

Ostatnie metry podejścia pokonuje się łatwą serpentyną

Teorie Fraunhofera zostały potwierdzone w kolejnej dekadzie dzięki badaniom takich ludzi jak Augustyn Jan Fresnel, Franciszek Arago czy Tomasz Young. Jednakże tu wkład naszego bohatera się nie kończy, ponieważ te badania w dużej mierze umożliwił jego inny wynalazek — siatka dyfrakcyjna.

* * *

Wróćmy jednak w Alpy. Pod szczyt można dojechać koleją gondolową bądź najdłuższą w Niemczech koleją zębatą. Z tej opcji korzystają liczni turyści, paralotniarze oraz pracownicy obserwatorium. Jednocześnie narodził się zwyczaj, że każdy astronom pracujący na uniwersytecie powinien choć raz wejść na górę pieszo.

Podejście zazwyczaj zaczyna się ze wsi Osterhofen. Szlak przez większość czasu jest łatwy, długo wiodąc gruntową drogą, dopiero ostatnie 200 m jest strome i wymagające większego wysiłku. Po drodze można rozkoszować się idyllą bawarskich krajobrazów będących mozaiką pastwisk, lasów gospodarczych, okraszonych gospodami i widokami na niebosiężne szczyty.

Alpy należą do najbardziej atrakcyjnych regionów Europy i całej planety. Ze swoimi strzelistymi turniami, malowniczymi miasteczkami, okazałymi zamkami i rozległą ofertą turystyczną zasłużenie przyciągają miliony turystów. Na szczęście, nie zabrakło też miejsca na astronomię!

Wieńczysław Bykowski

SZCZECIŃSKIE ZAĆMIENIE KSIĘŻYCA

Na Wałach Chrobrego

Ryszard Biernikowicz

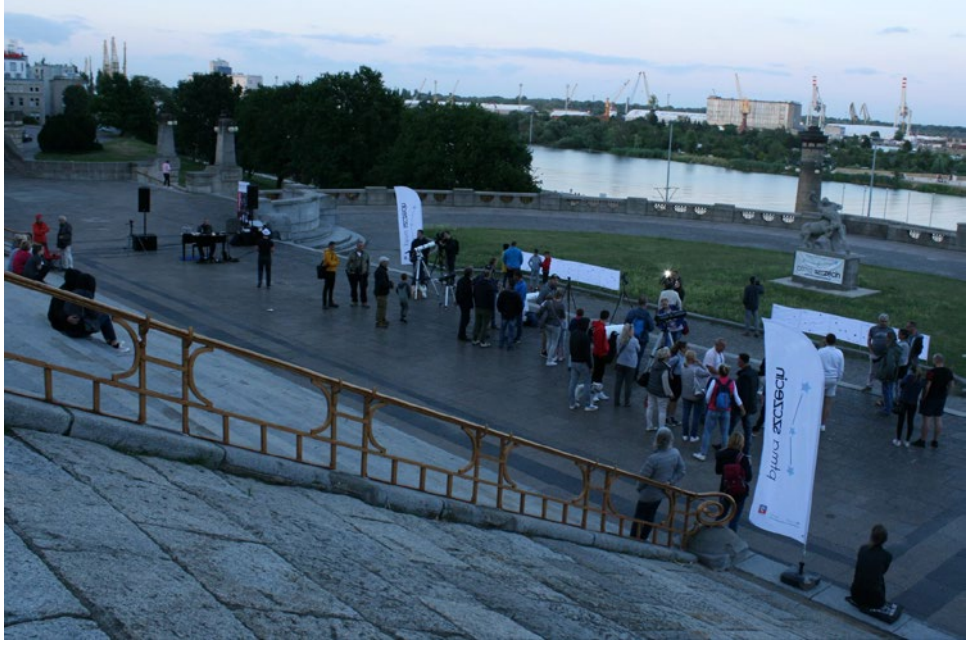
Wały Chrobrego w Szczecinie są miejscem bardzo udanych spotkań pod gwiazdami organizowanych przez PTMA Szczecin, w których uczestniczą zainteresowani miłośnicy astronomii oraz przypadkowi mieszkańcy miasta. Naprzeciwko Muzeum Narodowego po zejściu po schodkach znajduje się dość słabo oświetlony nocą taras widokowy, którego centralnym punktem jest rzeźba Ludwika Manzla „Herkules walczący z centaurem". Nadaje się znakomicie do wspólnych obserwacji obiektów niemgławicowych, takich jak planety, Księżyc, Słońce. Z Wałów roztacza się widok na wszystkie strony świata z wyjątkiem zachodniej, którą przesłania do wysokości 40 stopni gmach Muzeum Narodowego. Zdarzały się tutaj spotkania PTMA, w których uczestniczyło według szacunków nawet tysiąc osób.

16 lipca br. Pomorze Zachodnie zostało uprzywilejowane przez pogodę względem reszty kraju. Jeszcze około godz. 16. kolega jadący samochodem przez Polskę relacjonował, że wszędzie pochmurno, w okolicach Bydgoszczy pada i marnie widzi szanse na bezchmurne niebo. Tymczasem po godz. 16.00 chmury zaczęły się skłębiać, a między nimi ujawniać czyste niebo, aby później było już tylko lepiej. Przed godz. 21.00 na Wałach Chrobrego w Szczecinie zaczęli się zbierać zainteresowani wspólnymi obserwacjami częściowego zaćmienia Księżyca, które zostały zorganizowane przez Polskie Towarzystwo Miłośników Astronomii, Oddział w Szczecinie.

Od początku wspólnym obserwacjom zapewniła właściwy klimat improwizowana muzyka fortepianowa Krzysztofa Baranowskiego połączona z kosmiczną wokalizą Sylwii Różyckiej (oboje z Teatru Polskiego w Szczecinie).

Niektórzy uczestnicy spotkania stali w kolejkach do teleskopów i refraktorów, by zobaczyć na własne oczy pod powiększeniem kilkudziesięciu razy obraz Księżyca, Saturna z pierścieniami i przerwą Cassiniego lub Jowisza z czterema księżycami galileuszowymi. Tego wieczoru seeing był całkiem znośny, co przekładało się na stabilne obrazy obiektów planetarnych.

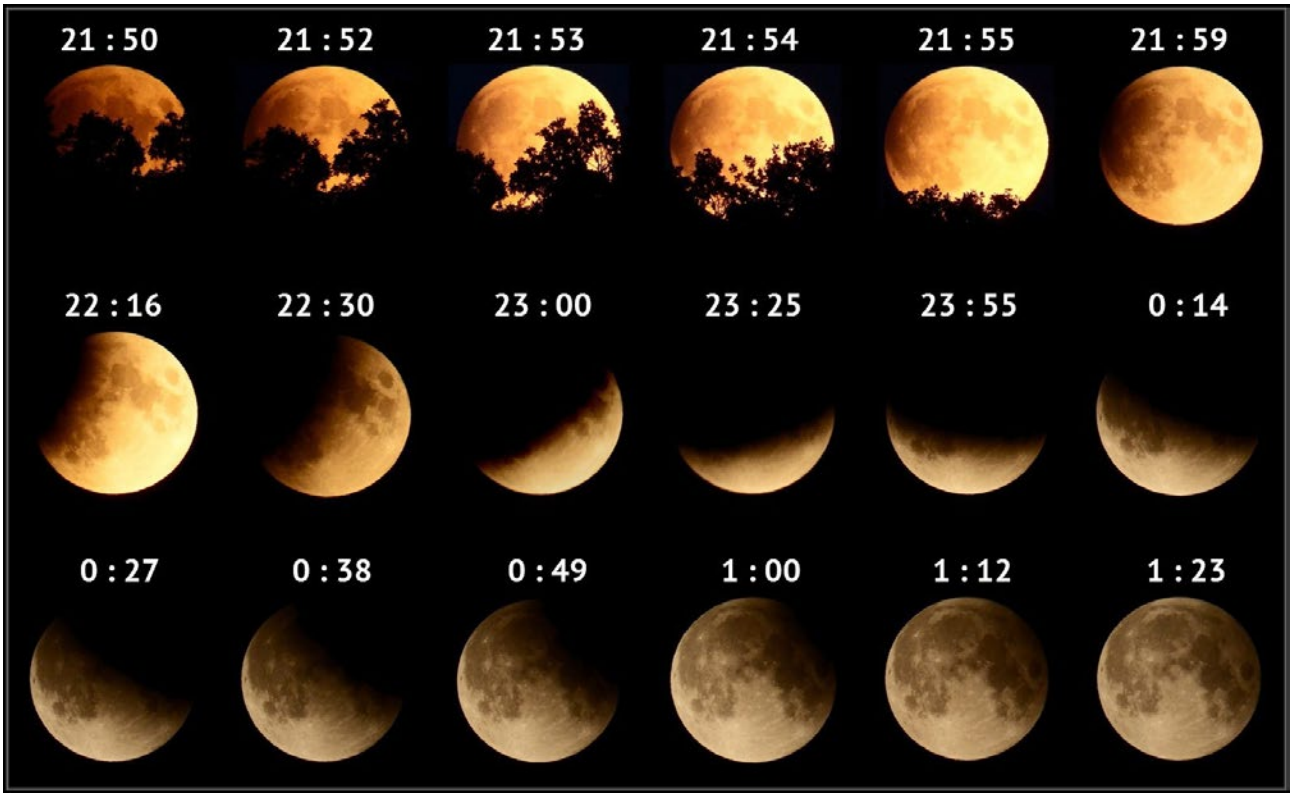
Inni obserwatorzy siedzieli na schodach przed Muzeum Narodowym, patrząc w niebo, delektując się chwilą i wszechogarniającą muzyką w tle (zakochani — całując się). Gdy około godz. 23.09 już zaćmiony częściowo Księżyc wzniósł się nad Dźwigozaury (są to migające kolorami muzealne dźwigi portowe na Łasztowni przypominające dinozaury), przebieg zjawiska uatrakcyjnił przelot Międzynarodowej Stacji Kosmicznej ISS, której jasność obserwowana była tym razem (z racji dużej odległości)mniejsza od Jowisza.



Przebieg całego częściowego zaćmienia Księżyca w większej rozdzielczości uwiecznił na jednym zbiorczym obrazie szczeciński obserwator Przemysław Kępa za pomocą amatorskiego aparatu kompaktowego SL

1000 umieszczonego na statywie (zoom optyczny 40×). Nad każdym zdjęciem jest podana godzina i minuta naświetlania.

Spotkanie zakończyło się około północy, chociaż byli chętni do dalszych obserwacji. Dla mnie najlepszą recenzją tego wydarzenia było spotkanie następnego dnia na mieście nieznanych ludzi, którzy wyrażali zadowolenie z uczestnictwa. O wspólnych z PTMA Szczecin obserwacjach tego zaćmienia można znaleźć również dość obszerne materiały (film, wywiad radiowy, zdjęcia) w lokalnych mediach, np. w Radio Szczecin: https://bit.ly/2YwkJSk



Fot. Przemysław Kępa

Po zawodach...

NAGRODY ROZDANE!

Ogólnopolskie Młodzieżowe Seminarium Astronomiczne

45 edycja Ogólnopolskiego Młodzieżowego Seminarium Astronomicznego im. prof. Roberta Głębockiego odbyła się w Grudziądzu w dniach od 21 do 23 marca. W finałowym ogólnokrajowym konkursie wzięli udział laureaci eliminacji wojewódzkich z 11 województw.

Podczas ogólnopolskiego seminarium uczestnicy prezentują wyniki swoich własnych prac badawczych — m.in. samodzielnych obserwacji nocnego nieba, pomiarów astrometrycznych czy konstrukcji wszelakich instrumentów obserwacyjnych.

Laureatów seminarium wraz z tematami ich prac przedstawiamy w tabeli:

L.p.	Imię i nazwisko	Szkoła	Temat referatu
1	Filip Tomczyk	ZST w Ostrowie Wielkopolskim	Badanie rozmieszczenia wodoru neutralnego w Drodze Mlecznej
2	Urszula Milewska	Publiczne Salezjańskie LO w Krakowie	Z patykiem na Słońce
3	Marta Anna Tomalak	I LO w Inowrocławiu	Spektroskopia lustrzankowa – amatorska obserwacja widm gwiazd
4	Jan Sobiecki	ZST w Grudziądzu	Sięgnąć nieba i wyżej
5	Kacper Dądela	VIII LO w Katowicach	Model Lokalnej Grupy Gwiazd
6	Julia Parobczy	(I LO w Siedlcach	Obserwatorium Podlaskie Władysława Szaniawskiego
7	Alina Kuśnierz	I LO w Tczewie	Wyniki obserwacji księżyców galileuszowych podczas wychodzenia z cienia Jowisza
	Bartosz Domiński	I LO w Inowrocławiu	Smartfon detektorem promieniowania kosmicznego
8	Konrad Krzemiński	II LO w Gorzowie Wielkopolskim	Sky Map View – strona generująca mapę nieba

Wspólne zdjęcie uczestników, organizatorów i jury

Fot. OMSA

LXIII Olimpiada Astronomiczna 2019/2020

Wraz z początkiem roku szkolnego 2019/2020, startuje kolejna, 63. już edycja Olimpiady Astronomicznej, organizowanej corocznie dla uczniów szkół ponadpodstawowych, w której mogą również uczestniczyć rekomendowani uczniowie szkół podstawowych.

Na oficjalnej stronie internetowej Olimpiady Astronomicznej: **www.planetarium.edu.pl/oa.htm** w pierwszych dniach września opublikowany zostanie harmonogram kolejnych etapów Olimpiady, rozgrywanych od września 2019 roku do marca 2020 roku oraz wszelkie informacje niezbędne do zgłoszenia swego udziału w Olimpiadzie.

Zamieszczone zostaną tam również tematy zadań pierwszej serii zawodów I stopnia, rozwiązywanych w warunkach domowych oraz tematy zadań obserwacyjnych.

MINISTERSTWO EDUKACJI NARODOWEJ

PLANETARIUM ŚLĄSKIE

Komitet Główny Olimpiady Astronomicznej

Spod polskiego nieba nad Balaton

W dniach od 7 do 10 marca br., w Śląskim Planetarium w Chorzowie rozgrywane były finałowe zawody LXII Olimpiady Astronomicznej, po raz pierwszy od ponad 60 lat, z powodu modernizacji budynku Planetarium, przeprowadzone w tymczasowej, zastępczej siedzibie na terenie Parku Śląskiego.

W finale uczestniczyło 21 uczniów z całego kraju, którzy pomyślnie przeszli przez zawody I i II stopnia.

Fot. Damian Jabłeka

Polska reprezentacja na 13. Międzynarodowej Olimpiadzie z Astronomii i Astrofizyki, od lewej: Aleksander Lenart (Krosno), Antoni Skoczypiec (Kraków), Wojciech Kolesiński (Szczecin), Mateusz Kapusta (Wrocław) i Kamil Ciebiera (Rzeszów)

Zwycięzcą LXII Olimpiady został Mateusz Kapusta, uczeń 2 klasy III Liceum Ogólnokształcącego we Wrocławiu. Kolejne lokaty z tytułami laureata zajęli: 2 miejsce ex aequo Wojciech Kolesiński z XIII LO w Szczecinie i Antoni Skoczypiec z V LO w Krakowie, 4 miejsce *ex aequo* Kamil Ciebiera z LO im JP II w Rzeszowie i Aleksander Lenart z I LO w Krośnie, zaś 6 miejsce ex aequo Piotr Masajada z XIV LO we Wrocławiu i Krzysztof Zakrzewski z XIV LO w Warszawie.

Po raz trzynasty, pięciu laureatów krajowej olimpiady astronomicznej reprezentowało Polskę w Międzynarodowej Olimpiadzie z Astronomii i Astrofizyki, w tym roku rozgrywanej w okresie od 2 do 10 sierpnia na Węgrzech, w miejscowości Keszthely nad Balatonem. Wzięło w niej udział 260 uczestników w 53 zespołach z 46 krajów świata.

W pierwszej części zawodów uczniowie zmierzyli się z dwoma zadaniami z analizy danych astronomicznych. W kolejnej przeprowadzono nocne obserwacje z użyciem 88 teleskopów. Po dniu przerwy rozwiązywano 14 zadań teoretycznych o zróżnicowanej trudności, zaś zwieńczeniem zawodów były zadania pod sztucznym niebem 4 mobilnych, nadmuchiwanych planetariów.

Absolutnym zwycięzcą Olimpiady został reprezentant Wietnamu. Polscy uczestnicy powrócili do kraju z czterema medalami: srebrni medaliści to Kamil Ciebiera z Rzeszowa i Antoni Skoczypiec z Krakowa, natomiast brązowe medale wywalczyli Mateusz Kapusta z Wrocławia i Wojciech Kolesiński ze Szczecina.

Uczestnicy krajowej LXIII Olimpiady mają szansę na wyjazd w przyszłym roku na kolejną, 14. Międzynarodową Olimpiadę do stolicy Kolumbii, Bogoty.

ROZWIĄZANIE ZADANIA ZAWODÓW FINAŁOWYCH LXVII OLIMPIADY ASTRONOMICZNEJ

TREŚĆ ZADANIA

Składniki gwiazdy zmiennej zaćmieniowej obiegają wspólny środek masy po okręgach o promieniach a_1 i a_2, przy czym a_1 jest mniejsze od a_2. Przyjmij, że masywniejszy składnik układu ma mniejsze rozmiary i wyższą temperaturę efektywną, a obserwator znajduje się w płaszczyźnie ruchu składników.

Oblicz, o jaki interwał czasu względem fazy 0,5 (tzn. względem połowy odstępu czasu między minimami głównymi) może być przesunięty moment minimum wtórnego gwiazdy zmiennej zaćmieniowej.

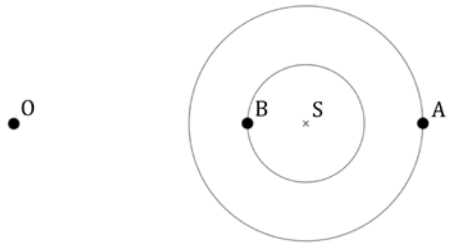
Wskazówka: efekt ten wynika ze skończonej prędkości światła.

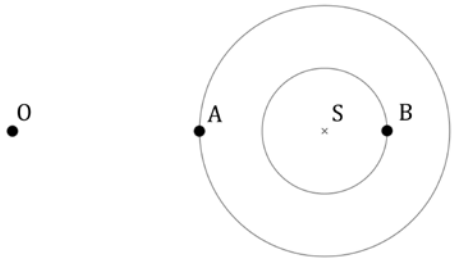
ROZWIĄZANIE

Zastanówmy się najpierw, jak wygląda sytuacja przedstawiona w zadaniu. Nazwijmy masywniejszy składnik układu A, a mniej masywny B. Ponieważ A jest masywniejszy, to on krąży bliżej środka masy układu, więc będzie miał orbitę o promieniu a_1. Ponieważ ma on wyższą temperaturę efektywną i mniejsze rozmiary, to minimum główne (to, przy którym spadek jasności układu jest większy) nastąpi w chwili, gdy będzie on zasłonięty przez składnik B, natomiast minimum wtórne nastąpi, gdy A będzie przysłaniał część B. Pomyślmy teraz, skąd może wynikać to przesunięcie minimum wtórnego względem fazy 0,5. W zadaniu jest napisane, że wynika ono ze skończonej prędkości światła, więc jedyną możliwością jest pewna zmiana odległości obserwatora od układu. Jednak ponieważ w zadaniu nie jest wspomniany ruch obserwatora, musimy założyć, że jest on stacjonarny względem środka masy układu. Czyli ten efekt może pochodzić tylko z faktu, że składniki A i B orbitują wokół wspólnego środka masy.

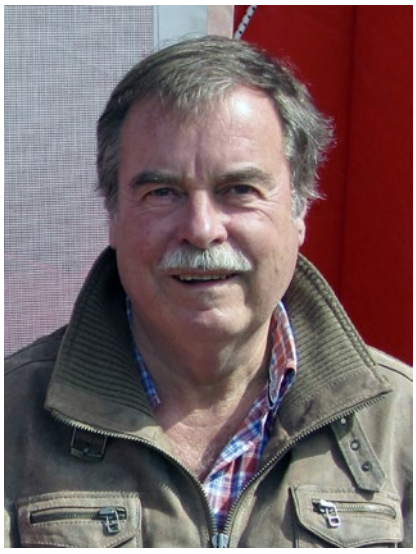
Oznaczmy teraz przez d odległość między obserwatorem a środkiem masy gwiazdy zaćmieniowej. W momencie minimum głównego odległość obserwator–A wynosi $d+a_1$, a odległość obserwator–B — $d–a_2$. Natomiast w momencie minimum wtórnego te odległości wynoszą odpowiednio $d–a_1$ i $d+a_2$. Oznacza to, że w momencie minimum wtórnego zarówno gwiazda bliższa, jak i dalsza są o $a_2–a_1$ dalej, niż w przypadku minimum głównego. Sprawia to, że światło ma dłuższą drogę do przebycia, co powoduje przesunięcie względem fazy 0,5 o $(a_2–a_1)/c$, co daje nam szukany interwał czasu.

Kamil Ciebiera
Autor jest laureatem LXI Olimpiady Astronomicznej i reprezentantem Polski na 13 Międzynarodową Olimpiadę z Astronomii i Astrofizyki





HANS JOACHIM BODE



W dniu 16 lipca ub.r. zmarł w Hannowerze długoletni prezydent Europejskiej Sekcji IOTA (International Occultation Timing Association) — Hans Joachim Bode.

Hans Bode rozpoczynał obserwacje w obserwatorium szkolnym — była to szkoła im. Bismarcka w Hannowerze, w którym to mieście się urodził i mieszkał. Szkoła dysponowała m. in. 15-cm refraktorem Zeissa, co było na ówczesne czasy bardzo okazałym instrumentem. Współpracował z grupą młodzieży szkolnej, z której później uformowało się oficjalnie Miejskie Koło Astronomiczne (Astronomischer Arbeitskreis Hannover), jako oficjalnie zarejestrowana instytucja. Interesowały go, podobnie jak i innych członków Koła, tematy związane z astronomią.

Obserwacjami zjawisk zakryciowych zainteresował się bardzo wcześnie i tej tematyce pozostał wierny. Już w połowie lat 60. ub. wieku nawiązał kontakty z obserwatorami w USA, gdzie powstało IOTA pod przewodnictwem Davida Dunhama. W tamtym czasie najbardziej znaczącymi zjawiskami były zakrycia gwiazd przez Księżyc, co wiązało się pośrednio z programem lotów na Księżyc NASA. Wyniki obserwacji umożliwiały m.in. dopasowanie pozycji Księżyca do katalogów gwiazd. Zakrycia brzegowe z kolei pozwalały na określenie z dużą dokładnością profilu brzegu Księżyca, znanego jedynie w przybliżeniu z tzw. kart Wattsa, otrzymanych z analiz fotografii brzegu naszego satelity. Z kolei znajomość tego profilu była konieczna do analiz obserwacji brzegowych zaćmień Słońca, dających możliwość określania jego dokładnej średnicy widomej. Stało się przy tym oczywiste, że powodzenie obserwacji zakryciowych będzie zależało od współpracy wielu obserwatorów na świecie, a w przypadku zakryć brzegowych — także od sprawnej współpracy grupy obserwatorów w terenie. Stąd też w połowie lat 80. Bode był inicjatorem skoordynowania działalności obserwatorów europejskich, proponując utworzenie Sekcji Europejskiej IOTA (IOTA/ES). Działalność tej sekcji nie ograniczała się jedynie do prowadzenia obserwacji — równie ważna bowiem okazała się sprawa odpowiednio dokładnych efemeryd zjawisk, znanych dotąd jedynie w przybliżeniu i tylko dla niektórych miast (zaś przebieg granic zakryć brzegowych w terenie nie był praktycznie znany w ogóle). Toteż w IOTA/ES ukształtowała się grupa osób, zajmująca się tworzeniem odpowiedniego oprogramowania. Hans Bode okazał się pomocny i w tej dziedzinie. Studiował bowiem geodezję (później także ekonomię) i był dobrym programistą. W roku 1981 zainicjował coroczne sympozja ESOP — European Symposium on Occultation Prediction (ESOP), poświęcone właśnie tej problematyce. Ponieważ jednak okazało się, że na tych spotkaniach dyskutowano też zagadnienia związane z metodyką i opracowywaniem samych obserwacji, w nazwie sympozjum zmieniono ostatni wyraz na „Project" i pod taką nazwą spotkania odbywają się do dziś (w roku 2017 odbyło się ESOP 36).

Obserwatorzy europejscy rekrutowali się w wielu krajów, w tym m.in. z NRD, Czechosłowacji i Polski. Dla obywateli krajów Europy wschodniej udział w ESOP był niezwykle trudny organizacyjnie i ponadto dość kosztowny. Dlatego też Hans Bode zaproponował organizowanie sympozjum kolejno w różnych krajach. Po raz pierwszy idea ta znalazła odzwierciedlenie w zorganizowaniu ESOP w roku 1984 w obserwatorium w Valasske Mezirici w Czechosłowacji. Wtedy to właśnie liczna grupa obserwatorów, skupionych w Sekcji Obserwacji Pozycji i Zakryć (SOPiZ) PTMA miała okazję poznać zarówno Prezydenta IOTA/ES, jak i innych kolegów z zagranicy oraz podyskutować na interesujące wszystkich tematy. Co więcej, zaproponowano, aby spotkanie w roku 1986 zorganizować w Polsce, co też nastąpiło w sierpniu tegoż roku w Warszawie i Łodzi. Hans Bode działał tym czasie na polu astronomii bardzo aktywnie (zawodowo zajmował się doradztwem biznesowym), wybudował też na swej posesji własne obserwatorium z teleskopem 40 cm.

Odbywał też po całym świecie liczne podróże na zaćmienia Słońca (w sumie ponad 30!), wdrażając technikę videofilmowania tych zjawisk. W okresie późniejszym wyjeżdżał też na obserwacje innych ważnych zjawisk zakryciowych. Na znaczeniu bowiem zaczęła zyskiwać kolejna grupa zjawisk — zakrycia gwiazd przez planetoidy, planety i ich księżyce, które to zjawiska wymagały często organizowania wyjazdów obserwacyjnych w odległe zakątki na Ziemi. W ostatnich latach aktywnie brał udział w tych obserwacjach, a nawet planował kolejne wyjazdy w roku 2017, już niestety, niezrealizowane.

W naszym kraju Hans Bode wziął udział jeszcze w trzech sympozjach ESOP — w roku 1994 w Krakowie, w roku 2000 w Łodzi oraz w roku 2009 w Niepołomicach. Zaś z kolei w 2015 niżej podpisany miał okazję spotkać go po raz ostatni w czasie obrad ESOP w Hannowerze.

Skromne uroczystości pogrzebowe, także z udziałem niżej podpisanego oraz kol. Klemensa Libana z O. PTMA w Łodzi (jako jedynej delegacji zagranicznej) odbyły się w Hannowerze w dniu 27 lipca 2017 r.

We wrześniu 2017 r. kolejne ESOP we Freibergu koło Drezna to, niestety, pierwsze, które odbyło się już bez udziału H.J. Bodego.

Marek Zawilski

Biuletyn Pracowni Komet i Meteorów

PKiM PRACOWNIA KOMET I METEORÓW 00-716 Warszawa ul. Bartycka 18

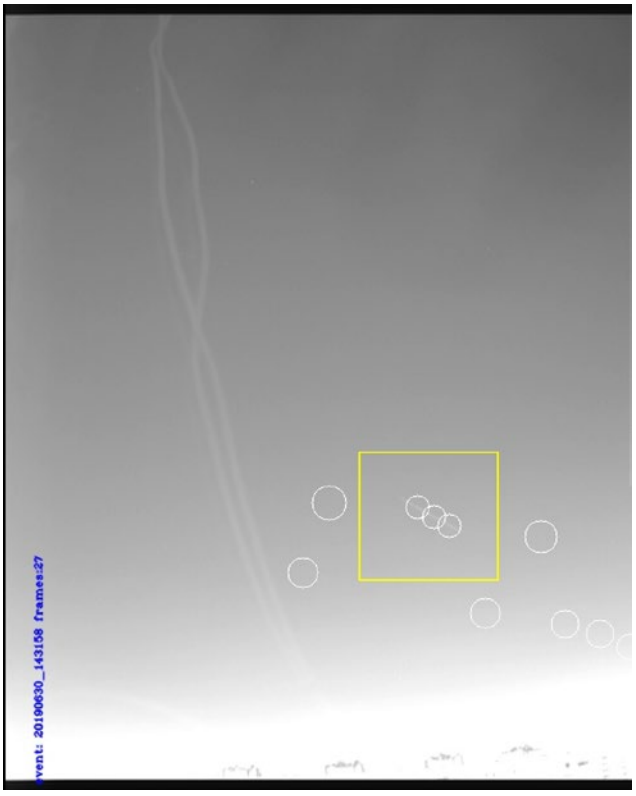
WIADOMOŚCI ZE ŚWIATA METEORÓW

MAKSIMUM TAURYDÓW DZIENNYCH ZA NAMI

Za nami długo wyczekiwane dzienne maksimum Taurydów dziennych (lub mówiąc poprawniej — Beta Taurydów). Na przełomie czerwca i lipca bieżącego roku spodziewaliśmy się dużych bolidów pochodzących z tego roju. Przewidywali je już niemal 30 lat temu David Asher i Duncan Steel. Warunki spotkania Ziemi z rojem miały być w tym roku szczególnie korzystne. Z tej okazji Polska Sieć Bolidowa przeprowadziła specjalną kampanię obserwacyjną. Część stacji analogowych i cyfrowych przełączono w tryb dzienny, montując filtry neutralne szare (a w niektórych przypadkach filtry IR720). Dzięki temu zabiegowi uzyskano tło nieba odpowiednie do detekcji bolidów w warunkach dziennych. Od 25 czerwca do 15 lipca większa część kamer pracowała od wschodu do zachodu Słońca. Przygotowano też doraźnie stanowisko obserwacyjne działające w Warszawie, zbudowane w oparciu o kamerę o niższej czułości.

Wydaje się niemal pewne, że aktywność dziennych Taurydów była mniejsza od spodziewanej. Na ten moment trudno wyciągać bardziej precyzyjne wnioski, dane od obserwatorów wciąż spływają a ich szczegółowa analiza przewidziana jest na początek sierpnia. Obserwacje dzienne okazują się być znacznie trudniejsze od zwykłych obserwacji nocnych. Problem stwarza ogromna ilość fałszywych detekcji pochodzących od podświetlonych światłem słonecznym różnego rodzaju obiektów. Detekcje powodowane są głównie przez ptaki i owady oraz w mniejszej części przez przelatujące samoloty. Przegląd i oczyszczenie takich danych jest prawdziwym wyzwaniem.

Jak dotąd udało się zidentyfikować jedno zjawisko. Bolid dzienny zarejestrowany został przez wspomnianą tymczasową stację wideo obsługiwaną przez Karola Fietkiewicza. Kamera umieszczona na parapecie bloku zarejestrowała bolid o kierunku zgodnym z przewidywanym dla Taurydów. Dokładne pomiary zostaną przeprowadzone metodą kalibracji fotograficznej (odpowiednie zdjęcie kalibracyjne zostało już wykonane). Nie ma jak dotąd doniesień od naocznych świadków czy przypadkowych rejestracji z użyciem kamer samochodowych. Brak również doniesień ze świata o rejestracji lub obserwacji takowych. Podczas tegorocznego maksimum szczególną uwagę zwracano na możliwość odkrycia nowych planetoid, które podobnie jak 2005UR, 2005TF50 czy 2015TX24 mogą być częścią strumienia. W chwili gdy piszę te słowa (mamy połowę lipca) w bazie NEODyS-2 nie pojawiły się żadne nowe obiekty, dla których podobieństwo orbitalne byłoby wystarczające, aby powiązać je z którąś ze wspomnianych planetoid. Nie jest wykluczone, że do takich odkryć jeszcze dojdzie, zważywszy na to, iż sama planetoida 2015TX24 będąca częścią strumienia, 16 lipca znalazła się na liście priorytetowych celów obserwacyjnych publikowanej na stronie ESA SSA. Obiekt ten ma być



Detekcja bolidu dziennego z 30 czerwca 2019 r. z godziny 14:31 UT, tymczasowa stacja wideo zlokalizowana w Warszawie

widoczny do 25 lipca i jak łatwo zauważyć, inne potencjalnie należące do strumienia obiekty również mogą znaleźć się w korzystnym położeniu do obserwacji.

Sprawa dziennych Taurydów wywołała nadspodziewane medialne zamieszanie. Możliwość zderzenia z Ziemią, perspektywa końca świata i możliwość sprowadzenia innych nieszczęść została wyolbrzymiona przez niektóre portale internetowe do rozmiarów godnych sezonu ogórkowego. Pozytywnym skutkiem tego hałasu było zapewne to, że nieco częściej niż zwykle patrzono w dzienne, niebieskie niebo, oczekując pojawienia się czegoś niezwykłego. Zagrożenie ze strony największych składników roju jest faktem stosunkowo niedawno odkrytym (niezależnie przez badaczy polskich i czeskich w połowie 2015 r.) i nie do końca jeszcze zbadanym. Otwarta pozostaje kwestia ilości dużych ciał krążących w strumieniu. Mamy tu na myśli obiekty o rozmiarach rzędu 100 m, dla których jasność absolutna wynosi poniżej 21 mag. Obiekty te mogą być wykrywane przez stosunkowo krótki okres, przy korzystnym położeniu Ziemi względem strumienia. Znane jak dotąd duże składniki strumienia nie stanowią obecnie zagrożenia dla naszej planety, natomiast nie jest wykluczone, że w przyszłości znaleziony zostanie obiekt, który trafi na listę ryzyka. Co więcej, strumień prawdopodobnie zawiera cząstki o rozmiarach rzędu dziesiątków metrów i mniejsze, niemal niemożliwe do wykrycia i śle-

dzenia, takie cząstki może nie spowodują poważnej katastrofy ale mogą spowodować problemy w skali lokalnej.

KOMETA C/1975 T2 CIAŁEM MACIERZYSTYM ROJU LAMBDA URSAE MAJORYDÓW

W Astronomy & Astrophysics ukazała się praca Marii Hajdukovej i Luboša Neslušana dotycząca związku komety długookresowej C/1975 T2 Suzuki-Saigusa-Mori z niewielkim rojem Lambda Ursae Majorydów. Kometa odkryta została 5 października 1975 r. niezależnie przez trzech japońskich obserwatorów. Obserwowana była przez kolejne 90 dni. Jest to kometa długookresowa o okresie obiegu 446 lat, z peryhelium leżącym w odległości 0,84 au, aphelium w odległości 58 au, z orbitą silnie nachyloną do ekliptyki. Już bezpośrednio po odkryciu wskazywano na możliwość istnienia roju meteorowego z radiantem w miejscu o współrzędnych RA = 158°, dec = +47°. Przewidywany rój miał mieć maksimum w ostatnich dniach października. Obserwowane meteory miały być szybkie, z prędkością obserwowaną wynoszącą 62 km/s. Roju takiego aż do czasów współczesnych nie zaobserwowano. Dopiero w 2013 r. rój o podobnych parametrach został zidentyfikowany podczas wyszukiwania rojów w bazach wideo SonotaCo i Chorwackiej Sieci Bolidowej. Nowy rój wprowadzony został na listę IAU MDC pod numerem 524 jako Lambda Ursae Majorydy. Badacze chorwaccy wskazali także potencjalne ciało macierzyste roju — kometę C/1975 T2. Istnienie roju zostało w trzy lata później potwierdzone przez wyniki opublikowane przez Petera Jenniskensa.

Autorzy publikacji postanowili szczegółowo przebadać ewolucję orbitalną komety macierzystej i roju. W pierwszej kolejności przeprowadzono integrację elementów orbitalnych do 100 tys. lat wstecz. Orbita okazała się być stosunkowo stabilna, zmiany elementów za wyjątkiem półosi wielkiej były nieznaczne. Dla momentów peryheliów przypadających 80, 40, 20 i 10 tys. lat temu wygenerowano chmury cząstek, dla których przeprowadzono następnie integrację do czasów nam współczesnych. Kalkulacje dla cząstek uwzględniały nie tylko perturbacje grawitacyjne, ale też niegrawitacyjny efekt Poyntinga-Robertsona. Symulowano różne wartości efektu charakterystyczne dla cząstek o różnych rozmiarach przy różnych momentach wyrzutu cząstek z komety macierzystej. Na podstawie obliczeń uzyskano teoretyczne parametry strumienia pochodzącego od komety C/1975 T2. Z obliczeń wynikało, że niezależnie od zakładanego momentu wyrzutu materii, modelowany strumień trafiał w bezpośrednie okolice orbity ziemskiej, położenie radiantu nie ulegało wielkim zmianom, natomiast wraz ze wzrostem wieku strumienia wzrastał rozmiar teoretycznego radiantu. Meteory dla symulowanego strumienia miały mieć prędkość 62-63 km/s, maksimum przypada pomiędzy 21 a 28 października.

Biorąc dane teoretyczne, rozpoczęto poszukiwania strumienia w istniejących bazach orbit meteorowych. Używając sprawdzonych wcześniej metod selekcji składników strumieni, sprawdzono bazę fotograficzną IAU, wszystkie obecnie dostępne bazy wideo (Edmond, SonotaCo, CAMS) oraz bazę obserwacji radiowych opublikowaną w latach 70. przez Sekaninę i Southwortha. Rój o podobnych parametrach wyselekcjonowano we wszystkich bazach wideo (w ilości 20-30 orbit na bazę). Strumienia nie odnaleziono w bazie fotograficznej i bazie radiowej.

W kolejnym kroku porównano teoretyczny strumień z rojami figurującymi w bazie IAU MDC (baza ta na dzień dzisiejszy zawiera ponad 1000 pozycji). Stwierdzono zgodność z rojem Lambda Ursae Majorydów (rój o numerze 524). Rój ten zidentyfikowany został w kilku pracach — przez grupę badaczy chorwackich w 2013 r., przez Petera Jenniskensa w 2016 i 2018 r. jak też w 2015 przez Reginę Rudawską, która odnalazła ten rój w bazie EDMOND. Przewidywany okres aktywności (od 21 do 28 października) nie został do końca potwierdzony, według istniejących danych Lambda Ursae Majorydy widoczne są od 27 do 31 października lub od 27 do 28 października. Podsumowując — kometa C/1975 T2 Suzuki-Saigusa-Mori jest ciałem macierzystym Lambda Ursae Majorydów — niewielkiego jesiennego roju obserwowanego głównie technikami wideo, obecnego na naszym niebie od przynajmniej 80 tys. lat.

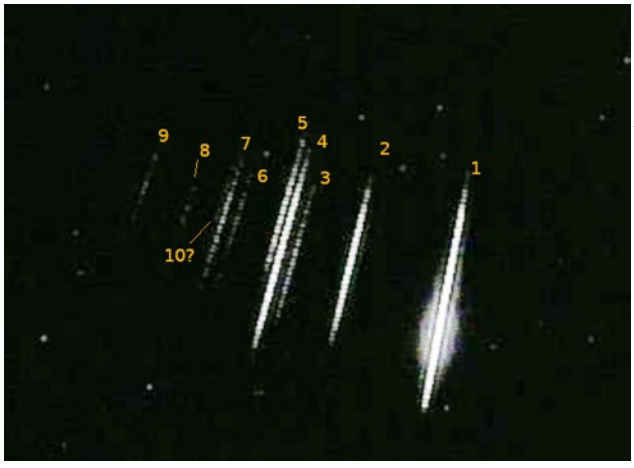
KOLIZJA ZIEMI Z PLANETOIDĄ 2019 MO

To, co w tytule brzmi dość groźnie, choć oczywiście skoro czytamy ten artykuł nic poważnego się nie stało i faktycznie, nikomu włos z głowy nie spadł, tym niemniej mamy do czynienia z czwartym przypadkiem maleńkiej planetoidy, która została odkryta tuż przed zderzeniem z Ziemią. Tym razem chodzi o zaledwie 4-metrowy obiekt o oznaczeniu 2019 MO, który został zaobserwowany 22 czerwca przez teleskopy ATLAS oraz Pan-STARRS 2. Właściwego odkrycia dokonał teleskop ATLAS zlokalizowany na Hawajach. W ciągu 30 min wykonano 4 obserwacje, na podstawie których wyznaczono orbitę, siłą rzeczy dość prowizoryczną. W chwili odkrycia obiekt znajdował się w odległości 500 tys. km od Ziemi. Na podstawie wyznaczonej orbity określono prawdopodobieństwo zderzenia z Ziemią na 2 w 4-stopniowej skali. W 12 godzin później co najmniej 3 detektory infradźwiękowe sieci IMS zarejestrowały zjawisko o energii odpowiadającej eksplozji 2,5 kT TNT zlokalizowane w pobliżu Puerto Rico. Davide Farnocchia z JPL powiązał detekcję infradźwiękową z odkrytym wcześniej obiektem, dla potwierdzenia potrzebne były jednak dodatkowe dane. Wkrótce odnaleziono planetoidę na obrazach z teleskopu Pan-STARRS 2. Dane te poprzedzały odkrycie ATLAS-a o 2 godziny i pozwoliły na znaczące uściślenie elementów orbitalnych. Według nowych danych stopień ryzyka wzrósł do czterech w skali 4-stopniowej, a co więcej, przewidywane miejsce i moment uderzenia dość dobrze zgadzały się z obserwacjami infradźwiękowymi oraz radarowymi (ślad po bolidzie zaobserwowany został przez radar pogodowy Nexrad znajdujący się w San Juan na Puerto Rico). Bolid zaobserwowano 22 czerwca o godzinie 21:25 UT, podczas gdy przewidywany moment uderzenia to 22 czerwca o godzinie 21:32 UT.

Cała ta historia jest uznawana za pierwszy test systemu ATLAS, który stworzono z myślą o wykrywaniu takich właśnie potencjalnie niebezpiecznych obiektów. System ten składa się z dwóch identycznych półmetrowych teleskopów zainstalowanych w obserwatoriach na górach Mauna Loa i Haleakala, w odległości około 100 km. Są to teleskopy systemu Wrighta-Schmidta o światłosile f/2 wyposażone w kamery CCD o rozdzielczości 110 megapikseli. System ten ma ogromne pole widzenia, pojedyncza klatka obejmuje obszar nieba o rozmiarze 7,4 stopnia. Wystarczy 700 naświetleń, aby przeskanować całe niebo w poszukiwaniu niebezpiecznych planetoid, co przy 30-sekundowych ekspozycjach pozwala na 4-krotne sprawdzenie całego nieba w ciągu pogodnej nocy. ATLAS pozwala wykrywać obiekty o rozmiarze 50 m na 3 do 9 dni przed kolizją z Ziemią, dla obiektów 140-metrowych czas ten może przekraczać miesiąc.

WIELOKROTNY METEOR NAD BRAZYLIĄ

Wielokrotne meteory od jakiegoś czasu przykuwają uwagę obserwatorów. Wydaje się, że pierwsze tego typu zjawisko zaobserwowane zostało jeszcze w 2014 r. przez Polską Sieć Bolidową. Kolejne zjawiska wielokrotne obserwowano nad Kanadą i Czechami. To ostatnie zjawisko doczekało się publikacji, która przetarła szlaki w tym temacie. Okazało się, że wchodzące do atmosfery w jednym momencie i równolegle lecące meteory są efektem rozpadu dość delikatnego meteoroidu jeszcze na orbicie (np. w peryhelium orbity). Badając tego typu rozpady, można wyciągać ciekawe wnioski na temat struktury samego meteoroidu. 26 czerwca 2019 r. brazylijska sieć bolidowa BRAMON zarejestrowała chyba najbardziej okazałe zjawisko tego typu.



Źródło: BRAMON

Meteor wielokrotny zaobserwowany 26 czerwca 2019 r. przez stację bolidową EMM2/MA Maranhao w Brazylii

Na obrazie zarejestrowanym w stacji Maranhao widać 9, a być może nawet 10 meteorów, pojawiających się jednocześnie w tej samej części nieba. Patrząc uważnie na zarejestrowany materiał, widać, że fragment nr 1 wyprzedza nieznacznie pozostałe fragmenty. Fragmenty od 2 do 9 mają maksimum blasku dokładnie w tym samym momencie. Wstępnie wyznaczona orbita wskazuje, że były to fragmenty meteoroidu sporadycznego, niezwiązanego z żadnym rojem.

BRAMON to brazylijska sieć wideo stworzona przez miłośników astronomii przy współpracy z obserwatorami sieci EDMOND (Europejskiej). Na dzień dzisiejszy sieć zadziwia swoimi rozmiarami. Według aktualnych danych BRAMON składa się ze 154 stacji obsługiwanych przez ponad 100 osób, a wszystko to rozmieszczone w 20 z 26 stanów, z których składa się Brazylia. Warto jednak pamiętać, że nawet tak wielka sieć nie jest w stanie pokryć tak dużego kraju.

KALENDARZ METEOROWY NA 2020 ROK

Na stronie IMO ukazał się kalendarz meteorowy na rok 2020. Jest on wydawany w formie dokumentu pdf od prawie 20 lat i zawiera informacje użyteczne dla obserwatorów wizualnych (w kalendarzu opisano najważniejsze roje i to tylko w przypadku, gdy w obserwacjach nie przeszkadza Księżyc w pełni). Kalendarzem jeszcze w Cyrqlarzu się zajmiemy, natomiast obecnie chciałbym wskazać kilka najciekawszych informacji w nim zawartych o dużych rojach:

— Maksimum Kwadrantydów wystąpi 4 stycznia 2020 r. o godzinie 8:20 UT. Moment ten faworyzuje obserwatorów w Ameryce Północnej. Obserwatorzy w Europie samego maksimum nie zobaczą, tym niemniej powinni dostrzec pewien wzrost aktywności w drugiej połowie nocy, a zwłaszcza przed świtem. Obserwacjom będzie sprzyjał nów Księżyca przypadający na 3 stycznia 2020.

— W przypadku Perseidów 2020 momenty maksimów również będą niekorzystne dla obserwatorów w Polsce. Tradycyjne maksimum spodziewane jest 12 sierpnia pomiędzy 13 a 16 UT. Obserwacje wizualne dla centralnej Polski można w tym czasie prowadzić od około 19:45 UT do 3:45 UT. Najkorzystniej będzie więc polować na Perseidy wieczorem 12 sierpnia, spodziewany jest ZHR=110. Dodatkowe maksimum z ZHR = 100 wystąpi 12 sierpnia o godzinie 10 UT, co również jest momentem bardzo niekorzystnym. W obserwacjach w drugiej połowie nocy będzie przeszkadzał Księżyc w ostatniej kwadrze.

— W 2020 r. spodziewany jest wybuch aktywności Drakonidów o niekreślonym jeszcze rozmiarze. Na podstawie wyników modelowania opublikowanych przez Jeremie Vaubaillona, spodziewane jest podwójne maksimum w nocy z 6 na 7 października 2020. Dojdzie wtedy do spotkania ze strumieniami wyrzuconymi z komety w 1704 i 1711 r., momenty maksimów są sprzyjające, oba strumienie powinny być obserwowane odpowiednio 7 października o godzinie 1:25 UT i 7 października o godzinie 1:57 UT.

— Na podstawie obliczeń wykonanych przez japońskiego badacza Mikia Sato w 2020 r. spodziewamy się podwyższonej aktywności Leonidów. Pewne ilości słabych meteorów powinny pojawić się 17 listopada 2020 pomiędzy godziną 6:50 a 8:13 UT (strumień z roku 1600). Dojdzie też do spotkania ze strumieniami z 901 roku (18 listopada 00:58 UT) oraz z roku 1234 (20 listopada 15:28 UT), aktywność z dwóch ostatnich strumieni będzie bardzo mała.

— Warunki do obserwacji Geminidów będą wyśmienite (pomijając fatalne statystyki pogodowe dla połowy grudnia w Polsce). W obserwacjach nie będzie przeszkadzał Księżyc, a moment maksimum przypadnie na środek nocy z 13 na 14 grudnia 2020. Aktywność Geminidów z roku na rok jest coraz większa i obecnie prognozuje się ZHR na poziomie 140–150.

— Chyba najciekawszą wiadomością na 2020 r. jest możliwość wystąpienia poważnego wybuchu aktywności Ursydów. Przewidywania aktywności są co prawda dość wiekowe (Jenniskens 2006), ale przedstawione tam liczby działają na wyobraźnię. Pierwszy ze strumieni z roku 829 spodziewany jest 22 grudnia o godzinie 6:10 UT, a więc tuż przed wschodem Słońca. Jeśli prognoza się sprawdzi, to przynajmniej część maksimum będziemy mogli oglądać, zwłaszcza z północno-zachodniej Polski. Spodziewana aktywność dla strumienia 829 to ZHR = 490. Drugi ze strumieni wyrzucony z komety w 815 r. jest nieco gorzej poznany i tu moment wystąpienia zawiera się w granicach od godziny 3UT do godziny 22UT 22 grudnia. Również i tu spodziewany jest wysoki ZHR na poziomie 420. Dodatkowo też spodziewany jest niewielki wzrost aktywności z dodatkowego strumienia dla godziny 5:27UT. Nieco inne prognozy aktywności przedstawił Mikiya Sato. Badacz przewiduje spotkanie z zupełnie innymi strumieniami w nocy z 22 na 23 grudnia o godzinie 17:31 UT oraz pomiędzy 3:15 a 3:40 UT. Jeśli chodzi o aktywność, to autor jest, delikatnie mówiąc, dość ostrożny.

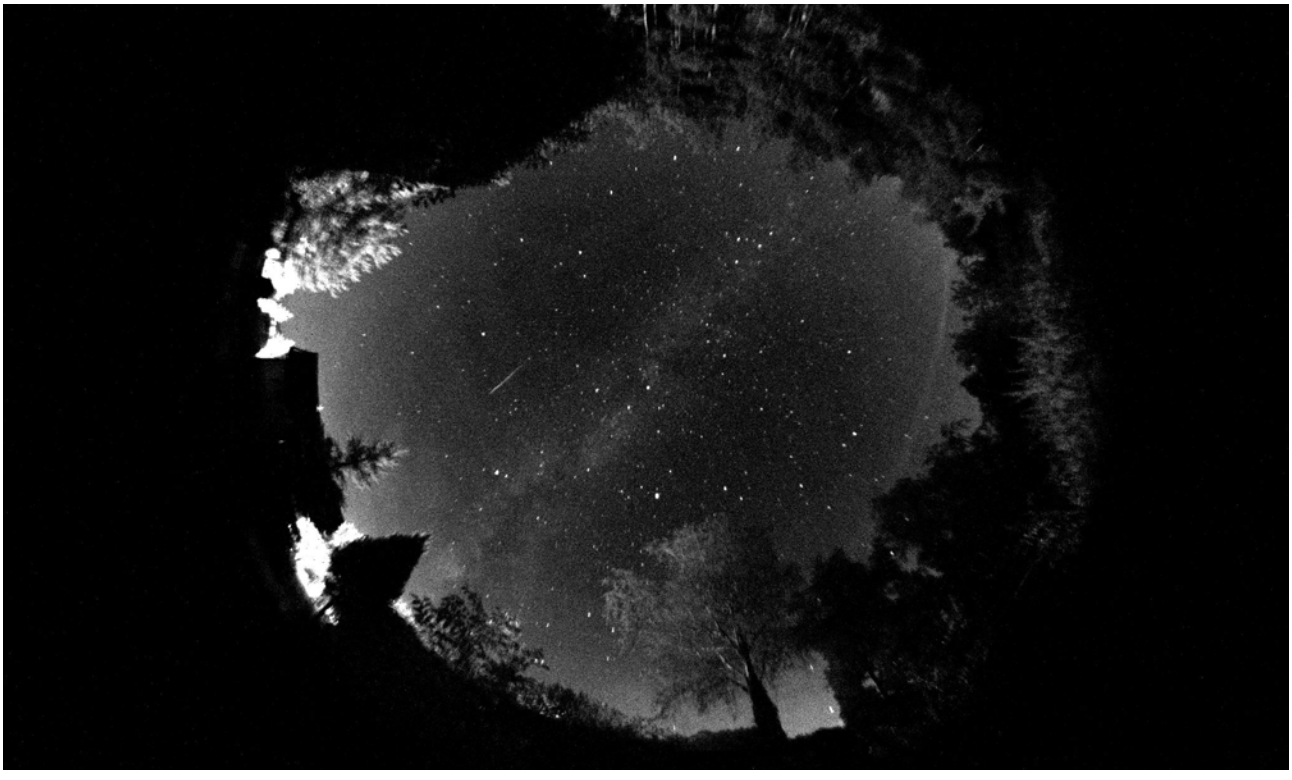
Źródło: Youtube

Bolid nad Australią z 5 lipca 2019

BOLID NAD AUSTRALIĄ 5 LIPCA 2019

Zarejestrowano kolejne bardzo jasne zjawisko nad Australią. Bolid uchwycony w obserwatorium Mount Stromolo 5 lipca o godzinie 20:50 AEST (10:50 UT), został też zarejestrowany przez liczne kamery samochodowe. Większość obserwacji pochodzi ze stanów Nowa Południowa Walia i Wiktoria. Bolid miał wyrazistą niebieskozieloną barwę, co może wskazywać na dużą zawartość niklu i żelaza, najprawdopodobniej mamy tu do czynienia z upadkiem meteorytu żelaznego.

Przemysław Żołądek



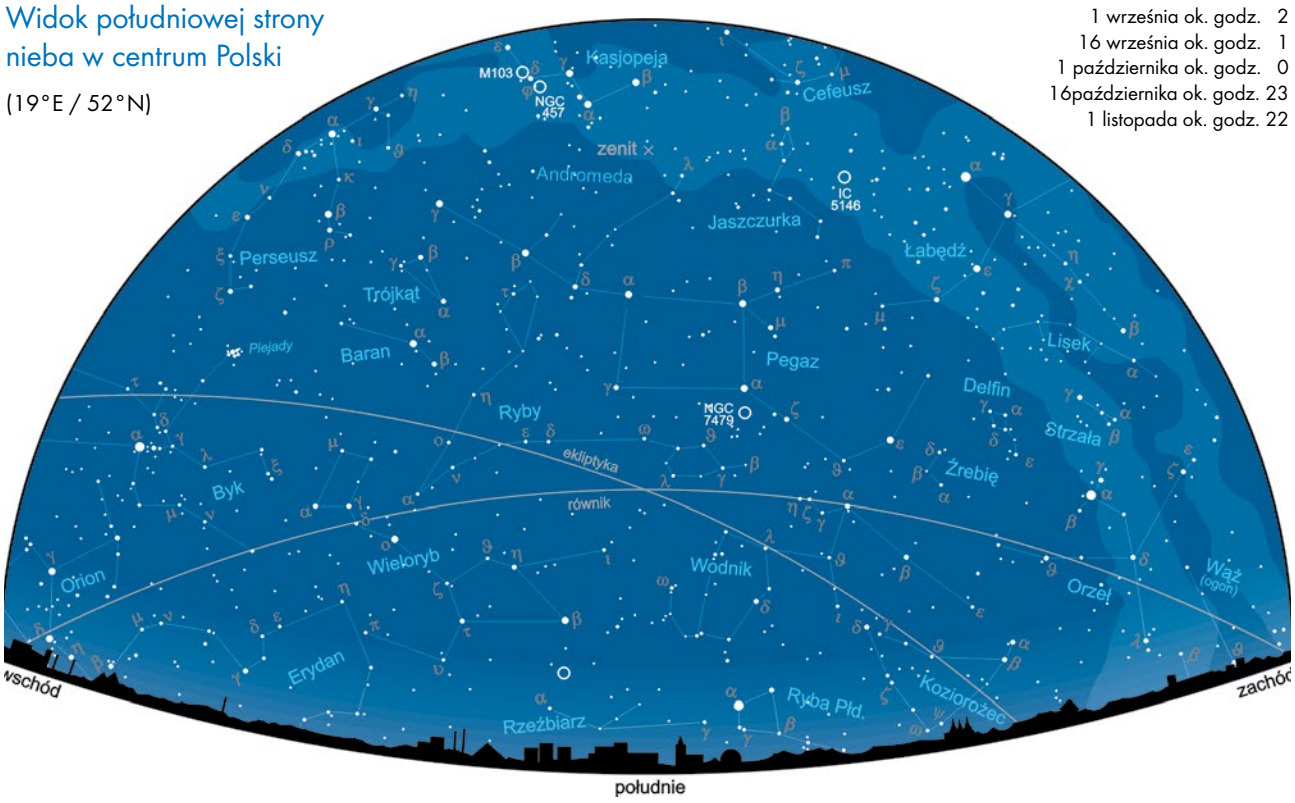
Aktywność Perseidów na cztery dni przed maksimum była już wyraźnie zauważalna. Na zdjęciu meteor zarejestrowany 8 sierpnia 2019 r. o godzinie 22:28 UT. Zdjęcie wykonano za pomocą kamery megapikselowej DMK33UX252 z obiektywem typu rybie oko o ogniskowej 1,4 mm. Czas naświetlania 4 s. Stacja PFN68 Dąbrowa

Niebo nad Polską

Widok południowej strony nieba w centrum Polski

(19°E / 52°N)

1 września ok. godz. 2
16 września ok. godz. 1
1 października ok. godz. 0
16października ok. godz. 23
1 listopada ok. godz. 22

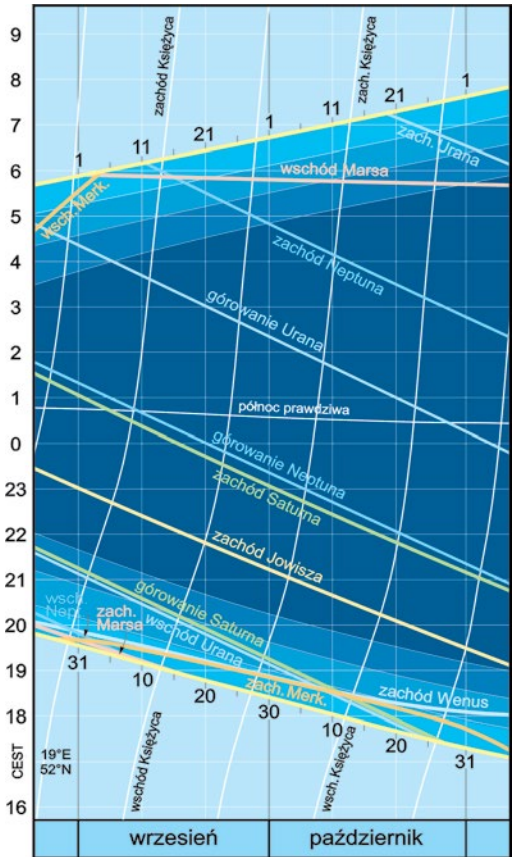


NIEBO WE WRZEŚNIU I PAŹDZIERNIKU 2019

Wrzesień i październik, to na północnej półkuli Ziemi przełom lata i jesieni, ostatni prawie miesiąc dni dłuższych od nocy i pierwszy miesiąc nocy dłuższych od dnia. Po przejściu nocą 4/5 lipca przez aphelium swej orbity, około północy 5/6 października Ziemia znajdzie się w średniej odległości od Słońca, nadal zbliżając się do naszej Dziennej Gwiazdy, aż do osiągnięcia 5 stycznia peryhelium.

Z początku jeszcze niemal maksymalna, około 5 min na dobę, pod koniec omawianego okresu zaczyna już maleć prędkość, z jaką ubywa dnia, a przybywa nocy, pod koniec października w centrum Polski wynosząca już niewiele ponad 4 min/dobę. Do jesiennej równonocy, 23 września, nadal kurczy się, z 18 min do zera, różnica w długości dnia między południowymi a północnymi krańcami Polski, która z końcem października znów wzrasta do 26 min, ale teraz na korzyść południowych krańców. Jednak z punktu widzenia obserwatorów nocnego nieba — po jesiennej równonocy szybciej poprawiają się warunki obserwacji w północnych regionach kraju niż na południu.

Na przełomie września i października, krótko po zmierzchu nadal nad południowym horyzontem dominują gwiazdozbiory letnie, z górującym właśnie Saturnem na tle konstelacji Strzelca oraz wznoszącym się najwyżej godzinę później gwiezdnym symbolem minionego już lata, Letnim Trójkątem najjaśniejszych gwiazd konstelacji Lutni, Łabędzia i Orła. Na południowym zachodzie przez 2,5 h możemy jeszcze obserwować Jowisza w letnim Wężowniku. Już 1,5 h przed północą miejsce Trójkąta Letniego zajmuje, nie tak wyrazisty Jesienny Kwadrat, zwany też Kwadratem Pegaza, wytyczony przez trzy z czterech najjaśniejszych gwiazd Pegaza: Markab, Scheat i Algenib oraz — zaliczaną dawniej również do Pegaza — Alpheratz, pierwszą z trzech jasnych gwiazd Andromedy. Wtedy wysoko ponad wschodni horyzont wznoszą się już również



Wschody i zachody Słońca, Księżyca i planet

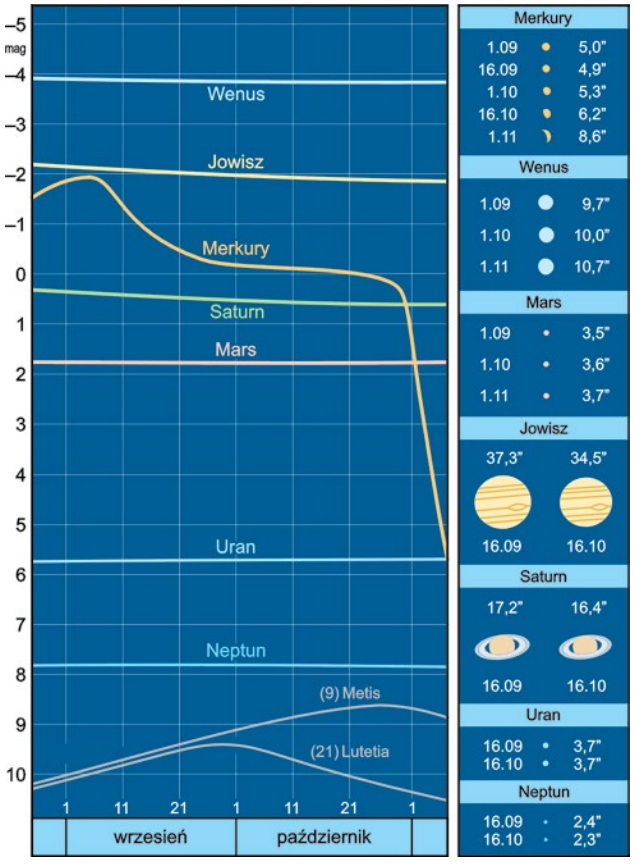
Więcej informacji:
ALMANACH ASTRONOMICZNY TOMASZA ŚCIĘŻORA
https://www.urania.edu.pl/almanach

pierwsze zimowe konstelacje Byka i Woźnicy, a spod horyzontu wyłaniają się także kolejne, Bliźnięta i Orion.

Pod koniec nocy sytuacja z pierwszych jej godzin odwraca się już o 180°, bo najwyżej nad południowym horyzontem błyszczy w komplecie Zimowy Sześciokąt bardzo jasnych gwiazd wymienionych już wcześniej 4 konstelacji zimowych, do którego najpóźniej dołączają jeszcze Mały i Wielki Pies.

Mapki i wykresy zamieszczone na pierwszych dwóch stronach Kalendarzyka pozwalają zorientować się w wyglądzie południowej części naszego nocnego nieba, głównie w połowie wrześniowych i październikowych nocy, wyznaczyć godziny wschodów i zachodów Słońca, Księżyca i planet, prześledzić zmiany obserwowanych jasności i rozmiarów kątowych planet, a także szczególnie szybko zmieniające się kształty oświetlonej części tarczy Merkurego i Wenus. Na pierwszej mapce zaznaczono również położenia kilku ciekawych obiektów, opisanych na ostatniej stronie Kalendarzyka (Spójrz w Niebo). Panoramiczna mapa na trzeciej i czwartej stronie pokazuje m. in. zmieniające się w tym czasie położenia planet na tle gwiazd.

Dokładniejsze terminy omawianych zjawisk zebrano w tabelce na drugiej stronie Kalendarzyka. Wszystkie momenty podane są w czasie obowiązującym w Polsce: do 26 października br. w czasie środkowoeuropejskim letnim (CEST), od 27 października w czasie środkowoeuropejskim (CET).



Jasności, rozmiary kątowe i wygląd planet

Ważniejsze wydarzenia września i października 2019 r.

wrzesień

1	~16.00	maks. aktywności roju meteorów alfa-Aurygidy
2	12.42	koniunkcja Marsa ze Słońcem (1°16′N)
3	17.39	bliska koniunkcja Merkurego 38,5′ N z Marsem
4	5.19	koniunkcja dolna Merkurego ze Słońcem (1°42′N)
6	5.11	pierwsza kwadra Księżyca
6	9.19	koniunkcja Księżyca 2,3°N z Jowiszem
8	11.36	maksymalna deklinacja Księżyca, δ = –22°33′
8	15.41	bardzo bliska koniunkcja Księżyca 2,5′N z Saturnem
8	19.36	Księżyc w węźle zstępującym, λ = 297°49′
10	9.23	Neptun w opozycji do Słońca, 28,928 au od Ziemi
13	15.32	apogeum Księżyca, 406 384,0 km od Ziemi
13	17.10	bliska koniunkcja Merkurego 17,3′ S z Wenus
13	22.42	koniunkcja Księżyca 3,6°S z Neptunem
14	6.33	pełnia Księżyca
17	9.14	Słońce wkracza do gwiazdozbioru Panny
18	0.30	koniunkcja Księżyca 4,2°S z Uranem
18	10.10	Saturn powraca do ruchu prostego w długości eklipt.
22	4.41	ostatnia kwadra Księżyca
23	3.51	maksymalna deklinacja Księżyca, δ = +22°41′
23	8.30	Księżyc w węźle wstępującym, λ = 104°09′
23	9.50	Słońce wstępuje w znak Wagi; λ = 180°
28	0.36	opozycja planetoidy (21) Lutetia, 1,09 au od Ziemi
28	4.24	perygeum Księżyca, 357 808,1 km od Ziemi
28	5.57	koniunkcja Księżyca 3,8°N z Marsem
28	20.26	nów Księżyca
29	17.37	koniunkcja Księżyca 4,0°N z Wenus
30	4.05	koniunkcja Księżyca 5,8°N z Merkurym

październik

3	22.40	koniunkcja Księżyca 1,8°N z Jowiszem
5	18.01	maksymalna deklinacja Księżyca, δ = –22°47′
5	18.47	pierwsza kwadra Księżyca
5	20.50	Księżyc w węźle zstępującym, λ = 282°57′
5	22.39	bliska koniunkcja Księżyca 15′N z Saturnem
9	–	maksimum aktywności roju meteorów Drakonidy
10	20.29	apogeum Księżyca, 405 905,6 km od Ziemi
11	3.33	koniunkcja Księżyca 3,4°S z Neptunem
13	23.08	pełnia Księżyca
15	4.28	koniunkcja Księżyca 4,1°S z Uranem
19	3.02	zakrycie $3{,}0^{m}$ ζ Tauri przez Księżyc (odkrycie 3.21)
20	6.01	maksymalna elongacja Merkurego, 24,6°E od Słońca
20	9.28	Księżyc w węźle wstępującym, λ = 13°08′
20	10.07	maksymalna deklinacja Księżyca, δ = +22°57′
21	14.39	ostatnia kwadra Księżyca
22	–	maksimum aktywności roju meteorów Orionidy
23	19.20	Słońce wstępuje w znak Skorpiona; λ = 210°
26	8.10	opozycja planetoidy (9) Metis, 1,17 au od Ziemi
26	12.39	perygeum Księżyca, 361 316,8 km od Ziemi
26	21.47	koniunkcja Księżyca 4,2°N z Marsem
28	4.39	nów Księżyca
29	16.13	koniunkcja Księżyca 1,6°N z Wenus
29	18.33	koniunkcja Księżyca 6,4°N z Merkurym
30	23.04	koniunkcja Merkurego 2,6°S z Wenus
31	15.29	koniunkcja Księżyca 1,3°N z Jowiszem
31	16.20	Merkury powraca do ruchu prostego w długości eklipt.
31	20.33	Słońce wkracza do gwiazdozbioru Wagi

SŁOŃCE

W ciągu w sumie 61 dni września i października, Słońce pozornie pokonuje na niebie dystans 60°01’, rozpoczynając wędrówkę na tle gwiazd w centrum odcinka ekliptyki zawartego w gwiazdozbiorze Lwa (7,94° znaku Panny), a kończąc niemal dokładnie na granicy Panny z Wagą (7,95° znaku Skorpiona). W tym samym czasie, poruszając się w coraz niżej położonych rejonach ekliptyki, Słońce o 22°44’ zmniejsza swą deklinację (z +8°35’ do –14°09’), co skutkuje zmniejszeniem o taką samą wartość wysokości łuku jego dziennej wędrówki po niebie — w prawdziwe południe wysokość górowania Słońca na szerokości geograficznej 52° N (centrum Polski) maleje w tym czasie niemal dwukrotnie: z 46,3° na początku września do 23,9° w końcu października.

W tym roku Słońce osiąga punkt jesiennej równonocy 23 września o godzinie 9.50, jak zawsze jednak, faktyczne zrównanie długości dnia i nocy ma miejsce dopiero około 2,5 doby później, gdy noc 25/26 września trwać będzie dokładnie 12 h, poprzedni dzień jeszcze 12 h 02 min, a kolejny już 11 h 58 min. Przyczyna leży we współcześnie stosowanej definicji wschodu i zachodu Słońca jako momentu pojawienia się ponad horyzontem pierwszego lub zniknięciu pod horyzontem ostatniego rąbka słonecznej tarczy, a nie jej środka.

W miarę oddalania się Ziemi od apogeum swej orbity, nadal wzrasta prędkość liniowa jej ruchu orbitalnego, co przekłada się również na wzrost prędkości pozornego ruchu rocznego Słońca względem gwiazd: z 58,0’ na dobę z początkiem września, do 1,0° na dobę w końcu października. W pierwszych dniach października, gdy Ziemia znajduje się w średniej odległości, dokładnie 1,0000 au od Słońca, również średnia jest wartość jej prędkości orbitalnej i także prędkość pozornego ruchu Słońca na niebie osiąga średnią wartość: 59,14’ na dobę (podobnie jak z początkiem kwietnia).

KSIĘŻYC

W tym roku wrześniowo-październikową wędrówkę na tle gwiazd, 1,5 doby po nowiu oświetlony w 3,5%, Księżyc rozpoczyna w zachodniej części gwiazdozbioru Panny, by po dokonaniu 2,24 obiegów nieba i pokonaniu w sumie dystansu 807,7°, z końcem października ledwie przekroczyć granicę Wężownika ze Strzelcem, z tarczą — niespełna 3 doby po nowiu — oświetloną w 17%.

Na swojej trasie wędrówki po niebie, jak zwykle, Księżyc dwukrotnie przewędruje w pobliżu każdej z planet, Jowisza mijając nawet trzykrotnie. Najciekawszymi jednak będą kolejne bardzo bliskie koniunkcje z Saturnem. Podczas pierwszej z nich, 8 września, z geocentrycznego punktu widzenia nastąpi zbliżenie na zaledwie 2,5’, co skutkować będzie zakryciem Saturna, w całości widocznym z szerokiego pasa od południowo-wschodniej Afryki, poprzez Madagaskar, aż po południowo-zachodnie rejony Oceanu Indyjskiego. W centrum Polski będzie to tylko zbliżenie na niespełna 0,5° od krawędzi księżycowej tarczy, na dodatek wczesnym popołudniem. Podczas drugiej koniunkcji, nocą 5/6 października, geocentrycznie zbliżenia na 15,4’, w centralnej Polsce, tuż przed północą, ale już godzinę po zachodzie, Księżyc znajdzie się około 1° poniżej Saturna. Również tym razem nastąpi zakrycie Saturna, ale widoczne głównie w południowej połowie kontynentu południowoamerykańskiego.

Choć geocentrycznie niespecjalnie bliska, bo w odległości 1,3°, trzecia w omawianym okresie koniunkcja naszego naturalnego satelity z Jowiszem, u nas skutkować będzie zbliżeniem krawędzi księżycowej tarczy do planety na zaledwie około 1/10 stopnia. Będzie to jednak 40 min przed zachodem Słońca, ale nawet tuż po zmierzchu, nad południowo-zachodnim horyzontem będziemy mieli szansę zobaczyć Jowisza w odległości 20’ od jasnej krawędzi oświetlonego w 15% Księżyca.

PLANETY I PLANETOIDY

Jedynymi jasnymi planetami ozdabiającymi wrześniowe i październikowe niebo są dwa olbrzymy: Jowisz i Saturn, krótko po zmierzchu wznoszące się na kilkanaście stopni ponad południowy horyzont. Obiegający Słońce 2,5-krotnie szybciej, z każdym miesiącem Jowisz coraz bardziej zbliża się na niebie do Saturna, aż do koniunkcji obu planet pod koniec 2020 r. Na razie dzieli je jeszcze odległość około 26° i w 2-godzinnym odstępie zarówno górują, jak i zachodzą, kolejno około 21.00 i 23.00.

Pozostała część nocy jest już niemal całkowicie pozbawiona widocznych gołym okiem planet — Merkury i Wenus w całym omawianym okresie zachodzą już podczas zmierzchu, Mars znika

z nieba jeszcze przed zachodem Słońca i dopiero w drugiej połowie września pojawia się rano tuż przed świtem, w końcu października wschodząc już 2 h przed Słońcem, przez cały czas utrzymując niemal minimalną jasność 1,8 mag.

Ambitniejsi obserwatorzy planet mogą pokusić się o odnalezienie na niebie dwóch najdalszych planet naszej Słonecznej Rodziny, Urana i Neptuna, które właśnie we wrześniu i październiku goszczą na niebie przez niemal całą noc. Teoretycznie dostrzegalnego nawet gołym okiem Urana w południowo-zachodniej części konstelacji Barana łatwiej jednak odnajdziemy, wspierając wzrok lornetką, natomiast jeszcze 7-krotnie ciemniejszego Neptuna w północno-wschodniej części Wodnika najlepiej poszukiwać za pomocą, niekoniecznie dużego, amatorskiego teleskopu.

W omawianym okresie brak szczególnie atrakcyjnych opozycji jaśniejszych planetoid. Warto jednak zwrócić uwagę zwłaszcza na goszczącą blisko północnego krańca gwiazdozbioru Wieloryba (9) Metis, ustępującą podczas opozycji 26 października jasnością niewiele Neptunowi.

ROJE METEORÓW

Spośród jesiennych rojów meteorów zwróćmy uwagę na trzy niekoniecznie zbyt obfite. Pierwszy z nich to Aurygidy, o krótkim okresie aktywności między 28 sierpnia a 5 września, z maksimum wczesnym wieczorem 1 września. Jednak obserwacje możemy prowadzić dopiero po zmierzchu, wypatrując pierwszych „spadających gwiazd" w północnej stronie nieba, gdzie przy samym horyzoncie znajduje się wówczas, usytuowany w zimowej konstelacji Woźnicy, radiant roju, znacznie wyżej wznoszący się dopiero około północy, ponad wschodnim horyzontem. Możemy spodziewać się do 7–10 przelotów szybkich meteorów ze śladami w ciągu godziny. Źródłem meteoroidów wywołujących to zjawisko, są pozostawione przed ponad stu laty cząstki materii długookresowej komety C/1911 N1 (Kiess),

Radiant aktywnych w okresie 6–10 października Drakonidów, związany z okresową kometą 21P/Giacobini-Zinner, usytuowany w gwiazdozbiorze Smoka, około 4° od granicy z Herkulesem, po zmierzchu wznosi się w okolicach zenitu. Podczas przypadającego 9 września maksimum tego roju możemy wypatrywać bardzo powolnych przelotów meteorów, o trudnym do przewidzenia nasileniu.

Najliczniejszym jesiennym rojem meteorów są w tym roku, związane z okresową kometą Halleya, Orionidy, z radiantem w pobliżu granicy Oriona z Bliźniętami, aktywne przez ponad miesiąc, od 2 października do 7 listopada. Podczas maksimum, 21/22 października po północy, we wschodniej stronie nieba możemy spodziewać się nawet do 20 przelotów szybkich, białych meteorów ze śladami, co niestety utrudniać będzie, świecący wprawdzie połową tarczy, ale w bliskości radiantu, Księżyc w Raku.

GWIAZDY ZMIENNE

Poniżej zamieszczamy charakterystyczne momenty (maksima lub minima) przedstawicieli trzech typów gwiazd zmiennych, możliwe do zaobserwowania na nocnym niebie.

Algol (β Persei), zmienna zaćmieniowa o okresie 2,8673 doby i zakresie zmian jasności od 2,1^m do 3,4^m. Tabelka zawiera momenty głównych (głębszych) minimów jasności:

wrzesień	październik	
10, 4.55	3, 3.24	23, 5.05
13, 1.44	6, 0.13	26, 1.54
15, 22.42	8, 21.02	28, 21.42
		31, 19.31

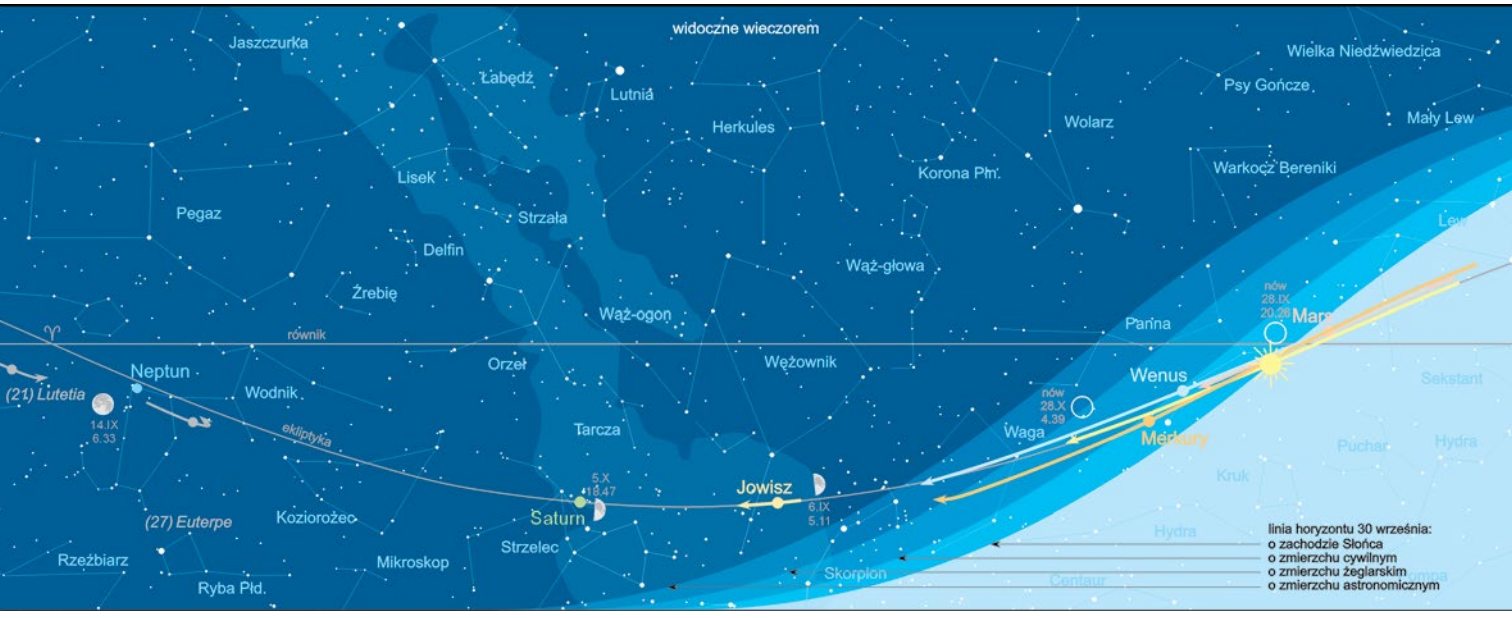
Cefeida klasyczna (δ Cephei), gwiazda pulsująca o okresie zmian jasności 5,3663 doby, w zakresie od 3,5^m do 4,4^m. Tabelka podaje momenty maksimów jasności:

wrzesień	październik
11, 2.04	7, 22.02
21, 19.39	24, 0.24
27, 4.27	

Mirydy — gwiazdy zmienne długookresowe o okresie zmian powyżej 100 dni. W tabelce zestawiono, przypadające w tych miesiącach, maksima blasku kilkunastu jaśniejszych miryd.

wrzesień	październik
7, R And 6,9^m	1, V CrB 7,5^m
18, R Cas 7,0^m	4, T Dra 9,6^m
19, U Her 7,5^m	17, R Hya 4,5^m
22, R Lyn 7,9^m	28, R Tri 6,2^m
24, R Lep 6,8^m	

Jan Desselberger



ROZMAITOŚCI JESIENNEGO NIEBA

Chcąc rozejrzeć się po ciekawych, niekoniecznie bardzo popularnych obiektach astronomicznych jesiennego nocnego nieba, zajrzyjmy do trzech historycznych, ale powszechnie również dziś używanych katalogów. Najstarszy z nich, Katalog Mgławic i Gromad Gwiazd francuskiego astronoma Charlesa Messiera, opublikowany w 1781 r., w swej pierwotnej wersji zawierał 103 pozycje, oznaczane numerami, od nazwiska autora poprzedzanymi symbolem M, uzupełniony już w XX w. o kolejne 7 pozycji, pominiętych w autorskiej wersji. W 1888 r., duński astronom, John Dreyer opublikował znacznie szerszy Nowy Katalog Ogólny, zawierający 7840 obiektów, z numerami poprzedzanymi literami NGC (New General Catalogue), w kolejnych 20 latach, w dwóch suplementach z symbolami IC (Index Catalogue) rozszerzony o kolejne 5386 pozycji.

M 103 — odkryta w 1781 r. przez Pierre'a Méchaina, współpracownika Charlesa Messiera, jedna z najdalszych, bardzo młoda otwarta gromada kilku tysięcy gwiazd w konstelacji Kasjopei. Przy rzeczywistej średnicy 15 lat św., z odległości około 9500 lat św., na naszym niebie oglądamy ją jako obiekt o kątowych rozmiarach 6' i jasności 7,4 mag, dostrzegalny już przez lornetkę, łatwy do namierzenia 1° na północny wschód od 2,7^m gwiazdy Ruchbah (δ Cas). W pobliżu centrum gromady, jasnością 7,5^m dominuje znacznie bliżej położona gwiazda, nienależąca jednak do gromady. Na przełomie września i października, w centrum Polski gromada M 103 góruje około 1,5 h po północy, zbliżając się na 9° do zenitu.

Źródło: Wikipedia / 2MASS

NGC 457 (E.T., Sowa) — odkryta w 1787 r. przez Williama Herschela, równie młoda jak poprzednia, gromada otwarta usytuowana również w granicach konstelacji Kasjopei, 2° na południowy zachód od gwiazdy Ruchbah (δ Cas). Obiekt o rzeczywistych rozmiarach około 30 lat św. oglądany z odległości

Źródło: Wikipedia / H. Kowalewski

7900 lat św., na naszym niebie ma średnicę kątową 20' i jasność 6,4^m, w średnich szerokościach geograficznych Polski, podczas górowania zbliża się na 6,5° do zenitu. Na gromadę składa się około 150 gwiazd, spośród których dwie najjaśniejsze mogą kojarzyć się ze słynnym bohaterem filmu science fiction Stevena Spielberga, a wraz ze znacznie słabszymi pozostałymi gwiazdami, przypominają postać sowy — stąd będące w użyciu nazwy tego obiektu.

IC 5146 (Kokon) — odkryta w 1893 r. przez amerykańskiego astronoma Edwarda Barnarda, malownicza mgławica emisyjna w gwiazdozbiorze Łabędzia. Przy rzeczywistej średnicy 15 lat św. i odległości 3300 lat św., na naszym niebie przyjmuje kątową średnicę 10' i jasność 7,2^m. Wewnątrz mgławicy mieści się bardzo młoda, licząca sobie kilkaset tysięcy

Źródło: Wikipedia/Adam Block/Mount Lemmon SkyCenter/University of Arizona

lat, pobudzająca ją do świecenia gromada gwiazd. Obiekt znajdujący się w północno-wschodniej części konstelacji Łabędzia, blisko granicy z Jaszczurką, 12,5° dokładnie na wschód od Deneba, podczas górowania zbliża się u nas na 4,5° do zenitu.

NGC 7479 — położona znacznie bliżej równika, odkryta w 1784 r. przez Williama Herschela, galaktyka spiralna z poprzeczką, w konstelacji Pegaza, 2,9° dokładnie na południe od 2,5^m gwiazdy Markab (α Peg). Zwrócona ku nam jednym z biegunów, ukazuje wyraźnie swą strukturę, z doskonale widoczną poprzeczką i dwoma dobrze rozwiniętymi spiralnymi ramionami. Odległa od nas

Źródło: ESA/Hubble & NASA

90 mln lat św., na naszym niebie ma kątowe rozmiary 4,1' × 31' i jasność 10,9^m. Do obserwacji tego niezbyt jasnego i niepunktowego obiektu konieczne jest użycie amatorskiego teleskopu o aperturze co najmniej 150 mm.

Jan Desselberger

Podróż na Księżyc sprzed wieku

Na długo zanim człowiek stanął na Księżycu, na różne sposoby wyobrażano sobie podróż na ten najbliższy nam obiekt kosmiczny. Wizje takich wypraw opisali Jules Verne w „Z Ziemi na Księżyc" (1865 r.), Herbert G. Wells w „Pierwszych ludziach na Księżycu" (1901 r.), a także nasz rodak Jerzy Żuławski w pierwszym tomie trylogii księżycowej „Na Srebrnym Globie" (1903 r.). Warto też wspomnieć o pierwszej próbie opisania księżycowego świata przez Johannesa Keplera w jego powieści „Sen, czyli astronomia księżycowa" z... 1609 roku!

Autorzy w swych powieściach starali się przedstawić wizje lotu na Księżyc zgodnie ze stanem ówczesnej wiedzy fizycznej i technicznej. Dziś wiemy, jak wiele popełnili błędów, ale też podziwiać możemy ich intuicję, gdyż sporo fragmentów pięknie koresponduje ze szczegółami lotów misji Apollo. U Verne'a środkiem transportu grupy lunonautów jest pocisk rakietowy wystrzelony z potężnego działa, a u Wellsa dwójka astronautów podróżuje za pomocą pojazdu zbudowanego z antygrawitacyjnego materiału. U tego drugiego Srebrny Glob okazuje się być pokryty bujną roślinnością i zamieszkały przez Selenitów, którzy biorą podróżników w niewolę.

Kompilacja tych pomysłów stała się podstawą fabuły filmu stworzonego przez czarodzieja kina niemego — Georges'a Méliès'a. Jego „Podróż na Księżyc" (*Le Voyage dans la Lune*) z 1902 r. oczarowała publiczność i przyniosła autorowi światową sławę. Po wielu latach film doczekał się cyfrowej rekonstrukcji, a francuski zespół Air stworzył do niego muzykę. Całość można obejrzeć w serwisie Youtube. Muzyka zespołu Air w obszerniejszej wersji wydana została na płycie „Le Voyage dans la Lune*"* (2012 r.) z dodatkiem w postaci płyty DVD z kolorową wersją filmu Méliès'a.

Zespół Air to w zasadzie duet dwóch panów: Jeana-Benoit Dunckela i Nicolasa Godina. Ciekawe jest ich wykształcenie — pierwszy skończył matematykę, drugi architekturę. Słabość tych panów do Księżyca, czy w ogólności do astronomii, zdradza już pierwszy, debiutancki album z 1998 r. zatytułowany „Moon Safari". Znajdziemy tam m.in. takie utwory, jak przebojowy *Kelly, Watch The Stars* czy nastrojowy *New Star In The Sky*. Cała płyta jest godna uwagi, zwłaszcza jeśli ktoś szuka dźwięków relaksujących niczym patrzenie nocą w rozgwieżdżone niebo.

Jacek Drążkowski

Konkurs na fotki z Uranią

Bolesław Prus, miłośnik astronomii, uważnie czytał doniesienia astronomiczne w czasopiśmie „Wszechświat" (za jego czasów „Urania" jeszcze się nie ukazywała). Sam obserwował całkowite zaćmienie Słońca 19 sierpnia 1887 r. Swoje spostrzeżenia umieścił w utworach: „Faraon" — opis planet Jowisza i Saturna oraz opis zaćmienia Słońca, „Lalka" — opis nieba widziany oczami Wokulskiego, „Emancypantki" — teoria powstania Układu Słonecznego.

Zdjęcie ze wspólnego czytania „Uranii" w Parku Zdrojowym w Nałęczowie nadesłał Sławomir Miernicki (I Liceum Ogólnokształcące im. Bolesława Prusa w Siedlcach).

Biuletyn Sekcji Obserwacji Słońca PTMA

Natura Słońca (cz. 5)

Innym znakomitym obserwatorem Słońca był angielski astronom Richard Christopher Carrington (1826–1875), świadek wydarzenia, jakie rozegrało się na powierzchni Słońca w dniu 1 września 1859 r. Pewien obszar powierzchni naszej Dziennej Gwiazdy lokalnie pojaśniał przez okres pięciu minut. Teraz już wiemy, że był to powierzchniowy rozbłysk słoneczny o niespotykanej skali. Jak się okazało, po paru dniach w tamtych czasach w okolicach koła podbiegunowego pojawiły się przeogromna zorza polarna, co było związane z zaburzeniem ziemskiego pola magnetycznego. Obserwacje, które dokonał Carrington, potwierdzili inni astronomowie. Astronom w tym czasie, obserwując Słońce, wykonał rysunek (szkic) dużej plamy słonecznej, jaka utrzymywała się na jego powierzchni. Podobne zjawiska Carrington i inni astronomowie obserwowali w październiku 1864 r. W maju 1892 r. również doszło do potężnego rozbłysku. Jego efektem było zakłócenia ziemskiego pola magnetycznego.

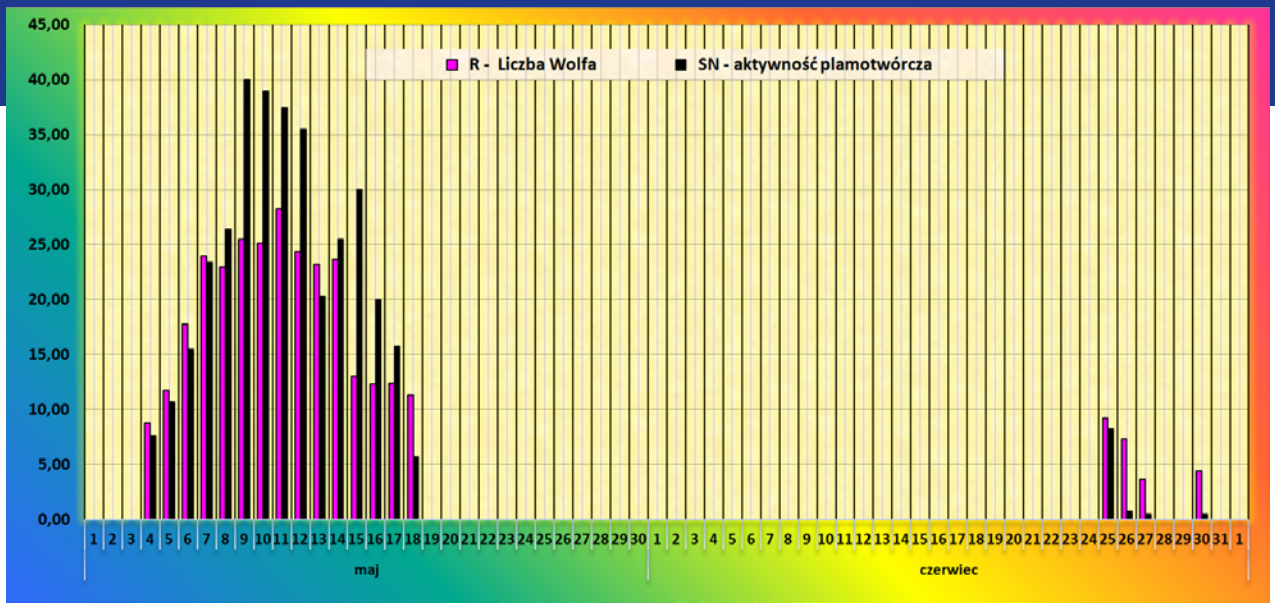
Wracając do Carringtona, należy poświęcić mu kilka zdań, ponieważ badał on z dużym zaangażowaniem naturę naszego życiodajnego Słońca. Właśnie on podejmował próby wyznaczenia jego obrotu dookoła swej osi. Wybrał podczas przypadającej maksymalnej aktywności Słońca, jaka zachodziła w tym okresie czasu, pewną grupę plam. Obserwował ją systematycznie, codziennie starając się krokiem 24-godzinnym dokonywać pomiarów jej położenia w stosunku do Ziemi. W okresie maksymalnej aktywności słonecznej plamy występujące na Słońcu posiadają dość trwałą powierzchniową strukturę. Właśnie dlatego przez dłuższy czas utrzymywały się na powierzchni Słońca, powracając nawet kilka razy na widoczną z Ziemi stronę jego tarczy. Astronom, dokonując systematycznej obserwacji widocznych plam, wyciągnął prawidłowy wniosek. Słońce wiruje dookoła swojej osi nie jako bryła sztywna; poszczególne jego warstwy przemieszczają się ze zróżnicowanym okresem czasu. W najbliższej warstwie znajdującej się w strefie równikowej plamy ponownie powracają po 25 dniach. Plamy słoneczne znajdujące się dalej od strefy równikowej Słońca potrzebują dłuższego czasu swojego powrotu nawet 28 dni, po czym ponownie je zaobserwujemy. Carrington ze swoich obserwacji zauważył, że największa liczba grup słonecznych występuje pomiędzy 35°a 50° szerokości heliograficznej na obu jego półkulach. Nie występują one w obszarach podbiegunowych, natomiast jeżeli już, to możemy obserwować je w małych ilościach w strefie równikowej.

Wykonywaniem systematycznych obserwacji Słońca coraz bardziej interesowała się większa liczba astronomów, m.in. Gustava Spörera. Prowadził on podobne obserwacje, jakie wykonywali R. Wolf i R.C. Carrington. Spörer ustanowił pewne prawo słoneczne, które brzmi następująco: „Na początku każdego cyklu aktywności plamy pojawiają się w wyższych szerokościach heliograficznych i w miarę upływu czasu pojawiają się już w coraz niższych szerokościach, a na koniec w pobliżu równika". Trzeba zauważyć, że zanim znikają plamy starego cyklu, już w większych szerokościach powstają plamy cyklu nowego. Kolejne cykle ze sobą się zazębiają. Astronom był dobrym obserwatorem Słońca i dobrze wywnioskował, że liczba plam na półkuli północnej, oczywiście chodzi tutaj o wartości średnie, generalnie jest równa liczbie plam na półkuli południowej. Po ustaleniu prawa słonecznego. Spörer zajął się zagadnieniem natury plam. Astronomowie, obserwując Słońce i wykonując fotografie pod koniec XIX w. byli przekonani, że plamy słoneczne to twory, które zagłębione są w jego powierzchnię. F. Howlett (1820–1907), badając wykonane rysunki i przeglądając dziesiątki fotografii, odrzucił teorię zagłębienia plam. Między astronomami od razu nastąpił spór, ale po pewnym czasie dyskusja upadła, ponieważ w innym obserwatorium astronomicznym odkryto na zdjęciach w pobliżu plam jasne płaty. W obserwacjach przy pomocy spektrogramów odkryto linii wapnia. W ten sposób zapoczątkowana została nowa gałąź w obserwacjach Słońca: heliofizyka.

Janusz Bańkowski

WSPÓŁCZYNNIK „K" cz. I

Dzisiaj spróbujemy określić, co to jest współczynnik „K". Jak wiemy, występuje on we wzorze na liczbę Wolfa R=k (10 G + f). K to statystyczny współczynnik korygujący stosowany przez międzynarodowe centrum koordynacyjne, które koordynuje i analizuje obserwacje. Korekta uwzględnia warunki atmosferyczne oraz rodzaj instrumentu obserwacyjnego (np. teleskop, lornetka), a wartość współczynnika to zwykle mniej niż 1. W Polsce każdy obserwator, wysyłając swój raport do koordynatora sekcji używa współczynnika K=1, a więc liczba Wolfa się nie zmienia. Kiedyś w SOS nadawano obserwatorom współczynnik „K", gdyż obserwatorzy albo zawyżali wyniki, albo je zaniżali w porównaniu z międzynarodową liczbą Wolfa. Sprzęt do obserwacji plam słonecznych był bardzo drogi i standardowym była średnica soczewki 80 mm. Dopiero wraz z produkcją zwierciadlanych teleskopów obserwatorzy wykorzystywali reflektory, oczywiście podczas obserwacji zasłaniając wylot teleskopu folią ND5. Wiadomo, że zwierciadła mniej się nagrzewały, a obserwacje przez reflektory były bardziej komfortowe. Wróćmy jednak do współczynnika K, czyli korelacji pomiędzy liczbą Wolfa obserwatora a międzynarodową liczbą Wolfa. Sam Wolf wyznaczał tę liczbę, używając refraktora o średnicy 8 cm i ogniskowej 110 cm. Dla takiego sprzętu przyjął K=1. Refraktor ten był używany do obserwacji Słońca



Opracowanie: Janusz Bańkowski

Raport nr 5/2019

Początek maja z niską aktywnością Słońca. Druga połowa miesiąca to już zerowa aktywność. Na tarczy brak plam. Średnia liczba Wolfa w maju wyniosła R = 9,48 wygenerowana spośród 153 obserwacji, a średnia SN = 11,76 spośród 115 obserwacji. Swoje raporty przysłało 9 obserwatorów.

Wszystkim monitorującym nasze Słońce serdecznie dziękuję.

OBSERWATORZY:

1. Antonio Zapata	30	6. Kucemba Łukasz	10
2. Francisco Jimenez	28	7. Figiel Tadeusz	9
3. Mikołajczak Eugeniusz	23	8. Bohusz Jerzy	6
4. Bańkowski Janusz	22	9. Raczyński Łukasz	6
5. Zagrodnik Jerzy	19		

Raport nr 6/2019

W czerwcu na tarczy odnotowaliśmy jedynie dwa epizody słonecznej aktywności. Pierwszy pojawił się 24.06. i trwał przez 3 dni. Drugi to jednodniowy incydent przejawu aktywności 29.06. Stąd średnia liczba Wolfa bardzo niska R = 0,82 wygenerowana z 167 obserwacji, a średnia SN = 0,33 z 124 obserwacji. Wszystkim obserwatorom dziękuję za przesłanie swoich raportów. Cieszę się, że mimo iż mamy minimum, czynnych jest zawsze około 10 obserwatorów.

OBSERWATORZY:

1. Mikołajczak Eugeniusz	30	6. Raczyński Łukasz	11
2. Bańkowski Janusz	29	7. Bohusz Jerzy	7
3. Antonio Zapata	29	8. Figiel Tadeusz	4
4. Zagrodnik Jerzy	27	9. Kucemba Łukasz	1
5. Francisco Jimenez	27		

Koordynator SOS PTMA Tadeusz Figiel

w Zurychu 20 m nad Ziemią. Za przewodniczenia sekcją przez Janusza Kosinskiego, aby wyznaczyć współczynnik K używano około 40 liczb Wolfa wyznaczonych w kolejnych dniach następujących po sobie. Wzory do obliczeń współczynnika K są dość skomplikowane, a trzeba przyznać, iż Janusz Kosinski wykonywał obliczenia ręcznie. Łatwiej można obliczyć przy pomocy tej samej zasady inny współczynnik nazywany współczynnikiem obserwatora. Swój współczynnik wyliczyłem, biorąc do obliczeń 21 moich obserwacji w sierpniu 2015 r. Współczynnik ten równa się 1,22. Z tego wynika, iż moje liczby Wolfa są nieco zaniżone wobec liczb Wolfa generowanych przez Royal Observatory of Belgium. Wspólczynnik obserwatora można również zastosować w samej sekcji, a za współczynnik niezależny przyjąć średnią wygenerowaną spośród nadesłanych raportów wszystkich obserwatorów. Wtedy dowiemy się, jak sprawa z zaniżaniem bądź zawyżaniem ma się wewnątrz sekcji. Taką tabelę z wyliczeniem mojego współczynnika pokazuję obok.

Do wyliczenia współczynnika obserwatora potrzebujemy tylko tabel zaznaczonych na kolorowo. Tabele białe posłużą nam do wyliczenia właściwego współczynnika „K". Obecnie wraz z Januszem Bańkowskim pracujemy nad stworzeniem programu komputerowego do jego wyliczenia.

X	Y	X*Y	X*X	Y*Y	X/Y
64	51	3264	4096	16777216	1,254901961
53	37	1961	2809	7890481	1,432432432
61	59	3599	3721	13845841	1,033898305
90	73	6570	8100	65610000	1,232876712
94	80	7520	8836	78074896	1,175
93	80	7440	8649	74805201	1,1625
76	49	3724	5776	33362176	1,551020408
69	59	4071	4761	22667121	1,169491525
66	60	3960	4356	18974736	1,1
55	57	3135	3025	9150625	0,964912281
46	37	1702	2116	4477456	1,243243243
39	42	1638	1521	2313441	0,928571429
38	37	1406	1444	2085136	1,027027027
39	36	1404	1521	2313441	1,083333333
50	44	2200	2500	6250000	1,136363636
65	47	3055	4225	17850625	1,382978723
73	56	4088	5329	28398241	1,303571429
81	51	4131	6561	43046721	1,588235294
47	29	1363	2209	4879681	1,620689655
56	52	2912	3136	9834496	1,076923077
56	49	2744	3136	9834496	1,142857143

X – to liczba Wolfa niezależna
Y– to liczba Wolfa obserwatora

Tadeusz Figiel

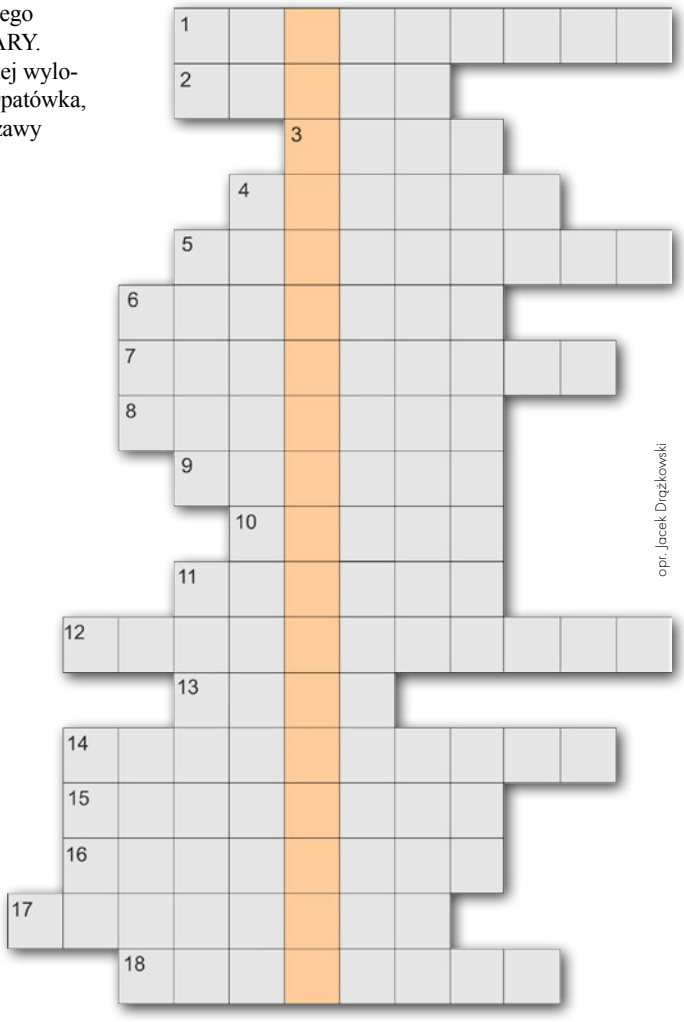
W „Uranii–PA” nr 2/2019 zamieściliśmy logogryf, którego rozwiązaniem jest hasło SYSTEM LOFAR I PULSARY. Nagrody w postaci książek o tematyce astronomicznej wylosowali **Ryszard Górecki** z Będzina i **Leszek Wojciechowski** z Opatówka, natomiast płyty muzyczne otrzymują **Alicja Miranowicz** z Warszawy i **Mariusz Glugla** ze Świecia. Nagrody zostaną wysłane pocztą.

1. Księżyc w tygrysie paski
2. Właściciel firmy Blue Origin
3. Nazwa rosyjskiej serii lądowników księżycowych
4. Kosmodrom w Gujanie Francuskiej
5. XVII-wieczny twórca map Księżyca
6. Amerykański lądownik marsjański
7. W tym roku rozbił się na Księżycu
8. Zakłócają pole grawitacyjne naszego satelity
9. Księżycowy wywiadowca
10. Planetoida z dwoma warkoczami
11. Indyjski lądownik księżycowy
12. Autor okładkowego zdjęcia
13. Bada aktualny stan naszej Galaktyki
14. Księżyce bliżej planety
15. Naturalne satelity planety
16. Kolega Kononienki na orbicie
17. Warszawski astronom z sokolim wzrokiem
18. Pierwszy potwierdzony przybysz spoza Układu Słonecznego

Rozwiązanie utworzą kolejne litery z wyróżnionych kratek. Na rozwiązania czekamy do końca października 2019 r. Wśród autorów poprawnych odpowiedzi rozlosujemy dwie nagrody książkowe o tematyce astronomicznej i dwie płyty kompaktowe z elektroniczną muzyką kosmiczną.

1. „Nowe opowiadania starego astronoma”, czyli wspomnienia i eseje profesora Józefa Smaka;
2. „Planeta Mars” Hieronima Hurnika;
3. „Jak to działa? Ziemia”, książka dla dzieci autorstwa Przemysława Rudzia;
4. Płyta muzyczna CD ufundowana przez sklep **www.generator.pl**

Rozwiązania można przesyłać pocztą tradycyjną, mailowo na adres urania@urania.edu.pl, lub sms-em na nr 600 663 640, podając hasło, nr nagrody, nazwisko i adres wysyłki. Podanie danych adresowych jest dobrowolne i konieczne do otrzymania nagrody.



opr. Jacek Drążkowski

Słowa kluczowe do rozwiązania krzyżówki zamieszczonej w „Uranii–PA” 2/2019: 1. Cassini, 2. Kordylewski, 3. Douglass, 4. Wostocznyj, 5. Milisekundowe, 6. Kosmografia, 7. Kaliński, 8. Popow, 9. Febe, 10. Ariane, 11. Baranowski, 12. Kozienice, 13. Potępa, 14. Hulse, 15. Fale, 16. Kainsaz, 17. Farout, 18. Skorpion, 19. Rozbłysk.

BIBLIOTEKA **URANII**

Człowiek – istota kosmiczna

W lipcu ukazała się książka w formie wywiadu z dr. hab. Grzegorzem Broną, fizykiem cząstek elementarnych, biznesmenem z branży kosmicznej, a do niedawna prezesem Polskiej Agencji Kosmicznej. W kilkunastu rozdziałach dowiemy się o różnych ciekawych sprawach z historii eksploracji kosmosu i obecnej działalności w tym zakresie. Są też rozważania o przyszłej obecności człowieka w przestrzeni kosmicznej. Rozmowa poprowadzona jest w lekkim tonie, przystępnym językiem. Polecamy!

Autorzy: Grzegorz Brona, Ewelina Zambrzycka
Numer ISBN: 978-83-240-5632-3
Wydawnictwo: Znak literanova

IAU
100 LAT POD WSPÓLNYM NIEBEM

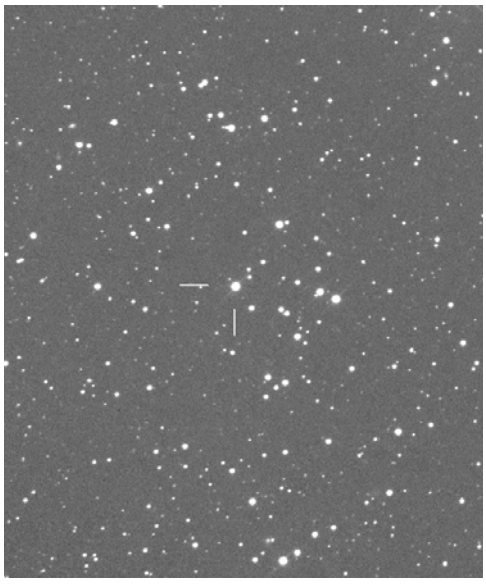
Wizyty astronomów w szkołach

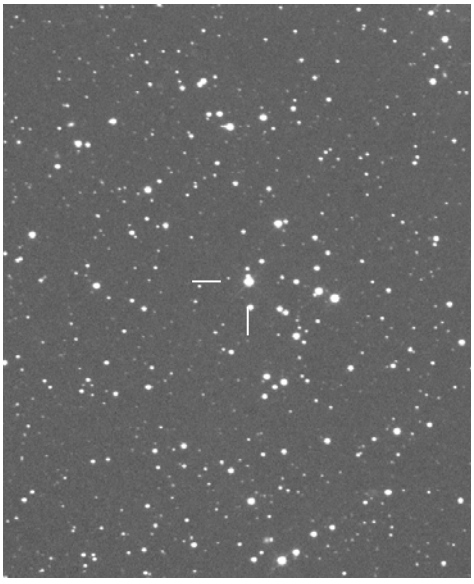
Od września 2019 r. ruszy projekt wizyt astronomów w szkołach, realizowany przez Polskie Towarzystwo Astronomiczne (PTA) w ramach obchodów IAU100. Wizyta astronoma jest w założeniu bezpłatna. Szkoły zainteresowane udziałem mogą zgłaszać się na stronie

www.pta.edu.pl/astronomers-in-schools

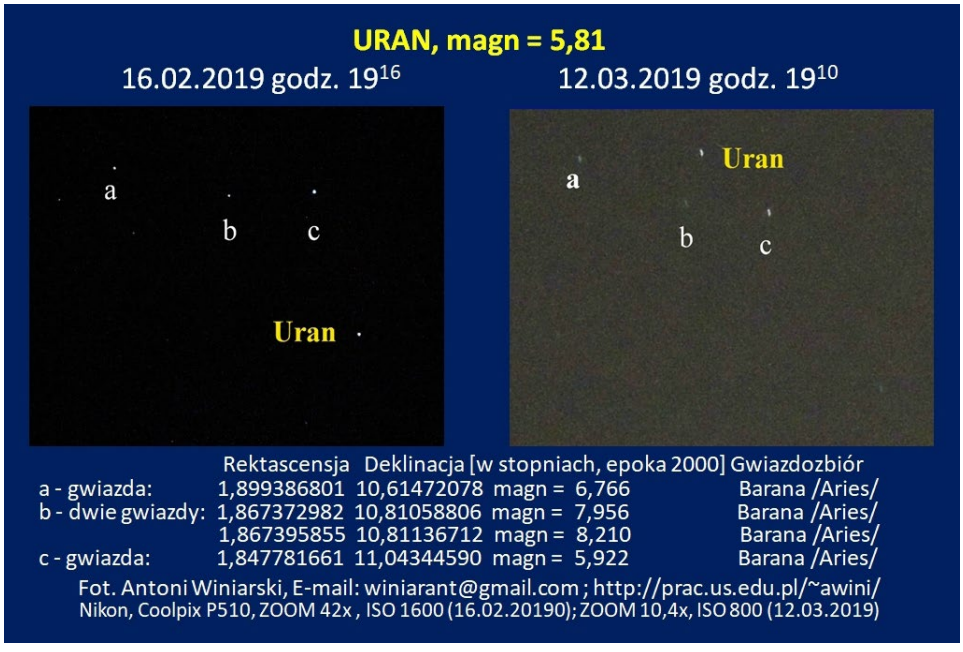
Podczas naszej standardowej sesji obserwacyjnej 22 kwietnia 2017 r. dedykowanej poszukiwaniom nowych planetoid i komet sfotografowała się planetoida 30 Urania. Na załączonych zdjęciach stanowiących wycinek pełnego pola widzenia widać jej przemieszczenie w odstępie czasu 66 min. Jej jasność w tym czasie wynosiła +11,3 mag, a odległość od Ziemi 1,687 au.

Michał Kusiak





Red.: Przypominamy, że równie ważne, jak poszukiwanie nowych planetoid, są obserwacje tych znanych. 30 Urania należy do rekomendowanych do obserwacji obiektów w dostępnym m.in. po polsku serwisie www.gaiagosa.eu. Wystarczy wrzucić same klatki! Pisaliśmy o tym szeroko w „Uranii" 2/2018.



Zamieszczony obok materiał przysłany przez p. Antoniego Winiarskiego pokazuje, że do amatorskiego „polowania" na Urana nie potrzeba teleskopu czy lunety. Wystarczy aparat fotograficzny z zoomem. Nie jest nawet potrzebne prowadzenie za gwiazdami. Czasy ekspozycji 1–2 s co najwyżej dadzą w efekcie krótkie kreski zamiast obrazów punktowych. Najważniejsza jest jednak satysfakcja, czego życzymy wszystkim początkującym obserwatorom nieba. Oczywiście, trzeba wcześniej wiedzieć, w którą stronę skierować obiektyw aparatu, ale to w czasach aplikacji typu „Stellarium" czy „Sky Map" nie jest żadnym problemem.

(red.)

Mieszkam w centrum Gliwic i dlatego byłem bardzo mile zaskoczony, kiedy wieczorem, 21 czerwca, wyglądając przez okno, zauważyłem na niebie obłoki srebrzyste. Okna mam z widokiem na południowy zachód, i tym bardziej byłem zaskoczony, że widać je w tym kierunku i tak wysoko nad widnokręgiem. Złapałem oczywiście za aparat i zrobiłem kilkanaście zdjęć, z których ostatnie przed godziną 23.00. Pierwszy raz widziałem obłoki srebrzyste i to z centrum miasta i tym widokiem chciałbym się podzielić.

Na załączonym zdjęciu komin po prawej stronie wskazuje zachód.

Wojciech Piskorz

Red.: Faktycznie, w tym roku obłoki srebrzyste były bardzo imponujące. Zapewne jeszcze o nich napiszemy.

100 lat polskiej astronomii w serialu dokumentalnym twórców ASTRONARIUM

Wszystkie 10 odcinków „Astronomii niepodległej” w TVP Historia w jesiennej ramówce od 6 września:

piątek godz. 20.00, niedziela godz. 11.45

WŚRÓD PROGRAMÓW ODCINEK SPECJALNY POŚWIĘCONY HISTORII „URANII”!

Wszystkie odcinki dostępne na:

https://www.youtube.com/AstronariumPL

Pokazuj publicznie na uczelniach, w szkołach, konferencjach i zlotach miłośników astronomii!

KOPRODUKCJA

FINANSOWANIE

Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego

DWUMIESIĘCZNIK • Tom XC • **5/**2019 (803)

Urania

POSTĘPY ASTRONOMII

1919 – 2019

CENA **14,90** ZŁ
w tym 8% VAT

CIEMNA MATERIA

IAU
100 LAT POD WSPÓLNYM NIEBEM

DODATEK
Międzynarodowej Unii Astronomicznej na temat ochrony ciemnego nieba

ZACHOWAĆ CIEMNOŚĆ!

ISSN 1689-6009 indeks 401323
9 771689 600508 10

Nowe odcinki „Astronarium” na antenie TVP i w serwisie YouTube

Od 11 lipca prezentujemy odcinki nowego sezonu ASTRONARIUM: nowa czołówka, nowe studio, nowe tematy

Aktualne godziny emisji w ogólnopolskim pasmie TVP3

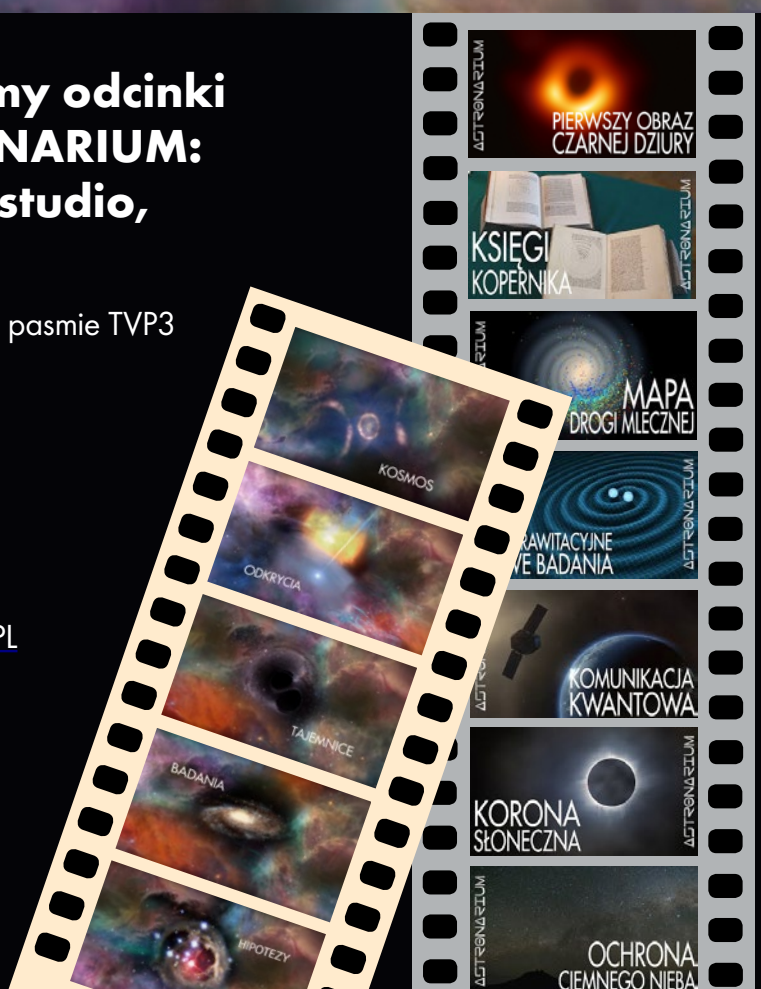
czwartek godz. 17.00

powtórki:

piątek godz. 11.00

Wszystkie odcinki na:

https://www.youtube.com/AstronariumPL



KOPRODUKCJA

FINANSOWANIE

Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego

Urania nasza Muza

Dla szkół, uczelni oraz miłośników astronomii i amatorów nocnego nieba

Byle jakoś przetrwać tę szaloną jesień! Co znaczy przygotowywać dwutygodnik dla telewizji i dwumiesięcznik do EMPiK-ów i kiosków, wiedzą tylko moi przyjaciele i współpracownicy tworzący *Uranię* i *Astronarium*. Do tego doszły jeszcze wyjątkowo liczne wyjazdy promocyjne i imprezy, jak rocznica lądowania na Księżycu w Centrum Nauki EXPERYMENT w Gdyni, AstroShow Delty Optical w Chęcinach, European Rover Challenge, czyli łaziki marsjańskie w Kielcach, World Space Week we Wrocławiu i Noc w Instytucie Lotnictwa na Okęciu w Warszawie i pewnie jeszcze kilka, o których zapomniałem. Wszędzie tam byli reprezentanci *Uranii* i *Astronarium*, rozdali setki egzemplarzy czasopism, pamiątek i ulotek, zorganizowali dziesiątki projekcji filmowych. Wszystkim Kolegom serdecznie dziękuję za udział w tych wydarzeniach, a gospodarzy innych imprez, na które nie daliśmy rady dotrzeć, gorąco przepraszam. To wszystko oczywiście w ferworze codziennych obowiązków, dziennikarskich, naukowych, dydaktycznych, które na co dzień dotykają nasze zespoły.

Komitet Noblowski zapomniał o Aleksandrze Wolszczanie... Skandal!

To jeszcze nie koniec. Naszym służbowym obowiązkiem było uczestnictwo w 39. Zjeździe Polskiego Towarzystwa Astronomicznego i poprzedzającym go Space Forum organizacji pozarządowych w Olsztynie oraz obchodach jubileuszu 100-lecia Polskiego Towarzystwa Miłośników Astronomii w Krakowie. Nie mogło nas również zabraknąć na pierwszym Kongresie Społecznej Odpowiedzialności Nauki. Z satysfakcją mogliśmy tam usłyszeć publiczną pochwałę programu *Astronarium* z ust ministra i wicepremiera Gowina.

Satysfakcji i nagród było więcej. Plejada współtwórców *Uranii* oraz *Astronarium* została nagrodzona Złotymi i Srebrnymi Odznakami PTMA podczas jubileuszowej gali. Wśród wyróżnionych znaleźli się Tadeusz Figiel, Marek Substyk, Mikołaj Sabat, Agnieszka Nowak, Robert Szaj i Bogumił Radajewski. Gratulując odznaczonym, mogę tylko pożałować, że ledwie kilkanaście miesięcy temu przyznano mi od razu Złotą Odznakę i nie miałem przyjemności cieszyć się raz jeszcze podczas tak wyjątkowej uroczystości.

Fot. Bogumił Radajewski

Niezwykłą satysfakcję przyniosły również tegoroczne, najwyższe nagrody Polskiego Towarzystwa Astronomicznego, Medale im. Profesora Włodzimierza Zonna, za popularyzację astronomii. Korzystając z obecności Zjazdu w Olsztynie, Towarzystwo przyznało nagrody dwojgu Warmiakom, wieloletniej dyrektorce miejscowego planetarium Jadwidze Białej oraz blisko trzy dekady związanemu z *Uranią*, Jackowi Drążkowskiemu. Jacka „odkryłem" 28 lat temu, pełniąc obowiązki redaktora *Postępów Astronomii*, których formę przejęła *Urania* po połączeniu w 1998 r. Przyjaźniliśmy się jeszcze wcześniej, bo Jacek niewiele później niż ja kończył studia w Toruniu. Razem przeżyliśmy dziesiątki satyrycznych rysunków w *Postępach* i… dachowanie cinquecento w środku nocy gdzieś pod Lidzbarkiem Warmińskim. Potem blisko dwie dekady składał *Uranię*, za kadencji Andrzeja Woszczyka i dalej to czyni, cierpliwie znosząc zmiany layoutu gazety. To tylko część zasług i osiągnięć Jacka. Jest znawcą i popularyzatorem meteorytyki i współtwórcą kwartalnika *Meteoryt*. Swoją własną kolekcję często prezentuje podczas wykładów, prelekcji i spotkań z młodzieżą. Od wielu lat jest gospodarzem spotkań z gośćmi luksusowego Hotelu Krasicki, gdzie jedną z wież zaadaptował na ciekawą „dostrzegalnię" Słońca i gwiazd.

Źródło: Muzeum II Wojny Światowej

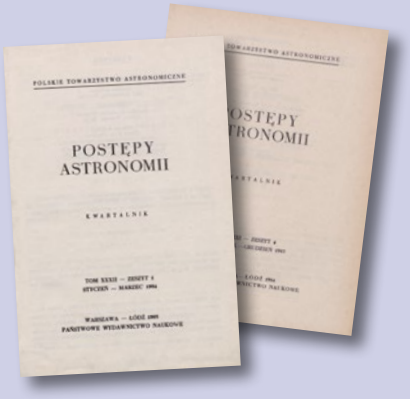
Jeszcze bardziej niezwykłe wyróżnienie spotkało naszego redakcyjnego przyjaciela, współtwórcę działu „Kącik olimpijczyka", Mateusza Krakowczyka. Mateusza wyróżniła Kapituła Nagrody im. ppłk. Janka Kowalewskiego, przyznawanej w kategorii „Polska dla świata" przez Muzeum II Wojny Światowej w Gdańsku. W uzasadnieniu, uznano osiągnięcia Mateusza w społecznej pracy w Stowarzyszeniu Almukantarat (jest prezesem Klubu), inicjatywę wydania zbioru zadań z olimpiad astronomicznych, pracę redakcyjną w *Uranii* oraz założenie i prowadzenie (jako dyrygent!) męskiej scholi gregoriańskiej w Warszawie.

I tylko Komitet Noblowski zapomniał o Aleksandrze Wolszczanie… Skandal! Dwa lata temu PTA przyznało mu najwyższe nasze wyróżnienie naukowe, Nagrodę i Medal im. Bohdana Paczyńskiego, jednoznacznie wskazując Kandydata. Zapewne w tej Królewskiej Szwedzkiej Akademii Nauk nie czytają *Uranii* i nie oglądają *Astronarium*.

Sztokholm, 08 października 2019

Maciej Mikołajewski

Dawno temu w... „Uranii”



Galaktyczna i międzygalaktyczna ciemna materia

Niewidoczna materia we Wszechświecie staje się coraz bardziej interesującym przedmiotem zainteresowań. W początku bieżącego stulecia ujmowano wszechświat tak, jak był on widzialny w świetle promieniujących gwiazd i ich skupisk. Przestrzeń kosmiczną pomiędzy gwiazdami uważano za prawie całkiem pustą, gdzieniegdzie tylko urozmaiconą mgławicami gazowymi i pyłowymi, wraz z pomiarem odległości „Mgławic pozagalaktycznych” i stwierdzeniem ich natury identycznej z naturę naszej Galaktyki wytłumaczono zarazem fenomen strefy unikania przyjmując, że istnieją obszary przestrzeni międzygwiazdowej w Galaktyce wypełnione pyłem silnie ekstyngującym światło. W połowie bieżącego stulecia ustalono podstawowe fakty dotyczące rozmieszczenia tego pyłu. Radioastronomia umożliwiła badania międzygwiazdowego gazu. Od jakichś dwudziestu lat posiadamy również dane o rozmieszczeniu gazu i pyłu międzygalaktycznego. W ostatnich latach pomiary prędkości rotacji galaktyk, zwłaszcza prace Very Cooper Rubin w tej dziedzinie, unaoczniły istnienie sił grawitacyjnych niewidzialnych mas przewyższających w całości ogólną masę materii widzialnej. Zarazem odkrycie (lub mówiąc ostrożniej: dopuszczenie istnienia) spoczynkowej masy neutrin oraz prace teoretyczne dotyczące czarnych i białych dziur oraz cząstek prawie nie oddziałujących z innymi, lecz mających masy spoczynkowe, takich jak fotina, grawitina, aksjony — wskazały nowe możliwości interpretacyjne.

* * *

Zarówno dla ogólnej budowy Wszechświata (krzywizna przestrzeni), jak i dla zrozumienia zachodzących w nim procesów fizycznych materia niewidoczna wydaje się dziś bardziej istotna od tego, co widzimy w postaci świecącej. Tej właśnie materii niewidocznej lub widocznej tylko w szczególnych okolicznościach, poświęcona była narada robocza zorganizowana w Rzymie w końcowych dniach czerwca 1983 r. przez

Urania

POSTĘPY ASTRONOMII

(PL ISSN 1689-6009)

wrzesień–październik 2019

Dwumiesięcznik poświęcony upowszechnianiu wiedzy astronomicznej. Czasopismo powstałe w roku 1998 z połączenia „**Uranii**” (ISSN 0042-0794) – dotychczasowego miesięcznika Polskiego Towarzystwa Miłośników Astronomii, istniejącego się od 1919 r. i **„Postępów Astronomii”** (ISSN 0032-5414) – dotychczasowego kwartalnika Polskiego Towarzystwa Astronomicznego, wychodzącego od 1953 r. Zachowana zostaje dotychczasowa numeracja „Uranii”.

Nakład: 3100 egz.

Zespół Redakcyjny:
Wieńczysław Bykowski, Krzysztof Czart (zastępca red. naczelnego), Jacek Drążkowski (grafika, skład), Agnieszka Górska-Pukownik (sekretariat), Sylwester Kołomański, Mateusz Krakowczyk, Maciej Mikołajewski (red. naczelny), Marek Muciek, Roman Schreiber, Marek Substyk (zastępca red. naczelnego)

Współpraca:
Jan Desselberger, Tadeusz Figiel, Rafał Grabiański, Ewelina Grądzka, Paweł Z. Grochowalski, Elżbieta Kuligowska, Jerzy Kuczyński, Agnieszka Nowak, Piotr Potępa, Przemysław Rudź, Mikołaj Sabat, Robert Szaj, Łukasz Woźniak, Przemysław Żołądek

Korekta językowa: Bożena Wyrzykowska

Koncepcja graficzna pisma: Joanna Dobkowska

Adres Redakcji:
Urania, Centrum Astronomii UMK, ul. Gagarina 11, 87-100 Toruń
tel. 600 663 640 Sekretariat, tel. 509 44 17 17 Redaktor Naczelny
e-mail: redakcja@urania.edu.pl

Adres WWW:
https://www.urania.edu.pl

Dystrybucja:
Agnieszka Górska-Pukownik, tel. 600 663 640
e-mail: urania@urania.edu.pl

Cena Uranii w prenumeracie 12 zł

Prenumerata roczna 72 zł

Bank Millennium S.A. o/Toruń Nr 85 1160 2202 0000 0003 3341 8732

Szczegóły dotyczące prenumeraty i promocje wewnątrz numeru i na stronie
https://www.urania.edu.pl/prenumerata

Wydawcy:
Polskie Towarzystwo Astronomiczne
www.pta.edu.pl
ul. Bartycka 18, 00-716 Warszawa
tel. (0-22) 329 61 45
e-mail: zarzad@pta.edu.pl

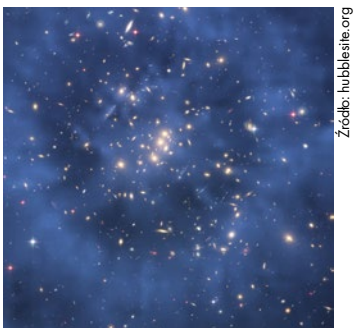
Polskie Towarzystwo Miłośników Astronomii
www.ptma.pl
ul. Miodowa 13a m. 35, 31-055 Kraków
tel. (0-12) 422 38 92
e-mail: sekretariat@ptma.pl

* **ARTYKUŁY I MATERIAŁY OKAZJONALNE TRAKTOWANE SĄ JAKO WOLONTARIAT AUTORÓW NA RZECZ WŁASNEGO ŚRODOWISKA ASTRONOMÓW, MIŁOŚNIKÓW ASTRONOMII I CAŁEGO SPOŁECZEŃSTWA** * **MATERIAŁÓW NIE ZAMÓWIONYCH REDAKCJA NIE ZWRACA** * **ZASTRZEGA SIĘ PRAWO DO REDAGOWANIA I SKRACANIA TEKSTÓW** * **PRZEDRUK MATERIAŁÓW TYLKO ZA ZGODĄ REDAKCJI** * **OPINIE I POGLĄDY FORMUŁOWANE PRZEZ REDAKCJĘ I AUTORÓW NIE REPREZENTUJĄ OFICJALNEGO STANOWISKA WYDAWCÓW** * **REDAKCJA NIE ODPOWIADA ZA TREŚCI I WIZERUNKI REKLAM** *

DRUKARNIA
GRAFFITI BC
Toruń, ul. Równinna 11/13
www.graffitibc.pl
drukarnia@graffitibc.pl
tel. 56 654 47 14

NA OKŁADCE

Mapa rozkładu ciemnej materii (zaznaczonej na czarno) nałożona na niebieski obraz gromady galaktyk CL0024 + 17 uzyskany Teleskopem Hubble'a. Ciemnej materii w rzeczywistości ani nie widać, ani niczego nie zasłania. Jasne smugi wokół środka to zniekształcone obrazy bardzo odległych galaktyk, które nie są częścią gromady. Pokazany na zdjęciu ciemny pierścień o średnicy kilku milinów lat świetlnych obrazuje najbardziej prawdopodobny rozkład ciemnej materii wokół gromady. Uzyskano go właśnie poprzez mapowanie zniekształceń obrazów odległych źródeł na skutek soczewkowania grawitacyjnego. Odkrycie tego pierścienia jest jednym z najsilniejszych dowodów na istnienie ciemnej materii.



Źródło: hubblesite.org

W AKTUALNYM NUMERZE

Artykuły

Tajemniczy Wszechświat ciemnej materii 10
Zdzisław Musielak

Autor podsumowuje obecny stan naszej wiedzy i niewiedzy nt. nieznanej substancji, stanowiącej większość masy Wszechświata. Czyni to z perspektywy badacza, zaangażowanego w poszukiwanie rozwiązania tej jednej z największych zagadek współczesnej nauki.

Zapomniany epizod historii polskiej astronomii 28
Krzysztof Ziołkowski

Współczesna astronomia nie jest w stanie obyć się bez komputerów. Dziś jest to dla nas oczywiste. A przecież kiedyś (i to nie tak dawno) to wszystko się zaczynało, również w Polsce....

Stałe działy

Dawno temu w... „Uranii" 4

Kronika Odkrycia i wydarzenia astronomiczne (czerwiec – lipiec 2019) 6

Kronika Misje i badania kosmiczne (czerwiec – lipiec 2019) 8

Mała Urania Przygody Uranii w kosmicznej otchłani, 9. Ciemna materia 18

Ciemne niebo Projekt Dark Sky Poland 20

100 lat Uranii i PTMA Z zamiłowania ASTRONOM (IV): UFO nad Polską 25

Astronomia na świecie Amatorska astronomia w Szwajcarii 31

Astrofotografia Szlakiem gwiazd 36

Galeria Uranii 40

Ciekawe adresy internetowe A ty, jak się nazywasz? 43

Historia Astronomii Obserwatorium Kokino 44

Przeczytane w Nature i Science Problem stałej Hubble'a 48

Astropodróże Paryska dynastia 54

Kronika PTMA W krótkich spodenkach za zorzą 56

Kącik olimpijczyka Rozwiązanie zadania nr 4 zawodów finałowych LVII Olimpiady astronomicznej 63

Biblioteka Uranii Człowiek – istota kosmiczna 62

Komeciarz Zbliża się kometa spoza Układu Słonecznego 64

Kalendarzyk astronomiczny Niebo w listopadzie i grudniu 68

Spójrz w niebo Gdy Słońce wędruje niżej 72

Astronomia i muzyka W poszukiwaniu ciemnej materii (muzycznej) 73

Konkurs na fotki z Uranią 73

Obserwator Słońca Drugi zjazd sekcji 76
Natura Słońca, cz. 6, Raport: marzec – kwiecień 2019 77

Relaks z Uranią logogryf 78

Zaproszenia 79

Poczta 79

Inne AstroShow 2019 34

W skrócie

Dwie galaktyki bez ciemnej materii (17), Ciemna materia rozpędza najmasywniejsze galaktyki spiralne (17), Nagroda Nobla 2019 z fizyki za egzoplanety i kosmologię (52), Najstarsza znana gromada galaktyk (52), Saturn wyprzedził Jowisza w liczbie odkrytych księżyców (52), Czy Wenus była kiedyś ciepła i pełna wody? Niekoniecznie (53), Zmarł Aleksiej Leonow – pierwszy człowiek, który odbył spacer kosmiczny (66), Nieudane lądowanie indyjskiej sondy Chandrayaan 2 na Księżycu (66), Geralt i Ciri, a może Twardowski i Boruta? (67)

rzymskich profesorów Francesco Melchiorriego i Remo Ruffiniego.

* * *

Dyskutowano możliwości fizycznego stanu ciemnej materii Wszechświata. W tej dziedzinie w jakimś sensie podsumowującym był referat Denissa J. Heggi, zatytułowany „Proces przeciwko barionowym masom w halo galaktyk" Prelegent biorąc pod uwagę obserwacje opublikowane przez innych, jak również swoje własne (przeczesywanie nieba w poszukiwanie skrajnych małych ciał), kolejno eliminował możliwości, iż masami rządzącymi rotacją galaktyk w największych odległościach są gwiazdy, czarne karły (które on i inni nazywali „jowiszami" – ciekawe, czy ta nazwa się przyjmie), pył, gaz, kule lodowe, czarne dziury itp. Wreszcie na widowni pozostały tylko aksjony i neutrina, grawitina oraz fotina, czyli tzw. wspólnie „ina".

Fragmenty notki **Konrada Rudnickiego** „Narada robocza o galaktycznej i międzygalaktycznej ciemnej materii", *Postępy Astronomii, 4/1983*

Ciemna materia a dynamika rotacji galaktyk

Jeżeli chodzi o strukturę i rotację galaktyk, mamy tu również nowe problemy. Dzięki unowocześnieniu spektrografów ogromnie wzrosła efektywność badań widmowych: otrzymuje się widma średniej dyspersji dla słabych gwiazd i krańców galaktyk. Szczególnie efektywna przy wyznaczaniu prędkości radialnych okazała się metoda fotoelektryczna Griffina, posługująca się dopasowywaniem widm-szablonów. Wzrosła też czułość i zasięg wyznaczania prędkości radialnej wodoru międzygwiazdowego z linii 21 cm. Zarówno z badań optycznych jak i radiowych okazało się, że krzywe rotacji galaktyk nie opadają z odległością od środka, jak wynikałoby z ruchu quasi-keplerowskiego na ich brzegach, ale utrzymują się na stałym, bliskim maksymalnego poziomie lub opadają bardzo nieznacznie. Zestawienia takich pomiarów podane są m.in. przez Rubin (1983) i Bosma (1983). Wymagałoby to obecności w układach stacjonarnych dużych mas, przekraczających masy widzialne. Można byłoby przyjąć, że te „ukryte" masy mieszczą się w dyskach galaktyk i że stosunek masy do dzielności promieniowania (M/L) bardzo silnie rośnie ku ich brzegom, jednak groziłoby to niestabilnością dynamiczną dysków. Toteż przyjmuje się raczej, że ciemna materia tworzy prawie sferyczne halo wokół galaktyk. Tłumaczyłoby to płaskie krzywe rotacji, zapewniałoby dyskom stabilność i mogłoby dostarczyć masę potrzebną do zamknięcia Wszechświata. Zagadnienie to przejdzie z pewnością na następne dziesięciolecie, jest już nawet projektowane w roku 1985 sympozjum na temat ciemnej materii.

Fragment artykułu **Wilhelminy Iwanowskiej** „Astronomia w dziesięcioleciu 1973-1983", *Postępy Astronomii, 1/1984.*

Czerwiec – lipiec 2019

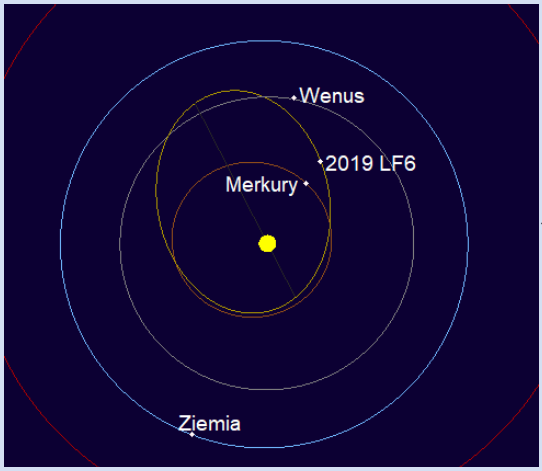
12.6 Badaczy od dawna intrygował żółtawy kolor obszaru Tara Regio na powierzchni Europy, księżyca Jowisza (fot. obok). Wreszcie ustalono, że jest to zwykła sól kuchenna (NaCl), która zmieniła barwę pod wpływem promieniowania. Skąd ta sól? Być może z oceanu ukrytego pod cienką (10–30 km) lodową skorupą Europy. To zaś oznaczałoby, że pod względem chemicznym europowy ocean jest podobny do ziemskiego i występuje tam aktywność hydrotermalna. Rośnie szansa, że gdy kiedyś dowiercimy się do tego oceanu, znajdziemy w nim jakieś życie.

Źródło: NASA/JPL/Ted Stryk

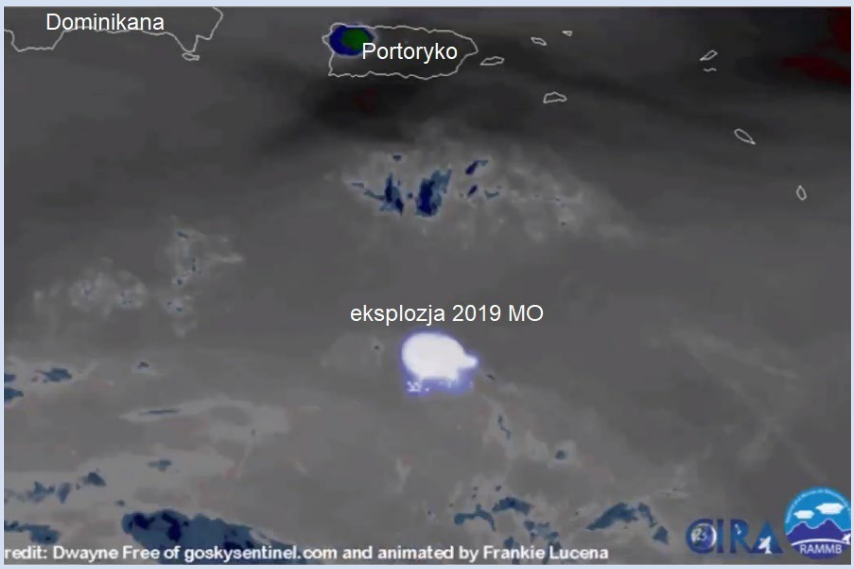
18.6 Chłodnych czerwonych karłów jest bardzo dużo, ale do tej pory tylko przy dwóch z nich odkryto planety: Proksimie („Urania" 5/2016, s. 8) i TRAPPIST-1 („Urania" 3/2017, s. 10). Teraz odkryto dwie planety wokół trzeciej – gwiazdy Teegardena. To jedna z najbliższych sąsiadek Słońca (3,8 pc) i najjaśniejsza z najchłodniejszych (T~2700 K). Pod względem rozmiarów i masy obie planety są podobne do Ziemi, a Teegarden b nawet najbardziej ze wszystkich znanych. Obie krążą w ekosferze swojej gwiazdy, która na dodatek jest stara (~8 mld lat) i dość spokojna. Na razie nic nie wiadomo o budowie tych planet, ale na pewno jeszcze wiele o nich usłyszymy.

19.6 Odkryto dwudziestą planetoidę należącą do grupy Atira – planetek, których tory całkowicie mieszczą się wewnątrz orbity Ziemi. Oznaczona jako 2019 LF6, jest ciałem sporym (średnica ok. 1 km), ale na wzmiankę zasługuje dlatego, że spośród wszystkich 800 tys. znanych planetoid ma najciaśniejszą orbitę: wielka półoś = 0,56 au, okres obiegu Słońca = 150^d (rys. wyżej).

22.6 Planetoida o średnicy ok. 3 m wtargnęła w ziemską atmosferę i eksplodowała nad Morzem Karaibskim (fot. obok), uwalniając energię 5 kt TNT (ok. 1/3 energii bomby zrzuconej na Hiroszimę). Wydarzenia w tej skali trafiają się średnio raz do roku, ale rzadko są rejestrowane. Jeszcze rzadsze są przypadki detekcji planetoidy przed zderzeniem. To właśnie udało się tym razem, dopiero po raz czwarty w historii, o czym niestety dowiedzieliśmy się już po wybuchu. Pozwoliło to obliczyć orbitę planetoidy i „pośmiertnie" nadać jej oznaczenie: 2019 MO (zob. „Urania" 4/2019, s. 63).



Źródło: IAU Minor Planet Center

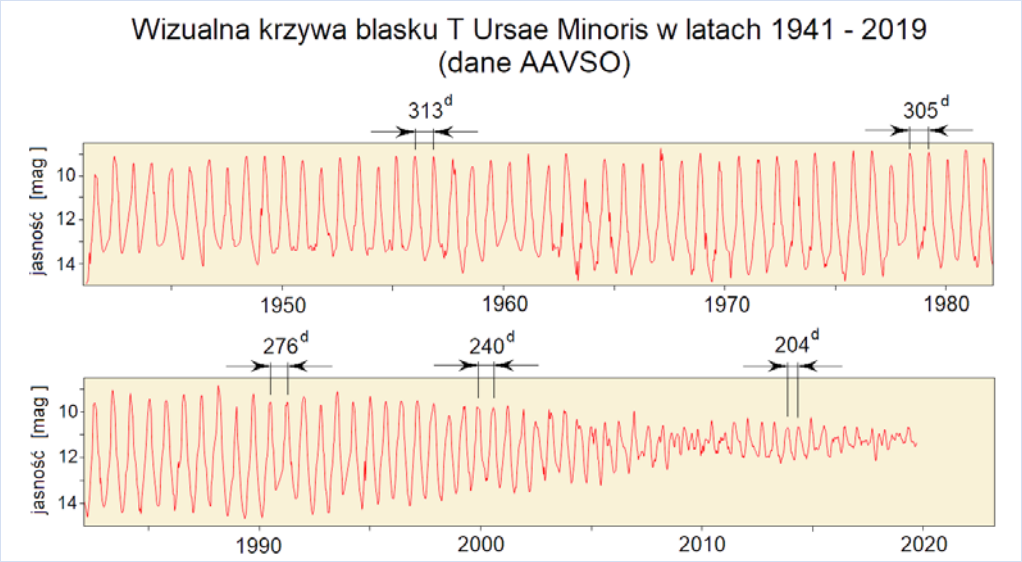


2.7 Nareszcie udało się precyzyjnie zlokalizować dwa szybkie rozbłyski radiowe (FRB – Fast Radio Burst – zob. „Urania" 2/2019, s. 7), niepowtarzające wybuchów: FRB 180924 i FRB 190523. Wcześniej zrobiono to tylko dla FRB 121102, który w tym samym miejscu pojawiał się wielokrotnie. Wiele wskazuje na to, że w tamtym wypadku źródłem emisji był magnetar – silnie magnetyczna gwiazda neutronowa. Tymczasem okazało się, że FRB 180924 i FRB 190523 pojawiły się w galaktykach o słabej lub żadnej aktywności gwiazdotwórczej, gdzie trudno spodziewać się magnetarów. Sugeruje to, że powtarzalne i niepowtarzalne FRB to dwie odrębne klasy zjawisk. Do rozwiązania zagadki jeszcze daleko.

5.7 Średnio masywne gwiazdy pod koniec życia przechodzą przez etap tzw. „gałęzi asymptotycznej", gdy wewnątrz rozległej otoczki wodorowej znajduje się nieczynne jądro węglowo-tlenowe, otoczone warstwą helu. Źródłem energii gwiazdy jest wtedy na ogół palenie wodoru na dnie otoczki, ale od czasu do czasu rozpala się helowa powłoka. Gwiazda jako całość wtedy nieco przygasa i kurczy się, a w konsekwencji skraca się okres jej pulsacji. Takie „pulsy termiczne" trwają tysiące razy krócej niż odstępy między nimi, więc szansa, że któregoś z pulsujących czerwonych olbrzymów przyłapiemy właśnie w tej fazie, jest znikoma. A jednak! Okres

ODKRYCIA I WYDARZENIA ASTRONOMICZNE

zmienności T Ursae Minoris przez większość XX w. wynosił ok. 313^d, ale od lat 1970. szybko się skraca i obecnie wynosi ok. 195^d (rys. obok). Udało się wykazać (w oparciu wyłącznie o amatorskie obserwacje wizualne), że jest to pierwszy znany przykład pulsu termicznego. W takim razie okres będzie się skracał jeszcze przez jakieś 40 lat, po czym zacznie się wydłużać. Pożyjemy, zobaczymy.



Źródło: AAVSO

7.7 Radioteleskop w Jodrell Bank k/ Manchesteru został wpisany na Listę Światowego Dziedzictwa UNESCO, gdzie dołączył do tak szacownych zabytków jak piramidy w Gizie i kopalnia w Wieliczce. Oddany do użytku w 1957 r., z czaszą o średnicy 76 m, przed długi czas był największym na świecie w pełni sterowalnym radioteleskopem. Działa do dziś.

8.7 Dwie metody wyznaczania stałej Hubble'a dają wartości nie dające się ze sobą pogodzić („Urania" 4/219, s. 6). W sukurs nadchodzi nowa metoda, oparta na obserwacjach zjawiska kilonowej, którego pierwszy przypadek odkryto w 2017 r. (GW170817 – zob. „Urania" 1/2018, s. 11 i 15). Wiąże się ono z emisją fal grawitacyjnych i wyrzutem strugi cząstek, wysyłającej promieniowanie elektromagnetyczne. Kształt impulsu grawitacyjnego niesie informację o jego „jasności absolutnej", o ile znamy nachylenie płaszczyzny orbitalnej zlewających się gwiazd neutronowych do promienia widzenia. To zaś można wywnioskować z obserwacji promieniowania strugi. Sposób ten, zastosowany do przypadku GW170817, dał wartość 70 km/s/Mpc, akurat pomiędzy wynikami z dwóch tradycyjnych metod. Niestety zakres błędu jest tak szeroki, że obejmuje je obie. Jednak zawęzi się on, gdy zaobserwujemy więcej kilonowych. Może wtedy coś się wyjaśni.

17.7 Pierwsze gwiazdy, które rozbłysły po Wielkim Wybuchu, zbudowane były z pierwotnej materii (wodór, hel i odrobina litu). Z tego względu były olbrzymie i żyły krótko. Gwiazdy drugiej generacji, już wzbogacone w cięższe pierwiastki wytworzone w tych pierwszych, mogły być mniejsze i niektóre z nich dotrwały do naszych czasów. Znamy ich obecnie ok. 30, a szczególnie ważną okazała się świeżo odkryta SMSS 1605−1443, znajdująca się po drugiej stronie Galaktyki. Nie jest najczystsza chemicznie. Pod tym względem wyprzedza ją SMSS 0313-6709 (zob. „Urania" 2/2014, s. 36), ale ma najniższą zmierzoną obfitość żelaza, która jest 1,6 mln razy niższa niż w Słońcu. Pozwoliło to wydedukować, że jej „gwiazda-matka" (z pierwszej generacji) musiała być stosunkowo niewielka (ok. 10 $M_\odot$), a jej wybuch jako supernowej niezbyt potężny.

24.7 Obiekt ZTF J1539 okazał się zaćmieniowym układem dwóch białych karłów. To zaledwie drugi poznany przedstawiciel tego gatunku. Gwiazdy obiegają się w czasie niecałych 7 minut, po orbicie tylko dwa razie szerszej od odległości satelitów geostacjonarnych od środka Ziemi. To musi skutkować emisją znacznego strumienia fal grawitacyjnych, a w konsekwencji zacieśnianiem orbity. Istotnie, porównanie z danymi archiwalnymi, sięgającymi 10 lat wstecz pokazuje, że okres obiegu systematycznie się skraca, w tempie 1 s na 1400 lat. Częstotliwość fal grawitacyjnych (4,8 mHz) jest grubo poza zakresem czułości istniejących detektorów LIGO i VIRGO, ale ZTF J1539 będzie łatwym celem dla przyszłego kosmicznego instrumentu LISA.

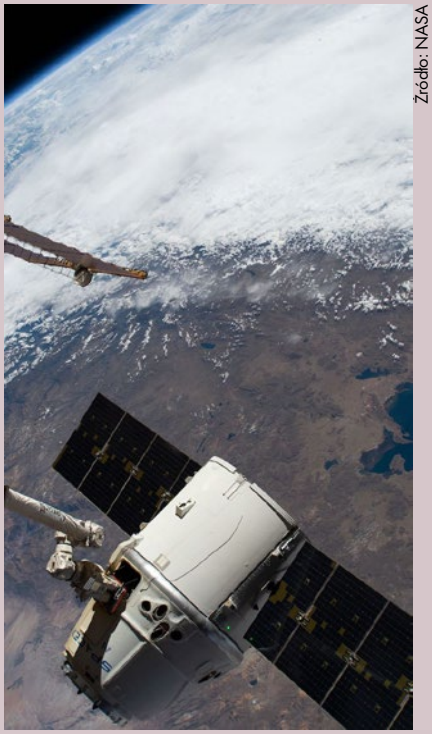
25.7 W odległości 70 tys. km od Ziemi śmignął spory głaz o średnicy ok. 100 m, oznaczony symbolem 2019 OK, na jedną noc osiągając blask ~10^m. Mógł więc dostrzec go każdy, kto ma choćby mały teleskop, ale za to spory refleks. Odkrycie zostało bowiem ogłoszone zaledwie 3 godziny przed największym zbliżeniem ciała do Ziemi. Po fakcie okazało się, że już miesiąc wcześniej 2019 OK został zarejestrowany przez teleskopy programu Pan-STARRS, potem także ATLAS (oba specjalnie przeznaczone do wyszukiwania takich obiektów), ale z powodu swego powolnego ruchu na niebie nie zwrócił na siebie uwagi. System ostrzegania przed takimi zagrożeniem nie jest więc szczelny i duże niespodzianki są możliwe.

26.7 W centrum odległej o 200 Mpc (to wciąż lokalny Wszechświat) gromady galaktyk Abell 85 znajduje się galaktyka eliptyczna Holmberg 15A, a w jej środku jest supermasywna czarna dziura, o czym wiedziano już od pewnego czasu. Teraz wykonano oparty na nowych obserwacjach model dynamiczny tej galaktyki, wyznaczając masę centralnej czarnej dziury. Wynik jest rekordowy: 40 mld $M_\odot$. Więcej ma być może tylko czarna dziura w kwazarze TON 618 (66 mld $M_\odot$), ale to jedynie domysł, oparty na pośrednim wnioskowaniu. Tu zaś mamy „twardy" wynik.

Wybrał i skomentował:
Marek Muciek

Czerwiec – lipiec 2019

3.06 Statek zaopatrzeniowy Dragon CRS-17 odłączył się od Międzynarodowej Stacji Kosmicznej i powrócił na Ziemię, wodując na Oceanie Spokojnym. W kapsule przeniesiono z powrotem 1900 kg ładunku, w tym eksperymenty biologiczne i medyczne, których wyniki będą teraz analizowane w ziemskich laboratoriach. Statek pozostawał przytwierdzony do modułu Harmony na stacji od 6 maja br.



Źródło: NASA

Statek zaopatrzeniowy Dragon CRS-17 po przechwyceniu przez ramię robotyczne na Międzynarodowej Stacji Kosmicznej

5.06 Chiny przeprowadziły pierwszy start rakiety orbitalnej z platformy morskiej. Czterostopniowa, lekka rakieta nośna na paliwo stałe Długi Marsz 11 umieściła na orbicie 7 satelitów od różnych firm i instytucji, przeznaczonych do pomiaru wiatrów oceanicznych, obserwacji Ziemi i do testów technologii telekomunikacyjnych.

25.06 Na Ziemię z pobytu na Międzynarodowej Stacji Kosmicznej wróciła w statku Sojuz MS-11 trzyosobowa załoga w składzie: Oleg Kononienko (Rosja), David Saint-Jacques (Kanada) oraz Anne McClain (USA). Cała trójka spędziła na stacji 204 dni. Kapsuła po odłączeniu od portu w module Poisk i deorbitacji, wylądowała bezpiecznie na stepach w Kazachstanie.

Źródło: NASA

Statek Sojuz MS-11 opadający na spadochronach z trzema astronautami na pokładzie

25.06 Z kosmodromu Cape Canaveral po raz trzeci w historii wystartowała rakieta Falcon Heavy – największa obecnie użytkowana rakieta nośna na świecie. W ramach misji dla amerykańskiego programu wojskowego STP umieściła na orbicie eksperymentalne ładunki testujące rozpoznanie, komunikację, nawigację, a także kilka satelitów badawczych NASA, grupę satelitów pogodowych oraz nanosatelitę LightSail 2 do testów wykonywania manewrów orbitalnych za pomocą żagla słonecznego.

Łącznie wyniesiono 24 ładunki o całkowitej masie 3700 kg. Przez wymagania różnych parametrów orbit, górny stopień rakiety musiał być odpalany cztery razy, a ostatni ładunek został wypuszczony przez rakietę dopiero trzy i pół godziny po starcie. Boczne stopnie Falcona Heavy powróciły na Ziemię, lądując na Cape Canaveral. Firmie SpaceX udało się też odzyskać jedną połówkę owiewki, chroniącej ładunek podczas startu.

27.06 NASA ogłosiła, że w ramach kolejnej misji międzyplanetarnej programu New Frontiers wyśle w kierunku Tytana autonomicznego drona o nazwie Dragonfly. Agencja chce wysłać sondę w kierunku księżyca Saturna w 2026 r. Autonomiczny dron dotarłby na powierzchnię w 2034 r. Misja Dragonfly ma odwiedzić kilka wybranych lokalizacji w rejonie lądowania, w poszukiwaniu procesów chemicznych, mogących wskazywać na rozwój prostych form życia. Tytan to 2. największy księżyc w Układzie Słonecznym, który ma lodową powierzchnię, gęstą atmosferę składającą się głównie z azotu i podpowierzchniowy ocean. Wcześniej księżyc ten był badany przez europejski lądownik Huygens, który poleciał wraz z misją Cassini.

4.07 Rakieta Sojuz 2.1b wystartowała z rosyjskiego kosmodromu Wostocznyj, wynosząc 33 satelity na trzy różne orbity. Głównym ładunkiem misji był satelita pogodowy Meteor M2-2, który poleciał zastąpić satelitę Meteor M2-1, utraconego podczas nieudanego startu półtora roku wcześniej.

Wśród 32 pozostałych ładunków wysłanych w tej misji można wymienić: parę satelitów radarowych fińsko-polskiej firmy ICEYE, osiem satelitów Lemur-2 amerykańskiej firmy Spire Global, która ma już flotyllę ponad 70 ładunków śledzących statki na wodzie i wykonujących pomiary atmosferyczne czy satelitę El Camino Real, amerykańskiego startupu Momentus, który przetestuje napęd odrzutowy, wykorzystujący wodę jako materiał pędny.

10.07 Europejska lekka rakieta nośna Vega doznała awarii podczas startu z satelitą rozpoznawczym zbudowanym dla Zjednoczonych Emiratów Arabskich. Rakietę utracono około 2 minuty po starcie, w momencie uruchomienia silnika Zefiro 23 drugiego stopnia.

Źródło: NASA

Wizja artystyczna drona misji Dragonfly na powierzchni Tytana

MISJE I BADANIA KOSMICZNE

11.07 Japońska sonda Hayabusa2 wykonała drugie udane lądowanie na powierzchni asteroidy Ryugu. Statek pobrał próbki skalne z miejsca utworzonego wcześniej krateru. Sonda opuści asteroidę pod koniec 2019 r. i wróci z materiałem skalnym na Ziemię. Specjalna kapsuła powrotna z cennym ładunkiem ma wylądować na terenie Australii w grudniu 2020 r.

Źródło: JAXA, Uniwersytet w Tokio, Uniwersytet w Kochi, Uniwersytet Rikkyo, Nagoya University, Chiba Institute of Technology, Uniwersytet Meiji, Uniwersytet Aizu, AIST

Powierzchnia asteroidy Ryugu tuż po drugim lądowaniu sondy Hayabusa 2. Zdjęcie wykonano jedną z kamer nawigacyjnych na statku

13.07 Rakieta Proton wysłała na orbitę astronomiczne obserwatorium promieniowania rentgenowskiego Spektr-RG. Niemiecko-rosyjski satelita ma wykonać w ciągu 4 lat podstawowej misji 8 przeglądów całego nieba. Dane z misji mogą pomóc naukowcom lepiej zrozumieć naturę ciemnej energii i wypełnić luki w obecnej wiedzy na temat wielkoskalowej struktury Wszechświata. Statek będzie krążył na orbicie wokół punktu libracyjnego L2 układu Ziemia-Słońce.

18.07 Teleskop TESS zakończył przegląd nieba południowego. Urządzenie NASA znalazło do tej pory 850 kandydatów na egzoplanety, z czego 21 jest już potwierdzonych. Następca Kosmicznego Teleskopu Keplera będzie teraz rejestrował obraz z sektorów nieba północnego, a pierwsza kampania obserwacyjna powinna zakończyć się 4 lipca 2020 r.

19.07 Druga prototypowa chińska załogowa stacja kosmiczna została w kontrolowany sposób zdjęta z orbity okołoziemskiej. Misja stacji Tiangong-2 trwała prawie 3 lata. Do modułu zadokowała misja załogowa Shenzhou 11. Dwóch tajkonautów spędziło na orbicie 4 tygodnie. Później przeprowadzono na stacji symulowaną misję statku transportowego Tianzhou 1. Chiny chcą do 2023 r. zakończyć budowę stałego kompleksu orbitalnego.

21.07 50 lat po pierwszym lądowaniu na Księżycu przeprowadzono udany start misji załogowej Sojuz MS-13 do Międzynarodowej Stacji Kosmicznej. Trzyosobową załogę w składzie: Luca Parmitano (Włochy), Aleksandr Skworcow (Rosja) i Andrew Morgan (USA) wyniosła rakieta Sojuz FG.

22.07 Indie wysłały w kierunku Księżyca misję Chandrayaan 2. W jej skład wchodzą: orbiter, lądownik i niewielki łazik. Lądownik ma zostać wysłany w okolice bieguna południowego naszego naturalnego satelity. Start został przeprowadzony przy pomocy rakiety GSLV Mk.3 i wszystkie fazy lotu przebiegły pomyślnie.

23.07 Agencja NASA wybrała firmę Northrop Grumman do budowy modułu mieszkalnego przyszłej wokółksiężycowej stacji kosmicznej Gateway. Amerykański program Artemis zakłada ponowne lądowanie człowieka na Księżycu już w 2024 r. W przeciwieństwie do Apollo nowe załogowe misje księżycowe mają najpierw dokować do zalążka stacji Gateway, dlatego moduł mieszkalny musi być wyniesiony w grudniu 2023 r. Wcześniej firma Maxar wygrała kontrakt na budowę modułu zasilania i napędu PPE.

25.07 Pierwszy raz w historii udał się start rakiety orbitalnej, należącej do prywatnej chińskiej firmy. Firma i-Space z powodzeniem wystartowała z lekką rakietą nośną Hyperbola 1. W ramach misji wyniesiono na niską orbitę okołoziemską 7 niewielkich satelitów.

25.07 W kierunku Międzynarodowej Stacji Kosmicznej poleciał za pomocą rakiety Falcon 9 statek towarowy Dragon CRS-18. W hermetyzowanej kapsule umieszczono do transportu skafander kosmiczny, zaopatrzenie dla załogi i eksperymenty naukowe, w tym 40 myszy. W sekcji zewnętrznej Dragon zabrał do stacji kolejny adapter cumowniczy, który zostanie zamontowany na stacji. Adapter ten umożliwi dokowanie przyszłym amerykańskim załogowym statkom kosmicznym Crew Dragon i Starliner.

Źródło: SpaceX

Dolny stopień rakiety Falcon 9 lądujący po udanym wyniesieniu statku Dragon CRS-18

26.07 Firma SpaceX przeprowadziła pierwszy lot platformy testowej Starhopper, zbudowanej w celu rozwoju nowego superciężkiego systemu nośnego Super Heavy – Starship. Niewielka rakieta wyposażona w pojedynczy silnik Raptor na metan i ciekły tlen wniosła się na wysokość około 20 m na terenie testowym firmy w Boca Chica w Teksasie.

31.07 Rakieta Sojuz 2.1a wysłała w stronę ISS statek zaopatrzeniowy Progress MS-12. Statek po udanym starcie dotarł w rekordowym czasie do stacji, dokując 3 godziny i 19 minut od startu z kosmodromu Bajkonur w Kazachstanie. Statek dostarczył do stacji 1200 kg suchego wyposażenia – sprzętu naukowego, urządzeń konserwacyjnych dla stacji i zaopatrzenia dla załogi. Oprócz tego w statku znalazło się miejsce dla 800 kg paliwa do systemów napędowych stacji, 420 kg wody i 50 kg skompresowanego gazu do systemu podtrzymywania życia.

Wybrał i skomentował: Rafał Grabiański

Dziesiątki lat badań
— rozwiązania nie widać

Zdzisław Musielak

Źródło: Smithsonian Astrophysical Observatory

TAJEMNICZY WSZECHŚWIAT CIEMNEJ MATERII

Ku zdziwieniu astronomów i fizyków, dominującą materią we Wszechświecie nie jest widoczna materia galaktyk, gwiazd i planet, lecz niewidoczna „ciemna materia". Obserwujemy efekty jej obecności, ale nic nie wiemy o jej pochodzeniu ani o tym, czym jest. Wiele prób wyjaśnienia jej natury skończyło się niepowodzeniem. Spróbujmy podsumować to, co wiemy, czego nie wiemy i co chcielibyśmy wiedzieć o ciemnej materii.

TAK SIĘ TO ZACZĘŁO

Sposób, w jaki ciemna materia pojawiła się po raz pierwszy w astronomii, jest naprawdę ciekawy. Holenderski astronom Jan Hendrik Oort chciał określić całkowitą masę naszej Galaktyki. Użył do tego celu ruchów gwiazd, prostopadłych do płaszczyzny dysku galaktycznego. Pomiary pokazały, że dysk Drogi Mlecznej musi mieć dużo więcej materii niż widać. Oort uwierzył, że odkrył niewidoczną materię i ogłosił swoje odkrycie w 1932 r. Rok później, pracujący w USA szwajcarski astronom Fritz Zwicky opublikował odkrycie niewidocznej materii w gromadzie galaktyk Coma. Zwicky obserwował ruchy galaktyk w tej gromadzie i doszedł do wniosku, że musi tam być znacznie więcej materii niewidocznej niż widocznej. Gdyby było inaczej, galaktyki szybko by się rozbiegły i gromada przestałaby istnieć. W późniejszej pracy, która ukazała się w 1937 r., ogłosił, że gromada galaktyk Coma ma „brakującą materię", jak to nazwał, i że może być jej nawet 50 razy więcej niż całej widocznej materii. Obecnie tę „brakującą materię" nazywamy ciemną materią.

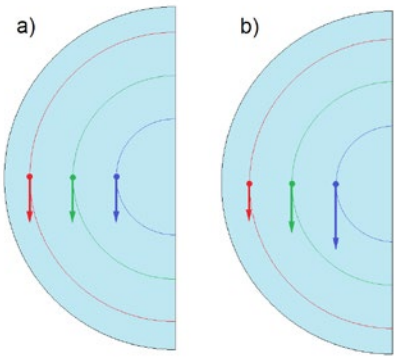
Odkrycia Oorta i Zwicky'ego zostały ogłoszone praktycznie w tym samym czasie. Jednak to Zwicky jest obecnie uważany za odkrywcę ciemnej materii, gdyż okazało się, że analiza Oorta nie była poprawna. Pozostanie historyczną ciekawostką to, że rezultaty Oorta, choć błędne, miały większy wpływ na badania ciemnej materii w ciągu następnych 40 lat niż poprawne wyniki Fritza Zwicky'ego.

CO OBECNIE WIEMY

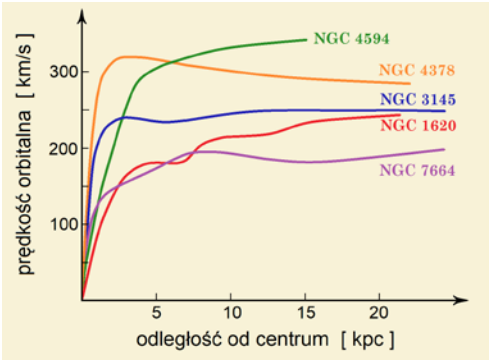
Pytanie, czy ciemna materia znajduje się także w dysku Drogi Mlecznej, jak to sugerował Oort, nurtowało jednak astronomów. Dokładniejsze pomiary wykazały, że Oort nie miał racji i że ilość ciemnej materii w dysku naszej Galaktyki jest znikoma. Ponad 60 lat badań było konieczne, żeby się o tym w pełni przekonać. Jeżeli jednak ciemna materia nie występuje w dyskach galaktyk, musi być obecna wokół nich. Ten logiczny wniosek powinien był skłonić astronomów do rozpoczęcia poszukiwań ciemnej materii na drodze obserwacyjnej.

Jednak, jak to często bywa w nauce, stało się to dość przypadkowo. Astronom, który przeprowadził te badania, nie zdawał sobie sprawy z tego, że jego wyniki mają coś wspólnego z ciemną materią. Wracamy do roku 1937. Amerykański astronom Horace Babcock zmierzył wtedy prędkości gwiazd w galaktyce Andromedy (M31) i wykreślił je w zależności od odległości gwiazdy od centrum galaktyki, czyli zbudował krzywą rotacji galaktyki. Ku swojemu zdziwieniu zauważył, że prędkości gwiazd wokół galaktyki nie zmieniają się z odległością od centrum. Wydawało się to sprzeczne z III prawem Keplera, które wyjaśnia, dlaczego planety w Układzie Słonecznym mają mniejsze prędkości orbitalne, gdy są położone dalej od Słońca (rys. 1). Babcock opublikował wyniki w swojej pracy doktorskiej bez żadnego komentarza o ciemnej materii. Pomimo tego, jego metoda obserwacyjna okazała się bardzo przydatna do poszukiwań ciemnej materii wokół galaktyk, choć potrzeba było prawie 40 lat, by ją w pełni zastosować.

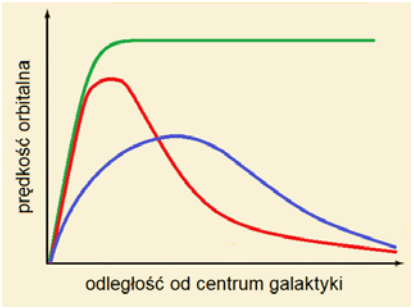
Bardziej technicznie zaawansowane obserwacje, ulepszoną metodą, zostały przeprowadzone przez amerykańskich astronomów Verę Rubin i Kena Forda w latach 70. i 80. poprzedniego wieku. Zbadali oni krzywe rotacji wielu galaktyk. Duża ilość danych obserwacyjnych pozwoliła ustalić z pewnością, że zaobserwowane krzywe rotacji są płaskie, czyli prędkości orbitalne gwiazd zasadniczo nie zależą od ich położenia w galaktyce (rys. 2). Otrzymane wyniki obserwacyjne mają bardzo poważne implikacje, gdyż żeby wyjaśnić takie płaskie krzywe rotacji, trzeba założyć, że galaktyki otoczone są dużą ilości materii (rys. 3).



Rys. 1. a) Schematyczny obraz sytuacji, którą w galaktyce M31 zaobserwował Babckock: prędkości orbitalne gwiazd (oznaczone strzałkami) nie zależą od ich położenia w galaktyce. b) Zgodnie z III prawem Keplera tak powinny zmieniać się prędkości orbitalne gwiazd wraz z ich odległością od centrum galaktyki



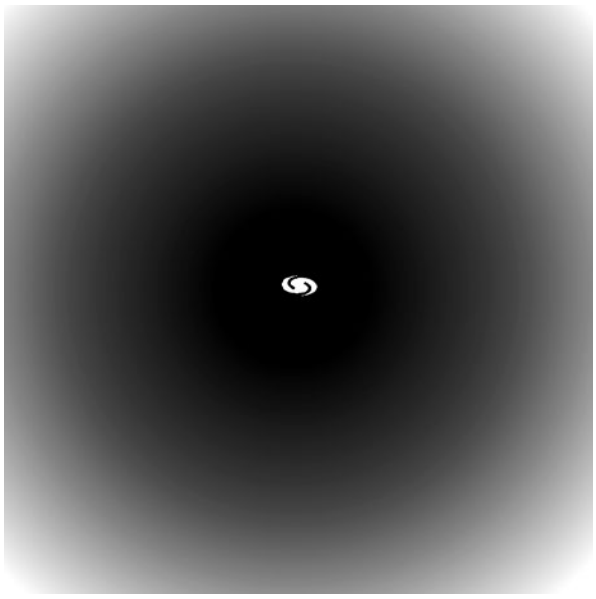
Rys. 2. Przykładowe krzywe rotacji kilku galaktyk (oznaczonych numerami w katalogu NGC). (w/g V.Rubin i in. 1978 ApJ 225, L107))



Rys. 3. Linia zielona to typowy przebieg obserwowanych prędkości orbitalnych gwiazd w galaktykach. Gdyby nie było ciemnej materii, krzywe rotacji wyglądałyby tak, jak pokazuje linia czerwona (w przypadku galaktyk eliptycznych) lub niebieska (dla spiralnych)

Ponieważ ta materia nie świeci i jest zupełnie niewidoczna, jest to ciemna materia, prawdopodobnie ta sama, którą Zwicky zaobserwował w gromadzie galaktyk Coma.

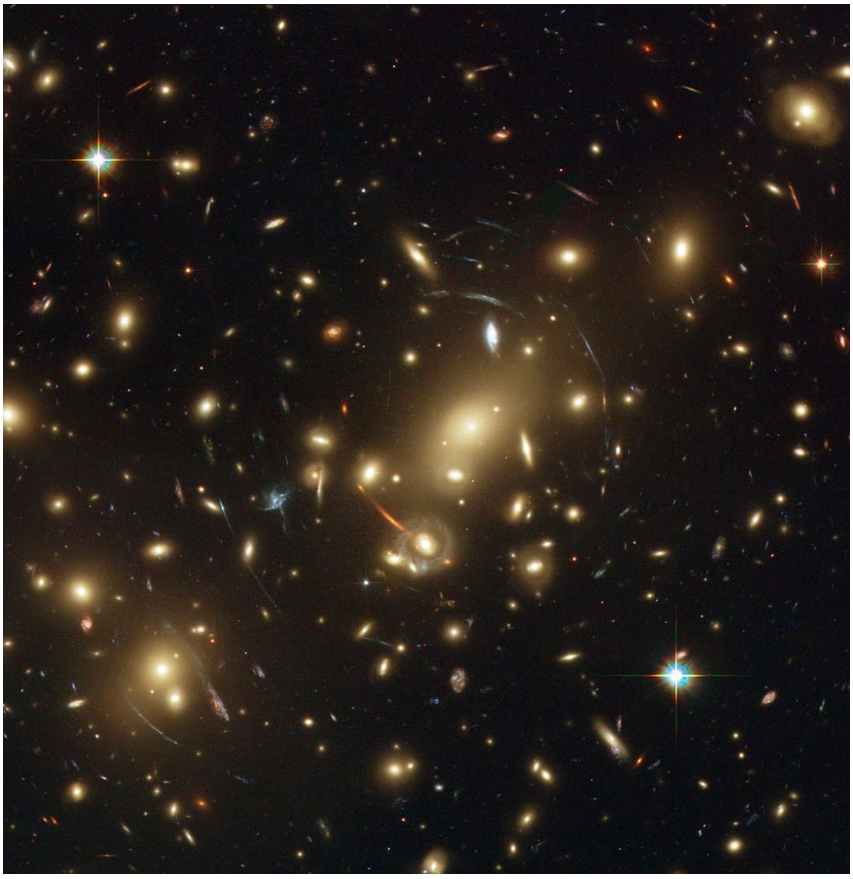
Do końca lat 80. poprzedniego wieku ustalono, że ciemna materia otacza każdą galaktykę, tworząc wokół niej ogromne, kuliste halo. Jest jej tam dziesięciokrotnie więcej niż materii widocznej w galaktycznym dysku. Typowe rozmiary takiego galaktycznego halo są kilkakrotnie większe niż rozmiary dysku, który jest tylko małą, świecącą plamką w centrum bardzo rozległego halo, pełnego ciemnej materii (rys. 4).



Rys. 4. Schematyczne porównanie rozmiarów halo ciemnej materii i dysku galaktyki spiralnej

Wyniki Zwicky'ego otrzymane dla gromady galaktyk Coma zostały potwierdzone przez astronomów, którzy obserwowali inne gromady. Obserwacje przeprowadzono w latach 90. poprzedniego wieku. Użyto metody bazującej na grawitacyjnym soczewkowaniu, przewidzianym przez Einsteina w oparciu o jego ogólną teorię względności. Teoria Einsteina opisuje grawitację jako zakrzywienie czasoprzestrzeni (czasu i przestrzeni połączonych razem), spowodowane przez obiekty astronomiczne, na przykład galaktyki. Wiązka światła w takiej zakrzywionej czasoprzestrzeni nie biegnie po linii prostej, ale odchyla się mniej lub bardziej, w zależności od tego, jak duże jest zakrzywienie. Wyobraźmy sobie dwie galaktyki położone w różnych odległościach, przy czym światło tej dalszej musi przechodzić blisko położonej bliżej. Promienie świetlne załamują się wówczas jak w soczewce i pojawiają się wielokrotne obrazy dalszego obiektu, zwane pierścieniami Einsteina (rys. 5) – to jest właśnie grawitacyjne soczewkowanie. Tą metodą obserwowano rożne gromady galaktyk i stwierdzono, że ilość ciemnej materii przewyższa w nich dziesięciokrotnie ilość materii widocznej, co potwierdziło wyniki Zwicky'ego.

Jeżeli chodzi o nowsze odkrycia związane z ciemną materią, to jednym z najciekawszych był wynik obserwacji dwóch zderzających się gromad galaktyk w konstelacji Carina, przeprowadzonych przez NASA w 2004 r. Oficjalna angielska nazwa tych zderzających się gromad brzmi *Bullet Cluster*. Można przetłumaczyć na polski jako „Gromada Pocisk", mając oczywiście na uwadze, że ten „pocisk" to jedna gromada uderzająca w drugą. Obliczono, że około 40 galaktyk uczestniczy w zderzeniu. Gromada Pocisk jest pokazana na rys. 6, gdzie różne kolory reprezentują różne rodzaje materii, uczestniczące w zderzeniu. Kolor czerwony to promieniowanie rentgenowskie rozgrzanego gazu normalnej materii, a kolor niebieski pokazuje obszary wypełnione przez gwiazdy oraz ciemną materię. Widać, że gwiazdy i ciemna materia po zderzeniu oddzieliły się od gorącego gazu. Nietrudno to wytłumaczyć. Przy zderzeniu galaktyk gwiazdy nie doznają prawie żadnych zaburzeń. Przechodzą obok siebie, gdyż odległości między nimi są ogromne w porównaniu z ich rozmiarami. Inaczej jest z gazem normalnej materii, który oddziałuje z materią z innych galaktyk i dlatego pozostaje z tyłu. Gwiazdy są więc już w niebieskiej części obrazu, ale jest tam także ciemna materia. Skąd to wiemy? Wykazało to modelowanie soczewkowania grawitacyjnego. Końcowy wniosek jest więc taki, że ciemna materia i gorący gaz to dwa zupełnie różne obiekty. Wobec tego możemy powiedzieć, że ciemna materia nie jest normalnym gazem, ale stanowi jakiś nowy, jeszcze nieznany rodzaj materii.



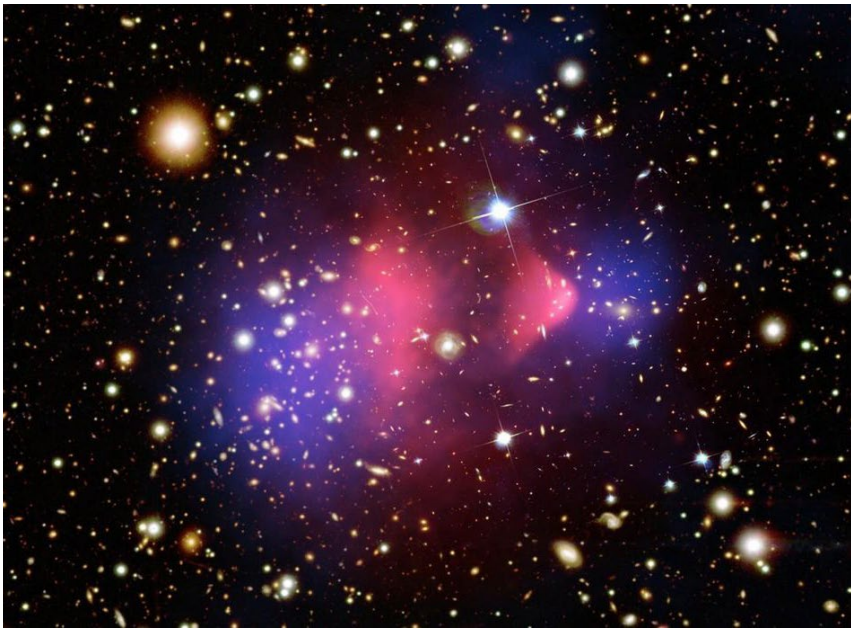
Źródło: NASA, ESA, Johan Richard (Caltech, USA)

Rys. 5. Gromada galaktyk Abell 2218 sfotografowana przez Kosmiczny Teleskop Hubble'a. Widoczne pierścienie Einsteina są dowodem występowania ciemnej materii w tej gromadzie

Inny ważny dowód obserwacyjny na występowanie ciemnej materii we Wszechświecie został dostarczony przez obserwacje mikrofalowego promieniowania tła (znanego też jako promieniowanie reliktowe). Pochodzi ono z okresu, kiedy Wszechświat był jeszcze bardzo gorący po Wielkim Wybuchu i kiedy promieniowanie i materia się rozdzieliły. Badania promieniowania tła były przeprowadzone przez NASA (satelita WMAP -*Wilkinson Microwave Anisotropy Background*) i ESA (satelita Planck). Otrzymane wyniki pokazują, że ciemna materia stanowi 26,8% całkowitej masy-energii Wszechświata, natomiast normalna materia to tylko 4,9%. Pozostałe 68,3% to ciemna energia, którą nie zajmujemy się w tym artykule. Tak więc mamy we Wszechświecie ponad 5 razy więcej ciemnej materii niż widocznej.

Pora zapytać, czym jest owa ciemna materia? Oczywiście astronomowie próbowali odpowiedzieć na to pytanie. Zastanawiali się, czy jest możliwe, że ciemna materia w galaktycznym halo to po prostu koncentracja masywnych obiektów, po angielsku *massive compact halo objec*t, czyli MACHO. Brano pod uwagę bardzo słabo widoczne gwiazdy, takie jak czerwone, brązowe lub białe karły, gwiazdy neutronowe, a nawet czarne dziury. A może to planety, które opuściły swoje gwiazdy i błądzą ponad dyskami galaktyk? Podjęto próby wykrycia takich obiektów, wykorzystując powodowane przez nie zjawiska grawitacyjnego soczewkowania, a ściślej mikrosoczewkowania. Metodę tę zaproponował i rozwinął polski astronom Bohdan Paczyński. Obserwacje zaczęły się w 1992 r. i wkrótce zarejestrowano pierwszy obiekt. W ciągu ponad dekady wykryto ich wiele. Jednak okazało się, że jest ich za mało, by MACHO mogły stanowić rozwiązanie problemu ciemnej materii[1].

Astronomowie wysuwali coraz to nowe idee. Jednak szybko się okazało, że żadna z nich nie potrafi w pełni wyjaśnić problemu ciemnej materii. Cóż więc pozostało? Zapytać fizyków. Może oni pomogą?

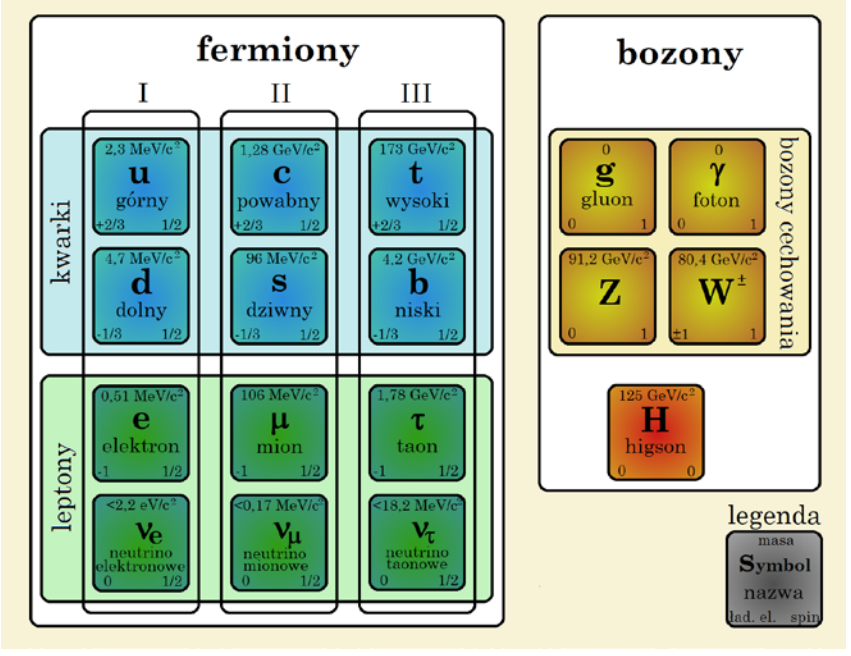


Źródło: NASA/CXC/CfA/M.Markevitch i in.; NASA/STScI; ESO WFI; Magellan/U.Arizona/D.Clowe i in.

Rys. 6. Obraz zderzających się gromad galaktyk, znanych jako Gromada Pocisk (The Bullet Cluster): biały kolor oznacza galaktyki, różowy to gorący gaz emitujący promieniowanie rentgenowskie a niebieski to model rozkładu ciemnej materii, skonstruowany w oparciu o soczewkowanie grawitacyjne

WYZWANIE DLA FIZYKÓW

Fizycy stworzyli Model Standardowy, dobrze opisujący występujące we Wszechświecie niepodzielne cząstki elementarne (rys. 7). Jest to 6 kwarków (górny, dolny, powabny, dziwny, wysoki albo prawdziwy i niski albo piękny), 6 leptonów (elektron, mion, taon, neutrino elektronowe, neutrino mionowe i neutrino taonowe), bozony przenoszące oddziaływania (foton, Z^0, $W^{\pm}$ i 8 gluonów) oraz bozon Higgsa, odkryty w 2012 r. Znana nam zwykła materia zbudowana jest głównie z protonów (2 kwarki górne i jeden dolny), neutronów (2 kwarki dolne i jeden górny) i elektronów. Neutrina są również w niej obecne. Tylko protony, elektrony, neutrina i fotony są stabilne. Inne cząstki podlegają szybkim rozpadom. Natomiast oddziaływania między



Rys. 7. Model Standardowy cząstek elementarnych: 12 fermionów (cząstek o spinie połówkowym), 4 bozony (cząstki o spinie całkowitym) przenoszące oddziaływania, oraz bozon Higgsa. Spin to kwantowa własność cząstek elementarnych, która odpowiada momentowi pędu

[1] Szczególną rolę odegrały tu prace astronomów warszawskich, prowadzone w ramach programu OGLE (zob. *Urania* 4/2012, s. 186, 190).

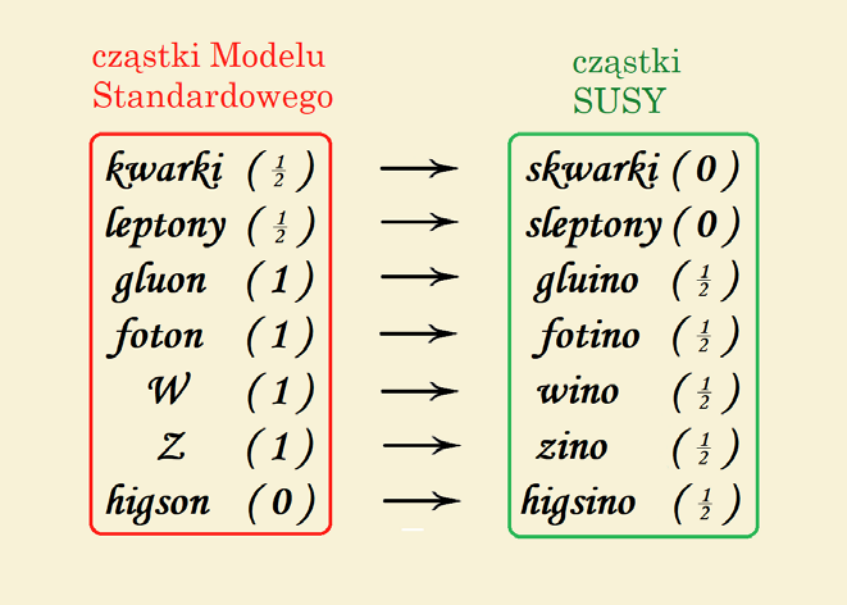
cząstkami elementarnymi (silne, elektromagnetyczne i słabe) odbywają się przez wymianę bozonów: silne – gluonów, elektromagnetyczne – fotonów i słabe – bozonów Z^0 i $W^{\pm}$. Bozon Higgsa (higson) to specjalna cząstka, która nadaje masy innym cząstkom elementarnym (z wyjątkiem fotonu i gluonu).

Opis zwykłej materii przez Model Standardowy jest poprawny, tzn. jest zgodny ze wszystkimi znanymi faktami eksperymentalnymi. Zapytajmy jednak, czy któraś z cząstek elementarnych Modelu Standardowego może być także cząstką ciemnej materii? Odpowiedź brzmi: nie!

Powód jest prosty. Cząstki Modelu Standardowego oddziałują z innymi cząstkami przez oddziaływanie silne, słabe albo elekromagnetyczne (przynajmniej jedno z nich). Natomiast według danych astronomicznych, ciemna materia oddziałuje ze zwykłą materią wyłącznie grawitacyjnie. Tymczasem, jak widać powyżej, grawitacja nie jest częścią Modelu Standardowego. Pod uwagę szczególnie brane były neutrina. Mają co prawda bardzo małą masę, ale za to jest ich bardzo dużo. Jednak właśnie z powodu tej małej masy poruszają się za szybko, żeby być ciemną materią – nie są w stanie tworzyć skupisk, np. w postaci galaktycznych halo.

Ponieważ żadna cząstka Modelu Standardowego nie wydaje się być budulcem ciemnej materii, fizycy postanowili znaleźć nową cząstkę, która spełniałaby tę rolę i byłaby rozszerzeniem Modelu Standardowego. Pojawiło się sporo propozycji. Omówmy je po kolei.

Rozważano możliwość, że inne kwarki mogą się połączyć z górnym i dolnym, tworząc stabilną cząstkę. Zaproponowano, że taka trwała cząstka może się składać z kwarka górnego, dolnego i dziwnego. Taka materia byłaby „dziwna", czyli na pewno inna niż zwykła, nam znana. Gdyby tak było, mielibyśmy nową cząstkę, która mogłaby być cząstką ciemnej materii. Idea wygląda interesująco. Jednak nigdzie nie znaleziono żadnych śladów tej cząstki ani na Ziemi, ani w kosmosie. Pojawiły się natomiast sugestie, że niektóre z zaobserwowanych we Wszechświecie obiektów to gwiazdy kwarkowe — zbudowane z plazmy kwarkowej (kwarki u, d, s i gluony). Czy tak jest naprawdę, przekonamy się, gdy nowe obserwacje potwierdzą te sugestie



Rys. 8. Hipotetyczne supersymetryczne odpowiedniki cząstek elementarnych (w nawiasach wartość spinu). Poszukiwany słabeusz może być złożeniem niektórych z nich, podobnie jak np. proton składa się z trzech kwarków

i że właśnie kwark dziwny jest znaczący w tych gwiazdach. A może inne kwarki również tworzą stabilne konfiguracje i tylko nie możemy ich zaobserwować, bo ukryte są w gwiazdach kwarkowych, neutronowych lub może w czarnych dziurach?

Aby w pełni zrozumieć następną ideę, musimy wrócić do fizyki cząstek elementarnych i zauważyć, że wszystkie neutrina są lewoskrętne, tzn. ich wektor spinu ma przeciwny zwrot do wektora pędu. Z tą skrętnością jest tak jak z rękawiczkami: mamy jedną na lewą rękę i drugą na prawą. Neutrino prawoskrętne miałoby spin skierowany w tym samym kierunku co pęd. Co ważne, mogłoby mieć większą masę, poruszać się wolniej, a zatem być cząstką ciemnej materii. Dotychczas jednak nigdy takiego nie widziano. Próbowano i ciągle próbuje się je znaleźć, ale wciąż bez jakichkolwiek pozytywnych wyników doświadczalnych. Szkoda.

Wymyślono więc *słabeuszy*, ciężkie cząstki słabo oddziałujące z widzialną materią (po angielsku WIMPs – *weakly interacting massive particles*) i zaczęto bardzo intensywne ich poszukiwania. *Słabeusze* to nowe cząstki, których nie ma w Modelu Standardowym. Ciągle jednak nie wiemy, co to za cząstki ani jak je znaleźć. Fizycy teoretycy mają jak zwykle różne pomysły, a jednym z nich jest wprowadzenie symetrii między fermionami i bozonami. Założono, że każdy fermion posiada związany z nim bozon, jak również każdy bozon ma swojego partnera, który jest fermionem. Symetria odpowiedzialna za to połączenie bozonów i fermionów została nazwana *supersymetrią*. Wynikiem tej supersymetrii jest duża ilość nowych cząstek elementarnych nazywanych supersymetrycznymi (*SUSY particles*) (rys. 8). Na przykład supersymetrycznym partnerem elektronu (o spinie 1/2) jest selektron (o spinie 0). Większość tych cząstek jest nietrwała, ale badania teoretyczne pokazały, że przynajmniej jedna z nich musi być stabilna. Pojawiła się nadzieja, że taka cząstka (nie wiadomo, która) mogłaby być kandydatką na cząstkę ciemnej materii, właśnie tym poszukiwanym *słabeuszem*. Jeżeli tak, to należy ją tylko znaleźć i sprawdzić, czy może to być cząstka ciemnej materii. Nie jest to proste i wymaga Wielkiego Zderzacza Hadronów (*LHC – Large Hadron Collider*), działającego w podziemnym tunelu długości 27 km w CERN, w pobliżu Genewy. Jest to największe takie urządzenie na świecie, znane z tego, że kilka nowych cząstek zostało tam już odkrytych, w tym bozon Higgsa. Poszukiwania stabilnej cząstki supersymetrycznej były prowadzone przy maksymalnych energiach, ale dotąd nie dostrzeżono nawet śladu żadnej nowej cząstki, która mogłaby być wymarzonym *słabeuszem*. Skoro w LHC jej nie widać, szukamy dalej.

Gdzie szukamy? Pod ziemią, w opuszczonych kopalniach, które zostały prze-

kształcone w wielkie laboratoria. Mamy kilka takich miejsc na świecie. Jedno z nich ulokowano we Włoszech, w *Laboratori Nazionali del Gran Sasso*. Sercem tego eksperymentu, nazwanego XENON10, jest zbiornik wypełniony ksenonem, częściowo ciekłym, częściowo gazowym. Wypatruje się w nim słabych scyntylacji, spowodowanych zderzeniami między cząstkami ciemnej materii i atomami ksenonu. Podobne badania trwają w Wielkiej Brytanii w eksperymencie nazwanym ZEPLIN-I, który też używa ksenonu i jest ulokowany w opuszczonej kopalni Boulby. Poszukiwania cząstki ciemnej materii są również prowadzone w USA, w byłej kopalni Soudan Mine w stanie Minnesota i w *Sanford Underground Research Facility* w Południowej Dakocie, we Francji w Modane Underground Laboratory i w Chinach w *Jinping Underground Laboratory* w Syczuanie. Pomimo tych bardzo intensywnych prób nie zdołano dotychczas zaobserwować żadnej nowej cząstki elementarnej.

Zasugerowano więc, że warunki, jakie powinna mieć cząstka ciemnej materii, może spełniać *aksjon*. To cząstka zaproponowana przez fizyków teoretyków do wyjaśnienia faktu, że silne oddziaływanie jest bardziej symetryczne niż oczekiwano. Próbowano nawet określić masę aksjonu. Okazało się, że jest ona bardzo mała w porównaniu z tym, czego normalnie się oczekuje od *słabeuszy*. Pomimo tak małej masy, zaczęto szukać aksjonów w eksperymencie nazwanym ADMX (*Axion Dark Matter Experiment*). I znów historia się powtarza. Intensywne poszukiwania dały zerowe wyniki. A więc nie ma też aksjonów, przynajmniej na razie.

To nie jest jednak koniec pomysłów fizyków teoretyków. Wymyślili oni, że może ciemna materia to naprawdę „ciemna materia". Miałaby to być materia zupełnie nowego typu, składająca się z ciemnych protonów, neutronów i elektronów. Cząstki te nie emitują żadnego promieniowania (są ciemne), gdyż wymieniają między sobą tylko ciemne fotony, których obecnie nie potrafimy zarejestrować. Te ciemne protony, neutrony i elektrony tworzą ciemne atomy, jak również większe cząsteczki. Jest to na pewno interesująca idea, ale czy prawdziwa? Tylko eksperymenty mogą rozstrzygnąć ten problem.

W powyższych rozważaniach tylko wspomnieliśmy o bozonie Higgsa. Poświęćmy tej cząstce trochę więcej uwagi i zastanówmy się, czy higson ma coś wspólnego z ciemną materią. Niektórzy teoretycy myślą, że jest z nią ściśle powiązany i być może ciemna materia oddziałuje ze zwykłą materią, wymieniając higson. Gdyby tak naprawdę było, wtedy rozpad bozonu Higgsa, który jest cząstką niestabilną, odbywałby się inaczej niż gdyby taka interakcja nie miała miejsca. Ten ciekawy pomysł może być testowany w LHC i pierwsze próby zostały już przeprowadzone. Dotychczas uzyskane wyniki wskazują, że rozpad higsonu wygląda normalnie. Nie widzimy w tym procesie żadnych energii, których nie potrafilibyśmy zidentyfikować. Potwierdzają to również najnowsze obliczenia numeryczne, zgodnie z którymi rozpad higsonu nie ma nic wspólnego z istnieniem cząstki ciemnej materii, przynajmniej w obszarze energii dotychczas uzyskanych w LHC. Badania jednak ciągle trwają i nowe dane są dostarczane. Przyszłość pokaże, czy rozpad higsonu jest taki, jak się oczekuje, czy może jest w nim coś tajemniczego, co może wskazywać na powiązania z ciemna materią.

Jak widać z powyższego opisu, fizycy mają wiele ciekawych idei na wyjaśnienie ciemnej materii. Jednak ciągle czekamy na eksperymentalne potwierdzenie, który z opisanych pomysłów ma naprawdę coś wspólnego z ciemną materią i może w końcu wyjaśnić jej naturę i pochodzenie.

KWANTOWA TEORIA CIEMNEJ MATERII

Spróbujmy obecnie opisać pokrótce interesującą ideę, zaproponowaną przez fizyka z Południowej Korei S.-J. Sina. Sin zaproponował, że cząstka ciemnej materii posiada bardzo małą masę, tak małą, że jest ona wiele rzędów wielkości mniejsza od masy elektronu. Pomysł sam w sobie jest bardzo ciekawy, a jego konsekwencje fizyczne są raczej nieoczekiwane. Ze względu na tak małą masę zaproponowana cząstka może być tylko opisana przez mechanikę kwantową. Oznacza to, że kwantowy opis tej nowej cząstki musi być przeprowadzony w skali całej galaktyki, a nie atomów. Innymi słowy, podstawowe równanie mechaniki kwantowej, równanie Schrödingera, używane np. do opisu atomu wodoru, teraz musi posłużyć do opisu galaktycznego halo ciemnej materii. Mamy więc kwantową teorię ciemnej materii.

Jeden z moich doktorantów bardzo zainteresował się tym pomysłem i napisał program komputerowy, rozwiązujący równanie Schrödingera w skali dowolnej galaktyki. Rozważana cząstka, opisywana przez to równanie, to bozon o zerowym spinie. Takie bozony podlegają statystyce Bosego-Einsteina, która pozwala im wszystkim na osiągnięcie tego samego (najniższego) stanu energetycznego i utworzenie tzw. kondensatu Bosego-Einsteina. Brzmi to tajemniczo, ale kondensat Bosego-Einsteina jest powszechnie znany w fizyce ciała stałego i obserwowany w wielu laboratoriach na świecie. To intrygujące, że podobny kondensat mógłby być obecny w galaktycznym halo ciemnej materii. Wspomniany doktorant rozwiązał numerycznie równanie Schrödingera, które zostało zmodyfikowane przez zastąpienie standardowego potencjału elektrycznego przez potencjał grawitacyjny ciemnej materii. Przyjął więc założenie, że ciemna materia nie oddziałuje ze zwykłą materią inaczej jak tylko grawitacyjnie, co obserwacje astronomiczne wydają się potwierdzać.

Poprawne określenie potencjału grawitacyjnego wymagało przyjęcia jakiegoś modelu rozkładu gęstości ciemnej materii w galaktycznym halo. Użyto modelu brytyjskiego astronoma J. Einasto. Uzyskane rozwiązania wykazały dużą zgodność z określonym obserwacyjnie modelem dla Drogi Mlecznej. Obliczenia zostały przeprowadzone także dla innych galaktyk spiralnych, eliptycznych, jak również karłowatych. Otrzymane wyniki okazały się pozytywne (zgodne z obserwacjami) dla małych galaktyk, jednak dla dużych spiralnych, a szczególnie bardzo dużych eliptycznych, wyniki nie były poprawne, gdyż wymagały zwiększenia masy cząstki ciemnej materii. Z fizycznego punktu widzenia taki zabieg nie ma sensu, gdyż każda duża galaktyka wymagałaby cząstki o innej masie. Okazało się, że zaproponowana przez Sina kwantowa teoria ciemnej materii nie jest poprawna. W nauce takie negatywne wyniki są również ważne, ponieważ eliminują hipotezy dające wyniki niezgodne z zasadami fizyki i obserwacjami.

Po niepowodzeniach teorii Sina, nasza grupa pracująca nad ciemną materią podjęła próby znalezienia równania, którego można by użyć do sformułowania

Autora artykułu możemy zobaczyć również w 32. odcinku naszego telewizyjnego serialu naukowego Astronarium pod tytułem „Ciemna materia". W zasadzie Profesor realizatorom programu niemal ułożył scenariusz całego odcinka, a przed kamerą podsumowuje zagadnienie. Po emisji odcinka w telewizji, gdzie uzyskał sumarycznie milionowa publiczność, program jest dostępny (bez reklam) na naszym specjalnym kanale YouTube: https://www.youtube.com/astronariumPl.

Inne spojrzenie na problem ciemnej materii przedstawił nasz stały komentator naukowy, Jerzy Kuczyński w „Uranii" 1/2019, s. 50.

nowej kwantowej teorii ciemnej materii. W Modelu Standardowym każda cząstka jest opisana przez inne równanie matematyczne, które jest z reguły równaniem różniczkowym drugiego rzędu. Znalezienie takiego równania ma oczywiście sens, jeżeli tylko wiemy, jak go szukać. Okazuje się, że można takie poszukiwania przeprowadzić bardzo skrupulatnie, jeżeli się weźmie pod uwagę pewne własności czasoprzestrzeni, w której żyjemy. Ponieważ krzywizna tej czasoprzestrzeni jest zaniedbywalnie mała w skali całego Wszechświata (tak przynajmniej pokazują obserwacje), możemy rozważać taką czasoprzestrzeń jako płaską, z wyjątkiem obszarów położonych blisko masywnych ciał niebieskich. Płaska czasoprzestrzeń jest opisana przez szczególną teorię względności (STW). Używając reguł STW i rozważając pewne ładnie zachowujące się funkcje matematyczne, udało się nam formalnie wyprowadzić równania, które stanowią podstawę współczesnej kwantowej teorii pola. Była więc nadzieja, że te same reguły pozwolą również znaleźć nowe równania opisujące inne stany materii, takie jak ciemna materia. Tak rzeczywiście się stało. Nowe równania zostały znalezione. Obecnie trwają badania nad tym, jakie nowe cząstki mogą one opisywać, czy któraś z nich ma coś wspólnego z domniemaną cząstką ciemnej materii i jak potwierdzić ich istnienie eksperymentalnie.

CO DALEJ Z CIEMNĄ MATERIĄ?

Główny wniosek z tego artykułu jest następujący: zupełnie nie wiemy, czym jest ciemna materia, jak powstała i kiedy ani dlaczego jest jej tak dużo. Nasza znikoma wiedza w tej kwestii może być frustrująca, szczególnie gdy pomyślimy, że we Wszechświecie jest tyle materii, o której tak mało wiemy. Jest jednak drugi, bardziej optymistyczny wniosek. Oto stoi przed nami ogromnie fascynujący problem. Jego rozwiązanie może mieć fundamentalne znaczenie dla naszego zrozumienia Wszechświata i może być początkiem następnej wielkiej rewolucji w fizyce i astronomii. Ta rewolucja być może pozwoli badać Wszechświat, używając ciemnej materii, a może również mieć wpływ na nasze życie codzienne. Nauka już dostarczyła i ciągle dostarcza tak wielu nowych i zadziwiających odkryć i osiągnięć, że niczego nie można wykluczyć!

Zdzisław Musielak wywodzi się z Kalisza, którego jest Honorowym Obywatelem. Studia ukończył w Poznaniu, doktorat obronił na Uniwersytecie Gdańskim. Od 36 lat pracuje w USA. Obecnie jest profesorem fizyki teoretycznej i astrofizyki na University of Texas w Arlington. Jego badania naukowe koncentrują się na formułowaniu fundamentalnych teorii fizycznych, które mogłyby opisywać ciemną materię, na fizyce matematycznej, a także poszukiwaniu planet pozasłonecznych, możliwych siedlisk życia.

Dwie galaktyki bez ciemnej materii

W 2018 r. naukowcy donieśli o odkryciu galaktyki, która jest niemal całkowicie pozbawiona ciemnej materii. Problem w tym, że materia ta – choć tajemnicza i wciąż nieuchwytna – stanowi według współczesnej fizyki znacznie większy procent masy Wszechświata niż materia zwykła. A tego typu galaktyk wcześniej nie obserwowano. Odkrycie było więc bardzo interesujące, ale sporo osób podeszło do niego sceptycznie. Był to jeden jedyny taki obiekt. Można było więc podejrzewać, że w badaniach doszło do jakiegoś błędu, a jego nietypowe własności są przez to zafałszowane.

Jednak w roku 2019 nastąpił przełom. 27 marca w „The Astrophysical Journal Letters" ukazała się praca, której autorzy znów potwierdzają dziwne własności galaktyki NGC 1052-DF2 (w skrócie DF2). Znajduje się ona jakieś 60 mln lat św. stąd i jest niemal całkowicie pozbawiona zauważalnej ilości ciemnej materii. Co więcej, w jeszcze innej publikacji na ten temat astronomowie poinformowali o następnej takiej galaktyce – ciemnej i dyfuzyjnej DF4.

Te nowe prace pokazują, że DF2 nie tylko faktycznie niemal nie ma ciemnej materii, ale i nie jest jedynym takim przypadkiem. Stanowi ona raczej część większej i nieznanej dotychczas populacji galaktyk, które wydają się być „wolne" od ciemnej materii – niewidocznego składnika kosmosu. Fakt ten może mieć duże znaczenie dla dalszych jej badań, a także dla współczesnych i przyszłych teorii na temat powstawania i ewolucji galaktyk. To nowy, fascynujący typ obiektów.

Galaktyka DF2 należy przy tym do stosunkowo nowej kasy galaktyk, zwanych galaktykami ultrarozproszonymi (UDG). Jest częścią większej grupy galaktyk, w której dominuje duża galaktyka eliptyczna NGC 1052. Po jej dokładnym zbadaniu z użyciem Kosmicznego Teleskopu Hubble'a i 10-m Teleskopu Kecka okazało się, że jest to typowa UDG, która może rywalizować z Drogą Mleczną pod względem wielkości, ale zawiera około 200 razy mniej gwiazd.

Posiadając już najnowsze obrazy tej galaktyki, astronom van Dokkum, wraz ze swym zespołem, zidentyfikował 10 gromad kulistych (dużych grup starych gwiazd) wewnątrz DF2 i odkrył, że poruszają się one trzy razy wolniej niż oczekiwano. Sugeruje to, że DF2 zawiera co najwyżej bardzo niewielką ilość ciemnej materii – w innym wypadku gromady musiałyby krążyć wokół jej środka znacznie szybciej. Wynik potwierdzono potem jeszcze bardziej precyzyjnymi pomiarami z Teleskopu Kecka.

Elżbieta Kuligowska

Ciemna materia rozpędza najmasywniejsze galaktyki spiralne

Jak szybko wiruje galaktyka? Droga Mleczna, średnia galaktyka spiralna, obraca się z prędkością 210 km/s w okolicy naszego Słońca. Nowe badania wykazały, że najbardziej masywne galaktyki spiralne wirują szybciej, niż oczekiwano. Te najpotężniejsze, z których największa ma masę około 20 razy większą niż Droga Mleczna, wirują z prędkościami do 570 km/s.

„Supergalaktyki spiralne" są wyjątkowe pod każdym względem. Oprócz tego, że są znacznie masywniejsze niż Droga Mleczna, są również jaśniejsze i większe pod względem rozmiarów fizycznych. Rozpiętość największej z nich to 450 000 lat św., w porównaniu do średnicy 100 000 lat św. w przypadku Drogi Mlecznej. Do tej pory znanych jest tylko około setki takich galaktyk. Zostały odkryte jako ważna nowa klasa galaktyk podczas analizy danych z SDSS i z NED.

10 października opublikowano w „Astrophysical Journal Letters" artykuł przedstawiający nowe dane na temat prędkości rotacji 23 takich galaktyk, zebrane za pomocą teleskopu SALT. Dodatkowe dane uzyskano przy użyciu 5-m Teleskopu Hale'a z Obserwatorium Palomar. Wykorzystano także dane z misji WISE uzyskane w podczerwieni.

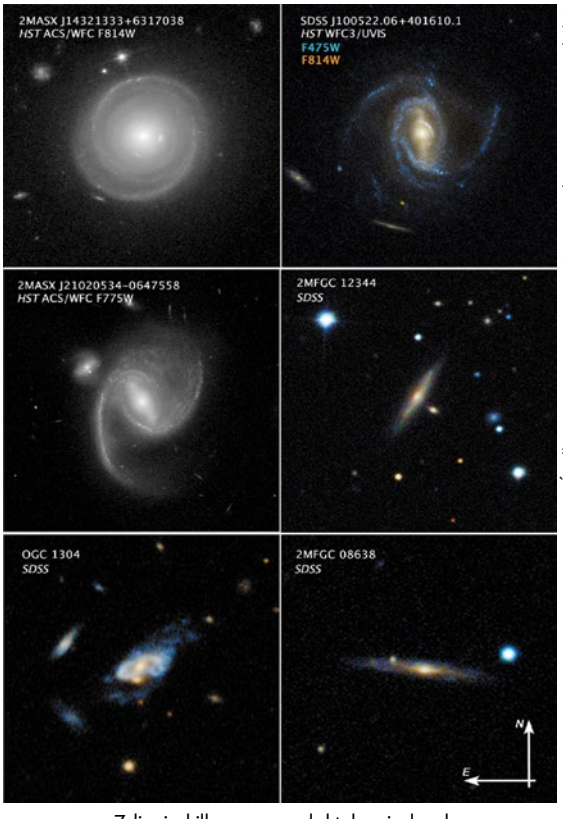
Teoria sugeruje, że galaktyki te wirują szybko, ponieważ znajdują się w niewiarygodnie dużych halo ciemnej materii. Od dziesięcioleci ciemną materię wiąże się z rotacją galaktyk. Pionierem prac nad prędkościami rotacji galaktyk była Vera Rubin, pokazując, że galaktyki spiralne obracają się szybciej, niż gdyby ich grawitacja była wywołana jedynie obecnością gwiazd i gazu. Dodatkowa, niewidoczna substancja, zwana ciemną materią, musi wpływać na rotację galaktyki. Oczekuje się, że galaktyka spiralna o danej masie będzie się obracać z określoną prędkością.

Nowe wyniki, które uzyskał zespół kierowany przez Patricka Ogle ze Space Telescope Science Institute w Baltimore (Maryland, USA), pokazują jednak, że największe galaktyki spiralne znacząco przekraczają spodziewaną prędkość rotacji. Rezydują one też w znacznie większych halo ciemnej materii. Najbardziej masywne halo, które mierzył Ogle, zawiera ilość ciemnej materii odpowiadającą 40 bilionom mas Słońca. To ilość, którą zwykle zawiera grupa galaktyk, a nie pojedyncza galaktyka. Co więcej, naukowcy sugerują, że spin galaktyki jest zależny od masy halo ciemnej materii.

Fakt, że galaktyki te łamią związek pomiędzy masą galaktyki zawartą w gwiazdach, a tempem rotacji, stanowi nowy dowód przeciwko alternatywnej teorii grawitacji, znanej jako zmodyfikowana dynamika newtonowska (MOND). Hipoteza MOND sugeruje, że w największych skalach, takich jak galaktyki i gromady galaktyk, grawitacja jest nieco silniejsza, niż byłaby przewidywana przez teorie Newtona lub Einsteina. Spowodowałoby to na przykład, że zewnętrzne obszary galaktyki spiralnej obracałyby się szybciej, niż można by się tego spodziewać na podstawie masy gwiazdowej. MOND ma na celu odtworzenie standardowej zależności prędkości rotacji galaktyk spiralnych, dlatego nie jest w stanie wyjaśniać wartości odstających, takich jak w „supergalaktykach spiralnych".

Jest jeszcze jeden ciekawy fakt dotyczących „supergalaktyk spiralnych". Pomimo iż są najmasywniejsze, to tak naprawdę mają niedowagę masy w gwiazdach, w stosunku do tego, co byśmy oczekiwali po ilości ciemnej materii, którą zawierają. Rodzi to sugestię, że duża ilość ciemnej materii może hamować powstawanie gwiazd. Mogą istnieć dwie przyczyny takiego zjawiska: dodatkowy gaz przyciągany przez galaktykę zderza się ze sobą i rozgrzewa, uniemożliwiając schłodzenie i formowanie gwiazd, albo szybkie tempo obrotu galaktyki utrudnia obłokom gazu zapadanie się.

Agnieszka Nowak



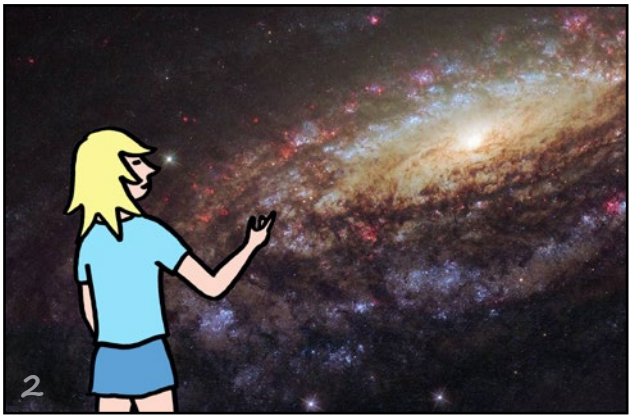
Źródło: pierwsze trzy – NASA, ESA, P. Ogle oraz J. DePasquale (STScI), kolejne trzy – SDSS, P. Ogle oraz J. DePasquale (STScI)

Zdjęcia kilku super galaktyk spiralnych

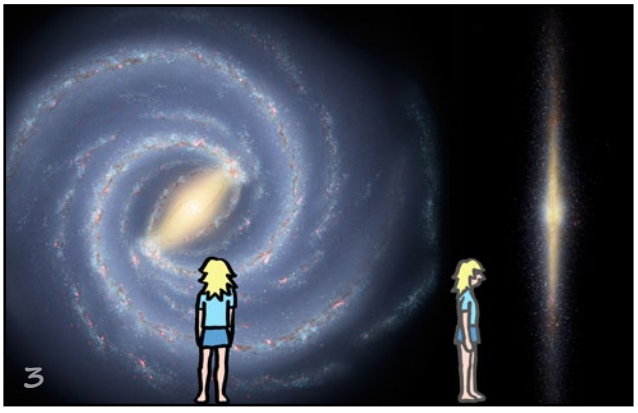
Przygody Uranii w kosmicznej otchłani

9. Ciemna materia

Może byś wreszcie przestała ściemniać
Cóż to takiego ciemna materia?
Czy to nie bajki dla grzecznych dzieci?
Wszystko co widać, przecież się świeci!



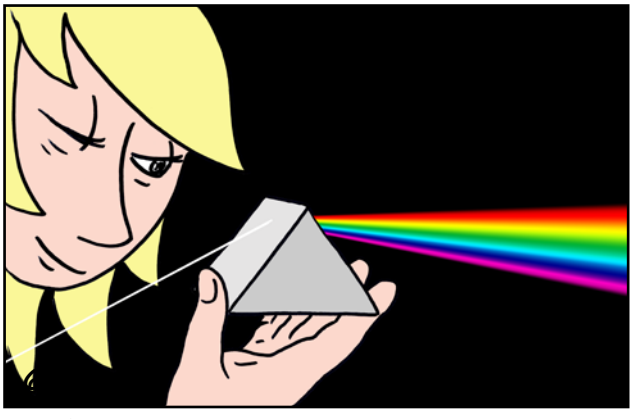
I cóż tam widzisz? – pytam Uranię?
– Popatrz, jak świeci spiralne ramię
I zwarte jądro opasa ciasno,
Które się jarzy najbardziej jasno!



Gdzieniegdzie zalśni, o czym wie każdy
Obłok gazowy, a w środku gwiazdy
Tworzą galaktyk wzór w twoim oku.
Zupełnie inny zobaczysz z boku.

Ni to kapelusz, ni to sombrero
Rozpoznasz obraz teraz dopiero
Gdy gwiazdy lśniące srebrzystym blaskiem
Są rozdzielone smolistym paskiem.

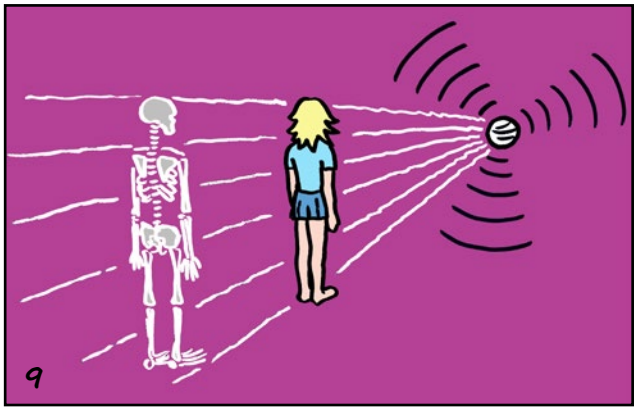
Ciemna materio, tuś się ukryła!?
Nie, to obłoki chłodnego pyłu
Jak worek węgla mgławicą ciemną
Pozasłaniały gwiazdy przede mną.



Światło, wiadomo, w sześć barw się mieni:
Czerwień, pomarańcz, żółć do zieleni
niebieski, fiolet. Tyle w pokorze
Co ludzkie oko rozróżnić może.

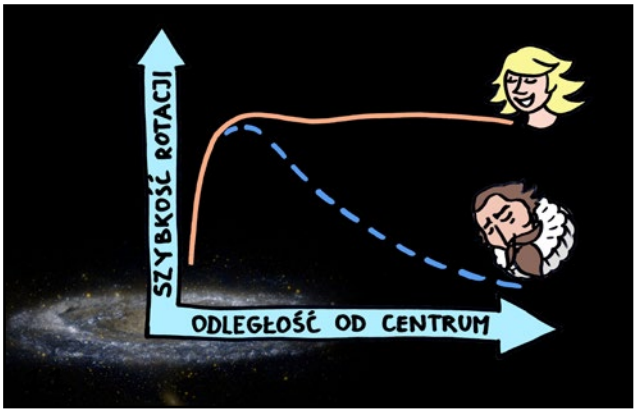
Czy są czerwieńsze promienie światła
I fioletowsze? – odpowiedź łatwa:
Choć niewidzialne, ale się mienią
Ultrafioletem i podczerwienią.

Innymi słowy, kochane dzieci,
Co jest nagrzane, to musi świecić.
Te najchłodniejsze, w radiu domena
Zaś najgorętsze świecą w rentgenach.



To tylko kilka przykładów licznych
Znanych fal elektromagnetycznych
I zrozumieją, starzy i młodzi
Jeśli się świeci, znaczy się chłodzi.

I tak trafiamy w tej sprawy sedno
Co się nazywa materią ciemną
Oto jej obraz obrazoburczy
Jeśli nie świeci to się nie kurczy.



I obejmuje wokół galaktyk
Wielki przestrzenie – takie są fakty
Na przekór znanych Keplera reguł
Przyspiesza gwiazdom prędkość obiegu.

Co o niej wiemy, prócz tych gwiazd ruchów?
To, że powstała w Wielkim Wybuchu!
Ciemna materia, ciemne badziewie...
Co to takiego? Nikt jeszcze nie wie!

Tekst: Maciej Mikołajewski, rysunki: Jacek Drążkowski

Zatrzymać światło, zachować ciemność

Projekt *Dark Sky Poland*

Piotr Nawalkowski, Natalia Krzeszowiak, Patryk Bończyk

W 2019 r. Stowarzyszenie POLARIS – OPP prowadzące od 2005 r. Program Ciemne Niebo, pozyskało na ten cel dotację z Narodowego Instytutu Wolności – Centrum Rozwoju Społeczeństwa Obywatelskiego w ramach Funduszu Inicjatyw Obywatelskich na lata 2014–2020. Projekt pt. „Dark Sky Poland" realizowany jest po raz pierwszy w zasięgu ogólnopolskim, o czym warto wiedzieć ze względu na działania zachęcające do czynnego zaangażowania każdego, komu nie jest obojętna utrata piękna ciemnego nieba.

ODDZIAŁYWANIE ZANIECZYSZCZENIA ŚWIATŁEM?

O zanieczyszczeniu światłem (ang. *light pollution*) mówimy od lat 70. XX w., kiedy to zoolodzy zauważyli związek zanieczyszczenia sztucznym światłem z zaburzeniami w behawiorze zwierząt ekosystemów nocnych[1]. Zaś astronomowie jako pierwsi zaobserwowali uciążliwość tego zjawiska już w latach 50. w USA[2]. Termin ten odnosi się do wszystkich negatywnych oddziaływań związanych z tym zanieczyszczeniem, które można odnaleźć w astronomii, ekologii, ludzkim zdrowiu, bezpieczeństwie drogowym, dziedzictwie kulturowym oraz ekonomii.

Trzeba mieć na uwadze, że głównym źródłem zanieczyszczenia jest oświetlenie uliczne, jednak nie tylko, ponieważ wiele zależy również od naszych przydomowych instalacji. Jasność ciemnego nocnego nieba wzrasta przez światło rozproszone w atmosferze[3].

[1] Ściężor 2015, Politechnika Krakowska.
[2] International Dark-Sky Association, https://www.darksky.org/
[3] Szwed 2013, Uniwersytet Warszawski.

W Polsce 100% nocnego nieba jest zanieczyszczona sztucznym światłem[4]!

ŚWIADOMOŚĆ POLAKÓW

Według przeprowadzonych w 2015 r. w Polsce badań społecznych[5] zaledwie 5% ankietowanych znało pojęcie zanieczyszczenia światłem. Z kolei aż 37% osób uważa, że nadmiar sztucznego światła w porze nocnej nie stanowi problemu. Mieszkańcy miast powyżej 100 tys. mieszkańców świadomie odczuwają jego skutki. Również osoby zamieszkujące duże miasta częściej określają nadmiar światła jako problem niż mieszkańcy mniejszych miejscowości i wsi. Ponad połowa ankietowanych dostrzega w głównej mierze jedynie aspekt ekonomicznych strat. 25% badanych nie chce ograniczać ilości używanego światła, zaś pozostałe 75% ankietowanych byłoby skłonnych do zmian. Najwięcej zwolenników (30%) uzyskałby zakaz oświetlania reklam w późnych godzinach nocnych.

[4] Fabio Falchi i in., Science Advances 2(4), e1600377, 2016.
[5] Zespół Badań Społecznych w TNS Polska na zlecenie Ministerstwa Środowiska, raport „Problem hałasu, odoru i zanieczyszczenia światłem w oczach Polaków" 2015.

ZAŁOŻENIA PROJEKTU DARK SKY POLAND

Patrząc w przeszłość, ze smutkiem należy stwierdzić, że w Polsce jak dotąd nie zostały podjęte skuteczne programy rządowe o wymiarze edukacyjnym czy informacyjnym, nie mówiąc już o przeciwdziałaniu temu zjawisku na skalę całego kraju, jak to ma miejsce np. w odniesieniu do zanieczyszczenia powietrza czy uciążliwości hałasu. Nasza organizacja jest jedną z pierwszych, która podjęła się działań blisko 15 lat temu, jednak prócz niewielkich projektów z Wojewódzkiego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej czy Programu Rozwoju Obszarów Wiejskich, dotąd nie udało nam się pozyskać środków na wysiłki o szerszym zasięgu. W związku z powyższym w tym roku projektem objęty został obszar całego kraju, ale ze szczególnym uwzględnieniem wybranych regionów, które są nieco mniej zanieczyszczone światłem oraz co najważniejsze — gdzie zostały podjęte już pierwsze kroki ku aktywizacji społecznej pod tym względem.

Głównym celem projektu jest więc wzrost zaangażowania obywateli i spo-

łeczności lokalnych w czynną redukcję zanieczyszczenia sztucznym światłem poprzez zwiększenie świadomości nt. jego negatywnego wpływu oraz metod redukcji, a także zwiększenie partycypacji obywatelskiej we współpracy z JST (Jednostkami Samorządu Terytorialnego) przy ustanawianiu „lokalnych polityk oświetleniowych".

Trzeba mieć na względzie, że projekt podejmuje mało znaną jeszcze w Polsce problematykę. Poprzez zwiększanie świadomości społecznej na temat oddziaływania nieprawidłowego oświetlenia oraz udzielania porad na coraz więcej spływających próśb o pomoc, chcemy zaadaptować modele rozwiązań z zagranicy, oparte na współpracy międzysektorowej oraz bezpośrednim zaangażowaniu obywateli w procesach świadomego wyboru „dobrego" oświetlenia przestrzeni publicznej jak i prywatnej. Chcemy poprzez nasze działania wzmocnić partycypację obywatelską przy stanowieniu porozumień lokalnych — zwanych „lokalną polityką oświetleniową". Głównymi lokalizacjami, do których kierujemy nasze działania, są cenne jeszcze obszary ciemnego nieba jak Warmia i Mazury, centralna Wielkopolska, Góry Izerskie, Beskid Żywiecki czy Bieszczady. Efektem tych działań będzie promocja zrównoważonego rozwoju pod względem oświetlenia zewnętrznego, poprawa bezpieczeństwa na drogach, aktywizacja mieszkańców w kierunku działań na rzecz nocnego środowiska naturalnego czy rozwoju pasji do astronomii.

Adresatem projektu jest tak naprawdę każdy. Bierzemy bowiem pod uwagę mieszkańców sołectw i gmin znajdujących się w obszarach o niskim poziomie zanieczyszczenia sztucznym światłem, ze szczególnym uwzględnieniem np. parków krajobrazowych, okolic parków narodowych oraz terenów wiejskich, w których poprzez spotkania, prelekcje czy kolportaż materiałów chcemy zachęcać do rzeczywistej bądź prewencyjnej redukcji uciążliwego światła zewnętrznego (uświadamianie o możliwości wyboru prawidłowych opraw oświetleniowych). Druga grupa beneficjentów to mieszkańcy miast i miejscowości znajdujący się w obszarze o wysokim poziomie zanieczyszczenia sztucznym światłem, takich aglomeracji i okolic jak GOP, Warszawa, Kraków, Poznań czy Wrocław będących tzw.

Działacze regionalni Programu Ciemne Niebo Polska (2019 rok):

www.ciemneniebo.pl

Dofinansowano przez Narodowy Instytut Wolności - Centrum Rozwoju Społeczeństwa Obywatelskiego ze środków Programu Fundusz Inicjatyw Obywatelskich na lata 2014-2020

Program Fundusz Inicjatyw Obywatelskich na lata 2014-2020 FIO

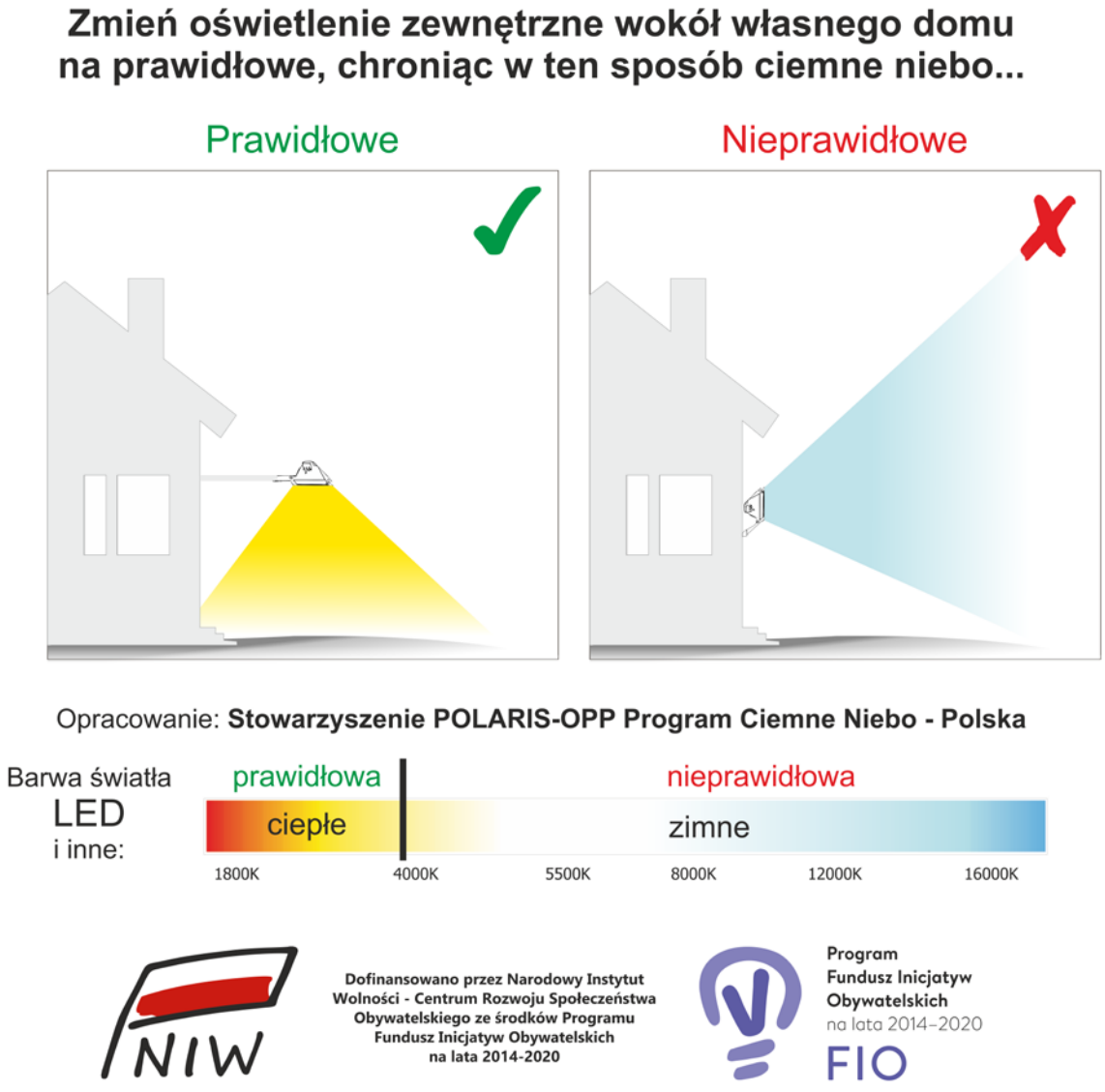
„wyspami światła", którzy od 2005 r. coraz częściej zgłaszają się do nas o pomoc w likwidacji świetlistych reklam, bilbordów, uciążliwych iluminacji czy opraw ulicznych świecących im prosto w okna (beneficjenci ci otrzymają bezpośrednie wsparcie merytoryczne, włącznie z możliwością przyjazdu działaczy programu na miejsce).

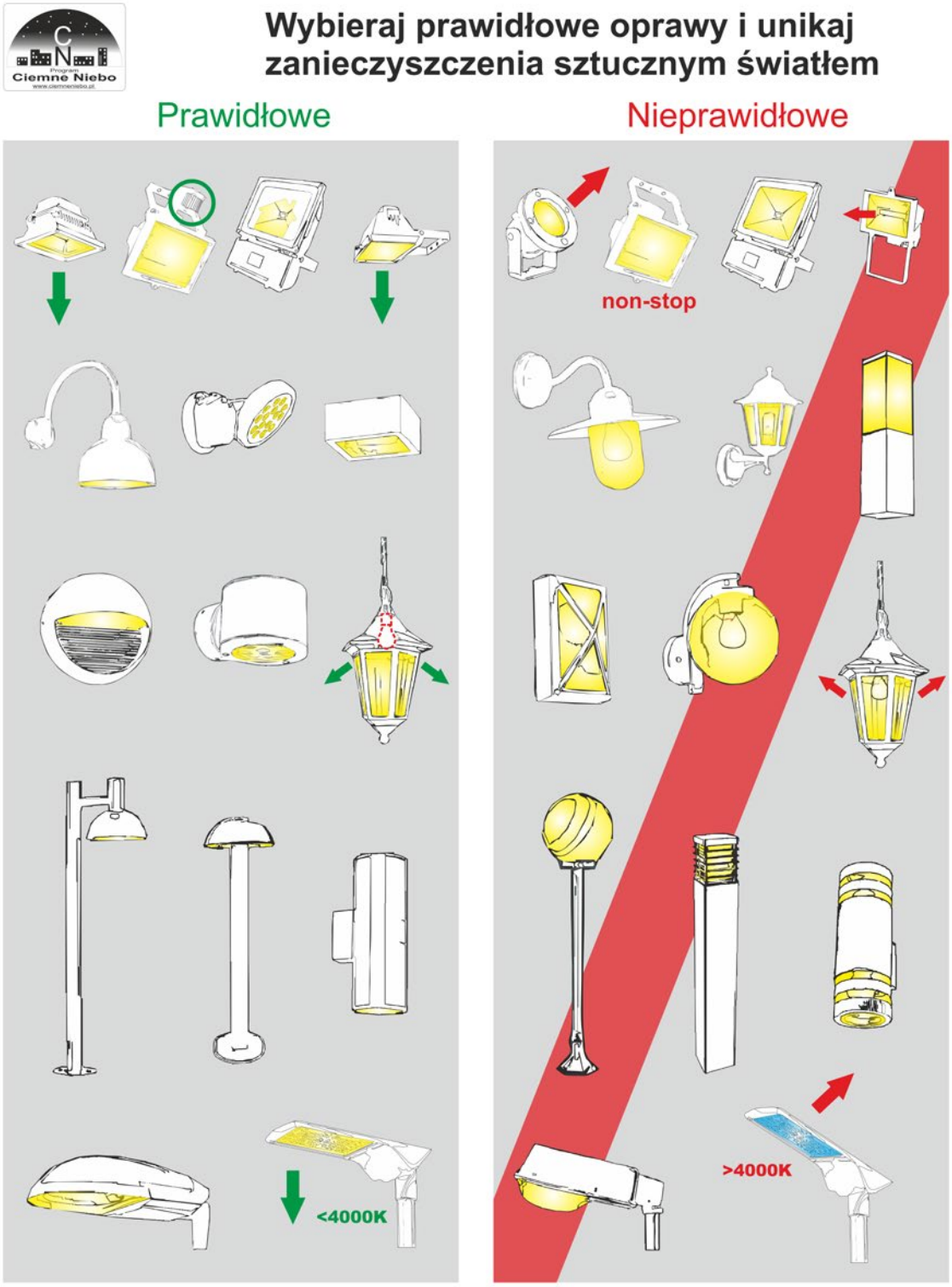
DZIAŁACZE REGIONALNI PROGRAMU CIEMNE NIEBO

Właśnie z tytułu działań w terenie, projekt przewidywał rekrutację 5 działaczy regionalnych Programu Ciemne Niebo, których zadaniem będzie troska o przeciwdziałanie zanieczyszczeniu sztucznym światłem w ww. regionach kraju. Zostali oni wybrani w rekrutacji otwartej, przeszkoleni przez ekspertów powiązanych głównie z Ogólnopolskimi Konferencjami nt. Zanieczyszczenia Światłem (OKZŚ — najbliższa prawdopodobnie odbędzie się na jesień 2020 w Łodzi), odbyli praktyczną część szkolenia w postaci wizyty rozpoznawczej na terenie pierwszego w Polsce, czynnego obszaru ochrony ciemnego nieba w Sopotni Wielkiej, a także otrzymali podstawowy sprzęt, jak czujniki SQM-L, luksomierze czy materiały na temat praktycznych rozwiązań minimalizujących ucieczkę sztucznego światła (ulotka dołączona do niniejszego numeru „Uranii–PA"). Co ciekawe, do końca listopada zostanie przeprowadzony przez nich konkurs na najlepiej oświetlone gospodarstwo (najbardziej prawidłowo pod względem ochrony ciemnego nieba), znajdujące się na wybranych obszarach, tj. Izerski Park Ciemnego Nieba i okolice, Park Gwiezdnego Nieba Bieszczady, obszar ochrony ciemnego nieba CN-001 Sopotnia Wielka, Ostoja Ciemnego Nieba w Izdebnie oraz na terenie Dobrego Miasta i okolic. Do wygrania pięć teleskopów astronomicznych z serii Sky Watcher 150/900 mm. Z działaczami regionalnymi można się skontaktować za pośrednictwem biura projektu Dark Sky Poland, pisząc na adres ciemnenie-bo@op.pl

KAŻDY MOŻE SIĘ ZAANGAŻOWAĆ

Projekt Dark Sky Poland to jednak coś więcej niż tylko działania w pięciu wybranych regionach kraju. Specjalnie została zawiązana grupa ekspertów składająca





się z naukowców, prelegentów OKZŚ czy działaczy Stowarzyszenia POLARIS — OPP, którzy mogą udzielać wsparcia merytorycznego czy technicznego lub pomóc w praktyce, jak zacząć czynnie działać na rzecz ochrony ciemnego nieba na swoim terenie. Ulotka jest tego przykładem i porusza zagadnienia, w jakich można uzyskać pomoc merytoryczną. Można więc napisać do nas na adres ciemneniebo@op.pl nie tylko o bezpłatną przesyłkę materiałów informacyjnych, jak chociażby wydana niedawno broszura IAU o zanieczyszczeniu światłem w polskiej wersji językowej (również konsultowana przez naszą grupę ekspertów) czy ww. ulotka, ale i zwrócić się o pomoc w wybranym zagadnieniu nt. wpływu zanieczyszczenia światłem na zdrowie, ekologię, ekonomię, bezpieczeństwo, astronomię czy same kwestie rozwiązań techniki oświetleniowej. Warto z materiałami i wiedzą ekspercką przespacerować się po swojej okolicy czy porozmawiać z sąsiadem, że jego naświetlacz LED z „zimną barwą światła" świecący przez całą noc, to nic dobrego dla otoczenia…

PATROL INTERWENCYJNY CIEMNEGO NIEBA

Oprócz tego na terenie południowej Polski do końca listopada 2019r. działa specjalna grupa robocza dokonująca modernizacji oświetlenia zewnętrznego, której zadaniem jest nie tylko doradztwo w wyborze zakupu prawidłowych opraw, ale i z wykorzystaniem samochodu pomiarowo-technicznego, mogą po ustaleniu i rezerwacji terminu przyjechać w wybrane miejsce, aby pomóc prawidłowo zamontować lampy. W tym zakresie jednak liczba wyjazdów jest ograniczona i działania tego typu odbywają się głównie w woj. śląskim oraz południowej Małopolsce. W skład zespołu wyjazdowego wchodzi zawsze działacz Programu Ciemne Niebo prowadzący przeszkolenie i konsultacje z mieszkańcami, posiadający materiały informacyjne oraz elektryk/monter z uprawnieniami SEP i podstawowymi narzędziami do prac na instalacjach oświetleniowych. Przyjazd tzw. „patrolu ciemnego nieba" może się również okazać przydatny przy interwencji związanej ze szczególnie uciążliwym światłem, gdzie wniosek o dokonanie pomiaru natężenia czy poziomu luminancji na legalizowanych urządzeniach, może złożyć grupa mieszkańców np. jednego osiedla, bloku czy wybranej społeczności, dotkniętej problemem uciążliwości sztucznego światła w ich otoczeniu. Wszystkie tego typu usługi czy wsparcie odbywa się bezpłatnie.

WIZYTA W URZĘDZIE

Jeszcze innym sposobem na szersze działania we własnym otoczeniu jest wsparcie ze strony Programu Ciemne Niebo przy tworzeniu tzw. lokalnych polityk oświetleniowych. Można spróbować wybrać się na rozmowę do urzędu gminy czy miasta i skorzystać z pomocy (asysty) przedstawiciela Programu, który po ustaleniu daty spotkania przyjedzie na miejsce, aby udzielić wsparcia merytorycznego przy przekonywaniu np. radnych do podjęcia uchwały krajobrazowej redukującej zanieczyszczenie świetlistymi reklamami czy też rezygnacji z instalowania w przestrzeni publicznej opraw LED o temperaturze barwowej powyżej 4000 K („zimne światło białe"). Niestety na polskim rynku nie ma jeszcze dostępnych tzw. LED-ów bursztynowych, ale być może coś się w tej materii zmieni w najbliższym czasie, bo producenci już się nad tym zastanawiają. Czasami wystarczy nawet niewielki impuls od mieszkańców, aby włodarze przyjęli strategię ograniczenia emisji światła na terenie danej gminy, bo wynikają z tego również oszczędności jak i promocja np. astroturystyki.

WIZYTA W SKLEPIE

Głównym, praktycznym problemem z rosnącym poziomem zanieczyszczenia sztucznym światłem jest brak odpowiednich opraw oświetleniowych w sprzedaży. Mieszkańcy bardzo często nie mają wyboru lub nieświadomie kupują na miejscu nieprawidłowe oprawy emitujące sztuczne światło w niepożądanych kierunkach lub o niewłaściwej barwie („zimne światło białe"). I w tym zakresie z pomocą przychodzi również Program Ciemne Niebo, bo dla każdego sklepu oświetleniowego czy hurtowni instalacyjnej oferujemy bezpłatną tablicę z przykładami dobrych i złych opraw oraz informacją, że w tym sklepie można zakupić oprawy oświetleniowe, które redukują zanieczyszczenie sztucznym światłem. Wystarczy więc wybrać się na rozmowę do lokalnego sklepu instalacyjnego i zapytać, czy wiedzą coś o zagadnieniu, a jeśli nie (bardzo często tak się niestety zdarza), przedstawić im materiały informacyjne otrzymane z Programu Ciemne Niebo. Firmy, które zgodzą się na umieszczenie bezpłatnej tablicy informacyjnej wewnątrz lub na zewnątrz sklepu z przykładami opraw, a może i nawet wydzielą specjalną półkę na lampy, które chronią ciemne niebo, mogą otrzymać od nas bezpłatne oznakowanie, certyfikat współpracy oraz bezpłatne umieszczenie w wykazie punktów sprzedaży prawidłowych opraw, który opublikowany zostanie w ramach projektu na stronie www.ciemneniebo.pl

TO DO NAS NALEŻY OPIEKA NAD DZIEDZICTWEM CIEMNEGO NIEBA

Musimy mieć na uwadze, że tak naprawdę każda duża zmiana zaczyna się od naszego własnego poletka, które uprawiamy w trudzie codzienności. Można by rzec, że zmianę należy zacząć na własnym podwórku, i to dosłownie! Tym samym zachęcamy, aby zacząć czynnie działać na rzecz ochrony ciemnego nieba. Nasza tożsamość kulturowa związana z Mikołajem Kopernikiem powinna nas nie tylko mobilizować, ale w pewnym stopniu nakłada na nasze barki odpowiedzialność. No bo co powiemy przyszłym pokoleniom, gdy zapytają, czy to za naszych czasów utraciliśmy widok Drogi Mlecznej w Polsce? Oby taki moment nie nadszedł, bo będzie on najprawdopodobniej najsmutniejszym w historii Polskiej Astronomii… My wszyscy jesteśmy więc obecnie odpowiedzialni za to, aby do tego nie dopuścić.

Broszury o zastosowaniach astronomii i zanieczyszczeniu świetlnym

Polskie Towarzystwo Astronomiczne (PTA) wydało wraz z partnerami polskie wersje dwóch publikacji opracowanych przez Międzynarodową Unię Astronomiczną (IAU). Jedna nosi tytuł „Od medycyny po Wi-Fi. Techniczne zastosowania astronomii w służbie społeczeństwa"), a druga „Zanieczyszczenie światłem". Broszury są dystrybuowane przez różne instytucje i organizacje astronomiczne. Tę o zanieczyszczeniu świetlnym załączamy do niniejszego numeru „Uranii", a drugą dołączymy do jednego z kolejnych numerów. Z kolei wersje elektroniczne można pobrać nieodpłatnie ze strony www.pta.edu.pl/wydawnictwa/broszury.

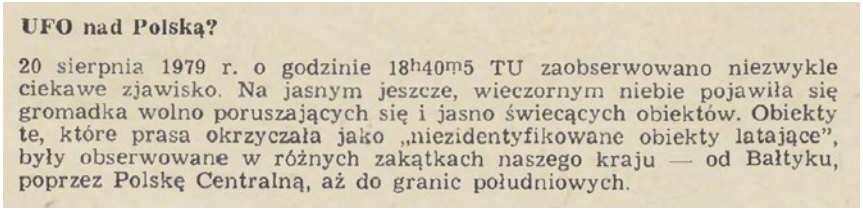
(kc)

Z zamiłowania ASTRONOM (IV)

UFO NAD POLSKĄ

Nie wszystko złoto, co się świeci i nie wszystko to, co widzimy na niebie, musi być natychmiast wytłumaczone. Nawet po 32 latach udało się wyjaśnić pojawienie się na niebie wolno poruszających i jasno świecących obiektów. Czwarta część astronomicznych wspomnień Janusza Wilanda jest „Historią pewnej kolacji" i dotyczy właśnie słynnego przelotu UFO nad Polską, które pojawiło się 20 sierpnia 1979 r.

Dawno, dawno temu, podczas pewnego poniedziałku, gdy już od pół roku należałem do PTMA, wieczorem dziwnym trafem nie pojechałem na ul. Bartycką na normalne spotkanie. Ten wieczór spędziłem w domu. Wieczorem, 20 sierpnia 1979 r. mama poinformowała mnie, że właśnie kupiła świeżutkie bułeczki i akurat w tym momencie poczułem silny głód. Będąc wściekle głodny, zacząłem kroić nożem kuchennym pierwszą bułeczkę. Faktycznie dziwne, że o tej porze była świeża i już nic nie wskazywało na to, że zaprzestanę tego krojenia. Gdy nożem dojechałem do połowy bułki, z niewiadomych do tej pory dla mnie powodów znieruchomiałem na chwilę, po czym rzuciłem bułeczkę z wbitym w nią nożem na stół kuchenny i puściłem się biegiem do swojego pokoju. Otworzyłem okno i wyjrzałem, patrząc od razu w górę na niebo. Zobaczyłem na niebie niesamowity przelot grupy bardzo jasnych bolidów. Przelot ten wywarł na mnie olbrzymie wrażenie. Jak tylko bolidy zniknęły, od razu zapisałem relację z tej obserwacji w swojej „Księdze Gwiazd Janusza". Poniżej przedstawiam Wam to, co zapisałem w chwilę po tym wydarzeniu.

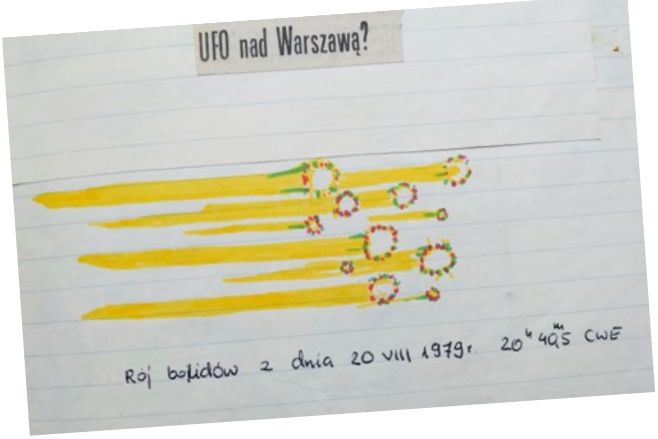


UFO nad Polską?

20 sierpnia 1979 r. o godzinie 18h40m5 TU zaobserwowano niezwykle ciekawe zjawisko. Na jasnym jeszcze, wieczornym niebie pojawiła się gromadka wolno poruszających się i jasno świecących obiektów. Obiekty te, które prasa okrzyczała jako „niezidentyfikowane obiekty latające", były obserwowane w różnych zakątkach naszego kraju — od Bałtyku, poprzez Polskę Centralną, aż do granic południowych.

20 VIII 1979 r. 20h 40,5m CWE Rój bolidów!!! Lecący wolno mieniący się chyba wszystkimi kolorami tęczy, szczególnie zieleń i czerwień widoczna. Bardzo zwarty rój, kilkanaście bolidów skupionych w kole o średnicy 4°. Coś niesamowitego. Smugi długości kilku stopni. Przelot trwał ok. 10 s przez Deneba prawie na linii północ–południe i chyba przez Altaira. Widoczny był od zenitu prawie po horyzont. Widać było smugi zmieniające się przez gaśnięcie jednych i zapalanie się innych. Bardzo jasne, jasność pojedynczych dochodziła do jakiejś –7 do –9 mag i były grubo jaśniejsze od Wenus. Było kilka jasnych i kilka ciemniejszych.

Po zapisaniu relacji mogłem spokojnie wrócić do swojej kolacji. Do dziś nie wiem, co mogło mnie wtedy wygonić z kuchni, abym wyjrzał przez okno. Aby przypadkom i dziwnym zbiegom okoliczności jeszcze nie było końca, to dodam, że mieszkam na drugim piętrze i piękne klony, które rosną przy moim bloku, zasłaniają mi prawie całe dostępne niebo. Widoczny mam tylko jedynie bardzo wąski pasek nieba od zenitu do prawie (wtedy) horyzontu wzdłuż mojego południka. Traf chciał, że te bolidy akurat zauważyłem wtedy, gdy wleciały w „mój obszar powietrzny" w zenicie i leciały tylko tym wąskim pasem na południe. Natomiast w PTMA moi koledzy nieświadomi tego fantastycznego spektaklu na niebie obradowali w pokoju. Dopiero gdy wrócili do domów, zaczęli dowiadywać się o tym wydarzeniu od sąsiadów i z prasy. Oczywiście zachowałem z tamtego czasu wycinki z gazet. Z tych relacji widać, jak Polacy różnią się w swoich obserwacjach, widząc to samo zjawisko.



Nikt z astronomów nie obserwował tego wydarzenia. A przynajmniej nie ujawnił się z tym. Na szczęście wysłałem swoją relację do ówczesnego redaktora URANII dra Ludwika Zajdlera, który przesłał ją do pani Honoraty Korpikiewicz. Pani Korpikiewicz wkrótce wyjaśniła w swojej książce „Spadające gwiazdy", co to było za zjawisko i jakie były parametry lotu tych bolidów. Mogła tego dokonać m.in. na podstawie mojej obserwacji w Warszawie i relacji Zbigniewa Rzepki (też członek PTMA), wtedy mieszkał w Poznaniu. Zbyszek również zanotował, na tle których gwiazd przelatywały bolidy i można było na podstawie tak dużej bazy (300 km) dość dokładnie określić, że bolid wleciał w górne warstwy atmosfery na wysokości ok. 80 km, po czym rozpadł się na kilka kawałków, które osiągnęły pułap ok. 55 km i, odbijając się od atmosfery, odleciały na szczęście dalej w kosmos lub wyparowały w całości, nie robiąc nikomu krzywdy. Dla mnie okoliczności tej obserwacji były niesamowite, a bolidy prześliczne.

Jeszcze o sierpniowym „UFO"

W nr 1/80 „Uranii" pisaliśmy o jasnej grupie bolidów dziennych, obserwowanej nad Polską 20 VIII 1979 r., znanej również pod nazwą „sierpniowego UFO". Na podstawie obserwacji p. Zbigniewa Rzepki z Poznania i p. Janusza Wilanda z Warszawy obliczono współrzędne radiantu prawdziwego $\alpha = 50°20'$, $\delta = 52°15'$ oraz wysokość rozbłyśnięcia 75 km i zgaśnięcia 50 km nad powierzchnią Ziemi.

W międzyczasie otrzymaliśmy dwie kolejne poprawne obserwacje bolidów, wykonane przez wytrawnych obserwatorów meteorów — członków Centralnej Sekcji Obserwatorów Meteorów: p. Krzysztofa Rochowicza z Olsztyna oraz p. Krzysztofa Wiśniewskiego z Lidzbarka k. Działdowa. Na ich podstawie udało się uściślić radiant obserwowanej grupy bolidów oraz wysokość początku i końca toru. Odpowiednie wartości, wyznaczone na podstawie czterech obserwacji bazowych, są następujące:

$\alpha = 55°15'$, $\delta = 57°20'$ $H_1 = 80$ km, $H_2 = 53$ km.

EPILOG PO 32 LATACH — WYJAŚNIENIE ZAGADKI UFO NAD POLSKĄ !!!

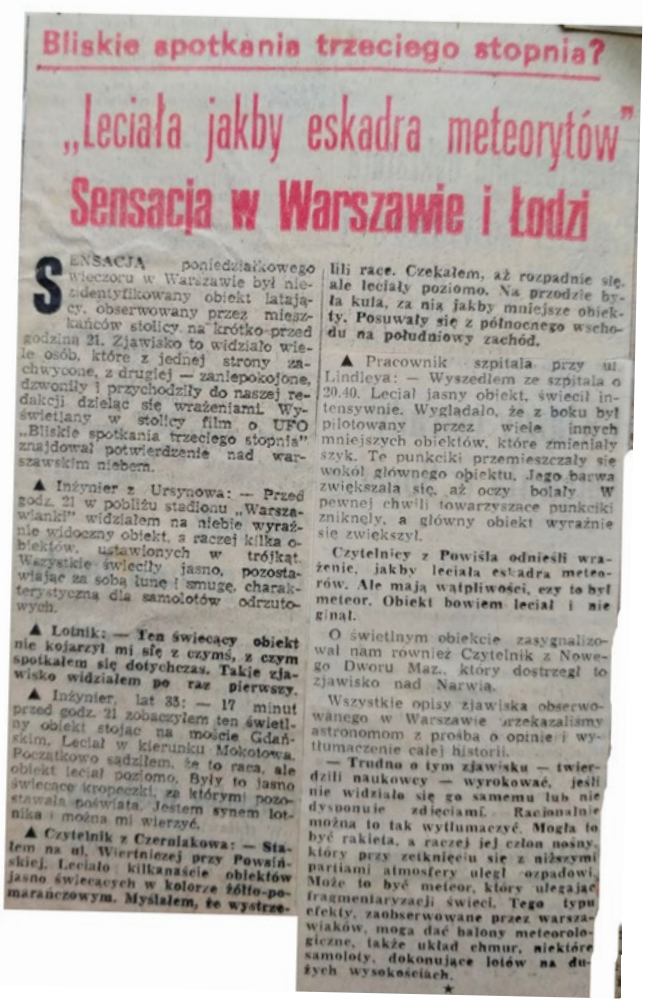
W 1979 r. byłem świadkiem niezwykłego wydarzenia na niebie. 20 sierpnia 1979 r. o godz. 20:40,5 w tajemniczych okolicznościach zobaczyłem na niebie grupę bardzo jasnych bolidów wolno lecącą po niebie i zostawiających żółte smugi od każdego większego kawałka materii. 1 lutego 2003 r. wszyscy byliśmy świadkami tragedii, kiedy w telewizji widzieliśmy, jak prom kosmiczny Columbia, podczas powrotu na Ziemię, rozpadł się w atmosferze i jaskrawo świecące kawałki sunęły po niebie, zostawiając za sobą długie smugi dymu. Patrząc na to, przez moment przypomniało mi się, jak podobnie to wyglądało do tego, co widziałem 20 sierpnia 1979 r.

We wrześniu 2011 r., czyli równo 32 lata po tamtym przelocie „bolidów" napisał do mnie pan Waldemar Zwierzchlejski z Częstochowy, że po przeczytaniu w internecie mojej „Historii pewnej kolacji …" nabrał podejrzeń, czy aby to, co widziałem, to faktycznie były bolidy. Zadał sobie trud i znalazł coś, co pasuje idealnie do tej mojej obserwacji. Na podstawie analizy toru lotów obiektów kosmicznych i elementów orbit (TLE z bazy NORAD) można obecnie odtworzyć przelot dawnych satelitów.

Wyjaśnienie p. Waldemara Zwierzchlejskiego:

Rakieta Sojuz-U wystartowała z kosmodromu Plesieck 17 sierpnia o 07:45 GMT i po 9 minutach weszła na orbitę. Chwilę później od jej ostatniego, trzeciego członu (Blok-I), odłączył się ładunek użyteczny, którym był radziecki satelita zwiadowczy Kosmos 1122, który dostał oznaczenie międzynarodowe 1979-075A, a w bazie obiektów NORAD numer 11491. Następnie przeszedł on własnym napędem na wyższą orbitę i dalszy jego los nas nie interesuje. Trzeci człon rakiety oznaczony został jako 1979-075B, NORAD 11492. Jak wszystkie obiekty, również i trzeci człon rakiety był śledzony przez NORAD i raz na dobę wydawano dla niego efemerydę. Ostatnia została wydana dla epoki 20 sierpnia 03:30 GMT, później satelita ten nie był już obserwowany, a za datę spłonięcia uznano 20 sierpnia.

Tamtego dnia, 20 sierpnia 1979 r., o tej samej godzinie i minucie, którą zanotowałem natychmiast po mojej obserwacji, dokładnie z tego samego kierunku, jak to widziałem na niebie nad nami obiekt niebieski wchodził w atmosferę „spalając" się w tak efektowny sposób. Te trzy idealnie pasujące do siebie elementy: data i czas, miejsce i kierunek lotu dają mi pewność, że nie jest to przypadek i to, co widzieliśmy w 1979 r., to nie były bolidy tylko faktycznie sztuczny obiekt stworzony przez istoty rozumne, ale na szczęście pochodzące z naszej planety. W pewnym sensie ówczesne artykuły w prasie o tytułach „UFO nad Polską" były bliskie prawdy, z tym że to Ziemianie stworzyli ten pojazd kosmiczny. Dodatkowo za astronautycznym pochodzeniem tego zjawiska przemawia wolny przelot tych „bolidów", które widziałem na małym obszarze nieba przez



Bliskie spotkania trzeciego stopnia?

„Leciała jakby eskadra meteorytów"

Sensacja w Warszawie i Łodzi

SENSACJA poniedziałkowego wieczoru w Warszawie był niezidentyfikowany obiekt latający, obserwowany przez mieszkańców stolicy na krótko przed godziną 21. Zjawisko to widziało wiele osób, które z jednej strony zachwycone, z drugiej — zaniepokojone, dzwoniły i przychodziły do naszej redakcji dzieląc się wrażeniami. Wyświetlany w stolicy film o UFO „Bliskie spotkania trzeciego stopnia" znajdował potwierdzenie nad warszawskim niebem.

▲ Inżynier z Ursynowa: — Przed godz. 21 w pobliżu stadionu „Warszawianki" widziałem na niebie wyraźnie widoczny obiekt, a raczej kilka obiektów, ustawionych w trójkąt. Wszystkie świeciły jasno, pozostawiając za sobą łunę i smugę, charakterystyczną dla samolotów odrzutowych.

▲ Lotnik: — Ten świecący obiekt nie kojarzył mi się z czymś, z czym spotkałem się dotychczas. Takie zjawisko widziałem po raz pierwszy.

▲ Inżynier, lat 35: — 17 minut przed godz. 21 zobaczyłem ten świetlny obiekt stojąc na moście Gdańskim. Leciał w kierunku Mokotowa. Początkowo sądziłem, że to raca, ale obiekt leciał poziomo. Były to jasno świecące kropeczki, za którymi pozostawała poświata. Jestem synem lotnika i można mi wierzyć.

▲ Czytelnik z Czerniakowa: — Stałem na ul. Wiertniczej przy Powsińskiej. Leciało kilkanaście obiektów jasno świecących w kolorze żółto-pomarańczowym. Myślałem, że wystrzeliły race. Czekałem, aż rozpadnie się, ale leciały poziomo. Na przodzie była kula, za nią jakby mniejsze obiekty. Posuwały się z północnego wschodu na południowy zachód.

▲ Pracownik szpitala przy ul. Lindleya: — Wyszedłem ze szpitala o 20.40. Leciał jasny obiekt, świecił intensywnie. Wyglądało, że z boku był pilotowany przez wiele innych mniejszych obiektów, które zmieniały szyk. Te punkciki przemieszczały się wokół głównego obiektu. Jego barwa zwiększała się, aż oczy bolały. W pewnej chwili towarzyszące punkciki zniknęły, a główny obiekt wyraźnie się zwiększył.

Czytelnicy z Powiśla odnieśli wrażenie, jakby leciała eskadra meteorów. Ale mają wątpliwości, czy to był meteor. Obiekt bowiem leciał i nie ginął.

O świetlnym obiekcie zasygnalizował nam również Czytelnik z Nowego Dworu Maz., który dostrzegł to zjawisko nad Narwią.

Wszystkie opisy zjawiska obserwowanego w Warszawie przekazaliśmy astronomom z prośbą o opinię i wytłumaczenie całej historii.

— Trudno o tym zjawisku — twierdzili naukowcy — wyrokować, jeśli nie widziało się go samemu lub nie dysponuje zdjęciami. Racjonalnie można to tak wytłumaczyć. Mogła to być rakieta, a raczej jej człon nośny, który przy zetknięciu się z niższymi partiami atmosfery uległ rozpadowi. Może to być meteor, który ulegając fragmentaryzacji świeci. Tego typu efekty, zaobserwowane przez warszawiaków, mogą dać balony meteorologiczne, także układ chmur, niektóre samoloty, dokonujące lotów na dużych wysokościach.

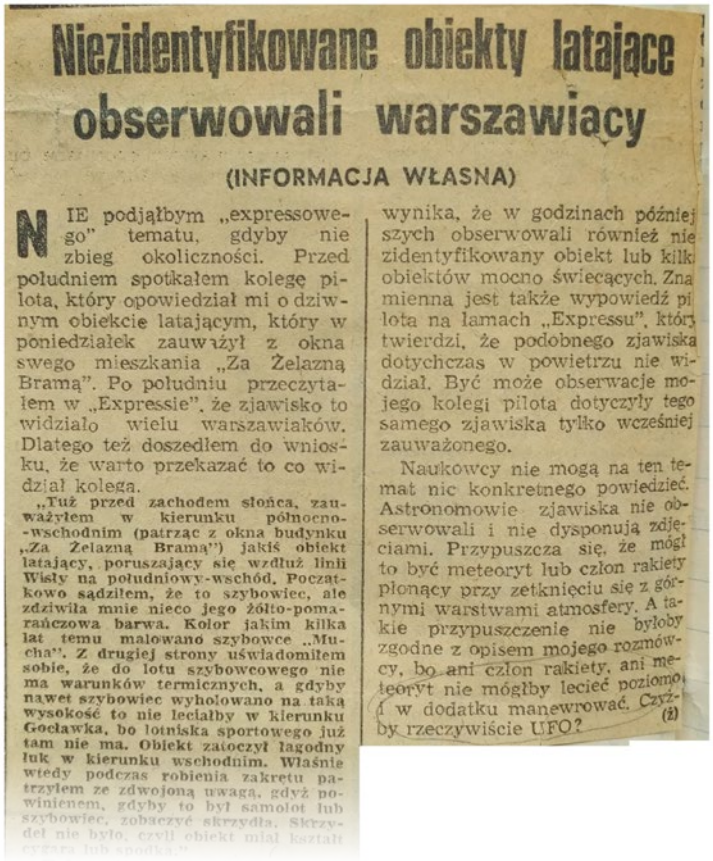
ponad 10 sekund. To długo jak na bolidy z roju Perseidów, o przynależność do których były one podejrzewane. Jakoś nikt nie zwrócił uwagi na opisany przeze mnie czas przelotu, czytając moją relację, a to mogło zasiać wątpliwości.

JAKIE WNIOSKI MOŻNA WYCIĄGNĄĆ Z TEJ „HISTORII...”

1. Dla mnie najważniejszym jest prowadzenie własnej księgi obserwacji, w której zapisujemy wszystko, co ciekawego zobaczymy na niebie z możliwie największą liczbą szczegółów. Nigdy nie wiadomo, kiedy ta obserwacja się przyda w wyjaśnieniu jej istoty.

2. Wszystkie swoje ciekawe obserwacje należy opublikować (internet jest do tego idealny), aby inni mieli do nich dostęp. Na nic się nie przyda nawet niesamowita obserwacja, jeśli tylko zapisana znajdzie się w waszej szufladzie, a stamtąd po pewnym czasie trafi na śmietnik. Gdybym w necie nie opisał swojej relacji z przelotu tych „bolidów”, to do dziś nie poznałbym całej prawdy o tym zjawisku.

Janusz Wiland



Niezidentyfikowane obiekty latające obserwowali warszawiacy

(INFORMACJA WŁASNA)

NIE podjąłbym „expressowego” tematu, gdyby nie zbieg okoliczności. Przed południem spotkałem kolegę pilota, który opowiedział mi o dziwnym obiekcie latającym, który w poniedziałek zauważył z okna swego mieszkania „Za Żelazną Bramą”. Po południu przeczytałem w „Expressie”, że zjawisko to widziało wielu warszawiaków. Dlatego też doszedłem do wniosku, że warto przekazać to co widział kolega.

„Tuż przed zachodem słońca, zauważyłem w kierunku północno-wschodnim (patrząc z okna budynku „Za Żelazną Bramą”) jakiś obiekt latający, poruszający się wzdłuż linii Wisły na południowy-wschód. Początkowo sądziłem, że to szybowiec, ale zdziwiła mnie nieco jego żółto-pomarańczowa barwa. Kolor jakim kilka lat temu malowano szybowce „Mucha”. Z drugiej strony uświadomiłem sobie, że do lotu szybowcowego nie ma warunków termicznych, a gdyby nawet szybowiec wyholowano na taką wysokość to nie leciałby w kierunku Gocławka, bo lotniska sportowego już tam nie ma. Obiekt zatoczył łagodny łuk w kierunku wschodnim. Właśnie wtedy podczas robienia zakretu patrzyłem ze zdwojoną uwagą, gdyż powinienem, gdyby to był samolot lub szybowiec, zobaczyć skrzydła. Skrzydeł nie było, czyli obiekt miał kształt cygara lub spodka”.

wynika, że w godzinach późniejszych obserwowali również niezidentyfikowany obiekt lub kilka obiektów mocno świecących. Znamienna jest także wypowiedź pilota na łamach „Expressu”, który twierdzi, że podobnego zjawiska dotychczas w powietrzu nie widział. Być może obserwacje mojego kolegi pilota dotyczyły tego samego zjawiska tylko wcześniej zauważonego.

Naukowcy nie mogą na ten temat nic konkretnego powiedzieć. Astronomowie zjawiska nie obserwowali i nie dysponują zdjęciami. Przypuszcza się, że mógł to być meteoryt lub człon rakiety płonący przy zetknięciu się z górnymi warstwami atmosfery. A takie przypuszczenie nie byłoby zgodne z opisem mojego rozmówcy, bo ani człon rakiety, ani meteoryt nie mógłby lecieć poziomo i w dodatku manewrować. Czyżby rzeczywiście UFO? (ż)

W takiej postaci świat poznał idee Kopernika!

Jedyne nowożytne tłumaczenie I wydania Dzieł Kopernika dokonane przez astronoma wraz z łacińskim oryginałem.

NICOLAI COPERNICI
DE REVOLUTIONIBUS ORBIUM COELESTIUM
LIBRI SEX.
MIKOŁAJA KOPERNIKA
O OBROTACH CIAŁ NIEBIESKICH
KSIĄG SZEŚĆ

Reprint IV wydania *De revolutionibus* w tłumaczeniu Jana Baranowskiego z 1854 roku.

Unikatowe wydawnictwo Fundacji Nicolaus Copernicus dostępne w internetowej księgarni URANII: http://www.urania.edu.pl (zakładka sklep)

Początki zastosowań komputerów w polskiej astronomii

ZAPOMNIANY EPIZOD HISTORII POLSKIEJ ASTRONOMII

Krzysztof Ziołkowski

Dziś nie potrafimy sobie wyobrazić współczesnej astronomii bez komputerów – są wszędzie. Pozwalają zbierać i porządkować olbrzymie ilości danych zarówno na Ziemi, jak i w przestrzeni kosmicznej, sterować zbierającymi je urządzeniami czy modelować procesy zachodzące w warunkach niekiedy niemożliwych do odtworzenia w ziemskich laboratoriach, żeby wymienić tylko kilka ich zastosowań. Kiedyś się to wszystko zaczynało, również w naszym kraju...

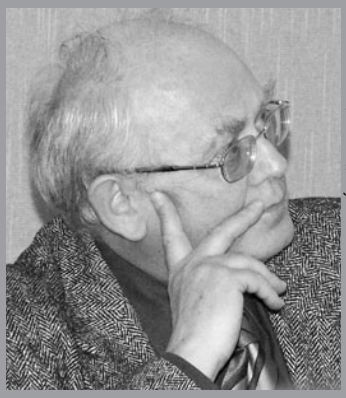
Niedawne śmierci moich kolegów: Władysława Turskiego (w dniu 18 lipca 2013 r.), Wojciecha Pachelskiego (w dniu 19 lipca 2018 r.) i Jacka Olszewskiego (w dniu 15 lutego 2019 r.) przynagliły mnie do podjęcia próby ocalenia od zapomnienia mało znanego szczegółu historii polskiej astronomii. Wymienieni trzej naukowcy wraz z autorem tego tekstu tworzyli w latach 1962–1972 Pracownię Metod Numerycznych Astronomii w powołanej w 1961 r. w Polskiej Akademii Nauk instytucji o nazwie Centrum Obliczeniowe (COPAN), przemianowanej kilkanaście lat później na istniejący do dziś Instytut Podstaw Informatyki. Głównym celem Centrum było świadczenie usług obliczeniowych placówkom PAN i — w miarę możliwości — całemu warszawskiemu środowisku uczelniano-badawczemu. Jego założyciel i pierwszy dyrektor prof. Mieczysław Warmus (1918–2007) dbał jednak o to, aby nowa instytucja była nie tylko ośrodkiem usługowym, lecz także normalną placówką naukową i przystał na propozycję W. Turskiego utworzenia w Centrum pracowni obliczeń astronomicznych, jak się o niej potocznie mówiło.

Władysław Marek Turski (1938–2013), syn rektora (w latach 1952–1969) Uniwersytetu Warszawskiego Stanisława Turskiego (1906–1986) i brat znanego fizyka Łukasza Turskiego (ur. 1943), ukończył w 1960 r. studia astronomiczne na Uniwersytecie im. Łomonosowa w Moskwie, specjalizując się w mechanice nieba w katedrze prof. Gieorgija N. Duboszina (1904–1986). Bezpośrednio po studiach odbył roczny staż naukowy w Anglii (w obserwatorium radioastronomicznym w Jodrell Bank), który zaowocował m.in. wyjaśnieniem zagadki pojawiania się i znikania roju meteorów związanego z kometą 21P/Giacobiniego-Zinnera, opublikowanym wspólnie z brytyjskim astronomem Johnem G. Daviesem (1924–1988) i uwieńczonym nieco później doktoratem obronionym na Uniwersytecie Warszawskim w 1962 r. (temat rozprawy doktorskiej Turskiego to: „O pewnych hipotezach dotyczących powstawania roju Giacobinid — badania przy użyciu elektronowych maszyn cyfrowych"). Po powrocie do kraju w 1961 r. zasilił kadry tworzonego właśnie Centrum Obliczeniowego PAN, wykorzystując zdobyte w Anglii doświadczenie pracy na komputerze Mercury do programowania skomplikowanych zadań rachunkowych dla sprowadzonej właśnie z ZSRR elektronicznej maszyny matematycznej Urał-2. Ten nowoczesny jak się wtedy wydawało komputer, wymagający kilkudziesięciu kilowatów zasilania, to było wiele przeszklonych szaf, wypełnionych setkami lamp elektronowych i chyba kilometrami kabli, ulokowanych w dużym pomieszczeniu na szóstym piętrze warszawskiego Pałacu Kultury i Nauki (obok dzisiejszego Teatru 6.piętro, a w tamtych czasach dużej sali konferencyjnej). Maszyna Urał-2 nie miała żadnego oprogramowania i wobec tego pierwszym zadaniem Turskiego było jej „ucywilizowanie", jak się kiedyś o tym wyraził, poprzez opracowanie prostego języka alfanumerycznego do symbolicznego jej programowania. Wspólnie z Markiem Greniewskim (ur. 1932) zaprojektował — wzorowany na poznanym w Anglii tzw. Autokodzie Manchesterskim — język KLIPA (skrót od: Kod Liczbowej Interpretacji Parametrów Adresowych), którego translator został opracowany w kodzie wewnętrznym maszyny Urał-2 przez zespół programistów Centrum Obliczeniowego.

W organizowanej przez Turskiego w COPAN-ie pracowni obliczeń astronomicznych jako pierwszy, na początku 1962 roku, został zatrudniony Wojciech Pachelski (1939–2018), absolwent studiów geodezyjnych na Politechnice Warszawskiej, a kilka miesięcy później Jacek Olszewski (1938–2019) i Krzysztof Ziołkowski (ur. 1939), absolwenci studiów astronomicznych na Uniwersytecie Warszawskim. Kierownik pracowni, zafascynowany m.in. problemami tworzenia języków programowania, scedował na swych nowych współpracowników realizację, wykrystalizowanych podczas stażu naukowego w Anglii, pomysłów komputerowych symulacji różnych zjawisk astronomicznych. Przyszłość pokazała, że bardziej interesowało go narzędzie niż przyroda, której badaniu to narzędzie ma służyć. W ten sposób Turski z astronoma przekształcił się w informatyka, będąc wiernym nowej profesji już do końca życia i odnosząc w tej dziedzinie niemałe sukcesy. Ale stworzona przez niego grupa badaczy kosmosu z powodzeniem się rozwijała.

Źródło: z archiwum autora

Władysław Turski



Źródło: z archiwum autora

Wojciech Pachelski

Źródło: z archiwum autora

Jacek Olszewski

Do najważniejszych zagadnień, wokół których koncentrowała się działalność pracowni, należało obliczanie efemeryd sztucznych satelitów Ziemi. Opracowanie przez W. Pachelskiego metody i algorytmu do wyznaczania orbit i prognozowania ruchu sztucznych satelitów zaowocowało nie tylko doktoratem obronionym przez niego w 1966 r. na Politechnice Warszawskiej, ale również zorganizowaniem służby efemerydalnej dla sieci kilkudziesięciu stacji obserwacyjnych w kilku ówczesnych tzw. krajach socja-

listycznych, połączonych z warszawskim Urałem-2 za pomocą dalekopisów. Ta prymitywna „sieć komputerowa" okazała się na tyle rewelacyjnym pomysłem, że Akademia Nauk ZSRR przyznała za to Centrum Obliczeniowemu PAN specjalny dyplom uznania. Wartościowe wyniki przyniosły też badania różnych problemów stabilności ruchu w mechanice nieba, którymi zajmował się J. Olszewski. Także i te prace uwieńczone zostały doktoratem, obronionym na Uniwersytecie we Wrocławiu w 1967 r. (temat rozprawy brzmiał: „Badania metodami numerycznymi praktycznej stabilności trójkątnych rozwiązań Lagrange'a w ograniczonym płaskoeliptycznym zagadnieniu trzech ciał"). Ale potem swoje zainteresowania przekierował — podobnie jak Turski — na różne zagadnienia budowy translatorów języków programowania oraz projektowania struktur systemów operacyjnych.

Trzecim kierunkiem działalności pracowni obliczeń astronomicznych było badanie ruchu małych ciał Układu Słonecznego, którym zajmował się K. Ziołkowski, blisko współpracując w tym zakresie z Maciejem Bielickim (1906––1988) z Obserwatorium Astronomicznego Uniwersytetu Warszawskiego i Grzegorzem Sitarskim (1932–2015) z Zakładu Astronomii PAN (dziś Centrum Astronomiczne im. Mikołaja Kopernika). Opracowanie w języku KLIPA programu dla maszyny Urał-2 całkowania równań ruchu małych planet i komet było jakby wstępem do zbudowania w języku Algol-60 i uruchomienia na maszynie GIER całego systemu programów do obliczeń orbitalnych (opisanego później w książce: G. Sitarski, K. Ziołkowski, „Automatyzacja obliczeń orbitalnych", PWN, Warszawa 1969). Wykorzystanie tworzonych algorytmów i programów do obliczeń efemeryd poszukiwawczych kilku zagubionych planetoid oraz badań ruchu i ewolucji orbit kilku różnego typu komet, doprowadziło Ziołkowskiego do doktoratu obronionego w 1967 r. na Uniwersytecie we Wrocławiu.

Do wartych odnotowania osiągnięć pracowni obliczeń astronomicznych COPAN należy zorganizowanie w 1966 r. w Warszawie ogólnopolskiego kolokwium „Współczesne problemy i metody mechaniki nieba". Była to pierwsza w historii polskiej astronomii konferencja o tej tematyce, która zwróciła uwagę środowisku naukowemu na obserwowany w tamtych czasach renesans tej najstarszej dziedziny astronomii. Podkreślmy, że ówczesny rozwój mechaniki nieba był wynikiem przede wszystkim nowych możliwości, jakie tworzył postęp techniki przetwarzania informacji oraz pojawienia się praktycznych zastosowań dynamiki lotów kosmicznych. W trzydniowym kolokwium wzięło udział około 50 osób, a przemówienia powitalne wygłosili m.in. prof. Włodzimierz Zonn (1905–1975), prezes Polskiego Towarzystwa Astronomicznego i prof. Michał Kamieński (1879–1973), nestor polskich astronomów i niestrudzony badacz ruchów komet. Wśród prelegentów znaleźli się m.in. prof. Stefan Piotrowski (1910––1985), kierownik Zakładu Astronomii PAN i prof. Stefan Wierzbiński (1910––1976), kierownik jedynej w Polsce katedry mechaniki nieba na Uniwersytecie we Wrocławiu (promotor doktoratów J. Olszewskiego i K. Ziołkowskiego).

W 1972 r. cała pracownia obliczeń astronomicznych przeniosła się z Centrum Obliczeniowego PAN do Instytutu Maszyn Matematycznych, czego przyczyn można upatrywać w motywowanych politycznie zmianach kadrowych w COPAN-ie po marcu 1968 r. W IMM kontynuowane były wszystkie rozpoczęte wcześniej prace obliczeniowe, ale na maszynie IBM 370 w języku FORTRAN. W. Turski i J. Olszewski zajęli się już wtedy wyłącznie zagadnieniami informatycznymi, natomiast do grupy astronomicznej dołączył z Zakładu Astronomii PAN G. Sitarski. Gdy w połowie lat siedemdziesiątych toczyły się negocjacje w sprawie utworzenia placówki naukowej dla prowadzenia i koordynowania prac związanych z eksploracją przestrzeni kosmicznej, od początku było wiadomo, że w jej skład wejdzie grupa badaczy kosmosu z IMM, która wtedy zajmowała się m.in. przetwarzaniem danych z pierwszego polskiego eksperymentu satelitarnego Interkosmos-Kopernik 500. Na początku 1977 r. rozpoczęło działalność Centrum Badań Kosmicznych PAN z utworzonym w jego ramach Zakładem Mechaniki Nieba, którego kierownikiem został mianowany G. Sitarski. W tym samym roku W. Turski przeszedł z IMM na Uniwersytet Warszawski, gdzie był współtwórcą i wieloletnim dyrektorem Instytutu Informatyki, a J. Olszewski wkrótce potem wyemigrował do Australii, gdzie pracował jako informatyk i wykładał na uniwersytetach w Melbourne i w Sydney.

Fot. Paweł Kankiewicz

Grzegorz Sitarski

Źródło: z archiwum autora

Krzysztof Ziołkowski

Warto też odnotować, że przez pracownię obliczeń astronomicznych przewinęło się wiele różnych osób. Krótki staż komputerowy odbył w COPAN-ie jeden z najwybitniejszych na świecie astrofizyków Bohdan Paczyński (1940––2007), podczas którego opracował algorytm i uruchomił na maszynie Urał-2 program generowania liczb losowych. Tu też swoje kariery naukowe rozpoczynali Andrzej Drożyner i Krzysztof Stasiewicz; uczestnikami różnych programów badawczych byli m.in. Wanda Marciniak (zmarła 30 maja 2019 r.), Andrzej Baniukiewicz i Wanda Borodziewicz. A na koniec ciekawostka statystyczna: w wykazie 156 publikacji naukowych pracowników COPAN, które ukazały się poza wydawnictwami Centrum w pierwszych dziesięciu latach istnienia tej placówki, niemal 40% stanowi dorobek piśmienniczy pracowni obliczeń astronomicznych.

■

Miłośników nocnego nieba pod Alpami nie brakuje!

Amatorska astronomia w Szwajcarii

Walter Bersinger

Śnieg trzeszczał pod stopami, wchodziliśmy po schodach do kopuły obserwatorium w Rümlang pod Zurychem. Ten wieczór sylwestrowy był wyjątkowo mroźny. Włączamy światło, po chwili trzask, ciemność. Przyczyna: w zewnętrznej lampie była zamarznięta deszczówka, która po rozmrożeniu spowodowała zwarcie. Trzeba improwizować, oczekiwaliśmy grupy młodych muzykantek na pokaz astronomiczny. Takie prywatne oprowadzania czy awarie zdarzają się rzadko, a jeszcze rzadziej naraz!

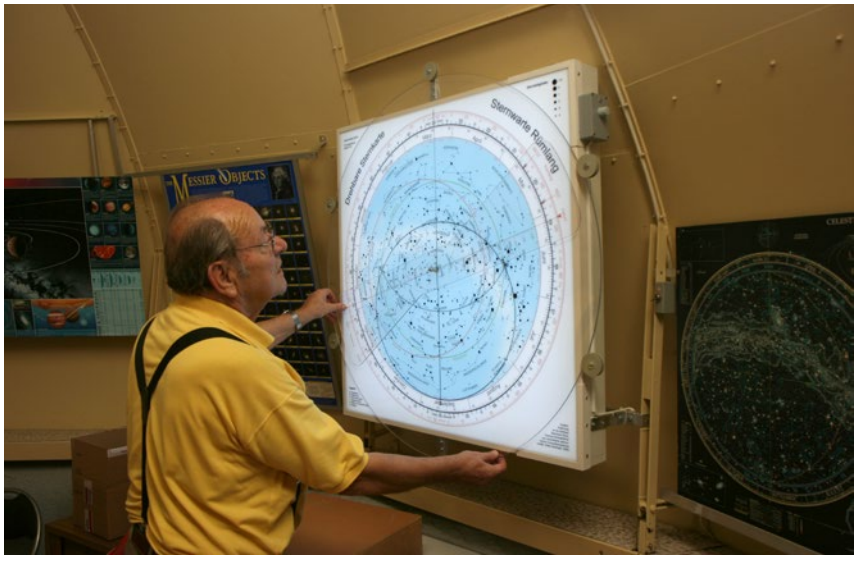
Rutyna wygląda bardziej uporządkowanie. Jak większość publicznych i szkolnych obserwatoriów w Szwajcarii, dostrzegalnia w Rümlang oferuje pokaz nocnego nieba raz w tygodniu, a w sobotnie popołudnia obserwacje Słońca. Przy dobrej pogodzie, rzecz jasna. Do tego dochodzą od czasu do czasu wycieczki szkolne, firmowe, wizyty innych towarzystw i nie tylko.

Organizacja to podstawa

W całym kraju jest czterdzieści podobnych obserwatoriów publicznych. Większość jest zorganizowana w analogiczny sposób. Są one prowadzone i utrzymywane przez lokalne stowarzyszenia i szkoły za nieduże pieniądze. Naprawy i usprawnienia są dokonywane przez samych członków, w miarę możliwości. Liczne organizują także fundacje, licząc na korzystniejsze warunki podatkowe. Pokazy prowadzą zazwyczaj amatorzy i wolontariusze. Niektóre spośród tych niewielkich obserwatoriów pobierają niewielkie opłaty od gości, inne liczą na dobrowolne datki. Pojedyncze stowarzyszenia organizują także imprezy zamknięte, z warsztatami, wykładami czy wymianą doświadczeń.

Obserwatorium w Rümlang wpisuje się w ten obraz. Od początku swojego istnienia zadowala się jednak prostą formą stowarzyszenia, bez odrębnej fundacji, mogło jednak liczyć na hojność darczyńców. Darowizny były jednak potrzebne tylko w przypadku modernizacji czy zakupów sprzętowych. Koszty bieżące udaje się pokrywać z regularnych składek członkowskich. Dodatkowy zarobek przychodzi z organizacji imprez okolicznościowych oferujących kawę, ciasto lub grilla.

Jednakże, szwajcarska scena astronomii amatorskiej nie ogranicza się wyłącznie do oferty publicznych obserwatoriów astronomicznych. Organizacją parasolową stowarzyszeń jest Szwajcarskie Towarzystwo Astronomicze (SAG), wspierane przez różne grupy specjalizacyjne. Są więc dziedziny, które nie wchodzą w zakres działań obserwatoriów. Dobrym przykładem jest grupa zajmująca się meteorami i asteroidami, poszuku-



Podświetlana mapa nocnego nieba wykonana przez członków stowarzyszenia jest pomocna w trakcie nocnych obserwacji i pokazów

jąca nowych obiektów lub obserwująca okultacje spowodowane przez nieduże ciała niebieskie. Inna grupa specjalizuje się w obserwacjach Słońca. Mając wielu członków-ochotników zlicza plamy słoneczne, a swoje obserwacje regularnie publikuje. Kolejnym ważnym zadaniem SAG jest pomaganie młodzieży. Towarzystwo wspiera grupy uczniowskie i opłaca obozy astronomiczne.

Niektóre z większych towarzystw organizują też kilka razy w roku spotkania miłośników astronomii. Jednym z ważniejszych zlotów jest „Star Party" na wzgórzu Gurnigel, gdzie na wysokości 1600 m n.p.m. znajduje się schronisko. W pobliżu jest opuszczony przez armię szwajcarską plac, gdzie można zaparkować samochód czy przyczepę kempingową albo rozstawić przyrządy astronomiczne. Zlot jest znany w całym kraju i corocznie na wzgórze pielgrzymują dziesiątki amatorów z ich ciężkimi teleskopami, kontrolerami, bateriami, laptopami czy krzesłami ogrodowymi. Dla osób chcących rozpocząć swoją przygodę z tym hobby, takie spotkanie jest znakomitą okazją na nawiązanie kontaktów z ludźmi o podobnych zainteresowaniach. Wielu uczestników spaceruje po placu, przyglądając się różnym typom teleskopów. Kto chce nabyć nowy, powinien najpierw odwiedzić właśnie takie spotkanie — w sklepach przecież nie można oglądać gwiazd!

Szwajcarskie Towarzystwo Astronomiczne wydaje też magazyn branżowy ORION. Ukazuje się sześć razy w roku, zawiera artykuły napisane przez zawodowych astronomów, jak i doświadczenia miłośników.

Uratowane dziedzictwo pasjonatów

Wróćmy jednak do Stowarzyszenia Obserwatorium Rotgrueb Rümlang (VSRR). Nazwa Rotgrueb nie ma związku z astronomią, jest to zwyczajowe określenie polany, na której się znajduje. Mały, posiadający ruchomą kopułę budynek ma klasyczną architekturę dla tego typu obiektów. Powstał w połowie lat 60., jako inicjatywa prywatna. Za podstawę posłużył stary zbiornik wodny gminy Rümlang, nie używany od dziesięcioleci. W teorii wciąż może on być zapełniony w ciągu kilku dni, jednak nie wpłynęłoby to znacząco na działalność obserwatorium. Wyposażenie kilkukrotnie się

Model teleskopu Heweliusza wykonany z okazji 400-lecia urodzin astronoma

zmieniało, a od 1970 r. jest zainstalowany stały montaż teleskopu. Wówczas pojawił się 130-milimetrowy refraktor, do którego pierwsi właściciele sami wyszlifowali soczewki, oraz zakupiony 300-milimetrowy teleskop w systemie Newtona-Cassegraina. Dwa lata później doszedł jeszcze teleskop z 300-milimetrowym lustrem w układzie pozaosiowym (tzw. Schiefspiegel). Przez następne dwie dekady obserwatorium było regularnie odwiedzane przez ciekawskich, ale z początkiem lat 90., ze względu na wiek, właściciele nie byli w stanie się więcej zajmować obiektem i odsprzedali je gminie Rümlang. Samorząd przeznaczył niewielką kwotę na konieczne naprawy, ale przez kilka lat nikt nie zajmował się oglądaniem nieba. Po czasie nieużytkowania, gmina poszukała chętnych do opieki nad dostrzegalnią wśród uczestników kursu astronomii, organizowanym w ramach doskonalenia zawodowego dorosłych. Autor, razem z czterema innymi osobami, brał udział w procesie tworzenia nowego stowarzyszenia. Udało się je założyć pod koniec 1996 r. Niestety, szybko okazało się, że toporne urządzenia będące w składzie obserwatorium nie nadają się do instytucji publicznej. Ich obsługa była uciążliwa, osprzęt nie odpowiadał aktualnym standardom, a unowocześnianie — czy to własnoręczne, czy za pośrednictwem firm trzecich — nie zawsze było możliwe. Doszliśmy do wniosku, że takie działania byłyby w dodatku co najmniej równie kosztowne co zakup nowej, bardziej uniwersalnej aparatury. Mimo całego szacunku i podziwu dla osiągnięć założycieli obserwatorium, podjęliśmy decyzję o konieczności wymiany instrumentów. Stowarzyszenie zorganizowało więc zbiórkę pieniędzy wśród lokalnych przedsiębiorców, funduszy gminnych, a także szwajcarskim Funduszu Loteryjnym (zasilanym z podatków od hazardu). Dzięki hojności darczyńców udało się odnowić budynek obserwatorium i aparaturę do końca lat 90.

Modernizacja obserwatorium w Rümlang nie ograniczała się jedynie do nowego sprzętu prosto z fabryki. Stary 300-mm teleskop Newtona Cassegraina został całkowicie wyremontowany i tak zmodernizowany, by móc zainstalować nowoczesne okulary 1,25" i 2". Samodzielnie skonstruowany refraktor zastąpiono nowym Zeiss APQ 150/1200. Olbrzymi i skomplikowany montaż ustąpił miejsca nowemu, kompaktowemu urządzeniu śledzącemu lokalnego producenta. Dzięki enkoderom i kontrolerom FS2 od Astro-Electronic Michael Koch, aparaturą można wygodnie sterować za pomocą funkcji „idź do". Ostatecznie obserwatorium zaczęło regularną działalność w 1999 r., choć stowarzyszenie było w stanie prowizorycznie prowadzić okazjonalne działania już dwa lata wcześniej.

W ostatnich 18 latach czas się nie zatrzymał w obserwatorium i doszło do kolejnych zmian. Jakość teleskopu Newtona-Cassegraina nie była przekonująca i tak w 2006 r. stowarzyszenie zorganizowało kolejną zbiórkę na zakup nowego instrumentu: Takahashi Mewlon 300. Corocznie też dochodziły nowe ak-

cesoria. W ten sposób zaopatrzyliśmy się w filtr H-alfa Coronado ASP-60, dużą lornetkę Miyauchi 22×100, spektroskop czy podświetlaną obrotową mapę nieba, zaprojektowaną i zbudowaną przez trzech członków.

Już kilka lat po pierwszej dużej modernizacji zaczęliśmy się martwić o mechanizm obracający kopułą. W 2003 r. musieliśmy przeprowadzić pierwszą dużą naprawę. Z tej przyczyny obserwatorium trzeba było zamknąć na kilka tygodni. Aż 16 kół, na których obraca się kopuła, zostało wymienionych. Mimo iż na początku mechanizm wydawał się działać lepiej, szybko jego stan zaczął się znów pogarszać. W 2014 r. dwie osoby nie były w stanie poruszać kopułą, należało znów podjąć działania! Mimo planów i prób naprawy przez czterech członków stowarzyszenia, ciągle pojawiały się problemy. Ostatecznie mechanizm został całkowicie zmieniony w 2017 r. Jesteśmy przekonani, że nowy będzie służył przez wiele lat.

Polskie związki

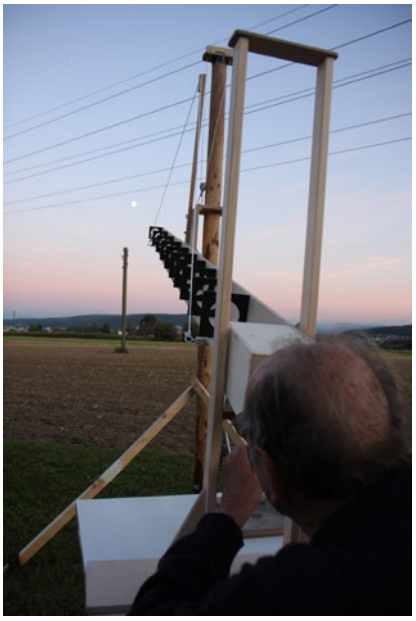
Oprócz regularnych, cotygodniowych wizyt w obserwatorium, stowarzyszenie uczestniczy od czasu do czasu w organizacji innych wydarzeń. Na przykład obserwacje zaćmień, organizowanie obchodów Międzynarodowego Roku Astronomii w 2009 r., czy rzadko spotykanych tranzytach Wenus w 2004 i 2012 r.

Co jednak można robić, gdy nie ma żadnego wybitnego spektaklu astronomicznego w danym roku? Wówczas stowarzyszenie szuka interesującego tematu. Jednym z ciekawszych były obchody 400-lecia urodzin znanego polskiego astronoma Jana Heweliusza w 2011 r. Rozmawiając na temat tej wybitnej postaci, regularnie wspomina się gigantyczny teleskop powietrzny, długi na 43 m. I tak postanowiliśmy zrekonstruować to urządzenie. Rzecz jasna w pomniejszeniu, ponad 40-metrowy potwór niestety nie wchodził w grę.

Postanowiliśmy połączyć dwa urządzenia zbudowane przez Heweliusza: refraktor długi na 12 stóp (3,5–4 m) z zamkniętą tubą i wspomniany teleskop gigant, tyle że w skali 1:11. Sukces naszej konstrukcji zależał, rzecz jasna, w pierwszym rzędzie od optyki. Nie udało się nam znaleźć żadnych soczewek o średnicy 60 do 80 mm i o ogniskowej 3,5 do 4 m. Na szczęście szwajcarska firma Fisba Optik AG z Sankt Gallen zainteresowała się naszym projektem i udostępniła nam soczewkę o średnicy 82 mm i ogniskowej 120 mm. Miała ona mały, dla nas nieznaczący defekt i nie nadawała się do sprzedaży. Soczewkę przeszlifował na ogniskową 3840 mm za darmo (!) praktykant w zakładzie. Model teleskopu z Rümlang musiał być niezgodny z warunkami skali: długość odpowiadała stosunkowi 1:11, ale średnica 1:2,5. Dlatego świadomie zdecydowaliśmy się na tę niekonsekwencję, maskując ją pod pozorem połączenia dwóch modeli.

Dnia 10 sierpnia 2011 r. odbył się nasz wieczór z Heweliuszem. Po obowiązkowym wykładzie na temat życia i twórczości wybitnego polskiego astronoma

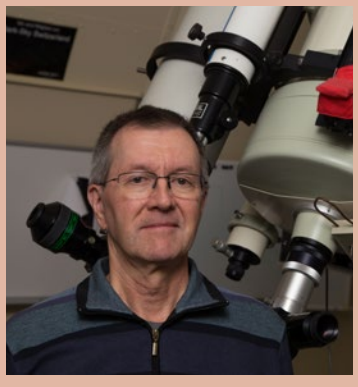
Pokazowi teleskopu towarzyszyła niewielka wystawa.



Obserwacje teleskopem Heweliusza

dokonaliśmy obserwacji naszym sprzętem, wraz z zaskakująco liczną publicznością. Pomijając groteskowe aberracje chromatyczne, uzyskaliśmy zaskakująco ostry obraz. Bez problemu dostrzegliśmy małe plamy na Słońcu czy nachylenie pierścieni Saturna! Co do autentyczności uzyskanego obrazu i jego jakości można jedynie spekulować, ale wywołał on spore poruszenie w naszym regionie!

tłum. Wieńczysław Bykowski



Walter Bersinger – miłośnik astronomii i emerytowany zarządca funduszy emerytalnych, współzałożyciel Stowarzyszenia Obserwatorium Rotgrueb Rümlang pod Zurychem. Brał udział w projekcie rekonstrukcji teleskopu Heweliusza, okazjonalnie pisuje artykuły dla czasopisma ORION. Zainteresowanie polskim astronomem zmotywowało go także do zwiedzenia Gdańska.

AstroShow 2019

DZIEWIĄTE WROTA MAKRO- I MIKROŚWIATA

IX Międzynarodowy Zlot Miłośników Astronomii AstroShow to już tylko wspomnienie. Nieziemskie, ale jednak wspomnienie trzech dni i dwóch nocy, podczas których wszechświat podzielił się z nami wieloma ze swych tajemnic...

W tym roku za kwaterę główną posłużył nam wyjątkowy obiekt – ulokowane we wnętrzu nieczynnego kamieniołomu **Europejskie Centrum Edukacji Geologicznej Uniwersytetu Warszawskiego.** Intrygujący architektonicznie budynek z miejsca nasunął skojarzenia baz kosmicznych na innych planetach rodem z filmów science fiction!

W tej niezwykłej scenerii w dn. 30.08-1.09, otwieraliśmy z zaciekawieniem tajemne wrota, za którymi w pełnej harmonii żyją obok siebie wydawałoby się tak odmienne dziedziny, jak astronomia, geologia i biologia. Poczynaniom uczestników AstroShow z ruin pobliskiego Zamku Królewskiego przyglądała się sama Biała Dama oraz krążące nad głowami czarownice na miotłach, rzucające zaklęcia pomyślnej pogody. A co dokładnie widziały? Przyjrzyjmy się...

DZIEŃ PIERWSZY

O godzinie 17:00 wiceprezes zarządu Delta Optical, Honorata Matosek, oficjalnie zainaugurowała zlot, witając uczestników. Następnie nastąpiła prezentacja filmu wspominającego poprzednie edycje AstroShow. Powitaliśmy naszych patronów honorowych: **marszałka województwa świętokrzyskiego Andrzeja Bętkowskiego, burmistrza miasta i gminy Chęciny Roberta Jaworskigo,** patronów medialnych - czasopismo **„Urania-postępy Astronomii"** z redaktorem naczelnym, **prof. Maciejem Mikołajewskim,** patronów technologicznych - firmę **Beiks z prezesem Krzysztofem Machulskim** oraz firmę **Sigma,** której przedstawicielem był **Łukasz Jędrzejewicz.** Powitaliśmy naszych szanownych wykładowców oraz prelegentów – **doktora Marcina Cikałę,** kierownika Obserwatorium Astronomicznego im. T. Banachiewicza na górze Lubomir w Węglówce, **Piotra Duczmala** z Centrum Wiedzy i Nowych Technologii im. Jana Pawła II, **Roberta Szaja** dyrektora generalnego Fundacji Nicolaus Copernicus, **Radosława Staniszewskiego,** doktoranta Wydziału Geologii Uniwersytetu Warszawskiego, **Michała Ostaszewskiego** astrofotografa, miłośnika gór i kosmosu.

Nim zapadł zmrok i można było ruszyć w wędrówkę po nieboskłonie, uczestnicy AstroShow uraczeni zostali ciekawymi wykładami. Piotr Duczmal wprowadził w fascynujący świat wysokich energii, przedstawiając fizykę eksperymentów w Wielkim Zderzaczu Hadronów, a Michał Ostaszewski na auli głównej opowiedział o swojej wyprawie do Chile na całkowite zaćmienie Słońca. Pokazał autorskie zdjęcia, opowiedział o niuansach technicznych ich wykonania.

Zaklęcia pomyślnej pogody rzucane przez wszędobylskie chęcińskie czarownice podziałały! Przejrzystość nieba po zmroku dała nam znak, by oficjalnie rozpocząć nasze show, AstroShow! Na polu obserwacji imponujące teleskopy - **SkyWatcher Dobson 12 flex Go-To i Celestron CPC 1100,** błyskawicznie zebrały wokół siebie grono uczestników rządnych kosmicznych atrakcji. Podróż po nieboskłonie trwała do wczesnych godzin porannych.

DZIEŃ DRUGI

W sobotę o 5:20 liczni uczestnicy AstroShow udali się w pochodzie na wzgórze zamkowe, aby obserwować wschodzące Słońce. Po dotarciu na miejsce ich oczom ukazał się przepiękny widok wschodzącego Słońca przedzierającego się przez poranne mgły okalające doliny pod zamkowym wzgórzem.

Na kolejny spacer uczestników zabrał Dariusz Kucharski, zajmujący się na co dzień bezkręgowcami, uwielbiający opowiadać godzinami różne ciekawostki i anegdoty o ich życiu. „Poranne safari" stało się stałym punktem naszego zlotu już kilka lat temu. Wszyscy chętni, niebojący się wczesnego wstawania po nieprzespanej nocy, wypełnionej obserwacjami astronomicznymi, mogli wyruszyć na wyprawę wymagającą patrzenia nie w niebo a pod nogi.

Podczas wędrówki każdy uczestnik mógł spróbować swoich sił w polowaniu przy pomocy czerpaka entomologicznego. Próbowali nawet najmłodsi i to z sukcesami! Udało się zaobserwować kilkadziesiąt gatunków pająków, chrząszczy, pluskwiaków, prostoskrzydłych, muchówek i błonkówek. Podczas każdego z wypadów, mogliśmy zaobserwować na żywo modliszkę zwyczajną oraz duże krzyżaki łąkowe. Najbardziej ciekawscy zabrali ze sobą wybrane okazy do laboratorium, aby obejrzeć je pod mikroskopem. Oczywiście, wszystkie później wróciły z powrotem w miejsce wcześniejszego schwytania.
Radosław Staniszewski, doktorant z uniwersytetu warszawskiego, oprowadził z kolei uczestników po pobliskim kamieniołomie, pokazując odległe ślady historii Ziemi.
Jednocześnie przez cały dzień uczestnicy AstroShow testowali lornetki oraz lunety z oferty Delta Optical, podziwiając krajobraz Chęcin. Ci natomiast, którzy zamiast przed siebie także za dnia woleli patrzeć w górę, korzystali z mocy ogromnego **teleskopu słonecznego o apreturze 150mm oraz nowego modelu SkyWatcher 70/500 SolarQuest z montażem Heliofind.**

Sobotnie nocne skoordynowane pokazy astronomiczne poprzedziły wykłady. Robert Szaj opowiedział o swojej pełnej przygód i nowych, ciekawych znajomości tegorocznej wyprawie na zaćmienie Słońca do Chile. Radosław Staniszewski zabrał w pasjonująca podróż, podczas której pogodę i klimat na całej naszej pięknej planecie mogliśmy śledzić na żywo. Zajrzeliśmy w oko Huraganu Dorian, zobaczyliśmy, jak wyglądają wiatry na różnych wysokościach. Była to bardzo ciekawa lekcja łącząca w sobie wiedzę z klimatologii, geografii i fizyki.
Prof. Maciej Mikołajewski natomiast w fascynujący sposób przybliżył uczestnikom AstroShow 100-letnią historię astronomii w Polsce. Swoją opowieść zilustrował przygotowanym przez program „Astronarium" specjalnym filmem.

Gdy tylko Słońce schowało się za horyzontem, na polu astronomicznym zebrało się pokaźne grono obserwatorów. Teleskopy: **Dobson SkyWatcher 20" Go-To, Dobson SkyWatcher 16" Go-To, Dobson SkyWatcher 12" Go-To, Celestron CPC 11"** oraz tegoroczna nowość **SkyWatcher Evostar 150/1200 ED** dwoiły się i troiły żeby pokazać uczestnikom zlotu jak najwięcej na nocnym niebie! Obserwacje umilały rozmowy na tematy astronomiczne oraz zawieranie nowych znajomości. Pokazy zakończyliśmy o godzinie 02:00 w nocy.

Do dyspozycji oddaliśmy również Multimedialne Planetrium Cyfrowe, gdzie wyświetlano interesujące filmy o tematyce astronomicznej.

DZIEŃ TRZECI
W niedzielę z uśmiechem radości i satysfakcji na twarzach zamknęliśmy dziewiąte wrota do makro- i mikroświata z tabliczką AstroShow i już dziś zapraszamy do ponownych odwiedzin!

Przyszłoroczna edycja AstroShow zapowiada się... słodko! Dziesiąte, jubileuszowe spotkanie odbędzie się w dn. 21-23.08.2020 r. w Żninie, w obiekcie starej cukrowni zaadaptowanej na nowoczesny hotel, gdzie z pewnością zaspokoimy Wasz głód kosmicznych atrakcji!

Szczegóły już wkrótce **www.astroshow.pl**

Mińsk Mazowiecki
Nowe Osiny, ul. Piękna 1
T. 25 786.05.20

Salon firmowy w Warszawie
Al. Jana Pawła II 19, Atrium Garden
T. 25 786.05.28

Salon firmowy w Katowicach
ul. Uniwersytecka 13, Budynek Altus
T. 32 729.94.90

Salon firmowy w Gdańsku
ul. Grunwaldzka 40/9
T. 58 739.52.10

Jesienne warsztaty astrofotografii w Bieszczadach

Szlakiem gwiazd

Agata Kulbicka

Kiedy oświadczyłam, że „rzucam wszystko i wyjeżdżam w Bieszczady", by fotografować Drogę Mleczną, część znajomych popatrzyła na mnie ze zdziwieniem. Jednakże ci, którzy znają mnie nieco lepiej, wiedzieli, że nie są to czcze słowa i w dążeniu do realizacji swoich pasji staram się przekraczać kolejne granice.

Jedno ze zdjęć wykonanych przez autorkę relacji podczas warsztatów

Pasja okazała się wspólnym mianownikiem, który pod koniec września połączył drogi kilkunastu ludzi pod rozgwieżdżonym niebem w bieszczadzkich Strzebowiskach, gdzie odbywała się czwarta już edycja warsztatów pod hasłem „Szlakiem gwiazd". W wyprawie po tym szlaku towarzyszyli nam dwaj doświadczeni miłośnicy astrofotografii, łowca astrokrajobrazu Piotr Potępa oraz tropiciel obiektów głębokiego nieba Michał Kałużny.

Moja droga w poszukiwaniu *nomen omen* Drogi Mlecznej rozpoczęła się nad morzem i przemierzając całą Polskę aż po Bieszczady, byłam szczerze przekonana, że będę rekordzistką w kwestii pokonanej odległości. Jednak tutaj pasja do fotografowania nocnego nieba pokazała swoją siłę — na warsztatach spotkałam ludzi, którzy przemierzyli setki, a nawet tysiące kilometrów, przyjeżdżając m.in. z Holandii, Norwegii czy Stanów Zjednoczonych.

Fot. Piotr Potępa

Fotografowanie gwiazd w Bieszczadach

Na gwiezdnym szlaku

Nasza wspólna „wędrówka" trwała niecałe trzy dni oraz trzy noce. Odbywające się za dnia warsztaty pod okiem Michała i Piotra to czas intensywnej nauki i pracy — zaplanowany niemal co do minuty rozkład jazdy wypełniony był wykładami teoretycznymi, ćwiczeniami praktycznymi przy komputerach oraz rzecz jasna, na ile pozwalała pogoda, praktyką z aparatem w ręku.

Prowadzący przybliżyli nam swój warsztat, zademonstrowali przykładowe zdjęcia oraz omawiali, jak i czym zostały wykonane. Wśród opowieści znalazło się miejsce na krótką relację z astrofotograficznej wyprawy do Afryki i garść informacji, jak i z czym w taką podróż się wybrać. Nie zabrakło też demonstracji sprzętu, którym panowie pracują na co dzień — dowiedzieliśmy się, z czego taki sprzęt się składa, jak go zmontować, ustawić, a wreszcie — używać. Była możliwość zaczepienia własnego aparatu na udostępnione przez firmę Delta Optical montaże paralaktyczne i wykonania ciekawych zdjęć z zastosowaniem prowadzenia. Z takim sprzętem nie miałam wcześniej do czynienia i byłam pod wrażeniem jego możliwości, toteż „Star Adventurer" jest już kolejnym punktem na mojej liście zakupowej. Prezent w postaci zniżki od producenta na pewno w tym przypadku się przyda!

Dodatkowo ciekawą opcję stanowił zestaw udostępnionych przez producenta obiektywów marki Sigma z serii „Art". Okazały się one nie tylko idealnym rozwiązaniem dla osób, które w swojej torbie fotograficznej nie odnalazły niczego satysfakcjonującego na „nocne pstryki", ale także dla takich jak ja, które o obiektywach spod znaku „A" słyszały bardzo dużo i rozważały rozszerzenie swojej szklarni o jeden z nich, ale nie miały jeszcze okazji ich wypróbować.

Bez wątpienia zarówno wielbiciele astrokrajobrazu, jak i fotografii obiektów głębokiego nieba znaleźli coś dla siebie.

Fot. Piotr Potępa

Zajęcia teoretyczne prowadzone przez Michała Kałużnego

Polowanie na Drogę Mleczną

Oczywiście nie byłoby warsztatów astrofotograficznych bez właściwych zajęć praktycznych, czyli nauki fotografowania nieba w nocy. I tu, wybierając się na tego typu warsztaty, trzeba mieć na uwadze fakt, że na wiele zmiennych mamy wpływ, jednakże jest jedna całkowicie niezależna od nas — pogoda. W efekcie czego, każdego wieczora czekaliśmy w napięciu na „rozwój sytuacji", śledząc nie tylko niebo bezpośrednio nad nami, ale też prognozy pogody na najbliższe minuty. Na szczęście musieliśmy przypaść do gustu duchom gór (tudzież bieszczadzkim aniołom), bowiem trzeciej nocy nad naszymi głowami rozbłysły miriady gwiazd wraz z główną bohaterką

tego widowiska — Drogą Mleczną w całej swej jesiennej okazałości. Nie traciliśmy czasu i od razu ruszyliśmy w teren. Była to świetna okazja, by pod okiem Michała i Piotra przetestować zdobyte w ciągu ostatnich dni umiejętności. Tej nocy powstały fotografie Drogi Mlecznej, startrailsy, panoramy, a być może komuś udało się uchwycić w dużym zbliżeniu Galaktykę Andromedy, której blask było widać gołym okiem.

Postprodukcja z lodówki

Zrobienie dobrego zdjęcia to tak naprawdę połowa sukcesu, wie to każda osoba, która zajmuje się fotografią w nieco bardziej zaawansowany sposób. Kiedy ekscytacja związana z wyzwalaniem migawki i oczekiwaniem na zarejestrowanie światła na matrycy opadnie, fotograf ma przed sobą długie godziny poświęcone na selekcję oraz obrabianie materiału w postprodukcji. Nie inaczej jest w przypadku astrofoto. Dlatego tak cenne okazało się zapoznanie z różnymi programami przydatnymi w obróbce zdjęć, by efekt końcowy wywołał „wow!". Oprócz zademonstrowania nam samych aplikacji, Piotr i Michał przygotowali partię ćwiczeń praktycznych, dzięki którym każde z nas mogło samodzielnie m.in. poskładać startrailsy, przejście gigantycznego Księżyca nad miastem czy pokazać Drogę Mleczną od jej najlepszej strony. Przy pracy nad obróbką fotografii obiektów głębokiego nieba poznawaliśmy tajniki poprawnego przygotowania materiału bazowego, który, jak się okazuje, po części powstaje w… domowej lodówce (sic!), a wreszcie uczyliśmy się, jak zgromadzone zdjęcia przetworzyć, by otrzymać zachwycający efekt końcowy.

Z widokiem na Smerek

Należy także wspomnieć o pensjonacie, w którym mieszkaliśmy przez cały czas trwania warsztatów. Dość powiedzieć, że Gościniec Horb sam w sobie jest miejscem niesamowicie klimatycznym, urządzony w nawiązaniu do boj-

Droga Mleczna sfotografowana przez autorkę podczas warsztatów

kowskiej spuścizny, położonym w samym sercu bieszczadzkiej przyrody. To położenie okazuje się kluczowe w kontekście astrofotografii, bowiem Gościniec otoczony zewsząd górskimi szczytami, oddalony od centrum wsi (proszę mi uwierzyć na słowo, asfalt kończył się zaraz za Horbem), zdołał całkiem skutecznie ukryć się przed istotniejszymi zanieczyszczeniami świetlnymi. Z tego względu nie było konieczności podróżowania z całym ekwipunkiem w odległe zakątki gór, a wystarczyło jedynie rozstawić sprzęt na łące sąsiadującej z naszym miejscem pobytu i... robić zdjęcia! Bez konieczności zabierania wszystkiego ze sobą, bowiem w każdej chwili istniała możliwość uzupełnienia sprzętu czy wymiany odzieży na cieplejszą.

Fot. Piotr Połpa

Zajęcia praktyczne z fotografowania gwiazd w Bieszczadach

Wyprawa po „wieczny bieszczadzki ogień”

Bieszczady zarażają i oczarowują — swoją przyrodą, ciszą, a także pięknem nocnego nieba. Bez wątpienia tej magii warsztaty „Szlakiem gwiazd” zawdzięczają swoją moc i nazwę. Drugą ich niekwestionowaną siłą są obaj prowadzący, którzy z ogromnym zaangażowaniem podsycają u innych pasję do astrofotografii. Od pierwszych chwil, jeszcze przed warsztatami, służyli radą i doświadczeniem w kwestii doboru sprzętu oraz technik fotografowania, by wreszcie w Bieszczadach przeprowadzić nas krok po kroku przez różne aspekty astrofotografii i pozostać z nami w kontakcie do dziś. Wyśmienita atmosfera, ogrom pracy oraz wymiana doświadczeń sprawiły, że wspólnie spędzone trzy dni prędko przeciekły nam przez palce i chyba mało kto miał ochotę opuszczać Gościniec.

Ja z warsztatów wracałam z głową pełną wiedzy, zeszytem notatek, zapchanymi kartami pamięci oraz ogromną motywacją do dalszej pracy. Dodatkowo w moim plecaku znalazło się miejsce na garść prezentów zarówno od organizatorów, jak i sponsorów warsztatów. Jedyne, czego mogę teraz życzyć zarówno sobie, jak i pozostałym miłośnikom astrofotografii, to wystarczająco ciemnego nieba i odpowiedniej pogody. Albo odrobiny szczęścia, które pozwoli nam w odpowiednim miejscu i odpowiednim czasie podążyć za gwiazdami ich podniebnym szlakiem. ■

Studnia Jakuba w Mantinei na Peloponezie na tle okołobiegunowego obszaru nieba naświetlanego 378 min w nocy z 6 na 7 sierpnia 2018 r. (Canon EOS 6D, Samyang 14 mm/f2.8 ED AS IF UMC z przysłoną f5.6, ISO 1000). Fot. Anthony Ayiomamitis

Mgławica refleksyjna IC-2118 zwana „Głową wiedźmy". Parametry: 2018.10.13.01:30-04:01CWE. 2018.10.14.02:07-04:09CWE. Newton 205/907+MPCC+N.D810. Eksp. 63×180 s. ISO 2000. Fot. Mariusz Świętnicki

Ozdoba tegorocznego letniego nieba – bardzo jasno świecący Jowisz oraz Saturn (po lewej) na tle Drogi Mlecznej nad Bieszczadami (30 czerwca, godz. 22.29–23.36 CWE, Nikon D810, Sigma 1,4/50 EX DG z przysłoną f3.2, ISO 1600). Fot. Mariusz Świętnicki

PRENUMERATA

Numery bieżące i archiwalne

PROMOCJE

Cena pojedynczego numeru Uranii:
14,90 PLN
Roczna prenumerata krajowa:
72,- PLN (12,- zł za numer)
Dłuższa prenumerata krajowa: 144,- PLN
(12 numerów)
Bieżące numery można zamawiać
również w wersji elektronicznej.
Ceny numerów archiwalnych pozostają bez zmian
Szczegóły i promocje:
https://www.urania.edu.pl/prenumerata

PRENUMERATA DLA SZKÓŁ

Promocyjna prenumerata dla szkół w cenie 60,- PLN obejmuje trzy ostatnie (4,5,6) i trzy pierwsze (1,2,3) numery „Uranii" odpowiednich roczników w roku szkolnym. Promocyjne ceny dotyczą również pakietów „Uranii" za wcześniejsze lata szkolne.

https://www.urania.edu.pl/prenumerata

Promocja dla członków PTMA

Cena indywidualnej prenumeraty na rok 2019 z wysyłką na adres domowy dla członków Polskiego Towarzystwa Miłośników Astronomii (PTMA) wynosi 50,- zł.

Skarbników lub prezesów oddziałów prosimy o dokonywanie wpłat oraz o podanie imiennej listy prenumeratorów z adresem zbiorowym lub adresami indywidualnymi do wysyłki.

Prenumeratorzy indywidualni PTMA mogą przedłużać prenumeraty samodzielnie (wpłata 50 zł na konto Uranii) wraz z oświadczeniem/informacją wysłaną na urania@urania.edu.pl o przynależności oddziałowej i mailowym adresem do władz oddziału. Szczegóły:

https://www.urania.edu.pl/prenumerata

---

85 1160 2202 0000 0003 — nr rachunku odbiorcy
3341 8732 — nr rachunku odbiorcy c.d.
Odbiorca: POLSKIE TOWARZYSTWO ASTRONOMICZNE, BARTYCKA 18, 00-716 WARSZAWA
kwota
Imię, nazwisko, adres wpłacającego
Tytułem

Opłata

*W - wpłata gotówkowa *P - polecenie przelewu

nazwa odbiorcy: POLSKIE TOWARZYSTWO ASTRONOMICZNE
nazwa odbiorcy cd.: UL. BARTYCKA 18, 00-716 WARSZAWA
nr rachunku odbiorcy: 85 1160 2202 0000 0000 0334 1873 2
l.k.
waluta: PLN
kwota
kwota słownie (wpłata)
imię i nazwisko lub nazwa prenumeratora
dokładny adres wysyłki prenumeraty
dokładny adres wysyłki prenumeraty cd.
tytułem: Prenumerata *Uranii* od nr

Data (pieczęć) podpis zleceniodawcy

Opłata

Podpis

A ty, jak się nazywasz?

Coraz szybciej zbliża się ostateczny termin głosowania związanego z nadaniem nazw „polskiej" planecie BD+14 4559 b i jej gwieździe macierzystej. Pisaliśmy o tym w ostatnich numerach naszego pisma. Pewnie wszyscy jesteśmy ciekawi ostatecznego wyniku.

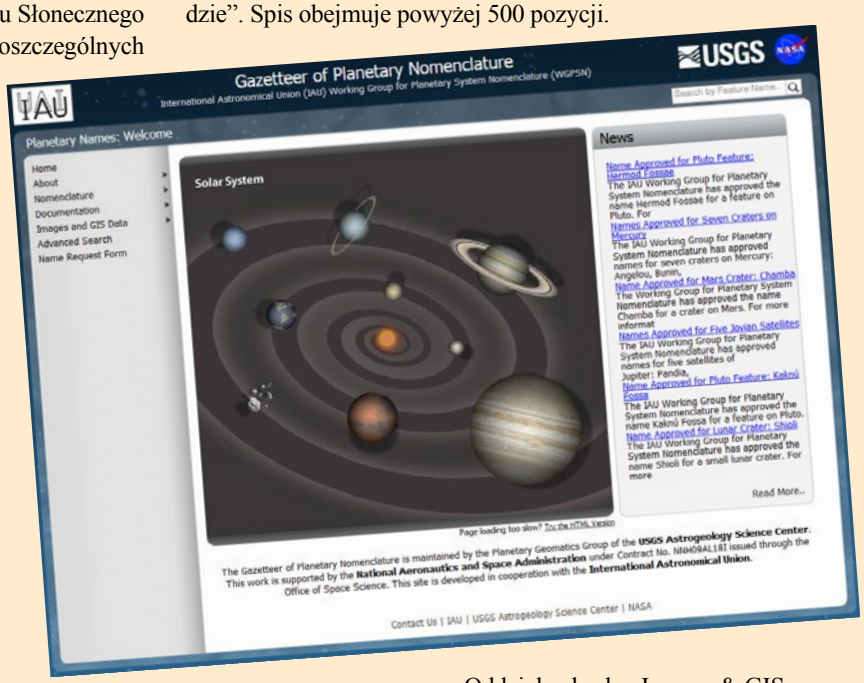
Dlatego może warto dziś zajrzeć „za kulisy" procedur nadawania nazw obiektom niebieskim przez Międzynarodową Unię Astronomiczną (IAU). Pomoże w tym adres https://planetarynames.wr.usgs.gov/. Strona sygnowana jest przez logo IAU, ale ściśle rzecz biorąc, jest prowadzona przez Planetary Geomatics Group of the USGS Astrogeology Science Center i finansowana przez NASA. Najbardziej zauważalnym elementem na stronie jest prosty schemat Układu Słonecznego z aktywnymi elementami w postaci obrazków poszczególnych planet. Prowadzą one najpierw do zbiorczych informacji w rodzaju nazw księżyców czy całkowitej liczby nazwanych obiektów. Kolejny poziom, to szczegóły (nieraz bardzo ciekawe) dotyczące m.in. pochodzenia poszczególnych nazw. A na przykład dla Marsa jest ich 1933. Można zobaczyć też położenie i wygląd obiektu, w tym wypadku na mapie Marsa (oczywiście wraz ze współrzędnymi). Same mapy pozwalają również na dodatkowe manipulacje informacją dotyczącą danego obiektu. Ale jak zwykle tego rodzaju kształcące zabawy pozostawiamy naszym Czytelnikom.

Gdy już mamy dość klikania i obrazków, wracamy z powrotem do strony głównej. Z prawej strony znajdziemy najnowsze wiadomości dotyczące nowych nazw przyjętych przez tzw. IAU Working Group for Planetary System Nomenclature.

Natomiast z lewej strony mamy łącza prowadzące do podstawowych informacji związanych z procesem nadawania przez IAU nazw obiektom niebieskim. Skromnie wyglądające menu prowadzą do mnóstwa informacji, poczynając od historii nomenklatury planetarnej, procedury akceptacji nazw konkretnych obiektów czy składu grup astronomów odpowiedzialnych aktualnie za nazewnictwa konkretnych ciał niebieskich. Jest też oczywiście FAQ. Pierwsze pytanie dotyczy możliwości kupowania nazw konkretnych obiektów np. na powierzchni Marsa czy Księżyca. Odpowiedź jest oczywiście NIE, argumenty są b. konkretne: nazwy kupowane na drodze komercyjnej (1) nie mają formalnego ani oficjalnego statusu, (2) nie zostaną dodane do oficjalnej bazy danych czy map i (3) mogą potencjalnie prowadzić do konfuzji zarówno pośród społeczności naukowej, jak i szerszej publiczności.

Pod hasłem „Nomenclature" znajdziemy uporządkowane i wyczerpujące informacje na temat wszystkich obiektów, z których nazewnictwem miała do czynienia Międzynarodowa Unia Astronomiczna. Są tam również mapy z zaznaczonymi tworami posiadającymi własne nazwy.

Kolejne hasło „Documents" oprócz podania szczegółowych zasad tworzenia nazewnictwa kieruje do szeregu informacji dotyczących m.in. klasyfikacji obiektów czy b. ciekawego spisu pozycji literaturowych (w tym również literatury pięknej), która posłużyła jako źródła nazw obiektów. Jest tam m.in. sumeryjski epos o Gilgameszu, „Mity greckie" Graves'a, „Odyseja" Homera czy „Pieśń o Rolandzie". Spis obejmuje powyżej 500 pozycji.



Oddzielna hasło „Images & GIS Data" odsyła jeszcze raz do map planet, księżyców czy planetoid jak i do związanych z nimi plików GIS. Do ich przeglądania potrzebne jest oddzielne oprogramowanie, strona nie oferuje własnego interfejsu do korzystania z takich danych.

Możliwe jest też zaawansowane przeszukiwanie bazy danych nazwanych obiektów.

Ostatnie hasło związane jest z formularzem, z którego pomocą można zgłaszać własne propozycje nazw. Jest on jednak przeznaczony jedynie dla naukowców, którzy muszą przy tym dobrze uzasadnić swoją prośbę…
Dla zainteresowanych informacja, że np. na Marsie nazwy „Grójec", „Puławy", „Puńsk" i „Rypin" są już zajęte…

Roman Schreiber

Astronomia sprzed tysiącleci

Obserwatorium Kokino

Cyryl Konstantinovski Puntos

Czy astronomia istniała blisko 3800 lat temu na terenie południowej Europy? Okazuje się, że nie tylko była obecna, ale potrafiono nawet zmieniać konfigurację krajobrazu na potrzeby obserwatorium. Kim byli ówcześni „mędrcy nieba" i po co tworzono tego rodzaju scenerie w naturalnym pejzażu?

Kokino – szczelina pomiarowa ceremonialna (fot. autor)

Ludność wielu społeczeństw na przestrzeni dziejów interesowało rozmieszczenie gwiazd na nieboskłonie czy pozorna wędrówka Słońca i Księżyca na sferze niebieskiej. Obiekt zaciekawienia stanowiły także inne ciała o genezie kosmicznej, którym przypisywano niekiedy metafizyczną wartość. W wielu przypadkach były też swoistą przestrogą wykorzystywaną przez znawców nieba do ostrzegania mieszkańców danego terenu, nadając tym zjawiskom tajemnicze i magiczne znaczenie. Powodowało to również przenikanie wiedzy astronomicznej do podstawowych działań i zwyczajów wewnątrz odpowiedniej kultury archeologicznej lub pierwszych historycznych cywilizacji. Mowa jest tutaj o aspektach związanych z kometami, meteorami i asteroidami. Jednak najbardziej spektakularne były zaćmienia Słońca, kiedy Księżyc przesłania naszą gwiazdę i następuje chwilowa ciemność, co było z pewnością zagadkowe dla tych, którzy uczestniczyli w tym naturalnym spektaklu. Najważniejsze jednak znaczenie dla ludności miała mniej efektowna zależność, a mianowicie położenie Słońca względem horyzontu w dniach uwzględniających krytyczne usytuowanie w czasie przesileń i równonocy. Dzięki temu wiedziano, kiedy rozpocząć i zakończyć prace związane z rolnictwem, co było kluczowe dla gospodarki w minionych wiekach [1].

PIONIERZY ASTRONOMII

W prehistorii, jeśli w danej kulturze archeologicznej zawarte są przesłanki związane z praktykami astronomicznymi, to z dużym prawdopodobieństwem istniała w niej wytyczona grupa ludzi zajmująca się postrzeganiem nieba. Można ich nazwać mędrcami, mającymi na celu stosowanie właściwych analiz zjawisk występujących nad ich głowami. Pomimo braku wiadomości przekazanych na piśmie można przypuszczać, że ci prehistoryczni astronomowie nie tylko brali czynny udział w obserwacjach widocznej gołym okiem przestrzeni pozaziemskiej, ale również odgrywali znaczną rolę w sferze obrzędowości całego społeczeństwa. Potwierdzają to artefakty odnalezione na wykopaliskach w formie m.in. ceramiki, która używana była do przekazywania darów dla czczonych wtedy bóstw [2]. Jednak co było najistotniejsze w obrębie zainteresowań myślicieli firmamentu? Najpewniej opracowywano jakiś rodzaj niepisanego terminarza, gdzie w sposób praktyczny za pomocą określonych punktów odniesienia wyznaczano periodyczność pewnych konfiguracji na niebie. [3].

NIEBO OKIEM PREHISTORYCZNYCH MĘDRCÓW

Jak obserwowano niebo w tak odległych czasach? Nie było jeszcze wtedy przecież odpowiednich instrumentów, za pomocą których można dokonywać stosownych pomiarów. Nie istniała możliwość określania z geodezyjną dokładnością pozycji ciał niebieskich względem danego punktu odniesienia. Jednak brak teleskopów i nowoczesnych przyrządów astronomicznych nie stwarzał większych problemów w podstawowej ich analizie. Świadczy to tylko o zaawansowanym jak na tamte czasy doświadczeniu w stosunku do stanu wiedzy na temat otaczającej nas szeroko rozumianej przyrody. Ponadto, mimo tak wczesnego okresu, w stosunku do odkryć Ptolemeusza czy później Kopernika, potrafiono zauważyć pewne powtarzalne zależności na niebie. Nie znano wtedy ani rzeczywistego kształtu Ziemi, ani niewyobrażalne jest, aby rozmyślano o ruchu Ziemi wokół Słońca. Sklepienie niebieskie było dla nich widowiskiem, które porządkowano w pewien sposób dla zastosowania w prozaicznych pracach oraz na potrzeby rytualne w okolicznościach związanych z cyklicznymi wydarzeniami i przypisywanymi im świętami i obrzędami. Można stwierdzić więc, że mędrcy tamtego okresu potrafili dobrze dopasować się do okalających ich zjawisk, co było niemałym osiągnięciem. Dodatkowo istnieją artefakty, jak m.in. „Wózek z Trundholm" czy „Dysk z Nebry", świadczące o zainteresowaniach społeczeństw prehistorycznych tematyką solarną i lunisolarną.

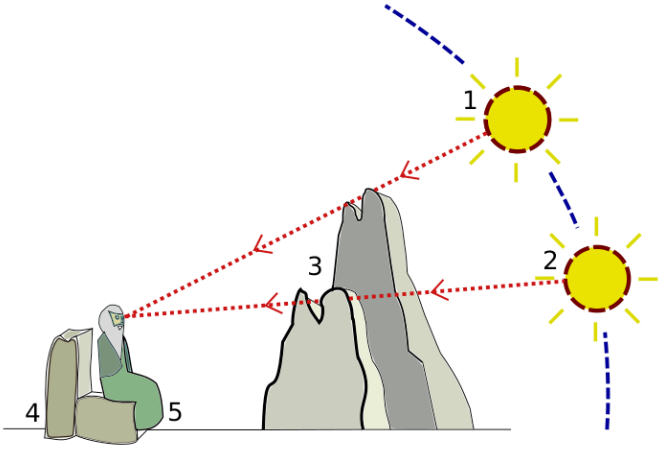
FENOMEN KOKINO

Dowodem na istnienie tak wczesnych obserwatoriów astronomicznych

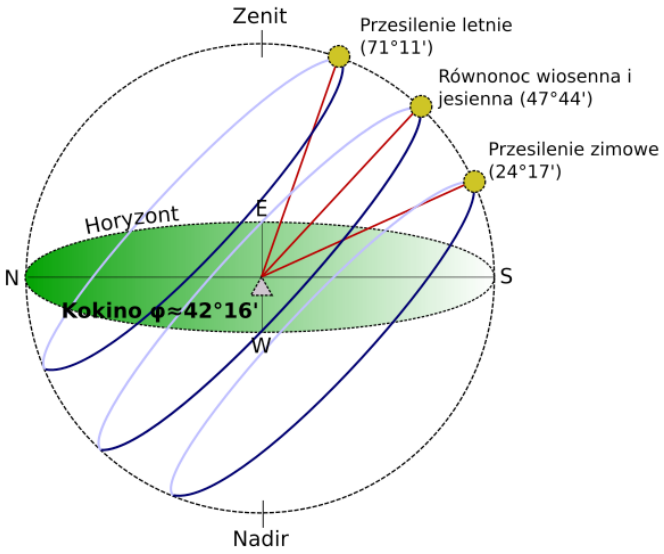
Źródło: Wikipedia

Datowany na epokę brązu „Wózek z Trundholm" (z lewej) interpretuje się obecnością kilku ważnych symboli. Dysk pokryty złotem ilustruje Słońce. Prawdopodobnie schemat ten przedstawia swoistą pozorną wędrówkę naszej gwiazdy po nieboskłonie. Z kolei „Dysk z Nebry" (z prawej) to zabytek świadczący o wysokim zaawansowaniu astronomicznym ludności epoki brązu. Służył on prawdopodobnie do pomiarów luni-solarnych. Przedstawia on na środku ustawione m.in. Słońce i Księżyc na tle nieba pełnego gwiazd. Znajduje się też dodatkowo możliwy element kultowy w formie łuku w dolnej jego części. Złote elementy umieszczono na dysku wykonanym z brązu

są stanowiska archeologiczne. Przykładem posługiwania się pewnego rodzaju korelacjami czasu z widocznymi zmianami na niebie jest prehistoryczne obserwatorium Kokino w Macedonii Północnej z epoki brązu. Zostało ono rozpoznane i opisane przez archeologa Jovicę Stankovskiego i zinterpretowane pod względem astronomicznym przez archeoastronoma z Macedonii Północnej, Gjore Ceneva. Zgodnie z tymi analizami, Kokino całkowicie różni się budową od większości megalitycznych sanktuariów, jak np. Stonehenge czy Stenness w Wielkiej Brytanii [4]. Nie stanowi ono koncentrycznie rozlokowanych kamieni w formie tzw. kromlechów. Pod tym względem jest to pewna rzadkość, gdyż na wzgórzu występują wykute w skale szczeliny potrzebne do obserwacji Słońca i Księżyca [5]. Z właściwych odpowiednio przygotowanych miejsc patrzono w ich kierunku (rys. 1). Pojawienie się Słońca lub Księżyca wewnątrz tych szczelin określało spodziewany czas planowanych wydarzeń w kontekście agrarnym i ceremonialnym [6]. Z dużą dozą prawdopodobieństwa określić można, że prehistoryczni mędrcy wykonywali je metodą praktyczną, czyli przez dłuższy czas wyczekiwali, kiedy Słońce osiągnie swoje minimum lub maksimum względem horyzontu w dniu przesilenia (rys. 2), by następnie wyryć te krytyczne wartości w skale. Zapoczątkowało to funkcjonalność tego miejsca na przestrzeni wielu lat. Według archeologów kultura, która odpowiedzialna jest za ten fenomen, nazywa się Bubanj-Hum III, zajmująca niegdyś teren południowej Serbii aż do Macedonii Północnej [7].



Rys. 1. Schemat mechanizmu obserwacji nieba w Kokino. Oznaczenia: 1 – Słońce obserwowane w dniu przesilenia letniego, 2 – Słońce obserwowane w dniu przesilenia zimowego, 3 – Szczeliny wydrążone w skałach, 4 – Siedziska do oglądania Słońca, 5 – Mędrzec. Odległość między obserwatorem a skałami wynosi ok. 30 m, a ich względna wysokość wyższej z nich 7 m



Rys. 2. Pozorny ruch Słońca po nieboskłonie dla szerokości geograficznej Kokino w okresach przesileń. W nawiasach podano w przybliżeniu kąt, pod jakim góruje Słońce w okresie przesileń i równonocy

ŚWIĘTA GÓRA

Ciekawa jest również sama lokalizacja obserwatorium astronomicznego Kokino. Aby tam dotrzeć, należy kierować się na północny wschód od Kumanova. Nie jest jak większość tego typu starożytnych obiektów umieszczone na płaskim terenie. Posiada znaczną wysokość względną ponad okolicę. Dobrze widoczna w zachodniej części jest m.in. dolina rzeki Pcinja z samego szczytu. Jednak widok na wschodnią część jest dosyć ograniczony ze względu na otaczające z tej strony góry. Wynika z tego, że nie bez przyczyny obrano to a nie inne miejsce. Z jednej strony ważne było

Jedna ze szczelin obserwatorium Kokino i miejsca obserwacji. „Trony" to miejsce obserwacji podczas przesilenia letniego

Dwa widoki na szczeliny obserwacyjne Kokino „od zewnątrz"

umieszczenie w dobrze zauważalnym obszarze dla ludności zamieszkującej osady poniżej. Możliwe, że tamtejsza ludność czynnie uczestniczyła w obrzędach na tej górze [8]. Z drugiej strony tak zaplanowano rozstawienie odpowiednich punktów obserwacyjnych, aby uzyskać obraz Słońca i Księżyca w dniu przesilenia. Z trzeciej zaś, sam naturalny wygląd wzgórza złożonego z szarych skał nadawał specyficzny wygląd temu miejscu [9]. Wszystkie te aspekty tworzyły spójną całość, która charakteryzowała nietypowy obraz obserwatorium astronomicznego Kokino, będącego nie tylko miejscem do śledzenia obiektów niebieskich, ale też przedmiotem kultu.

Prehistoryczni astronomowie posiadali wiedzę budzącą dzisiaj niemały podziw. Istnieją oczywiście opinie krytyczne, sugerujące, że rozlokowanie punktów obserwacyjnych jest przypadkowe i nie można ich korelować z pomiarami wysokości ciał niebieskich. Obiekt ten był jednak użytkowany długie lata przez ludność od początków okresu epoki brązu. Na świecie odkryto też inne obiekty wykorzystujące w ten sposób zależność między położeniami obiektów na niebie a wykonanymi konstrukcjami. Dla tak odległych czasowo społeczeństw istotny był związek pomiędzy przyrodą a człowiekiem. Dzięki temu rolnictwo mogło być bardziej wydajne, dając większe plony. Możliwe też, że pradawni badacze mogli spoglądać w inne gwiazdy w celach rytualnych. Zasługi „mędrców nieba" z Kokino uzmysłowiają, jaką drogę przeszła astronomia od prehistorii do dzisiejszego stanu wiedzy.

Bibliografia

[1] Cenev, Gjore (2011). The role of the Kokino megalith in the life of the Bronze age agricultural community. *The Role of Astronomy in Society and Culture, Proceedings of the International Astronomical Union, IAU Symposium 2009*, 260, pp. 12–14.

[2] Kuzmanovska, Olgica; Stankovski, Jovica (2018). Cult practise and calendars of Kokino sanctuary. [w:] D. Gjorgjievski (red.) *Giving gift to God: evidences of votive offerings in the sanctuaries, temples and churches: proceedings of the 1 st & 2nd International archaeological conference "Kokino", held in Skopje & Kumanovo, 2016-2017.* Kumanovo: National Institution Museum of Kumanovo, p. 31.

[3] Cenev, Gjore (2008). Kokino calendar. *Publications of the Astronomical Observatory of Belgrade*, 85, pp. 87–94.

[4] Connolly, David (2016). Archaeoastronomy for archaeologists. *BAJR Series*, 43, pp. 10–11.

[5] Stankovski, Jovica; Trajkovska, Lenka (2007). *Kokino fortress of the Sun*. Kumanovo: National Institution Museum of Kumanovo, pp. 13–15.

[6] Cenev, Gjore (2007). Archaeo-astronomical characteristics of the Kokino archaeological site. *Bulgarian Astronomical Journal*, 9, pp. 137–140.

[7] Bulatović, Aleksandar (2014). New finds as a contribution to the study of the early bronze age in the southern part of the central Balkans. *Starinar,* 64, pp. 66–68.

[8] Kuzmanovska-Barandovska, Olgica; Stankovski, Jovica (2011). The role of astronomical alignments in the rituals of the peak sanctuary at Kokino, Macedonia. *Journal of Astronomical History and Heritage*, 14(3), p. 222.

[9] Boev, Blazo; Mitrev, Sashe (2014). *Petrology of the Kokino volcanic rocks, Kumanovo District, Republic of Macedonia.* Comptes rendus de l'Acad'emie bulgare des Sciences, 67(12), pp. 1679–1682.

Cyryl Konstantinovski Puntos ma korzenie polsko-grecko-macedońskie. Jest absolwentem studiów inżynierskich (górnictwo i geologia) na Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie oraz studentem archeologii na Uniwersytecie Jagiellońskim. Brał udział w badaniach geologicznych i fotogrametrycznych na Cyprze oraz w wykopaliskach archeologicznych w Pafos na Cyprze i Starej Synagodze w Krakowie.

Problem stałej Hubble'a

Stała Hubble'a służy do opisu tempa rozszerzania się Wszechświata w czasie. Jest niezwykle istotnym parametrem kosmologicznym. Sprawdźmy, co obecnie astronomowie sądzą o wartości stałej Hubble'a, jak się ją mierzy i jakie są najnowsze próby pomiarów.

Jerzy Kuczyński

Kosmologia od pewnego czasu stała się solidną częścią nauk przyrodniczych. Tym niemniej to jedna z najmłodszych gałęzi nauk i charakteryzuje się dość znaczną ilością „chorób wieku dziecięcego". Co ciekawe, choroby te lubią powracać. W szczególności, jak się wydaje, powraca problem stałej Hubble'a, oznaczanej zwykle literą *H*. Warto tu zauważyć, że formalnie prawo Hubble'a jest słuszne dla niewielkich odległości, a w praktyce dla redsziftów rzędu kilku dziesiątych. Jednak nie stanowi to problemu — dla większych redsziftów, jak na razie, niemożliwy jest realny pomiar odległości. Konkretnie mierzy się redszift i ewentualnie wylicza odległość.[1] W sumie metody pomiaru *H* to problem dość skomplikowany, zarówno ideologicznie, jak i, oczywiście, technicznie! Techniczny aspekt pomiaru jest bardzo rozległy i zajmiemy się nim jedynie w bardzo ograniczonym zakresie.

Jaka jest wartość stałej Hubble'a?

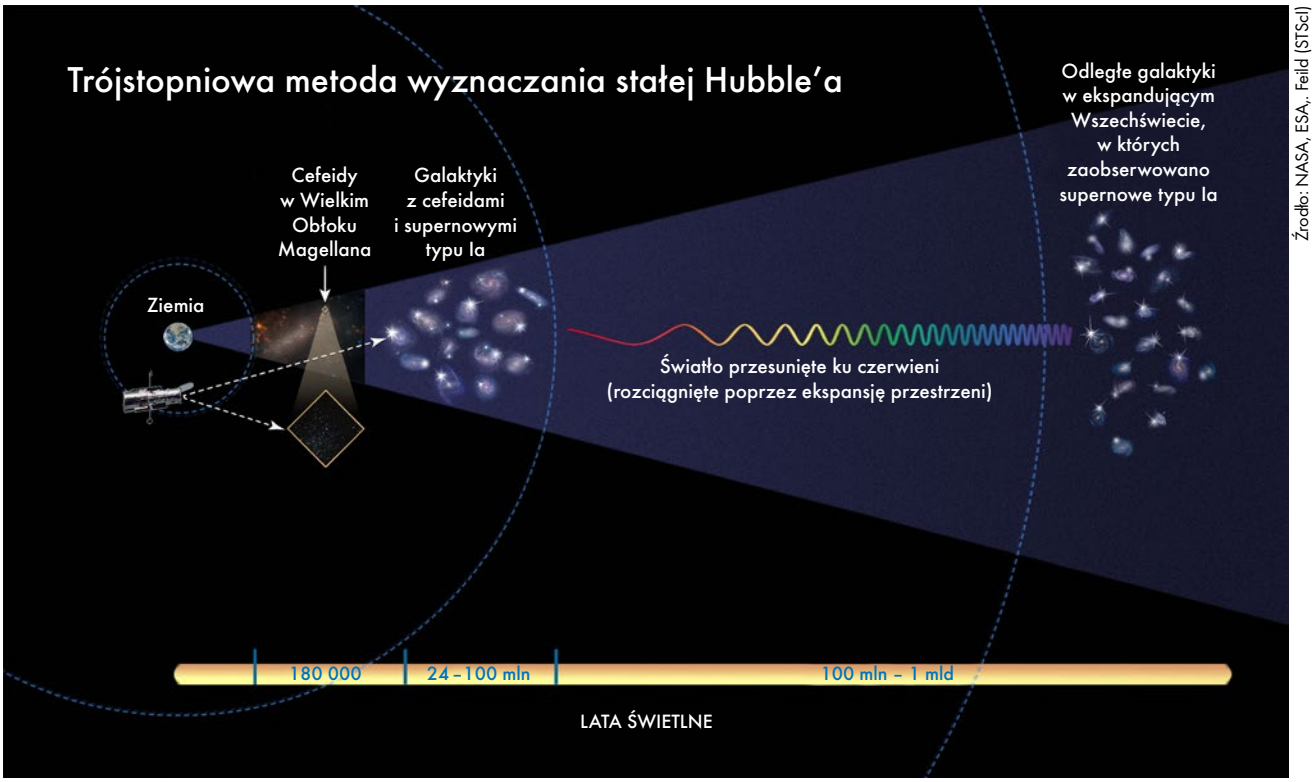
Jak pewnie starsi czytelnicy *Uranii* pamiętają, w latach osiemdziesiątych stała ta miała rozkład bimodalny — część zainteresowanych sądziła, że wynosi pięćdziesiąt kilka (w jednostkach (km/s)/Mpc), a inni obstawali przy wartości siedemdziesiąt kilka. Jak się wydaje, głównym powodem tego podziału była ideologia. Pięćdziesiąt kilka oznaczało, że Wszechświat może liczyć kilkanaście miliardów lat, co umożliwiało pogodzenie wieku Wszechświata z ocenami wieku niektórych istniejących obiektów (gromad kulistych), a mających niewątpliwie wiek powyżej 10 mld lat. Inni obstawali przy wyższej wartości stałej, pociągającej za sobą niższy wiek Wszechświata. W tym okresie dość powszechnie uważano, że wiek Wszechświata to $2/3\ H_0$, gdzie H_0 to współczesna wartość stałej Hubble'a. Odpowiada to modelowi Wszechświata zwanego modelem Einsteina — de Sittera i stanowi jawną sprzeczność między przyjmowanym modelem a rzeczywistością.

Jak wiemy, rozwiązanie się znalazło — ciemna energia i znacznie wolniejszy od poprzednio uważanego za oczywisty spadek wartości H_0[2]. Problem, jak się wydaje, powraca, a przynajmniej tak uważa J. Sokol (*Science,* 26 lipca 2019 r., t. 365, s. 306; „obrazkową" wersję tego samego autora znajdziemy w *Science* z 10 marca 2017, s. 1010; tym samym sprawa nie jest aż tak nowa), relacjonując wyniki konferencji, która odbyła się w Santa Barbara. Z zamieszczonej w cytowanym tekście tabeli wyczytamy, że z badań kosmologicznych (promieniowanie tła i barionowe oscylacje akustyczne) wynika wartość stałej Hubble'a równa 67,4. Nieco inna jest wartość tej stałej uzyskiwanej z badań typowo astronomicznych. Sokol podaje sześć pomiarów uzyskanych przez różne grupy. Znajdziemy tu m. in. wyniki uzyskane metodą cefeid, czerwonych olbrzymów czy soczewkowania przez kwazary. Średnia tych pomiarów wyniosła 73,1. Niby różnica nie jest zbyt wielka, ale to jednak około 8%. Co bardziej niepokojące, podobnie jak to było w latach osiemdziesiątych, podział biegnie przez profesje — typowi astronomowie, czyli ci co rzeczywiście mierzą, opowiadają się za wyższą wartością, a kosmolodzy, czyli bardziej teoretycy, za niższą.

Oczywiście od razu pojawia się pytanie czy nie dałoby się tego rozwiązać metodą, która już raz przyniosła Nobla (w 2011 r., Saul Perlmutter, Brian Schmidt i Adam Riess) czyli przez wprowadzenie jakiegoś nowego rodzaju materii (lub oddziaływania). To oczywiście dla teoretyków niesłychanie nęcąca możliwość — jak już raz padł za to Nobel, to może i drugi raz się uda! Sokol podsumowuje jednak tę możliwość jednym zdaniem — jak na razie nie znaleziono takiego pomysłu, który nie powodowałby nowych i z zasady poważniejszych problemów niż te, które rozwiązuje. Pozostaje nadzieja, że problem rozwiążą przyszłe pomiary, np. właśnie uruchamiany w pobliżu Tucson w Arizonie instrument DESI (Dark Energy Spectroscopic Instrument), dla którego, jak pisze D. Castelvechi (*Nature,* 2019, t. 572, s. 295), jednym z głównych przeznaczeń będzie badanie barionowej oscylacji akustycznej, czyli mówiąc prosto: zrobienie mapy przestrzennej galaktyk o rozmiarze około 320 Mpc. A więc może przynajmniej w tym jednym szczególnym rodzaju pomiarów *H* rzecz zostanie niedługo rozstrzygnięta!

[1] W dość nietrywialny, a niekiedy szokujący sposób! Np. w wielu publikacjach spotkamy tak wyliczone odległości rzędu kilkudziesięciu miliardów lat świetlnych. Taki z pozoru absurdalny wynik oznacza, że obiekt jest tak daleko w obecnej chwili czasu kosmicznego (i według jakiegoś modelu kosmologicznego!). Oczywiście w chwili emisji światła był dużo bliżej, a światło z definicji prędkości światła przebyło odległość równą różnicy czasów razy c. Warto zauważyć, że tego rodzaju postępowanie jest w drastycznej sprzeczności z tym, co słyszeliśmy na temat „fizyczności pomiarów" na kursowych wykładach z mechaniki kwantowej.

[2] Trudno złośliwie nie zauważyć, że cena kompromisu była spora — 2/3 nieobserwowanej materii Wszechświata. Jeszcze gorzej wygląda (wg autora) wynikające z tego „równanie stanu" ciemnej energii. Ale że dali za to Nobla, to marudzić nie wypada.



Źródło: NASA, ESA, A. Feild (STScI)

Ilustracja jednej z metod stosowanych do pomiarów stałej Hubble'a. Kolejne kroki służą do zbudowania kosmicznej drabiny odległości. Następnie wyznaczona w ten sposób odległość porównywana jest z redsziftem zmierzonym dla danej galaktyki (pomiarem jak bardzo jej światło jest przesunięte ku czerwieni), co pozwala obliczyć stałą Hubble'a, czyli tempo rozszerzania się Wszechświata

Jak zmierzyć stałą Hubble'a?

Powyższa część tekstu została napisana pod koniec sierpnia. Potem była konferencja z cząstek, zjazd PTA i w końcu przyszedł czas na przesłanie tekstu do Redakcji[3]. Po zaglądnięciu do biblioteki okazało się jednak, że tekst wymaga uzupełnienia. W numerze *Science* z 13 września ukazały się bowiem dwa artykuły będące istotnym uzupełnieniem powyższej części tekstu. Jednak uwzględnienie ich wymaga paru uwag o stałej Hubble'a. Otóż stała Hubble'a to tempo ekspansji Wszechświata zdefiniowane jako pochodna czasowa czynnika skali przez ten czynnik skali (dla lubiących matematykę: H to pochodna logarytmiczna czynnika skali, czyli $H = d/dt(\ln(R(t)))$, gdzie t jest czasem kosmicznym). Czynnik skali $R(t)$ to funkcja czasu kosmicznego opisująca ekspansję Wszechświata — jeżeli w pewnej chwili t_1 odległości we Wszechświecie wynosiły $R(t_1)\cdot l$, to w chwili t_2 wyniosą $R(t_1)\cdot l$, gdzie l jest odległością w momencie, gdy czynnik skali wynosi jeden. Oczywiście tę chwilę można przyjąć dowolnie. W praktyce H to zmiana odległości między dwoma punktami podzielona przez tę odległość.

I tu dwie uwagi. Po pierwsze, w zasadzie stała Hubble'a odnosi się do dowolnie bliskich punktów. To z definicji pochodnej. Po drugie, mają do być „punkty przestrzeni", a więc obiekty nie oddziałujące ze sobą. Oczywiście z oczywistych (przynajmniej w standardowej fizyce) własności przestrzeni (jednorodność!) nie da się zmierzyć punktów i w praktyce muszą to być obiekty. A te mają masę, więc oddziałują. I kłopot, bo obiekty oddziałujące i tworzące układ związany nie zmieniają odległości — ta jest określona przez dynamikę, a więc np. atomy w wyniku ekspansji Wszechświata zachowują swoją wielkość! W praktyce do pomiaru stałej Hubble'a używa się galaktyk — obiek-

[3] Do Czarta (Krzysztofa), który z moich mało eleganckich tekstów robi to, co Czytelnik może zobaczyć w *Uranii*, m.in. opatrując teksty stosownymi ilustracjami i podpisami do nich.

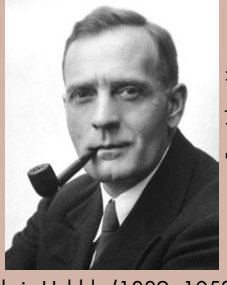
Prawo Hubble'a-Lemaître'a

Prawo to stanowi matematyczny opis tzw. ucieczki galaktyk. Generalnie im bardziej odległa od nas galaktyka, tym mocniej jej światło jest przesunięte ku czerwieni, a to oznacza, że obiekty te oddalają się od nas. Wzór wiąże odległości galaktyk z ich prędkościami ucieczki i w „szkolnej" formie ma postać:

$$v = H_0 \cdot r$$

gdzie v to prędkość ucieczki, r to odległość, a H_0 to stała Hubble'a. Inny zapis to $z \cdot c = H \cdot d$, gdzie z to redszift, c – prędkość światła, d – odległość.

Do tej pory zależność była znana pod nazwą „prawo Hubble'a". Jednak w 2018 r. Międzynarodowa Unia Astronomiczna (IAU) zarekomendowała, aby zacząć stosować nazwę prawo Hubble'a-Lemaître'a, dla wskazania wkładu obu tych naukowców w rozwój współczesnej kosmologii.

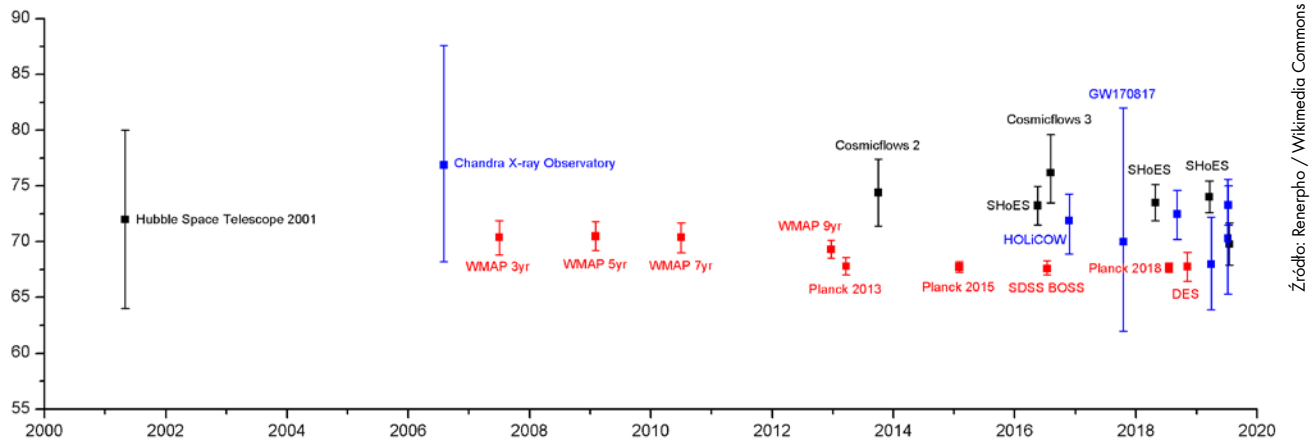


Fot.: Johan Hagemeyer

Edwin Hubble (1889–1053)

Źródło: wikipedia.org

Georges Lemaître (1894–1966)



Źródło: Renerpho / Wikimedia Commons

Wybrane pomiary wartości stałej Hubble'a z lat 2001–2019. Czarnym kolorem oznaczono oszacowania na podstawie skalibrowanej drabiny odległości, czerwonym na podstawie pomiarów kosmicznego promieniowania tła oraz barionowych oscylacji akustycznych dla wczesnego Wszechświata (z parametrami ΛCDM), a niebieskim pomiary niezależne

tów raczej masywnych i oddziałujących grawitacyjnie, czyli oddziaływaniem zdecydowanie długozasięgowym. Dlatego trzeba wziąć galaktyki na tyle odległe, by grawitacja pomiaru nie zaburzyła. I tu sama „wpycha się" myśl, że do tego pomiaru najlepiej byłoby użyć ciał oddziałujących krótkozasięgowo, a więc chromodynamiczne (silnymi oddziaływaniami jądrowymi). To chyba jednak już wpływ tej konferencji z cząstek (fantazjowanie? Może, ale nie takie fantazje przechodziły w dobrych czasopismach!). Więc jednak galaktyki i to odległe o przynajmniej kilka, kilkanaście megaparseków.

Krótka refleksja i widać problem, bo dziesięć Mpc to różnica w czasie kosmicznym 30 mln lat, a stała Hubble'a zmienia się w czasie, bo czynnik skali zależy od tej wielkości (inaczej nie można by go różniczkować po czasie). Dodatkowo odległość 10 Mpc wcale nie wyklucza wpływu grawitacji. Jak pewnie pamiętamy, w praktyce używa się prawa Hubble'a w postaci $z \cdot c = H \cdot d$, gdzie z, c, H, d to odpowiednio redszift, prędkość światła w próżni, stała Hubble'a i odległość. Oczywiście zakładając, że w ciągu czasu jaką światło potrzebuje na przebycie odległości od obserwowanego obiektu, stała Hubble'a zmieni się niewiele[4]. Pomiar redsziftu nie sprawia z zasady kłopotów, a dokładną wartość c znajdziemy w tablicach. Warto przypomnieć, że c jest stałą dokładną (definicyjną, niedokładny jest… metr).

Jednak rzeczywistym problemem jest niezależny pomiar odległości. Najczęściej jest to tzw. odległość jasnościowa, czyli odległość wynikająca ze zmierzonej jasności obiektu o znanej jasności absolutnej. I znowu widać, że otwiera się cała otchłań problemów — w trakcie biegu światła od obiektu do teleskopu nie tylko że zmienia się odległość (ekspansja), ale i samo światło ulega zmianie (redszift zmniejszający energię fotonu). Nie lepiej jest z tzw. odległością kątową, czyli typowym dla geodezji pomiarem odległości przy pomocy teodolitu i łaty. W tym przypadku oczywiście musimy „skądinąd" znać rozmiary absolutne mierzonego obiektu. Odległość kątowa na dodatek nie ma charakteru monotonicznego w czasie kosmicznym (np. „duża łata" emitująca światło w momencie bliskim Wielkiego Wybuchu byłaby widoczna pod sporym kątem — obecnie byłaby wprawdzie bardzo daleko, ale jeżeli światło od niej dotarło do naszego teleskopu, to przyszłoby z kierunków, w których opuściło łatę, czyli pod dużym kątem) i dla pewnej odległości osiąga minimum. Np. dla wspomnianego już modelu Einsteina — de Sittera minimum odległości kątowej przypada na redszift równy 5/4.

W sumie pomiary odległości w ekspandującym Wszechświecie są kłopotliwe i to zarówno z punktu widzenia technicznego, jak i ideologicznego i na to, by cokolwiek uzyskać, potrzebny jest model kosmologiczny. Gdybyśmy mieli model kosmologiczny (czyli jawną zależność czynnika skali od czasu) to można by wykonane pomiary uzgodnić, czyli w praktyce przeliczyć zmierzony redszift na normalne jednostki. Co ważniejsze, jeżeli w jakiś sposób dokonamy pomiaru odległości i przesunięcia ku czerwieni do jakiegoś obiektu, to możemy, mając rozwiązany model, obliczyć, ile wynosi stała Hubble'a w zależności od czasu, w szczególności chwili obecnej (oczywiście w trakcie biegu światła H ulega zmianie). Ale dla każdego modelu wynik wyjdzie trochę inny. Pozostaje więc wyjaśnić, czym jest model kosmologiczny. I okazuje się, że to akurat jest już zupełnie proste. To po prostu skład materialny Wszechświata. W praktyce rzecz trochę bardziej skomplikowana, bo chodzi o sposób w jaki zmienia się gęstość materii w czasie ewolucji Wszechświata. Rodzajów materii może być sporo, a każda może ewoluować inaczej. Obecnie najpopularniejszy wydaje się model zwany ΛCDM, czyli stała kosmologiczna i zimna ciemna materia w odpowiedniej proporcji[5] (z grubsza 30% materii i 70% stałej kosmologicznej).

Uff… — jest już chyba wszystko, co konieczne, by zrozumieć teksty, które pojawiły się 13 września. Przepraszam, że trochę było marudnie i „z głowy", więc nie najprecyzyjniej, ale bez tego wstępu mogłoby być mało zrozumiałe.

Powrót do przeszłości?

Wspomniane teksty to opublikowana w *Science* (t. 365, s. 1134) praca I. Jee (i czterech innych autorów) oraz jej omówienie i podsumowanie autorstwa Tamary Davis (ten sam zeszyt *Science,* s. 1076). Oba teksty dotyczą pomiaru stałej Hu-

[4] I prędkość jest niewielka. Wtedy przesunięcie długości fali opisuje przybliżony wzór $z = v/c$, czyli odzyskujemy „szkolny" wzór $v = H \cdot l$.

[5] Jak widać, w nazwie pominięto dwa dość istotne rodzaje materii, czyli normalną (barionową) materię i promieniowanie. Tę pierwszą z punktu widzenia kosmologii można potraktować łącznie z ciemną materią, ale już promieniowanie zachowuje się odmiennie. Jednak obecnie ma marginalne znaczenie.

bble'a metodą soczewkowania grawitacyjnego, więc znowu dygresja jak to się robi. Zasada pomiaru polega na tym, że światło biegnie od obiektu o dużym redszifcie, przechodząc obok czegoś bliższego, ale masywnego. Pole grawitacyjne masywnego ciała zagina drogę fotonów i dlatego z Ziemi widzimy kilka obrazów odległego ciała (w przypadku, gdyby oba ciała były dokładnie na jednej linii, zobaczylibyśmy tzw. pierścień Einsteina). W przypadku omawianej pracy obserwowano dwa odległe obiekty o redsziftach odpowiednio 0,295 i 0,6304 (oznaczenia obiektów to CLASS B1608+656 i RXSJ 1131-1231). Istotą pomiaru jest to, że wspomniane źródła są zmienne, co powoduje, że poszczególne obrazy również zmieniają jasność. Identyfikując poszczególne zmiany jasności obrazów jako pochodzące z tego samego „mrugnięcia" źródła, uzyskujemy różnicę czasu biegu fotonów. Różnica ta zależy oczywiście od różnicy długości drogi światła, ale też i od potencjału grawitacyjnego. Ten ostatni uzyskano, mierząc rozkład prędkości gwiazd w stanowiącej soczewkę galaktyce (w rzeczywistości to nawet nieco bardziej skomplikowane obiekty, więc chodzi o prędkości składników). Znajomość obu wielkości umożliwiła określenie, w jakiej odległości od centrum soczewkującej galaktyki przeszło światło odległego źródła, czyli rzeczywistego rozmiaru soczewkującej galaktyki. Mając rzeczywisty rozmiar, możemy obliczyć rzeczywistą odległość kątową (taką jak w geodezji, a nie „rozmiaru kątowego") wynoszącą odpowiednio 810 (+160, –130) Mpc oraz 1230 (+180, –150) Mpc.

Dalsza procedura przeprowadzona przez autorów pracy wydaje się dosyć standardowa, choć wcale nie prowadzi do standardowych wyników. Otóż mając dwie „absolutne" (mało zależne od modelu i wyrażone w „normalnych" jednostkach) odległości, spróbowano wycechować również w „absolutny sposób" względne odległości do 740 supernowych (czyli uzyskane metodą odległości jasnościowej). Jak twierdzą autorzy, uzyskano cechowanie odległości jasnościowej w zakresie redsziftu od zera do 1,4. I w tym momencie pojawia się największe zaskoczenie. Otóż mając wycechowane odległości, można obliczyć stałą Hubble'a dla różnych modeli i różnych „*z*" (przypomnijmy sobie, że w zasadzie ta stała powinna być liczona dla infinitezymalnie małej różnicy czasów i o odległości więc pomiar metodami astronomicznymi jest w zasadzie tyko grubym przybliżeniem). W szczególności dla współczesnych czasów oszacowano H_0 dla różnych modeli. Wynik 82 ± 8. Konkretnie dla modelu ΛCDM uzyskano wartość 82,4 km/s/Mpc. Chyba zaskakujące, bo ostatnio takie wartości H_0 pojawiały się w literaturze dwadzieścia parę lat temu!

No cóż, pożyjemy, zobaczymy, co z tego pozostanie na stałe. ■

Źródło: ESA/Hubble, NASA, Suyu et al.

Soczewkowany grawitacyjnie kwazar B1608+656 o redszifcie z = 1,394. Dwie galaktyki znajdujące się bliżej zaburzają jego obraz w widoczne jasne łuki

Odkrycia i ciekawostki z portalu URANIA.EDU.PL

Nagroda Nobla 2019 z fizyki za egzoplanety i kosmologię

Laureatami Nagrody Nobla 2019 w dziedzinie fizyki zostali odkrywcy pierwszej planety pozasłonecznej krążącej wokół normalnej gwiazdy, Michel Mayor oraz Didier Queloz, a także naukowiec mający wielki wkład w odkrycia kosmologiczne – James Peebles. W uzasadnieniu od Komitetu Noblowskiego czytamy, iż nagroda została przyznana za wkład w nasze zrozumienie ewolucji Wszechświata i miejsca Ziemi w kosmosie. James Peebles otrzymał ją za teoretyczne odkrycia w kosmologii fizycznej, a Michel Mayor i Didier Queloz za odkrycie egzoplanety okrążającej gwiazdę typu słonecznego. Wysokość nagrody wyniosła 9 mln koron szwedzkich, czyli około 3,5 mln zł. Połowę tej kwoty otrzymał Peebles, a drugą połowę wspólnie Mayor oraz Queloz.

Od lewej: James Peebles, Michel Mayor, Didier Queloz

James Peebles wniósł istotny wkład w badania kosmologiczne. Jest uznawany za jednego z głównych kosmologów drugiej połowy XX w. Jego teoretyczne prace pozwoliły przekształcić kosmologię w ciągu ostatnich 50 lat ze sfery spekulacji do naukowo rozwiniętej dyscypliny i stanowią podstawę dla naszego obecnego zrozumienia Wszechświata jako całości i jego ewolucji. Peebles jako jeden z pierwszych postulował istnienie tzw. mikrofalowego promieniowania tła (co zostało potem potwierdzone). Zajmował się kwestiami związanymi z Wielkim Wybuchem, pierwotną nukleosyntezą, zagadką ciemnej materii czy powstawaniem struktur we Wszechświecie.

Z kolei odkrycie, którego dokonali Michel Mayor oraz Didier Queloz, wpływa na zrozumienie naszego miejsca we Wszechświecie w nieco innej skali niż kosmologiczna. Chodzi tutaj o potwierdzenie, że inne gwiazdy podobne do Słońca także mają swoje planety. Obecnie naukowcy znają już ponad 4000 takich egzoplanet.

Warto tutaj wskazać, że Mayor i Queloz nie byli pierwszymi odkrywcami planet pozasłonecznych. Pierwsze egzoplanety odkrył kilka lat wcześniej polski astronom Aleksander Wolszczan (oraz Dale Frail). Co prawda są to planety okrążające pulsara, a nie „normalną" gwiazdę, jednak w kontekście uzasadnienia dla przyznania nagrody opublikowanego przez Królewską Szwedzką Akademię Nauk, dziwi pominięcie Wolszczana wśród nagrodzonych.

Krzysztof Czart

Najstarsza znana gromada galaktyk

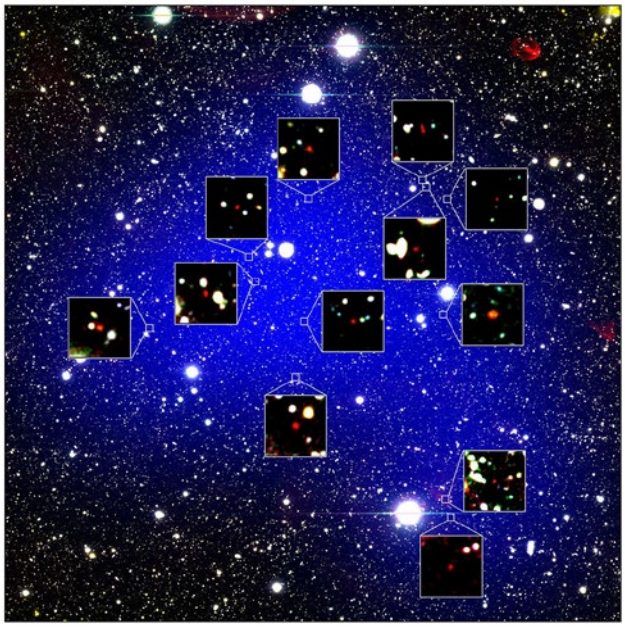
Z pomocą teleskopów Subaru, Keck i Gemini międzynarodowy zespół astronomów odkrył zbiór 12 pradawnych galaktyk, które istniały około 13 mld lat temu. Jest to najstarsza gromada galaktyk, jaką kiedykolwiek zaobserwowano.

Jedna z nich to wielki obiekt, znany jako Himiko, który został odkryty już 10 lat temu przez Teleskop Subaru i nazwany tak na cześć królowej starożytnej Japonii. Odkrycie to sugeruje, że duże struktury, takie jak wczesne gromady galaktyk, istniały już wtedy, gdy Wszechświat liczył sobie zaledwie około 800 mln lat, co stanowi 6% jego obecnego wieku!

We współczesnym Wszechświecie obserwowane gromady galaktyk mogą składać się z setek poszczególnych obiektów, ale sposób ich tworzenia jest wciąż nie do końca dobrze poznany. Aby zrozumieć złożone procesy powstawania gromad, astronomowie szukają ich potencjalnych progenitorów w „starożytnym" Wszechświecie. Odkryta teraz protogromada to gęsty układ złożony z kilkudziesięciu galaktyk bardzo wczesnego Wszechświata, który na tym etapie wciąż rósł, stając się powoli klasyczną gromadą galaktyk, jakie widzimy dziś.

Na mapie Wszechświata wykonanej z pomocą Teleskopu Subaru, zespół, którym kierował Yuichi Harikane z Narodowego Obserwatorium Astronomicznego w Japonii, odkrył obiecującego kandydata na poszukiwaną protogromadę – obiekt o oznaczeniu z66OD, w którym galaktyki okazały się być 15 razy bardziej skoncentrowane niż zazwyczaj obserwuje się to w tej konkretnej epoce w dziejach kosmosu. Zespół przeprowadził następnie jego obserwacje spektroskopowe za pomocą teleskopu Gemini North. Potwierdzono tam obecność 12 galaktyk, które istniały aż 13 mld lat temu.

Elżbieta Kuligowska



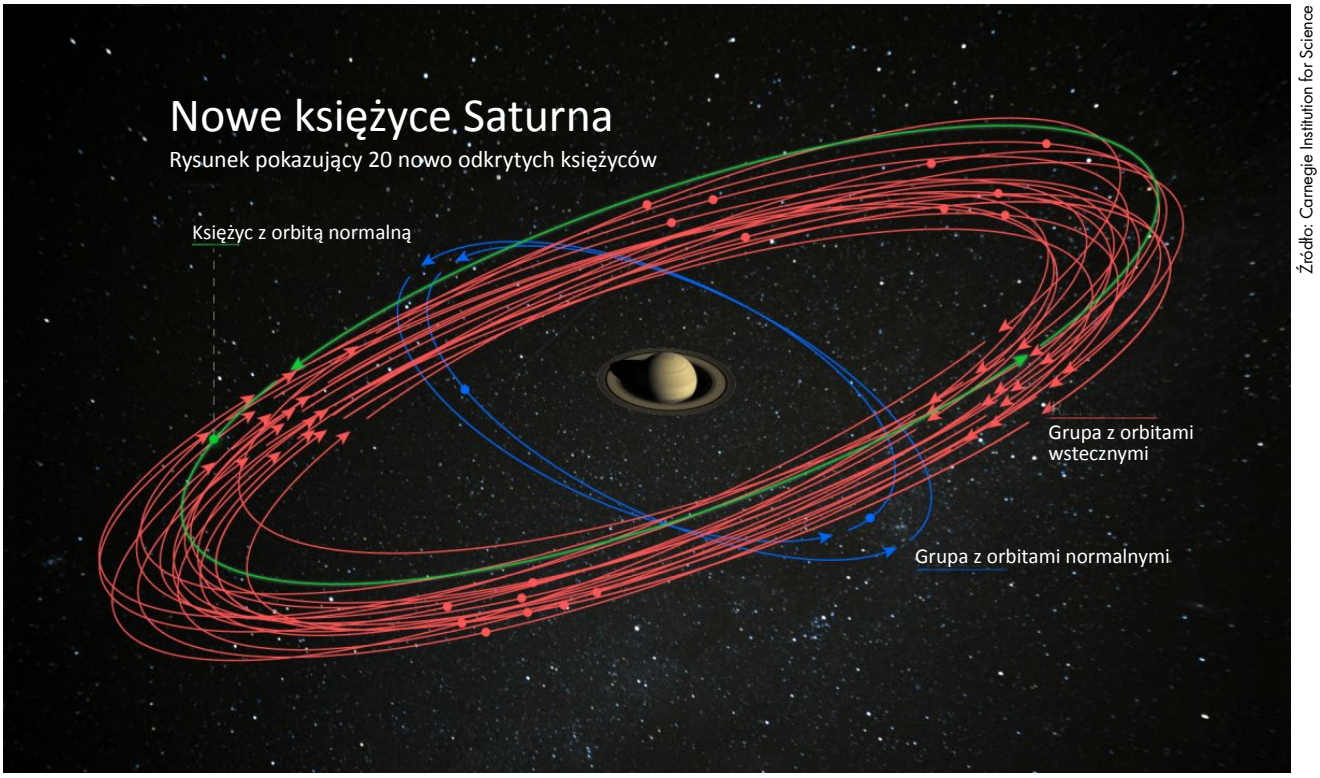
Źródło: NAOJ/Harikane et al.

Najdalsza protogromada galaktyk, znaleziona przez teleskop Subaru. Niebieskie cieniowanie pokazuje jej zasięg, a kolor wyraźnie niebieski oznacza większą gęstość galaktyk w gromadzie. Czerwone obiekty w powiększonych ujęciach to 12 znalezionych w niej galaktyk. Ilustracja obejmuje kwadratowe pole widzenia o wielkości 24 min łuku (co odpowiada 198 mln lat św. na każdej z krawędzi, przy odległości rzędu 13,0 mld lat św.). Każda powiększona wstawka ma 16 sekund kątowych (co odpowiada 2,2 mln lat św.)

Saturn wyprzedził Jowisza w liczbie odkrytych księżyców

Za pomocą teleskopu Subaru na Hawajach dokonano odkrycia 20 nowych księżyców Saturna. Teraz druga największa planeta w Układzie Słonecznym liczy najwięcej, bo aż 82 znanych naturalnych satelitów.

Zespół pod przewodnictwem Scotta Sheparda z Carnegie Institution for Science odkrył 20 nowych księżyców orbitujących Saturna.



Źródło: Carnegie Institution for Science

Orbity 20 nowo odkrytych księżyców Saturna.

Odkrycie ogłosiła 7 października organizacja Minor Planet Center, działająca przy Międzynarodowej Unii Astronomicznej.

Spośród 20 odkrytych księżyców, aż 17 okrąża Saturna w kierunku przeciwnym do obrotu samej planety. Dwa księżyce poruszające się na orbicie zgodnej z obrotem Saturna znajdują się bliżej planety i mają okres obiegu wynoszący około 2 lata. Pozostałym 18 okrążenie Saturna zajmuje ponad 3 lata.

Wszystkie znalezione księżyce występują w znanych już konfiguracjach orbitalnych Saturna. Dwa z nich znajdują się na orbicie o inklinacji 46° i można je zaliczyć do grupy inuickiej, która powstała kiedyś prawdopodobnie na skutek rozpadu większego satelity. Nowo odkryte księżyce poruszające się po wstecznej orbicie można wpisać do grupy nordyckiej. Do jednego z nich należeć będzie teraz rekord w odległości od Saturna.

Ostatni odkryty satelita z ruchem zgodnym z obrotem Saturna znajduje się również na typowej orbicie o inklinacji 36°, co daje mu przynależność do grupy galijskiej. Jedyne co go odróżnia, to trochę większe oddalenie od samej planety.

Nowe księżyce Saturna zostały odkryte przy pomocy Teleskopu Subaru na górze Mauna Kea na Hawajach. Ten sam zespół badaczy przy użyciu tego teleskopu odkrył rok temu 12 nowych księżyców wokół Jowisza. Odkrycie aż 20 satelitów krążących wokół Saturna sprawia, że to ta planeta przoduje teraz w liczbie odkrytych satelitów (82), wyprzedzając Jowisza o 3 (79 odkrytych satelitów).

Rafał Grabiański

Czy Wenus była kiedyś ciepła i pełna wody? Niekoniecznie

Wyniki badań pokazują, że lawa znajdująca się na Wenus to w dużej mierze tak zwana lawa bazaltowa. Odkrycie to poddaje pod wątpliwość dosyć powszechny wciąż pogląd, że Wenus mogła kiedyś przypominać Ziemię, a na jej powierzchni znajdował się wówczas wielki ocean płynnej wody.

Wcześniejsze badania sugerowały, że dawna, starożytna Wenus była faktycznie ciepła i dość mokra. Naukowcy doszli do takich wniosków, bazując na poznanym składzie chemicznym jej atmosfery i obecności na jej powierzchni licznych wyżyn. Uważano, że te wyżyny uformowane są ze skał granitowych, podobnie jak kontynenty ziemskie, do których powstania niezbędne były jednak właśnie duże zbiorniki wody.

Teraz naukowcy z Lunar and Planetary Institute (LPI), w tym student Frank Wroblewski z Northland College, odkryli, że badany przez nich, dawny przepływ wulkaniczny obecny na płaskowyżu wyżynnym Ovda Regio na Wenus składa się z lawy bazaltowej, co kwestionuje teorię, że planeta mogła kiedyś przypominać Ziemię. Innymi słowy – w zaproponowanym teraz scenariuszu „bazaltowym" obecność starożytnego oceanu płynnej wody nie jest już potrzebna.

Zespół ponownie wykonał mapę przepływu lawy na Ovda Fluctus przy użyciu danych radarowych. Odkryto, że przepływ nie był charakterystyczny dla lawy granitowej, tak jak oczekiwano po jego położeniu. Znacznie bardziej prawdopodobne jest, że składała się ona ze skał bazaltowych, które z kolei mogą tworzyć się przy obecności wody, ale także i bez niej. Wynik może mieć znaczące implikacje dla historii ewolucji Wenus. Nowa mapa i wyniki zostały opublikowane w czasopiśmie Journal of Geophysical Research: Planets.

„Wciąż bardzo mało wiemy o powierzchni Wenus" – mówi członek zespołu, dr Allan Treiman, naukowiec z University of Space Research Association (USRA). – „Jeśli wyżyny Ovda Regio są zbudowane ze skały bazaltowej, podobnie jak większość Wenus, prawdopodobnie zostały one ściśnięte i wypiętrzone do swych obecnych wysokości przez siły wewnętrzne, prawdopodobnie jak góry powstałe na skutek ruchów płyt kontynentalnych na Ziemi".

Historia tych badań rozpoczęła się w roku 2018, jako część programu LPI's Summer Intern Program, w którym najzdolniejsi studenci studiów licencjackich zapraszani są do Houston w celu przeprowadzenia nowatorskich badań wraz z naukowcami z LPI i Astromaterials Research and Exploration Science Division (ARES) w centrum NASA Johnson Space Center.

Elżbieta Kuligowska

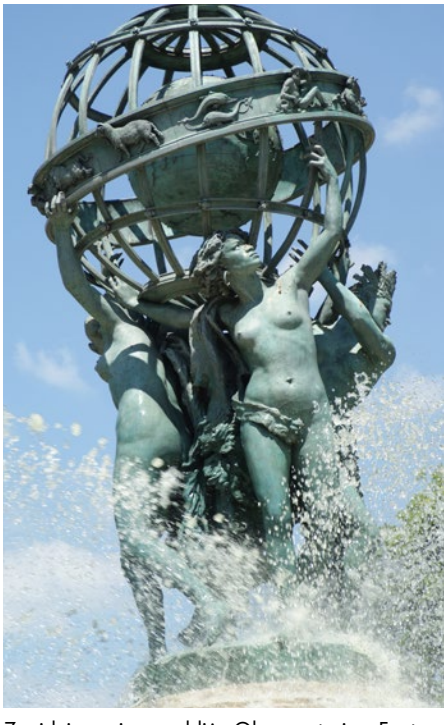
Gwiezdny zakątek nad Sekwaną

PARYSKA DYNASTIA

Dziedzictwo naukowe Paryża jest ogromne. Dotyczy to także jednego z najważniejszych obserwatoriów astronomicznych w dziejach ludzkości. Przez pierwsze 125 lat swojego istnienia było ono rządzone przez prawdziwą dynastię astronomów – Cassinich.

Paryż nierzadko wzbudza wśród turystów skrajne emocje. Z jednej strony miliony ludzi wyobrażają sobie stolicę Francji jako raj zakochanych i artystów, swoisty „Disneyland miłości". Z drugiej, można usłyszeć historie o paryskim brudzie i zaniedbaniu. Z pierwszą grupą ludzi wiąże się nawet medycznie rozpoznaną dolegliwość, tzw. „syndrom paryski", powodowaną przez zawód nad rzeczywistością. Z drugiej strony wiem z autopsji, że wielkie metropolie nigdy nie są lśniące i Paryż nie wypada tak źle, choćby w porównaniu z Londynem czy Nowym Jorkiem.

Dla mnie stolica Francji jest jednym z przyjemniejszych wielkich miast. Po pierwsze dlatego, że to jest fantastyczne miejsce do poznawania na pieszo. Kojarzy mi się przy tym opis miasta z „Lalki" Bolesława Prusa, gdzie Wokulski, patrząc na mapę, najpierw widział chaos, a z czasem zaczął dostrzegać logikę. Setki większych bądź mniejszych uliczek poprzedzielanych długimi bulwarami z XIX w., pomiędzy którymi ukrywają się tysiące ciekawych miejsc. I to jest drugi powód, dla którego cenię Paryż: bogate dziedzictwo materialne i intelektualne. Nie ma zbyt wielu miejsc na naszej planecie, oferujących taką intensywność doznań.



Znajdująca się w pobliżu Obserwatorium Fontanna Czterech Stron Świata, znana też jako Fontanna Obserwatorium, zrealizowało kilku rzeźbiarzy w latach 1867–1874. W jej centrum jest pomnik Czterech Stron Świata wykonany przez Jana Baptystę Carpeaux, mający wyraźne odniesienia geograficzne i astronomiczne

Przez stolicę Francji przewinęły się dziesiątki wybitnych postaci, od niezliczonych artystów, przez architektów, inżynierów, polityków, wynalazców, na naukowcach kończąc. Nazwiska rodowitych paryżan, takie jak Molier, Tocqueville, Zola, Coubertin, Lustiger, Becquerel, Renoir, Aznavour, Piaf i przybyszów, takie jak Richelieu, Lully, Racine, Cassini, Vauban, Monteskiusz, Dumas, Amper, Szopen, Curie, de Broglie, Eiffel, Pasteur, czy Poincaré są rozpoznawalne na całej planecie. Oczywiście nie zabrakło i miejsca dla astronomów, inaczej ten felieton by nie powstał.

O dziedzictwie naukowym Paryża można napisać niejedną książkę. Z perspektywy turysty też jest kilka miejsc wartych odwiedzenia — od popularyzatorskiego „Miasteczka Nauki i Przemysłu" przez muzea i wystawy po groby i miejsca pamięci. Na pewno warto się wybrać do Panteonu, gdzie oprócz pochówku osób zasłużonych dla Francji (w tym naukowców, jak Maria Skłodowska-Curie z mężem) znajduje się kopia oryginalnego wahadła Foucaulta. Zachowało się także laboratorium Marii Skłodowskiej-Curie, które można zwiedzić, choć jest otwarte tylko w wybrane dni.

Polka akurat nie ma wiele bezpośrednio wspólnego z astronomią, dokonane przez nią i jej męża odkrycie zjawiska radioaktywności miało rzecz jasna wpływ na rozwój astrofizyki. Jest ona najsłynniejszą kobietą wśród wszystkich naukowców w dziejach. Duża w tym zasługa jej męża Piotra, który odmówił przyjęcia Nagrody Nobla, jeśli nie uwzględniona zostanie Maria. Ciekawe jest też to, że we Francji wszelkie instytucje naukowe noszą imię obojga małżonków Piotra i Marii Curie, jak choćby jeden z czołowych paryskich uniwersytetów.

Jednakże, z punktu widzenia dziejów astronomii dużo ważniejsza była inna instytucja i osoby z nią związane: Obserwatorium Paryskie, mające siedzibę w zabytkowej budowli w XIV dzielnicy Paryża — najstarsza wciąż funkcjonująca instytucja tego typu na świecie.

* * *

Decyzja o powstaniu Obserwatorium Królewskiego powstała już na pierwszym spotkaniu słynnej Akademii Nauk, powołanej w 1666 r. przez sławnego króla Ludwika XIV i jego pierwszego ministra, Jana Baptystę Colberta. Budowę instytucji rozpoczęto w dniu przesilenia letniego 1667 r., na południowym skraju

Słynna demonstracja obrotu kuli ziemskiej zaproponowana w 1849 r. przez Jana Bernarda Foucaulta została zrealizowana w 1851 r. w paryskim Panteonie. Była to ołowiana kula pokryta miedzią ważąca 28 kg i podwieszona na drucie stalowym o długości 67 m. W 1995 r. doświadczenie zrekonstruowano i można je obecnie obserwować we wnętrzu dawnej świątyni

ówczesnego miasta. Budynek ukończono pięć lat później. Co ciekawe, zbudowany został zgodnie z ówczesnymi gustami bardziej jako willa niż obserwatorium i astronomowie musieli długo się zmagać z niedogodnościami spowodowanymi jego architekturą.

Jeszcze w czasie budowy dyrektorem instytutu został słynny astronom Jan Dominik Cassini, urodzony w znajdującym się poza ówczesną Francją Hrabstwie Nicei. To od niego wzięła nazwę słynna sonda badająca Saturna i jego układ pierścieni oraz księżyców. Często jest on określany jako Cassini I, jako że założył on prawdziwą dynastię astronomów, zarządzającą obserwatorium aż do 1793 r!

Życiorys astronoma znakomicie ilustruje intelektualną dominację Francji w XVII w. Kraj ten, a szczególnie jego stolica, przyciągał jak magnes wybitnych naukowców i myślicieli, a najwybitniejsi mogli liczyć na wartościowe pozycje niezależnie od pochodzenia etnicznego czy społecznego. Mogło tak się dziać ze względu na ukrócenie samowoli szlacheckiej i absolutyzm władzy królewskiej, jaki stał się wzorem do naśladowania w większości Europy. Ludwik XIV był jednak władcą nad wyraz próżnym, więc talent do prawienia pochlebstw też miał znaczenie, a tego Cassiniemu najwyraźniej nie brakowało. Stąd choćby odkryte przez niego księżyce Saturna nazwał on „Gwiazdami Ludwikowymi". Nie miejsce tu na biografię tego wybitnego astronoma, ale jego wkład w naukę, a szczególnie poznawanie Układu Słonecznego, jest spory.

W czasach Cassinich Obserwatorium Paryskie było najlepszą astronomiczną placówką na całym świecie, chętnie odwiedzaną przez najwybitniejszych badaczy Europy. Tu wyznaczono po raz pierwszy odległość od Ziemi do Słońca, odkryto skończoność prędkości światła czy spłaszczenie kuli ziemskiej, a liczne badania i ekspedycje naukowe miały znaczenie nie tylko dla „najstarszej z nauk", ale i dla geografii, geodezji oraz kartografii. Te bardziej praktyczne zastosowania astronomii w owym czasie były główną przyczyną, dla której niektórzy władcy mocno wspierali podobne instytucje w swoich państwach, jak choćby opisywane już przeze mnie na łamach „Uranii" obserwatorium w Greenwich.

Kres dynastii Cassinich nastąpił w trudnych i krwawych czasach rewolucji francuskiej. Początkowo przyszłość instytutu była niepewna ze względu na jego związki z monarchią. Na szczęście, w 1795 r. Obserwatorium Paryskie przypisano Biuru Długości Geograficznych i jego działalność mogła być kontynuowana. Efektem było opracowanie systemu metrycznego, w którego powstaniu mieli ważny udział zatrudnieni astronomowie. Do powstania Międzynarodowego Biura Miar i Wag w 1889 r. na terenie obserwatorium przechowywano wzorce metra i kilograma. Miarą znaczenia instytucji może być też to, że do 2. połowy XIX w. powszechniejszym standardem w światowej kartografii był południk paryski bardziej niż ten przechodzący przez Greenwich.

Dominująca rola Obserwatorium Paryskiego jest już echem przeszłości, co nie znaczy, że nie jest to ważna instytucja naukowa. W XIX w. zaznaczyła się w szczególności przez wkład w rozwój instrumentów naukowych i badania nad Słońcem, geodezją czy meteorologią. Tu też w 1839 r. wykonano po raz pierwszy zdjęcie nieba (a dokładniej dagerotyp). W XX w. tragicznie zaznaczył się czas okupacji niemieckiej, jako że zarządzający Obserwatorium Armand Lambert, mający pochodzenie żydowskie, zginął w obozie zagłady w Oświęcimiu. Mimo tego, zatrudnieni naukowcy do dziś biorą aktywny udział we francuskiej i światowej nauce.

Z czasem też w skład instytutu włączono dwa dodatkowe obserwatoria: obserwatorium w Meudon, położone dziś w południowej części aglomeracji paryskiej oraz obserwatorium radioastronomiczne w Nançay 200 km na południe od stolicy kraju.

* * *

Oczywiście istnieje możliwość zwiedzenia Obserwatorium Paryskiego. W chwili pisania tego felietonu historyczny budynek z XVII w. jest w remoncie i jedyną opcją poznania jego wnętrza jest wirtualna wizyta na stronie internetowej powstałej z okazji 350-lecia instytucji, co powinno się jednak zmienić w niezbyt odległej przyszłości. Będąc jednak w Paryżu, warto tak czy siak podejść pod okazałą barokową budowlę. Znajduje się ona zaledwie kilkaset metrów na południe od pięknego Ogrodu Luksemburskiego i w zbliżonej odległości od Panteonu, turystycznego wejścia do katakumb czy cmentarza Montparnasse. Innymi słowy, lokalizacja obserwatorium jest wyśmienita, idealnie między znanymi zakątkami francuskiej stolicy, tak więc zajście pod adres 61 Avenue de L'Observatoire jest niejako obowiązkiem dla miłośnika astronomii będącego w Paryżu.

Wieńczysław Bykowski

KIERUNEK ISLANDIA!

W krótkich spodenkach za zorzą

Mariusz Grochowski

Chciałbym się podzielić z wami moją przygodą, którą miałem okazję zrealizować dzięki Polskiemu Towarzystwu Miłośników Astronomii. Od dawna był to punkt na mojej mapie, który chciałem odwiedzić. Chciałem zobaczyć na własne oczy zorzę polarną i z takim nastawieniem wybierałem się w to miejsce. Nadarzyła się okazja, dlatego nie zastanawiałem się zbyt długo i postanowiłem ją od razu wykorzystać. To, co wówczas udało mi się zobaczyć, przeszło moje najśmielsze wyobrażenia.

ISLANDIA

Do Islandii wybraliśmy się w 12 osób z planem objechania całej wyspy w nieco ponad tydzień, po drodze zwiedzając miejsca, które są wręcz obowiązkowe do zobaczenia podczas pobytu w tym kraju. Islandia to nietani kraj, dlatego organizacja musi być zaplanowana w sposób przemyślany i co więcej ekonomiczny.

Warto tam być i na własne oczy zobaczyć dokładnie to, co widzieliśmy w książkach czy na filmach — islandzkie krajobrazy, wodospady, które są bardzo często wykorzystywane w kinematografii. Należy pamiętać, że Islandia to kraj wielkich odległości. Sąsiad sąsiadowi, to nawet kilka kilometrów odległości. Wszystko tam znajdują się one w dużych dystansach od siebie i często zdarza się sytuacja, gdzie jeden sklep od drugiego jest oddalony o około 100 km.

Fot. Marek Subsyk

Wodospad Urriðafoss

Co zwiedzać? Setki wodospadów, a jeden piękniejszy od drugiego. Plaże, gdzie woda jest biała a piasek czarny, a obraz dopełnia zieleń traw na wydmach. Wygasłe wulkany i kratery po nich, gdzie całość wygląda jak krajobraz księżycowy lub totalnie inna planeta. Islandia wygląda inaczej o każdej porze roku. Moglibyście powiedzieć, że tak jest wszędzie, ale trzeba tutaj być, by się przekonać, że nie. Wiosną i latem zobaczymy całą Islandię, ale nie będzie szans na zorze, zimą za to Słońce na niebie świeci przez niespełna jedną lub dwie godziny i to wąską strużką i nie da Wam zobaczyć piękna wyspy, ale będziecie mogli nasycić oczy widokiem zorzy polarnej. Dlatego, jeśli kiedykolwiek chcielibyście się tutaj wybrać, polecam początek wiosny, a dokładniej koniec marca i początek kwietnia oraz jesień, najlepiej koniec września, ewentualnie początek października — to wtedy przecież dzień równa się z nocą, a dzięki temu zwiedzicie całą wyspę w dzień, a nocą będziecie świadkami przepięknego widowiska na niebie w postaci zorzy polarnej.

POLACY

Na Islandii mieszka już oficjalnie 20.000 rodaków, co daje 6% ogółu ludności. Wiele instrukcji, haseł czy informacji jest zawartych również w języku polskim. Udało mi się spotkać wielu Polaków pracujących w sklepach, na stacjach benzynowych, na lotnisku.

W zasadzie w każdym miejscu, gdzie wykonuje się jakąś pracę czy usługę, są Polacy. Można spokojnie zaryzykować, pisząc, że po wejściu do prawie każdego miejsca można śmiało powiedzieć „Dzień dobry!"

Jest to też świetny kraj dla podróżujących jednośladem — rowerem lub motocyklem. Po drodze widzieliśmy dzielnych rowerzystów z namiotami przemierzających słynną drogę numer 1, która nie tylko jest główną drogą Islandii, ale również dojazdem do wielu najciekawszych miejsc na Islandii.

Mam nadzieję, że zachęciłem Was do tego, by poznać plan naszej wyprawy. Weźcie sobie coś ciepłego do picia i przenieście się na islandzką ziemię wraz z moimi wspomnieniami…

WYPRAWA

Nasza przygoda zaczęła się w sobotę 21 września na lotnisku w Katowicach. Z większością grupy to właśnie tam spotkałem się osobiście, a do tej pory mieliśmy okazję rozmawiać ze sobą wyłącznie w fejsbukowej grupie. To było niecodzienne, ale miłe doświadczenie, kiedy się przedstawiliśmy sobie nawzajem i zwartą grupą rozpoczynaliśmy tak niesamowitą przygodę.

Lot trwał 3 godz. i 40 min, wylądowaliśmy na lotnisku Keflavik, odebraliśmy bagaże, po czym wypożyczyliśmy nasze samochody, którymi poruszaliśmy się przez kolejny tydzień. Pojechaliśmy z Keflaviku do miejscowości Eyrarbakki, gdzie spędzaliśmy pierwszą noc na wyspie. Standard domków, w których się zatrzymaliśmy, zaskoczył wszystkich. Urządzone w skandynawskim stylu, świetnie wyposażone, bardzo ciepłe i niesamowicie czyste! Eyrarbakki położone nad samym oceanem przywitało nas ciemną, lekko pochmurną nocą. Po wspólnym posiłku i integracji z grupą, wszyscy zasnęliśmy szybko gotowi na następny pełen wrażeń dzień.

Niedzielę rozpocząłem krótkim spacerem przy oceanie, pogoda nie rozpieszczała, ale otoczenie i klimat pozwoliło skutecznie zapomnieć o zimnym wietrze i mżawce. Po szybkim posiłku, wszyscy spakowani, ruszyliśmy zwiedzać wyspę. Odwiedziliśmy pierwszy islandzki sklep w Selfoss, gdzie niektórzy zaopatrzyli się w zakupy na śniadanie, które jedliśmy już w drodze do Urriðafoss — najobszerniejszego wodospadu na wyspie i podobno, najmniej atrakcyjnego. Ze względu na to, że chcieliśmy bardzo zrealizować nasz plan i zobaczyć niemal wszystko, staraliśmy się przemieszczać z miejsca na miejsce w niezbyt długich odstępach czasowych. Dziennie przejeżdżaliśmy około 200–500 km! Następnym zatem miejscem były

wodospady Seljalandsfoss i Gljúfrafoss, najczęściej fotografowane miejsca na wyspie. Kolejny wodospad Skógafoss — to on stanowił plener w filmie „Thor". Trzeba było się wspiąć po schodach na górę, aby go zobaczyć, ale widok był niesamowity. Następnie udaliśmy się zwiedzić Reynisfjara Beach („Czarną plażę"), na której kręcono sceny do „Gry o tron", czy do „Noe". Reynisfjara została umieszczona w latach 90. na liście 10 najpiękniejszych plaż świata. Wypełniony maleńkimi czarnymi kamyczkami skrawek lądu odbiega od powszechnych wyobrażeń o plażach. Brak tam parawanów, nikt się nie opala, nie pływa na dmuchanym materacu w morzu ani nie wyleguje. Czuć za to wiszącą w powietrzu niesamowitą atmosferę. Intensywny wiatr niemal zwala z nóg. Uwagę przyciągają od razu ogromne kolumny w kształcie organów, prowadzące do malutkiej jaskini Halsanefshellir.

Wodospad Glanni

Cali mokrzy jechaliśmy zobaczyć Zatokę Bagiennej Doliny — Vík í Mýrdal. Kolejnym punktem była jaskinia Hjörleifshöfði Cave, a po niej Scenic Green Lava Walk — pokryte gęstym mchem pole powulkaniczne. Mech był tak miękki, jak gruba wykładzina! Ostatnim punktem tego dnia był kanion Fjaðrárgljúfur, którego widok odebrał mi mowę, a spaliśmy w miejscowości Hörgsland, w klimatycznych, 6-osobowych drewnianych domkach.

Poniedziałek zaczęliśmy odwiedzinami na Skeiðará Bridge, by następnie obejrzeć wodospad Svartifoss. On jednak nie zrobił na mnie takiego wrażenia, jak lodowiec Svínafellsjökull. Oczywiście nie byłbym sobą, gdybym nie wysłał 13. uczestnika naszej wyprawy, drona, by pokazał nam to, czego nie mogliśmy zobaczyć ze ścieżki. Lodowiec z góry wygląda obłędnie i ten widok tłumaczy, dlaczego akurat na niego nie moglibyśmy wejść… To, co mieliśmy zobaczyć po lodowcu, przeszło moje najśmielsze oczekiwania. Trafiliśmy na Breiðamerkursandur — Diamentową Plażę. Spróbujcie sobie wyobrazić białą morską wodę, czarny piasek, a na nim diamenty. Dosłownie tak wyglądały kawałki lodowca wyrzucane na brzeg przez morze. Nie mogłem się na to napatrzeć. Na mnie zaś, nie mogli napatrzeć się turyści — wrażenie robił na nich mój 3-metrowy gimbal do GoPro oraz… mój strój. Miałem na sobie krótkie dżinsowe spodenki. Nie wiem, czy to kij, czy te spodenki robiły na innych większe wrażenie. Pozostając w temacie krainy lodu, następnym punktem na mapie była laguna Jökulsárlón, gdzie w zatoczce roiło się od fok. Kolejną plażą, którą odwiedziliśmy, była Stokksnes Beach. Ten widok również mnie pokonał. Widok na góry, czarny piasek, spieniona biała woda i zielone trawy na wydmach — to wyglądało jak w filmie. Wracając, odwiedziliśmy latarnię Hvalnes Lighthouse, a później wodospad Sveinsstekksfoss. Spaliśmy w komfortowym hostelu w Eyjólfsstadir, gdzie mieliśmy nazajutrz przepyszne śniadanie.

Fot. Marek Substyk

Góra Kirkjufell wraz z wodospadem Kirkjufellsfoss

We wtorek pierwszym punktem na mapie był Yst i Rjúkandi Waterfall, który można zobaczyć z trasy. Zatrzymaliśmy się, by obejrzeć go z bliska. Drugim wodospadem był potężny Dettifoss, który jest podobno najpotężniejszym wodospadem w Europie. Siła, z jaką spada woda, jest tak potężna, że niemal czuć ją pod nogami! W zależności od miejsca, w którym stoimy, możemy zobaczyć przy tym wodospadzie nawet kilka tęcz przy słonecznej pogodzie. Kolejnym miejscem był obszar geotermalny — Hverir, gdzie można było pozbyć się kataru od aromatu siarkowodoru. Kolejne miejsce sprawiło, że nie

mogłem uwierzyć w to, co widzą moje oczy. To była naprawdę inna planeta. Udaliśmy się do wygasłego wulkanu — Hverfjall. To gigantyczny stożek popiołu, miejsce wręcz magiczne i w całości nas pochłonęło! Kolejnym był wodospad Goðafoss i w tym dniu był to nasz ostatni punkt.

Gejzer Strokkur w momencie wyrzutu wody

ZORZA

Środę rozpoczęliśmy, oglądając Hvitserkur — trolla zamienionego w skałę. Następnie odwiedziliśmy krater Grabrok, a kolejnym przystankiem był wodospad Glanni — według islandzkich wierzeń, dom Elfów i Trolli, a kolejno odwiedziliśmy przepiękny punkt widokowy nad jeziorem Selvallavant, górę Kirkjufell i wodospad Svodufoss. Stamtąd dojechaliśmy do naszego miejsca noclegowego w Hellissandur, po zakwaterowaniu i krótkim odpoczynku odwiedziliśmy Skarðsvík Beach — przepiękną, piaszczystą złotą plażę, jedyną taką na wyspie. Przejechaliśmy po krótkim spacerze zobaczyć latarnie Öndverðarnes oraz Svörtulof, a po tym wróciliśmy do hostelu, gdyż zapadał zmierzch i w tę noc wszystkie znaki na niebie wskazywały na to, że moje marzenie i cel się zrealizują i zobaczę zorzę polarną na własne oczy. Dokładnie tak się stało. Około 22.00 nad naszymi głowami pojawiło się to piękne zjawisko, a ja nie mogłem nasycić oczu jej widokiem. Zrobiliśmy przepiękne zdjęcia, a ja dzięki uprzejmości kolegów z PTMA odkryłem zalety lustrzanki i sam zrobiłem niesamowite zdjęcia zorzy.

Czwartek zaczęliśmy od zwiedzania krateru Saxhólar Crater, ale jego widok nie przysporzył nam takich emocji jak Hverfjall. Następnie udaliśmy się na plażę Djúpalónssandur beach, później Londrangar — czyli skalne islandzkie szczyty, a kolejno zobaczyliśmy klif o okrągłym łuku — Gatklettur. W przepięknym Thingvellir National Park zrobiliśmy sobie

Fot. Marek Substyk

długi spacer, po czym dojechaliśmy do Laugarvatn, gdzie zakwaterowaliśmy się na ostatnie dwie noce w ośrodku Middleskot Cottage. To tam właśnie byliśmy świadkami kolejnych zielonych spektakli na nocnym niebie. Te widoki były wręcz nie do opisania! Zrobiliśmy setki zdjęć, a jedno lepsze od drugiego. Czwartkowa noc zafundowała nam niesamowite zorzowe wrażenia.

Fot. Marek Substyk

Piątek rozpoczęliśmy, zwiedzając wodospad Hlauptungufoss, do którego szliśmy błotnistą ścieżką, ale widok, jaki nam zafundował, był wart wszystkich tych trudów. Następnie odwiedziliśmy miejscowość Geysir, w której znajduje się protoplasta wszystkich chyba gejzerów. Od wielu lat niestety sam Geysir nie jest aktywny. Zaledwie kilka razy w roku można zobaczyć wyrzut wody na wysokość zaledwie 10 m. Wyobraźcie sobie, że w połowie XIX w. było to nawet 170 m. Tuż jednak obok znajduje się Strokkur, który co 5–10 min wyrzuca gorącą wodę na wysokość do 30 m.

Przedostatnim punktem w tym dniu był wodospad Gullfoss, a dzień zakończyliśmy, odwiedzając krater Kerið i jego jezioro powulkaniczne. Przypominało nam troszkę nasze rodzime Morskie Oko. Wróciliśmy do naszych domków i rozpoczęliśmy przygotowania do obserwacji zorzy, która w piątkową noc miała być jeszcze intensywniejsza niż poprzednio. I była! To, co się działo na niebie, było dosłownie i w przenośni naszą ostatnią, zieloną nocą!

Zorza w pewnym momencie przyjmowała rozmaite kształty — wstęgi, kurtyny rozproszonego światła i to na całym niebie, nie wiadomo było, w którą stronę kierować obiektywy! Nie jestem w stanie opisać słowami tego, co mieliśmy nad naszymi głowami w tym momencie. Zdjęcia oddają widok w 100%, jednak nie oddadzą Wam tych emocji, które w sobie miałem w tym momencie.

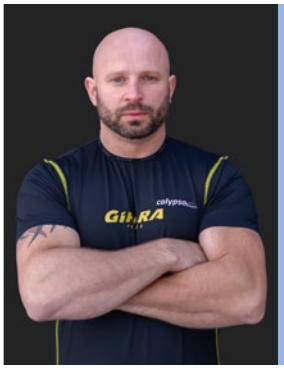
Po nocy pełnej wrażeń, ostatni dzień — sobota — przywitała nas pięknym słonecznym porankiem, spakowaliśmy się i wyruszyliśmy, aby zobaczyć Karlsminni — głazy ułożone w okrąg, przywodziły na myśl Stonehenge. Następnie Kleifarvatn — punkt widokowy nad jeziorem, później Reykjanes Krísuvík (Seltún) — teren geotermalny z bulgoczącymi bajorkami, gorącymi źródłami, fumarolami i wyziewami siarkowodoru z głębi Ziemi, zapach… Specyficzny. Zobaczyliśmy Grænavatn, jezioro powulkaniczne, błotne baseny w Gunnuhver i latarnię morską Reykjanesviti. Dotarliśmy tym samym do ostatniego punktu na naszej mapie wyjazdowej — do mostu Bridge America — Europe, łączącego Amerykę z Europą. Miałem okazję być w dwóch miejscach na raz. Stamtąd zostało nam tylko oddać auta i przejechać do terminala na lotnisku.

Nikt z nas nie mógł uwierzyć, że plan udało się prawie w całości zrealizować, że tak szybko minęło te 8 dni i pora wracać do ojczyzny. Niektórym w samolocie poleciały łezki, że to już koniec, a ja w głębi duszy postanowiłem, że na pewno tu jeszcze wrócę! Nasza wycieczka zamknęła się w dystansie 2334 km. Wierzę w to, że przed nami są kolejne wyprawy w nieznane, równie udane, a może nawet lepsze!

Już teraz wiadomo, że w roku 2020 odbędą się dwie kolejne Wyprawy. Pierwsza astrofotograficzna w maju do Stanów Zjednoczonych oraz we wrześniu kolejny raz wracamy gonić zorzę, niekoniecznie w krótkich spodenkach. Szczegóły na naszej stronie Facebook — https://www.facebook.com/wyprawy.ptma/

Fot. Marek Substyk

Jezioro powulkaniczne Grænavatn



Mariusz Grochowski (lat 42), człowiek o wielu zainteresowaniach, jednak głównie zawodowy sportowiec, podróżnik oraz miłośnik nocnego nieba. 17-krotny mistrz Polski w armwrestlingu, również wicemistrz Polski i świata.

Fot. Mariusz Grochowski

Zdjęcie grupowe uczestników wyprawy na Islandię. Autor relacji stoi pierwszy z prawej

Człowiek — istota kosmiczna

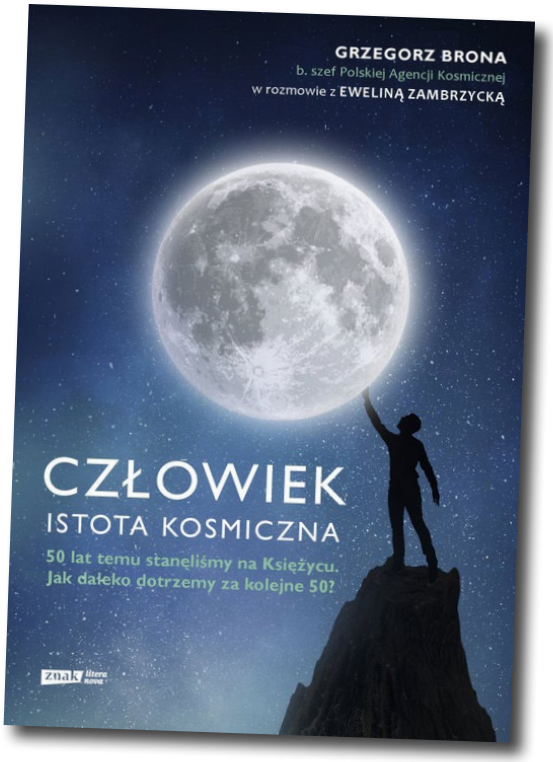
W lipcu bieżącego roku ukazała się w Wydawnictwie ZNAK (w serii „Literanova") książka — rozmowa z Grzegorzem Broną przeprowadzona przez Ewelinę Zambrzycką. Tytuł „**Człowiek – istota kosmiczna**", a przede wszystkim podtytuł „**50 lat temu stanęliśmy na Księżycu. Jak daleko dotrzemy za kolejne 50?**" dość dobrze definiują, co możemy znaleźć w całkiem pokaźnym, liczącym ponad 400 stron tomie.

Kim są rozmówcy? Pozwolę sobie skorzystać z fragmentów tekstu na stronie wydawnictwa:

Grzegorz Brona *— doktor habilitowany nauk fizycznych i biznesmen. Pracował na Wydziale Fizyki Uniwersytetu Warszawskiego. Były szef Polskiej Agencji Kosmicznej, miłośnik science fiction. Pracę zawodową rozpoczynał w Europejskiej Organizacji Badań Jądrowych CERN, po powrocie do Polski został współzałożycielem spółki Creotech Instruments.*

Ewelina Zambrzycka *— dziennikarka i redaktorka, pasjonatka tematyki popularnonaukowej. Związana m.in. z „Życiem Warszawy" oraz magazynami Gazety.pl oraz Wirtualnej Polski.*

Rozmowa podzielona jest na dziewiętnaście rozdziałów, z których każdy dotyczy konkretnego zagadnienia. Wybór zagadnień nie jest przypadkowy. Układają się one początkowo w sekwencję czasową (kiedy dotyczą historii lotów kosmicznych). Jako umowną granicę kosmosu Grzegorz Brona przyjmuje tzw. linię Kármána znajdującą się w przybliżeniu na wysokości 100 km nad powierzchnią Ziemi. Atmosfera jest tu na tyle rzadka, że samolot, aby uzyskać siłę nośną potrzebną do utrzymania go w powietrzu, musiałby poruszać się z szybkością satelity na orbicie na tej właśnie wysokości. Ciekawą dyskusję jak i szereg odnośników literaturowych na temat pojęcia linii Kármána można znaleźć, nie szukając zbyt daleko, w angielskiej wersji Wikipedii. Jedną z zalet książki Grzegorza Brony i Eweliny Zambrzyckiej jest odsyłanie czytelnika do osobnych stron-ramek na końcu danego rozdziału, będących komentarzami czy objaśnieniami dotyczącymi bardzo różnych spraw, które nie zostały poruszone w trakcie rozmowy.



Kolejne rozdziały skupiają się na wybranych zagadnieniach związanych z eksploracją kosmosu. Mamy rozmowy na temat promów kosmicznych, stacji orbitalnych, śmieci kosmicznych czy raczkującej turystyki albo górnictwa kosmicznego. Wszystko to się już dzieje albo będzie miało miejsce w przewidywalnej przyszłości. Nie chcę tutaj przedstawić wyczerpującego spisu treści, bo i tak nie oddałby on bogactwa informacji, a przede wszystkim atmosfery tych rozmów. Rozmówcy bawią się wybranymi przez siebie tematami, widać, że ich to fascynuje i sprawia im radość. Trudno się oderwać od książki (a musiałem to niestety kilkakrotnie uczynić). Oboje lubią i znają literaturę *science fiction,* w tym również otoczkę kultury masowej z nią związaną. Czasem tropią i znajdują odniesienia do niej w całkiem nieoczekiwanych miejscach.

Ostatnia część książki (jest to mój własny podział) poświęcona jest przyszłości, tej relatywnie bliskiej jak i tej bardziej i bardzo odległej. Poczynając od problemów związanych z tworzeniem kolonii ludzkich na Marsie czy z kontrolowaniem zmian klimatycznych (nie tylko na Ziemi) z użyciem technologii kosmicznych, czy z produkcją czystej energii (termojądrowej). W tej części książki mamy często do czynienia bardziej z marzeniami i czymś, co dzisiaj nazwalibyśmy fantazją — chodzi przecież o zasiedlanie Układu Słonecznego: budowę miast na ciemnej stronie Merkurego czy w atmosferze Wenus albo kolonii pod skorupą jowiszowego księżyca Kalisto czy krążącego wokół Saturna Tytana. A później loty do gwiazd i dalej... Nie wiemy, co czeka ludzkość na tej drodze. Grzegorz Brona w pewnym miejscu pisze: *Przewidywanie tego, co wydarzy się za sto lat, zawsze obdarzone jest dużą niepewnością, bo opiera się na naszej dzisiejszej wiedzy o świecie, w jakim żyjemy. Trudno tak całkowicie oderwać się od zastanej rzeczywistości*. Jednak książka zaczyna się od słów Konstantego Ciołkowskiego: *Ziemia jest kolebką rozumu, ale nikt nie zostaje w kolebce na wieki*. I to jest motto przewijające się przez cały czas w trakcie rozmowy.

Technologie kosmiczne już teraz zmieniają nasze życie w sposób jeszcze niedawno nie do przewidzenia czy wręcz wyobrażenia. Przykładem jest globalna łączność czy bardzo szybki dostęp do wydarzeń w odległych zakątkach świata: prawie każdy z nas nosi ze sobą smartfon/komputer — podręczne centrum komunikacji, rozrywki czy nawigacji, żeby wymienić tylko niektóre z jego zastosowań. Miniaturyzacja i niezawodność — z tych cech korzystamy zarówno na Ziemi, jak i w przestrzeni wokółziemskiej gdzie krążą satelity dostarczające informacji, bez których trudno byłoby się nam obejść.

Warto przeczytać **Człowieka — istotę kosmiczną**, oderwać się na chwilę od wszechogarniającej codzienności i posłuchać dwojga ludzi, którzy mają do powiedzenia tyle ciekawych rzeczy. A jednocześnie robią to inteligentnie i z poczuciem humoru.

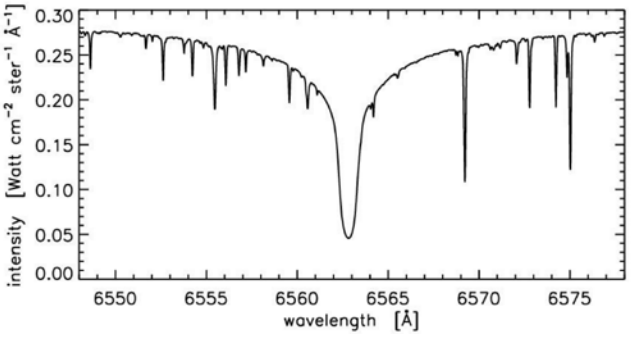
Roman Schreiber

ROZWIĄZANIE ZADANIA NR 4 ZAWODÓW FINAŁOWYCH LVII OLIMPIADY ASTRONOMICZNEJ

TREŚĆ ZADANIA

Rysunek przedstawia fragment widma środka tarczy Słońca w okolicy linii Hα wodoru . Podczas obserwacji spektroskopowych fragmentu chromosfery o widomych rozmiarach kątowych 0,5”×0,5” w centrum linii Hα wodoru, na pojedynczy piksel detektora CCD przypadał przedział długości fal $\Delta\lambda$ = 0,006 nm, a zastosowany czas ekspozycji wynosi Δt = 0,001 s. Wiadomo, że całkowita przepuszczalność systemu optycznego wynosi T = 0,5%, a wydajność kwantowa CCD wynosi E = 50%. Stwierdzono, że detektor zarejestrował w centrum linii n = 470 fotonów/piksel.

Ile wynosi średnica głównego obiektywu użytego teleskopu?



ROZWIĄZANIE

Jest to zadanie, które wymagało od finalistów orientacji w zagadnieniach związanych ze spektroskopią. Dlatego na początku zajmiemy się omówieniem przedstawionych nam pojęć oraz dołączonego wykresu Hα. Jest to linia spektralna o czerwonej barwie w seriach Balmera, utworzona przez wodór o długości fali rzędu 656,28 nm (długość można odczytać z wykresu, sprawdzając wartość odciętej dla najgłębszego, środkowego minimum). Występuje ona, gdy elektron wodoru spada z trzeciego na drugi najniższy poziom energii. Światło tej serii jest istotne dla astronomów, ponieważ jest ono emitowane przez wiele mgławic emisyjnych i można je wykorzystać do obserwacji atmosfery Słońca, a także protuberancji.

Widome rozmiary kątowe mówią nam, jaki kąt wyznaczają proste skierowane od nas do „rogów” obserwowanego obrazu. Przepuszczalność systemu i wydajność matrycy mówią kolejno, jaka część fotonów docierających do układu przejdzie przez część optyczną i jaka część zostanie sczytana przez matrycę CCD.

Wykres pokazuje, że światło podające na CCD jest rozszczepione (możemy odczytać natężenie światła dla różnych długości fali), podobnie jak w pryzmacie, przez co różne kolory są obserwowane na różnych rzędach pikseli. Skoro na wykresie widzimy zakres 30 angstremów (Å), a na piksel przypada $\Delta\lambda$ = 0,006 nm = 0,06 Å, to możemy wnioskować, że podane widmo podało na szerokości 30/0,06 = 500 pikseli.

Wiemy dodatkowo, że dla centrum minima zaobserwowano n = 470 fotonów/piksel.

Zakładając, że matryca była kwadratowa, wnioskujemy, że na pasku odpowiadającym centrum zaobserwowano łącznie 470 × 500 = 235 000 fotonów.

Przejdźmy teraz do interpretacji drugiej z wielkości pokazanych na wykresie, czyli natężenia. Dokładna nazwa użytej tu wielkości to radiancja spektralna, określana jako strumień promieniowania (lub jego moc) dzielona na powierzchnię padania, dzielone na kąt bryłowy na jednostkę długości fali. Mówiąc inaczej, wielkość określa, jak dużo energii na sekundę (wyrażone w watach) wypromieniowanej z jednostkowego kąta bryłowego (wyrażonego w steradianach) pada na jednostkową powierzchnię (tutaj w centymetrach kwadratowych). Podzielenie przez długość fali (w angstremach) służy odpowiedniemu przeskalowaniu. Rozpisując tę wielkość przy użyciu danych z zadania, otrzymamy:

$$I_c = \frac{E}{\Delta t S \Omega \lambda_c}$$

gdzie E to energia docierająca do obserwatora równa ilości fotonów docierających razy energia fotonu równa $E_0 = hc/\lambda_c$; S to powierzchnia obiektywu; Ω to obserwowany kąt bryłowy; a λ_c to długość fali w centrum minima głównego. Pamiętajmy, że należy przeliczyć wartość kąta bryłowego z sekund kwadratowych na steradiany (sr) w następujący sposób:

$$(0{,}5'')^2\,\mathrm{deg}^2 = \left(\frac{0{,}5}{3600}\,\mathrm{deg}\right)^2 = \left(\frac{0{,}5}{3600}\frac{\pi}{180}\right)^2 \mathrm{sr} = \Omega$$

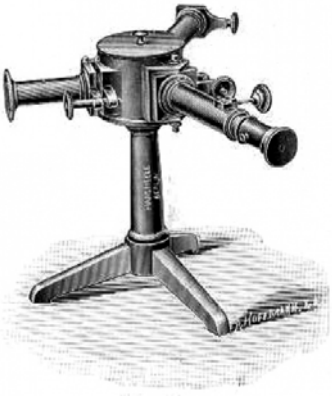
Ilość docierających do układu cząstek to $N = n/TE$. Zakładając, że obiektyw jest okrągły, otrzymamy:

$$d = \sqrt{\frac{4S}{\pi}} = \sqrt{\frac{4E_0 n}{TE\lambda_c \pi \Delta t I_c \Omega}}$$

Pamiętając, że S jest wyrażone w centymetrach, dostajemy wartość

$$d = 4{,}33\ \mathrm{cm}.$$

Otrzymany wynik zgadza się z wielkością wciąż popularnych spektroskopów wykorzystujących pryzmaty i nieduże refraktory, przypominają one modele używane przez np. Williama Hugginsa, który wykazał, że takie same pierwiastki występują na gwiazdach i Ziemi (rysunek poniżej).



Jakub Garwoła

Autor jest finalistą LXII Olimpiady Astronomicznej

Biuletyn Sekcji Obserwatorów Komet PTMA

2I/Borisov drugim znanym obiektem przybywającym z przestrzeni międzygwiazdowej

ZBLIŻA SIĘ KOMETA SPOZA UKŁADU SŁONECZNEGO

Minor Planet Center potwierdza, że odkryta pod koniec sierpnia 2019 r. kometa o największym znanym nauce mimośrodzie orbity pochodzi spoza Układu Słonecznego. Zbliżając się z zawrotną prędkością do Ziemi i Słońca, daje unikalną możliwość badań materii powstałej wokół obcej gwiazdy. Badań, w które pionierski wkład mają polscy astronomowie.

PIERWSZY POSŁANIEC

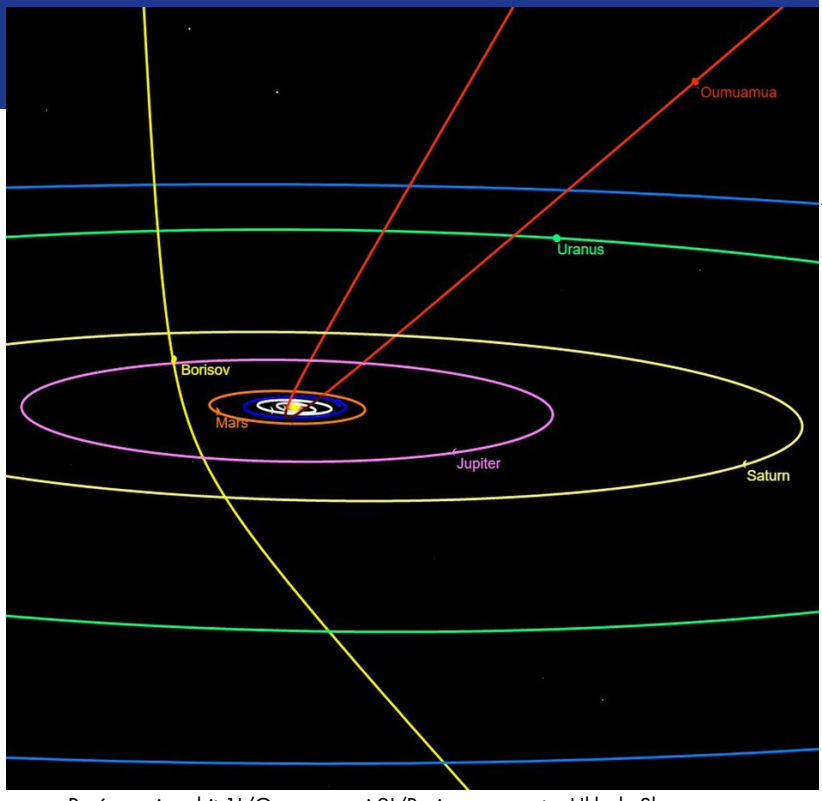
Niemal dokładnie dwa lata temu teleskopy hawajskiego przeglądu nieba Pan-STARRS wykryły „pierwszego posłańca" z przestrzeni międzygwiazdowej. 1I/'Oumuamua zniknęła z zasięgu najczulszych nawet teleskopów równie szybko, jak dotarła do wewnętrznego Układu Słonecznego, pozostawiając astronomów z niedostatecznie dużym materiałem obserwacyjnym. Wynikająca stąd tajemniczość jej natury otworzyła drzwi do licznych, czasem dość egzotycznych wyjaśnień, jak choćby teza z żaglem słonecznym albo odwiedzającym nas statkiem obcej cywilizacji. I co najśmieszniejsze — żadnej z tych hipotez nie możemy w pełni wykluczyć. To pierwsze odkrycie ciała z zupełnie nowej kategorii wśród materii kosmicznej zrodziło także pytania o liczebność podobnych obiektów w naszym układzie oraz o to, kiedy przyjdzie nam zaobserwować kolejne z nich. Zdaniem Davida Jewitta z Uniwersytetu Kalifornijskiego, w chwili obecnej wewnątrz orbity Neptuna może istnieć nawet 10 tys. obiektów pozasłonecznego pochodzenia. Jeszcze trudniej przewidzieć, ile bliższych przelotów w przeszłości przegapiliśmy. Badania nad dynamiczną przeszłością niektórych obiektów Układu Słonecznego dają pewne przesłanki, wobec których hipoteza pochodzenia międzygwiazdowego nie jest niemożliwa. Jednym z tego typu obiektów może być kometa C/2018 V1 (Machholz-Fujikawa-Iwamoto), poruszająca się po hiperboli o mimośrodzie nieznacznie przekraczającym 1. Jednak głównym warunkiem przechwycenia takich obiektów przez Słońce musiałaby być ich stosunkowo nieduża prędkość heliocentryczna. Do tej pory brakowało jednak przekonujących kandydatur.

NAJNOWSZE ODKRYCIE

W końcu, na początku września 2019 r. potwierdzono odkrycie drugiego znanego nauce ciała przybywającego spoza Układu Słonecznego. Na zdjęciach z William Herschel Telescope położonym w La Palmie oraz z teleskopu Gemini North na Hawajach, wykonanych na zlecenie astronomów z Uniwersytetu Jagiellońskiego, widoczna jest wyraźna koma i niewielki warkocz. Zatem to kometa — i tym razem nie powinno być już żadnych wątpliwości. Obiekt o tymczasowym oznaczeniu gb00234 przemianowano na C/2019 Q4 (Borisov), a kiedy pozasłoneczne pochodzenie tego ciała potwierdziły kolejne obserwacje, nadano mu oficjalnie nazwę 2I/Borisov (przyp.: „*I*" — od *interstellar* — międzygwiazdowy). Sam obiekt został odkryty 30 sierpnia 2019 r. przez Gienadija Borysowa z Krymskiego Obserwatorium Astrofizycznego przy użyciu 65-centymetrowego astrografu. W chwili odkrycia pozasłoneczna kometa miała jasność 17,8 mag i znajdowała się 3 au od Słońca oraz 3,7 au od Ziemi. Pod względem liczby odkryć krymskie obserwatorium to jeden z najbardziej zasłużonych ośrodków na terenie Europy, mogące się poszczycić odkryciem ponad 1,2 tys. małych ciał, wśród których odnajdziemy również polski akcent — planetkę (2163) Korczak. 2I to ósma kometa odkryta przez Borysowa. Co ciekawe, nie jest pierwszą, a dopiero trzecią na orbicie hiperbolicznej w karierze krymskiego odkrywcy. Odnaleziona 6 lat wcześniej kometa C/2013 V2 (Borisov) porusza się po lekko hiperbolicznej orbicie o mimośrodzie 1,004, natomiast C/2017 E1 (Borisov), która wiosną 2017 r. osiągnęła ok. 9 mag, ma orbitę o mimośrodzie ok. 1,002. Naturalnie, żadna z wymienionych nie jest podejrzewana o pochodzenie międzygwiazdowe.

POGOŃ ZA NIEDOŚCIGNIONĄ?

W chwili, gdy piszę te słowa, o charakterystyce komety Borysowa wiemy niewiele. Akcje obserwacyjne prowadzone z różnych zakątków świata (w tym z Polski) dopiero nabierają rozpędu. Tym razem mamy „odrobinę" więcej czasu. Kometa przejdzie przez peryhelium 8 grudnia 2019 r., nie zbliżając się do Słońca na dystans mniejszy niż 2 au. Dwa dni wcześniej, 6 grudnia, znajdzie się w niemal jednakowej odległości od Ziemi i Słońca (ok. 2 au). Według najdokładniejszych obecnie wyliczeń, jej orbita jest hiperbolą o mimośrodzie 3,38 — największym spośród jakichkolwiek znanych obiektów Układu Słonecznego. Stosunkowo duża odległość do Ziemi i Słońca przez cały okres widoczności komety sprawi, że nie osiągnie ona zbyt dużej jasności na niebie i będzie trudna do dostrzeżenia przez amatorskie teleskopy. W maksimum powinna osiągnąć ok. 15 mag w okolicach peryhelium. Do tego czasu będzie widoczna głównie z półkuli północnej. Równik niebieski przekroczy w połowie listopada i będzie odtąd przemierzać niebo południowe. Obecnie (wrzesień 2019 r.) jej precyzyjne obserwacje przez największe teleskopy świata utrudnia niewielka odległość kątowa od Słońca. Zupełnie inaczej niż w przypadku 'Oumuamua, o pozasłonecznej komecie Borysowa dowiadujemy się kilka tygodni przed peryhelium oraz największym zbliżeniem do Ziemi. Mini-



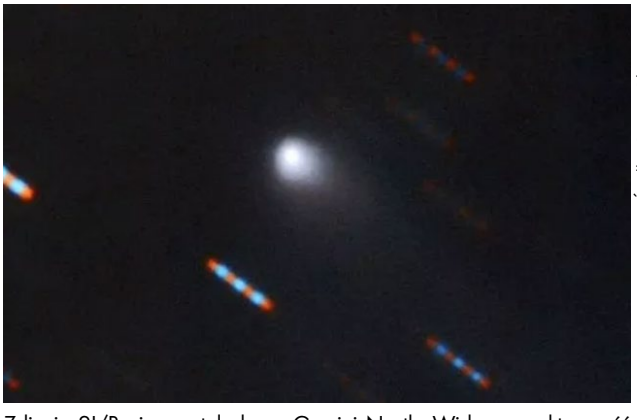
Źródło: Wikimedia Commons

Porównanie orbit 1I/Oumuamua i 2I/Borisov wewnątrz Układu Słonecznego

malną odległość ok. 1,9 au osiągnie w drugiej połowie grudnia. Jak możemy się spodziewać, jej prędkość względem naszego układu „w nieskończoności" (czyli niejako pomijając wpływ grawitacji Słońca na przyspieszanie ciała wewnątrz Układu Słonecznego) jest dużo większa niż w przypadku „pierwszego posłańca". Podczas gdy dla 1I wynosiła ona ok. 26 km/s (5,5 au/rok), kometa 2I przemierzała przestrzeń międzygwiazdową z prędkością 32 km/s (czyli ok. 6,8 au/rok). Naturalnie, w miarę zbliżania się do Słońca jej prędkość jeszcze wzrośnie. To zdecydowanie zbyt duże prędkości, by móc pokusić się o wysłanie sondy w kierunku przybysza. Mając do dyspozycji jedną z najpotężniejszych współczesnych rakiet — Falcona Heavy, jej start musielibyśmy zaplanować w lipcu 2018 r., a więc ponad rok przed odkryciem obiektu. Będąca w przygotowaniu rakieta systemu SLS (Space Launch System) wystrzelona nawet kilka dni po identyfikacji nowej komety jako pozasłoneczną, dotarłaby w jej pobliże w 2045 r., mijając obiekt z zawrotną prędkością 34 km/s. Aby tego dokonać, konieczne byłoby wykorzystanie asysty grawitacyjnej Jowisza, a mimo to maksymalny ładunek możliwy do zabrania na jej pokładzie wynosiłby zaledwie 3 kg — masę porównywalną z wysyłanymi na orbitę małymi satelitami typu CubeSat (dwa razy mniejszą od polskich satelitów Lema i Heweliusza). Sam fakt odkrycia tego ciała znacznie wcześniej niż 'Oumuamua sugeruje, że jest ono wyraźnie większe od swojej poprzedniczki. Nie znając poziomu aktywności komety, obecnie szacuje się średnicę jej jądra na ok. 1,5–6 km. Czy kolejny przybysz międzygwiazdowy również nas czymś zaskoczy? W końcu badając ten obiekt, będziemy przyglądać się materii powstałej wokół innego słońca!

CHCĄC POZNAĆ RODOWÓD...

2I/Borisov przybywa do nas z okolic Kasjopei, niedaleko granicy z Perseuszem. Inklinacja orbity ok. 44° sprawia, że w czasie podróży przez Układ Słoneczny kometa nie zbliży się zbytnio do planet, wobec czego trudno się spodziewać perturbacji mogących wpłynąć na jej dotychczasową orbitę. Na chwilę obecną nie wiemy, jak duży wpływ na jej przebieg mogą mieć efekty niegrawitacyjne wynikające z aktywności kometarnej ciała. Mimo to, polscy astronomowie z Poznania i Warszawy: Piotr Dybczyński, Małgorzata Królikowska oraz Rita Wysoczańska podjęli próbę odpowiedzi na pytanie, z jakiego układu do nas przybyła. Spośród przeanalizowanych układów gwiezdnych uwagę zwraca układ podwójny Kruger 60. Składa się z dwóch czerwonych karłów, 4- i 6-krotnie mniej masywnych od Słońca, z czego składnik mniejszy jest gwiazdą rozbłyskową. Zgodnie z obliczeniami, około milion lat temu kometa Borysowa minęła układ w odległości 5 ly, zachowując względną prędkość zaledwie 3,4 km/s, co może sugerować, że właśnie stamtąd pochodzi. Kruger 60 to jeden z najbliższych nam układów wielokrotnych. Oddalony jest o ok. 13 ly i zbliża się do nas. Jego nazwa pochodzi od Adalberta Krügera — pruskiego astronoma, urodzonego w Malborku, który obserwował go w 1873 r. Możliwość dokładniejszego zbadania pochodzenia przybyłej komety otworzą przed nami kolejne obserwacje zarówno samej komety, jak i jej potencjalnego układu macierzystego.



Źródło: Gemini Observatory

Zdjęcie 2I/Borisov z teleskopu Gemini North. Widoczna aktywność kometarna

Ostatnie dwa lata pokazują, że stoimy przed perspektywą poznawania kolejnych obiektów przybywających z przestrzeni międzygwiazdowej. A przecież w ciągu kolejnych dwóch lat nasza perspektywa może się zmienić za sprawą przeglądu LSST, który potencjalnie umożliwi odkrywanie nawet kilku tego typu obiektów w ciągu roku. Być może któryś z nich uda się odkryć na tyle wcześnie, by możliwe było wysłanie w jego kierunku sondy kosmicznej.

Mikołaj Sabat

Odkrycia i ciekawostki z portalu URANIA.EDU.PL

Zmarł Aleksiej Leonow — pierwszy człowiek, który odbył spacer kosmiczny

11 października 2019 r., w wieku 85 lat, zmarł Aleksiej Leonow, radziecki kosmonauta, który jako pierwszy człowiek wykonał spacer w otwartej przestrzeni kosmicznej – poinformowała rosyjska agencja kosmiczna Roskosmos. Z kolei amerykańska agencja NASA przerwała transmisję na żywo ze spaceru kosmicznego dwóch swoich astronautów na zewnątrz Międzynarodowej Stacji Kosmicznnej (ISS), aby podać komunikat o śmierci Leonowa. „Składamy hołd Leonowowi" – powiedziano w centrum kontroli NASA w Houston.

Aleksiej Archipowicz Leonow urodził się 30 maja 1934 r. w ZSRR. Ukończył szkoły lotnicze i początkowo pracował jako pilot wojskowy. 7 marca 1960 r. został przyjęty do zespołu kosmonautów. W kosmos poleciał dwa razy. Pierwszy lot nastąpił od 18 do 19 marca 1965 r. Był wtedy drugim pilotem statku Woschod 2. W trakcie misji wyszedł w skafandrze w otwartą przestrzeń kosmiczną, dokonując tego jako pierwszy człowiek w historii. Spacer kosmiczny trwał 12 min i 9 s.

Na swój drugi lot musiał czekać do 1975 r. W ramach misji Sojuz 19 poleciał 15 lipca 1975 r. jako dowódca. W jej trakcie statek radziecki kilkakrotnie łączył się w kosmosie z amerykańskim statkiem Apollo (misja Apollo-Sojuz). Było to pierwsze takie połączenie na orbicie okołoziemskiej statku radzieckiego i amerykańskiego. Powrót na Ziemię nastąpił 21 lipca 1975 r.

Źródło: Roskosmos

Aleksiej Leonow w czasach, gdy był kosmonautą

Później zajmował się szkoleniem kolejnych kosmonautów. Był zastępcą komendanta Centrum Wyszkolenia Kosmonautów im. Jurija Gagarina (w latach 1970–1991). W 1992 r. został przeniesiony do rezerwy.

W młodości chciał zostać studentem Akademii Sztuk Pięknych. Zamiłowania plastyczne kontynuował po lotach w kosmos: zajmował się m.in. malowaniem obrazów o tematyce związanej z kosmosem, a także projektowaniem znaczków pocztowych.

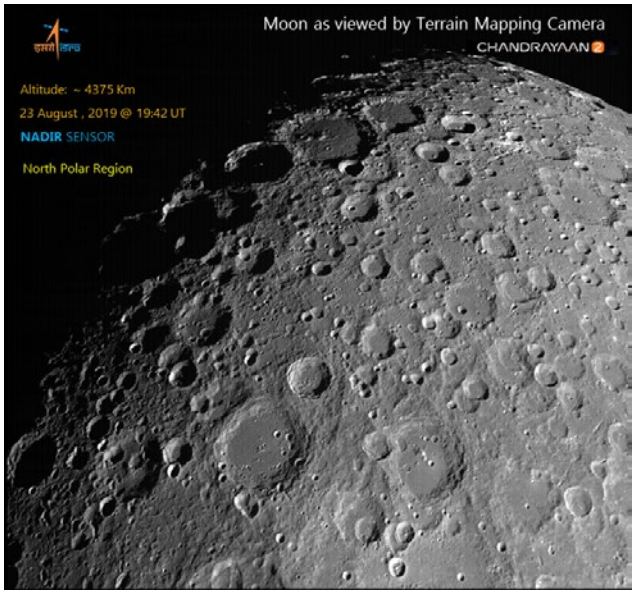
Otrzymał wiele odznaczeń i nagród, w tym tytuł Bohatera Związku Radzieckiego (najwyższy tytuł honorowy w ZSRR) i Order Lenina. Z żoną Swietłaną miał dwie córki: Wiktorię i Oksanę.

Krzysztof Czart

Nieudane lądowanie indyjskiej sondy Chandrayaan 2 na Księżycu

Nie powiodło się lądowanie indyjskiej sondy Chandrayaan 2 na powierzchni Księżyca. W ostatniej fazie lotu utracono kontakt z lądownikiem. Sonda wystartowała 22 lipca 2019 r. na rakiecie GSLV Mk. III. To pierwsza indyjska misja, której celem było miękkie lądowanie na powierzchni Księżyca.

Chandrayaan 2 składa się z orbitera, lądownika i niewielkiego łazika. Po udanym starcie sonda zwiększała swoją orbitę okołoziemską, aż w końcu 20 sierpnia wykonała manewr wejścia na orbitę wokół Księżyca (LOI). W kolejnych dniach statek stopniowo obniżał swoją orbitę, ostatni taki manewr przeprowadzono 1 września i wtedy orbiter połączony z lądownikiem znajdował się na orbicie o średniej wysokości ok. 120 km. Następnie lądownik Vikram razem z łazikiem Pragyan odłączyły się od orbitera i silnik lądownika wykonał dwa odpalenia przygotowujące do lądowania. 6 września została przeprowadzona próba lądowania na powierzchni. Lądownik miał zostać postawiony około 350 km od krateru uderzeniowego Basen Biegun Południowy-Aitken.



Źródło: ISRO

Zdjęcie Księżyca wykonane 23 sierpnia 2019 r. przez sondę Chandrayaan 2

Wszystko przebiegało dobrze aż do wysokości około 2 km. Na wysokości 2,1 km utracono przesył danych z lądownika, do tego czasu cała procedura lądowania wykonywana była prawidłowo. Zakończyła się więc z powodzeniem faza ostrego hamowania, mającego na celu wytracenie większości prędkości i gdy utracono kontakt z sondą, ta zniżała się już ze zmniejszonym ciągiem silnika. Lądownik zaczął wtedy zbliżać się do powierzchni pod bardziej pionowym kątem. Miał następnie zawisnąć na silnikach i autonomicznie wybrać miejsce lądowania.

W pewnym momencie grafiki z centrum kontroli misji zaczęły wskazywać niepokojącą orientację lądownika. Po chwili rzeczywista trajektoria odbiegała od zaplanowanej, a kontrolerzy zamilkli. NASA poinformowała, że ich antena sieci Deep Space Network w Madrycie utraciła kontakt z sondą. Indyjska agencja kosmiczna w oficjalnym komunikacie potwierdziła utratę kontaktu.

Swoją misję będzie kontynuował orbiter, który ma działać wokół Księżyca przez około rok. Chandrayaan 2 jest drugą misją księżycową Indii. W ramach pierwszej misji Chandrayaan 1, przeprowadzonej w 2008 r. na orbicie wokół naszego naturalnego satelity umieszczono statek, a impaktor wykonał kontrolowane zderzenie z powierzchnią.

Rafał Grabiański

Geralt i Ciri, a może Twardowski i Boruta?

Czekamy, jakie imiona otrzymają polska gwiazda i planeta!

Z okazji swojego stulecia Międzynarodowa Unia Astronomiczna (IAU) umożliwiła państwom na świecie wyłonienie nazw dla planet pozasłonecznych i gwiazd. Każdy kraj otrzymał jeden układ do nazwania. Według zaleceń IAU, proponowane nazwy mają nawiązywać do kultury, historii lub geografii danego kraju. Polsce przypadł system BD+14 4559 w konstelacji Pegaza (zob. „Urania" nr 3/2019). Pierwszy etap konkursu trwał w czerwcu i wrześniu, a w jego trakcie każdy chętny mógł nadesłać swoją propozycję wraz z uzasadnieniem. Napłynęło ponad 2800 pomysłów. Następnie komitet konkursowy przeanalizował zgłoszenia i wyłonił zestaw nazw do drugiego etapu, który trwał od 9.09 do 31.10.2019 r. Obecnie czekamy na ogłoszenie końcowych wyników dla wszystkich krajów przez Międzynarodową Unię Astronomiczną, co ma nastąpić w grudniu 2019 r. Strona konkursu dostępna jest pod adresem www.iau100.pl/planety.

Krzysztof Czart

Propozycje nazw, które przeszły do drugiego etapu konkursu

Nazwa dla gwiazdy	Nazwa dla planety	Opis
Geralt	Ciri	Postacie z cyklu wiedźmińskiego Andrzeja Sapkowskiego. Literatura ta jest obecna w polskiej kulturze już od około 30 lat, przeniknęła m.in. do gier komputerowych, a także do filmów.
Jantar	Wolin	Te nazwy mają związek z polskim wybrzeżem Bałtyku. Jantar jest dawnym określeniem bursztynu, z kolei Wolin to polska wyspa na wybrzeżu Morza Bałtyckiego.
Piast	Lech	Postacie z legend o początkach państwa polskiego. Piast to postać, od której, według legendy, wywodzi się pierwsza polska dynastia rządząca krajem (sam Piast nie był władcą). Lech z kolei znany jest z legendy o trzech braciach: Lechu, Czechu i Rusie, którzy założyli sąsiadujące kraje.
Polon	Rad	Są to nazwy pierwiastków chemicznych, które odkryła Maria Skłodowska-Curie, polska fizyczka i chemiczka, dwukrotna laureatka Nagrody Nobla.
Solaris	Pirx	Tytuł powieści oraz postać z książek Stanisława Lema, polskiego pisarza science fiction, którego twórczość znana jest na całym świecie.
Swarog	Weles	Swarog (inna wersja: Swaróg) był bóstwem słowiańskim, bogiem nieba, ognia i kowalstwa. Jednym z jego synów był Weles, podziemny bóg magii, przysiąg, sztuki, rzemiosła, kupców i bogactwa.
Twardowski	Boruta	Pan Twardowski to postać polskiego szlachcica z baśni i legend. W niektórych wersjach opowieści ostatecznie znalazł się na Księżycu. Fabuła historii Twardowskiego związana jest z podpisaniem przez niego cyrografu z diabłem, stąd drugą nazwą w parze jest imię polskiego diabła z zamku w Łęczycy.

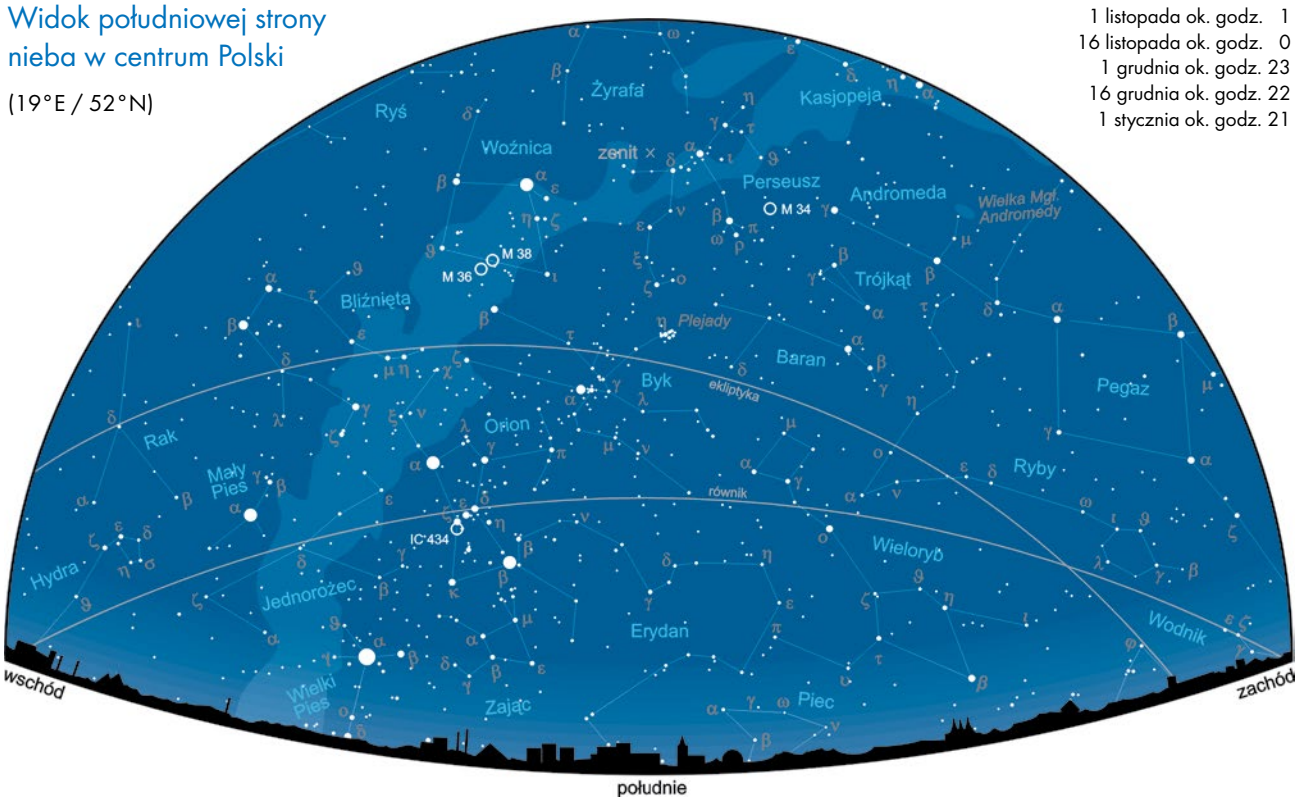
Planeta BD+14 4559 b – wizualizacja widoku z jej hipotetycznego księżyca. Rys.: M.Mizera / PTA / IAU100

Niebo nad Polską

Widok południowej strony nieba w centrum Polski

(19°E / 52°N)

1 listopada ok. godz. 1
16 listopada ok. godz. 0
1 grudnia ok. godz. 23
16 grudnia ok. godz. 22
1 stycznia ok. godz. 21



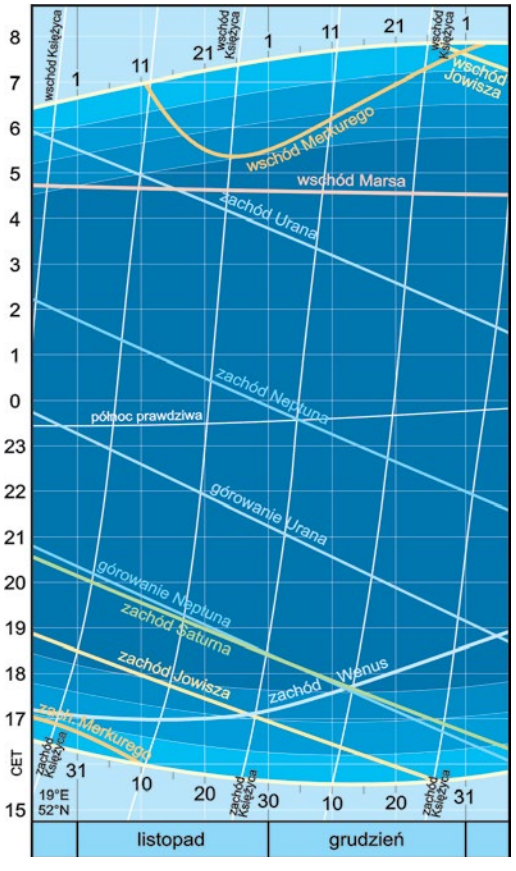
NIEBO W LISTOPADZIE I GRUDNIU

Listopad i grudzień, to na północnej półkuli Ziemi w przeważającej części okres dalszego, choć już coraz powolniejszego skracania dni i wydłużania nocy, procesu, który ulega odwróceniu po zimowym przesileniu 22 grudnia, przez ostatnie 12 dni roku na powrót, początkowo jeszcze nieznacznie, wydłużając dni.

W wyniku coraz wcześniejszych zachodów Słońca, w kolejne listopadowe wieczory obraz nieba zmienia się niewiele. Wciąż krótko po zmierzchu ponad południowym horyzontem dominują gwiazdozbiory… letnie, z wznoszącym się wysoko, niemal zahaczając o zenit, Trójkątem Letnim, wytyczonym przez najjaśniejsze gwiazdy konstelacji Wagi, Łabędzia i Orła. W tym czasie na zachodzie dostrzec można jeszcze Arkturа, czyli Gwiazdę Wiosenną, najjaśniejszy wierzchołek Trójkąta Wiosennego, zaś na południowym wschodzie wysoko wznosi się już Jesienny Kwadrat wytyczony przez trzy najjaśniejsze gwiazdy Pegaza i pierwszą z jasnych gwiazd Andromedy.

Na przełomie listopada i grudnia, już godzinę przed północą Jesienny Kwadrat błyszczy ponad zachodnim horyzontem, ustępując miejsca największemu skupisku jasnych i bardzo jasnych gwiazd, jakie stanowi obszar umownie zwany niebem zimowym. Wyróżniające się pośród nich sześć najjaśniejszych gwiazd konstelacji Byka, Woźnicy, Bliźniąt, Małego Psa, Wielkiego Psa i Oriona — Aldebaran, Kapella, Polluks, Procjon, Syriusz (najjaśniejsza gwiazda całego nocnego nieba) oraz Rigel — wytyczają obszerny gwiezdny symbol nadchodzącej pory roku, Zimowy Sześciokąt.

Pod koniec długich nocy przełomu jesieni i zimy obraz nieba nie przypomina niczym tego z godzin wczesnowieczornych. Ponad południowym horyzontem goszczą już w komplecie konstelacje wiosenne, z Lwem, Panną i Wo-



Wschody i zachody Słońca, Księżyca i planet

Więcej informacji:
ALMANACH ASTRONOMICZNY TOMASZA ŚCIĘŻORA
https://www.urania.edu.pl/almanach

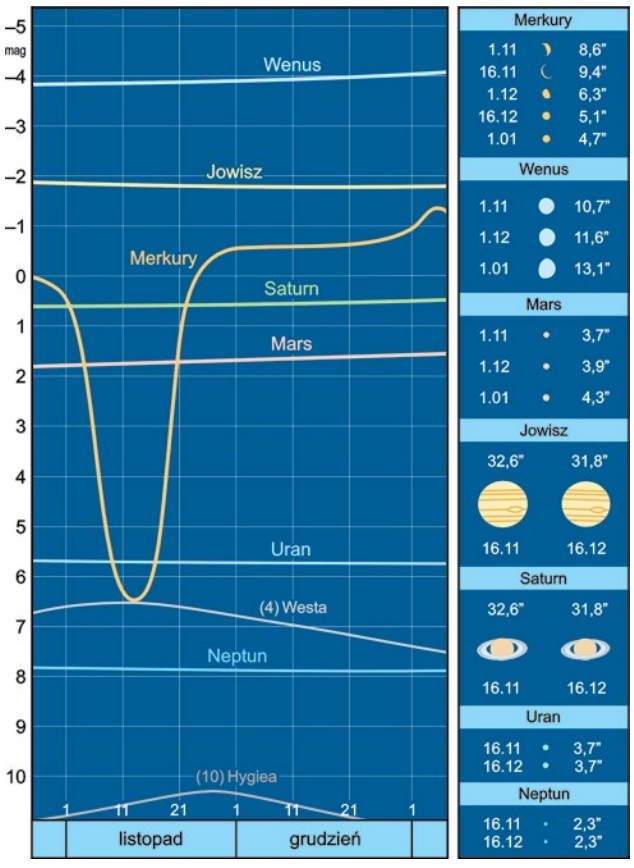
larzem, których najjaśniejsze gwiazdy wyznaczają jeszcze jedną obszerną figurę geometryczną — Trójkąt Wiosenny. Zimowy Sześciokąt do połowy zanurzył się już pod zachodni horyzont, zaś na wschodzie ponownie pojawia się Trójkąt Letni, którego najniższa gwiazda wychyla się spod horyzontu krótko przed Słońcem.

Mapki i wykresy zamieszczone na pierwszych dwóch stronach Kalendarzyka pozwalają zorientować się w wyglądzie południowej części naszego nocnego nieba, głównie w połowie listopadowych i grudniowych nocy, wyznaczyć godziny wschodów i zachodów Słońca, Księżyca i planet, prześledzić zmiany obserwowanych jasności i rozmiarów kątowych planet, a także szczególnie szybko zmieniające się kształty oświetlonej części tarczy Merkurego i Wenus. Na pierwszej mapce zaznaczono również położenia kilku ciekawych obiektów, opisanych na ostatniej stronie Kalendarzyka (Spójrz w Niebo). Panoramiczna mapa na trzeciej i czwartej stronie pokazuje m. in. zmieniające się w tym czasie położenia planet na tle gwiazd.

Dokładniejsze terminy omawianych zjawisk zebrano w tabelce na drugiej stronie Kalendarzyka. Wszystkie momenty podane są w obowiązującym w Polsce od 27 października czasie zimowym, środkowoeuropejskim (CET).

SŁOŃCE

W ciągu w sumie 61 dni listopada i grudnia Słońce pokonuje na niebie liczący 61°45’ odcinek swej drogi na tle gwiazd. Z po-



Jasności, rozmiary kątowe i wygląd planet

Ważniejsze wydarzenia listopada i grudnia 2019 r.

listopad

1	22.39	Księżyc w węźle zstępującym, λ = 280°02’
2	1.33	maksymalna deklinacja Księżyca, δ = –22°03’
2	8.28	bliska koniunkcja Księżyca 36’S z Saturnem
4	11.23	pierwsza kwadra Księżyca
7	8.37	koniunkcja Księżyca 3,6°S z Neptunem
7	9.36	apogeum Księżyca, 405 064,6 km od Ziemi
11	8.09	koniunkcja Księżyca 4,1°S z Uranem
11	13.35	przejście (tranzyt) Merkurego na tle Słońca (do 19.03)
11	16.19	koniunkcja dolna Merkurego ze Słońcem (1,3’N)
12	14.34	pełnia Księżyca
12	18.53	opozycja planetoidy (4) Westa, 1,57 au od Ziemi
13	~1.00	maks. aktywności roju meteorów Taurydy Północne
15	22.50	zakrycie $3{,}3^m$ gwiazdy eta Gem przez Ksiezyc (do 23.41)
16	3.01	zakrycie $2{,}9^m$ gwiazdy mi Gem przez Księżyc (do 4.17)
16	9.49	Księżyc w węźle wstępującym, λ = 98°52’
16	14.54	maksymalna deklinacja Księżyca, δ = +23°09’
18	~6.00	maks. aktywności roju meteorów Leonidy
19	22.11	ostatnia kwadra Księżyca
20	19.50	Merkury powraca do ruchu prostego w długości eklipt.
22	15.59	Słońce wstępuje w znak Strzelca; λ = 240°
23	8.41	perygeum Księżyca, 366 722,3 km od Ziemi
23	23.28	Słońce wkracza do gwiazdozbioru Skorpiona
24	12.35	koniunkcja Księżyca 4,0°N z Marsem
24	14.33	koniunkcja Wenus 1,6°S z Jowiszem
25	4.49	koniunkcja Księżyca 1,8°N z Merkurym
26	16..06	nów Księżyca
27	3.10	opozycja planetoidy (10) Hygiea, 2,50 au od Ziemi
27	13.10	Neptun powraca do ruchu prostego w długości eklipt.
28	11.29	maksymalna elongacja Merkurego, 20,1°W od Słońca
28	11.50	kon. Księżyca 2,3°N z Jowiszem; zakrycie 10.43–11.48
28	19.42	koniunkcja Księżyca 1,5°N z Wenus
29	5.13	Księżyc w węźle zstępującym, λ = 278°23’
29	11.34	maksymalna deklinacja Księżyca, δ = –23°12’
29	~22.16	bliska koniunkcja Księżyca 56’S z Saturnem
30	11.26	Słońce wkracza do gwiazdozbioru Wężownika

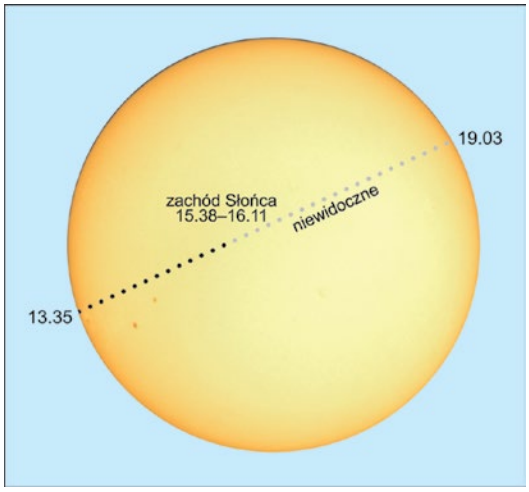
grudzień

4	7.58	pierwsza kwadra Księżyca
4	16.18	koniunkcja Księżyca 3,8°S z Neptunem
5	5.08	apogeum Księżyca, 404 452,5 km od Ziemi
8	14.33	koniunkcja Księżyca 4,3°S z Uranem
11	11.04	koniunkcja Wenus 1,8°S z Saturnem
12	6.12	pełnia Księżyca
13	15.15	Księżyc w węźle wstępującym, λ = 98°07’
13	21.58	maksymalna deklinacja Księżyca, δ = +23°14’
14	~20.00	maks. aktywności roju meteorów Geminidy
18	18.59	Słońce wkracza do gwiazdozbioru Strzelca
18	21.25	perygeum Księżyca, 370 270,8 km od Ziemi
19	5.57	ostatnia kwadra Księżyca
22	5.19	Słońce wstępuje w znak Koziorożca; λ = 270°
23	4.26	koniunkcja Księżyca 3,4°N z Marsem
25	12.17	koniunkcja Księżyca 1,9°N z Merkurym
26	6.13	nów Księżyca
26	6.18	maks. obrączkowego zaćm. Słońca; widoczne w płd. Azji
26	8.29	bardzo bliska koniunkcja Księżyca 11’N z Jowiszem
26	14.01	Księżyc w węźle zstępującym, λ = 278°07’
26	21.08	maksymalna deklinacja Księżyca, δ = –23°14’
27	13.07	koniunkcja Księżyca 1,2°S z Saturnem
27	19.25	koniunkcja Jowisza ze Słońcem (5,7’N)
29	3.06	bliska koniunkcja Księżyca 59’S z Wenus

wodu zbliżania się Ziemi do punktu peryhelium okołosłonecznej orbity, który osiągnie 5 stycznia, średnia kątowa prędkość pozornego ruchu Słońca, w dwóch ostatnich miesiącach roku jest o 2,9% większa niż we wrześniu i październiku. Zmniejszająca się przez cały ten czas odległość Ziemi od Słońca skutkuje zwiększaniem się z 32,23' do 32,53' kątowej średnicy słonecznej tarczy na naszym niebie.

Swą wędrówkę w omawianym okresie Słońce rozpoczyna na granicy konstelacji Panny i Wagi (7,95° znaku Skorpiona), a kończy niemal w połowie odcinka ekliptyki biegnącego przez konstelację Strzelca (9,70° znaku Koziorożca), 22 grudnia o godz. 5.19 osiągając punkt zimowego przesilenia, punkt Koziorożca, w naszych czasach usytuowany w zachodniej części gwiazdozbioru Strzelca, 4,0° od granicy z Wężownikiem.

W tym czasie na szerokości geograficznej 52°N (centrum Polski) wysokość górowania Słońca początkowo maleje do 14,6° w dniu przesilenia zimowego, by do końca roku na powrót wzrosnąć, ale jedynie o 0,3°.



Tranzyt Merkurego 11 listopada 2019 r.

KSIĘŻYC

Tegoroczną listopadowo-grudniową wędrówkę na tle gwiazd naszego nieba, niespełna 3 doby po nowiu oświetlony w 17%, Księżyc rozpoczyna w zachodniej części gwiazdozbioru Strzelca, 1,1° od granicy z Wężownikiem, by po dokonaniu 2,21 obiegów nieba i pokonaniu w sumie dystansu 797,3°, z końcem grudnia, 3,2 doby przed pierwszą kwadrą oświetlony w 29%, dotrzeć do wschodnich rejonów konstelacji Wężownika,

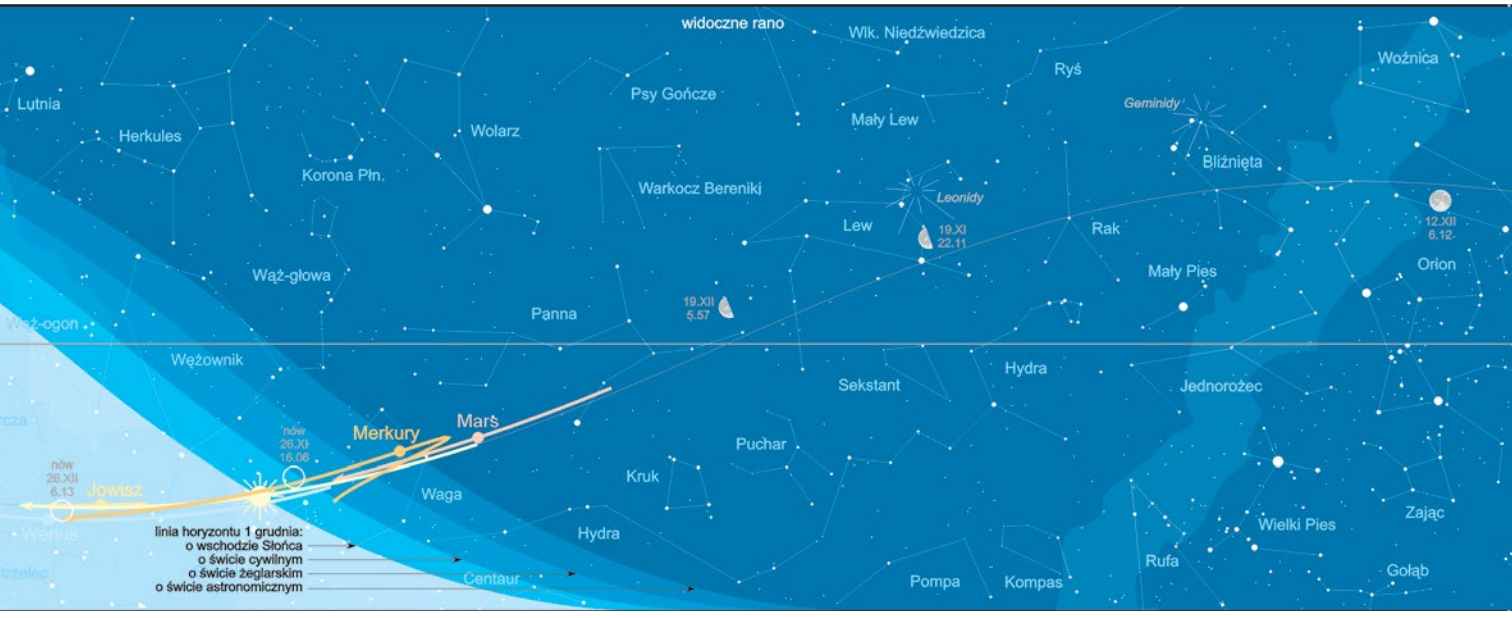
Na trasie swej wędrówki po niebie, jak zwykle, Księżyc dwukrotnie przewędruje w pobliżu każdej z planet, Jowisza mijając nawet trzykrotnie. Choć niespecjalnie atrakcyjne dla obserwatorów z terenu Polski, jednak na szczególną uwagę zasługują dwie bardzo bliskie koniunkcje z Jowiszem. Momenty koniunkcji, czyli zrównania długości ekliptycznych dwóch obiektów, określane są z geocentrycznego punktu widzenia, czyli względem środka Ziemi, nie są więc na ogół zgodne z momentami największego zbliżenia obiektów obserwowanego topocentrycznie, czyli z konkretnego miejsca na powierzchni Ziemi. I tak, 26 grudnia, podczas bardzo bliskiej (geocentrycznie 11") koniunkcji z Jowiszem, na naszym niebie Księżyc minie planetę w odległości około 35'; na dodatek będzie to jeszcze 0,5 h przed wschodem Księżyca i… odległego zaledwie nieco ponad 1° od obu obiektów Słońca. Miesiąc wcześniej, 28 listopada, podczas nie tak bliskiej geocentrycznie koniunkcji 2,3° z Jowiszem, na naszym niebie Księżyc na ponad godzinę zakryje Jowisza swą tarczą, co mimo dnia, dzięki sporej jasności planety, będzie można zaobserwować przez teleskop (patrz: tabelka ważniejszych wydarzeń).

Szczególnym przypadkiem bliskich koniunkcji są zaćmienia Słońca, czyli zakrycia słonecznej tarczy przez Księżyc w nowiu. Tak będzie podczas grudniowego nowiu, skutkującego zaćmieniem obrączkowym Słońca, widocznym jednak jedynie z terenu południowo-wschodniej Azji i Oceanu Indyjskiego.

PLANETY I PLANETOIDY

Listopad i grudzień nie są miesiącami specjalnie sprzyjającymi obserwacjom, do niedawna dominujących na wieczornym niebie, największych planet olbrzymów. Jowisz już od połowy grudnia, a Saturn od pierwszych dni stycznia, zachodzą pod koniec cywilnego zmierzchu, kilkanaście dni później całkowicie znikając podczas koniunkcji ze Słońcem. W przeciwieństwie do nich, zdecydowanej poprawie ulegają w tym czasie warunki widoczności naszych najbliższych planetarnych sąsiadów — Wenus i Marsa.

Wenus, z początkiem listopada zachodzącą 3 kwadranse po Słońcu, z końcem grudnia możemy podziwiać na wieczornym niebie już przez co najmniej 2,5 h. W tym czasie przemierzy trasę 75°, od granicy gwiazdozbiorów Wagi i Skorpiona aż po centrum



Koziorożca, na razie nieznacznie, o 20% zwiększając swą jasność. Wędrujący od centrum gwiazdozbioru Panny do pogranicza Wagi ze Skorpionem Mars, początkowo wschodzący 2 h przed Słońcem, do końca roku przyspiesza zaledwie o 10 min momenty swego wschodu, jednak dzięki coraz późniejszym wschodom Słońca, z końcem grudnia wyprzedza je już o 3 h 20 min, również o 20% zwiększając w tym czasie swą jasność.

Najlepszy w tym roku okres porannej widoczności Merkurego ma miejsce pomiędzy 20 listopada a 10 grudnia, gdy w związku z przypadającą 28 listopada jego maksymalną elongacją zachodnią wschodzi 1,5–2 h przed Słońcem. Natomiast dolna koniunkcja Merkurego ze Słońcem, 11 listopada wieczorem, skutkuje efektownym i rzadkim zjawiskiem przejścia planety przed słoneczną tarczą, czyli tranzytem Merkurego.

Ten trzeci z 13 w sumie w tym stuleciu tranzytów Merkurego, rozpocznie się o godz. 13.35, pojawieniem się na skraju słonecznej tarczy ciemnej plamki o prawie 200-krotnie mniejszym promieniu, która wędrować będzie przez nią niemal centralnie do godz. 19.03. Choć z terenu Polski, z powodu zachodu Słońca (w centrum około godz. 16.00), będziemy mogli oglądać jedynie około 40% całego zjawiska, czas ten powinien wystarczająco usatysfakcjonować obserwatorów tranzytu. Pamiętając o bezpieczeństwie naszych oczu, Słońce możemy obserwować jedynie przez teleskop wyposażony w odpowiednio gęsty filtr słoneczny, zaś najwygodniej i najbezpieczniej — rzutując obraz z teleskopu na ekran ustawiony za jego okularem.

Tego samego dnia, około 1,5 h po zachodzie Słońca, moglibyśmy pokusić się o skierowanie teleskopu (już bez filtru) na zachód, gdzie nisko nad horyzontem świeci, jasna dobę przed opozycją, planetoida (4) Westa. Niestety bliskość świecącego niemal pełną tarczą Księżyca tuż przed pełnią, raczej niweczy szanse dostrzeżenia planetoidy na styku gwiazdozbiorów Wieloryba, Barana i Byka.

ROJE METEORÓW

W obserwacjach obfitszych listopadowych i grudniowych rojów meteorów w tym roku skutecznie przeszkadza Księżyc. Podczas maksimum północnych Taurydów, z radiantem w gwiazdozbiorze Byka, również w Byku pełną tarczą błyszczy Księżyc pół doby po pełni. Podobnie 18 listopada nad ranem, podczas maksimum Leonidów, w bliskim sąsiedztwie Lwa, w konstelacji Bliźniąt, oświetloną w 2/3 tarczą błyszczy Księżyc. Nie odstępuje on również roju Geminidów z radiantem w Bliźniętach, podczas maksimum 14 grudnia goszcząc w samym centrum Bliźniąt, 2 doby po pełni rozświetlając tę okolicę jeszcze ponad 95% swej tarczy.

GWIAZDY ZMIENNE

Poniżej zamieszczamy charakterystyczne momenty (maksima lub minima) przedstawicieli trzech typów gwiazd zmiennych, możliwe do zaobserwowania na nocnym niebie.

Algol (β Persei), zmienna zaćmieniowa o okresie 2,8673 doby i zakresie zmian jasności od 2,1^m do 3,4^m. Tabelka zawiera momenty głównych (głębszych) minimów jasności:

listopad	grudzień	
12, 5.44	5, 4.12	25, 5.52
15, 2.33	8, 1.01	28, 2.40
17, 23.21	10, 21.49	30, 23.29
20, 20.10	13, 18.38	
23, 16.58		

Cefeida klasyczna (δ Cephei), gwiazda pulsująca o okresie zmian jasności 5,3663 doby, w zakresie od 3,5^m do 4,4^m. Tabelka podaje momenty maksimów jasności:

listopad	grudzień
3, 16.59	5, 21.48
9, 1.55	11, 2.34
19, 19.28	21, 20.07
25, 4.15	27, 4.54

Mirydy — gwiazdy zmienne długookresowe o okresie powyżej 100 dni. W tabelce zestawiono maksima blasku kilkunastu miryd, w tym omikron Ceti, stanowiącej prototyp tej grupy gwiazd zmiennych.

listopad		grudzień			
7, o Cet	3,4^m	6, R Leo	5,8^m	25, R Boo	7,2^m
8, V Cas	7,9^m	8, R UMa	7,5^m	28, R Dra	7,6^m
11, V Peg	8,7^m	11, S Her	7,6^m	28, RT Cyg	7,3^m
13, T Her	8,0^m	15, RS Vir	8,1^m	31, X Oph	6,8^m
14, U Cet	7,5^m	18, R Vir	6,9^m		

Jan Desselberger

GDY SŁOŃCE WĘDRUJE NIŻEJ

Długie noce schyłku jesieni i początków zimy, to doskonały czas na rozglądanie się po niemal całym nocnym niebie. Wciąż po zmierzchu dominują na niebie niemal w komplecie konstelacje nieba letniego, w ślad za którymi w kolejnych godzinach nocy podążają kolejno jesienne, zimowe i wiosenne, a korowód ten zamykają ponownie wkraczające na niebo wyższe (północne) partie nieba letniego. Taką sytuację zawdzięczamy Słońcu, wędrującemu w tym czasie najniższymi (południowymi) rejonami nieba letniego, przebiegającymi przez gwiazdozbiory Skorpiona, Wężownika i Strzelca. Penetrując północne rejony nieba jesiennego i zimowego, przyjrzymy się bliżej trzem dość efektownym otwartym gromadom gwiazd, na koniec przenosząc się w pobliże równika niebieskiego, gdzie odnajdziemy jedną z najciekawszych par — jasną mgławicę emisyjną z ciemną mgławicą absorpcyjną. Odkrywane od XVII do XIX w. obiekty odnotowano w katalogach: Messiera (M) i New General Catalogue (NGC) lub Index Catalogue (IC).

M 34 — odkryta w 1654 r. przez włoskiego astronoma Giovanniego Hodiernę, ponownie zaobserwowana i skatalogowana 110 lat później przez Charlesa Messiera, jasna gromada otwarta gwiazd w zachodniej części konstelacji Perseusza, 0,6° od granicy z Andromedą. Z terenu całej Polski widoczna jako nigdy nie zachodzący obiekt okołobiegunowy, dzięki sumarycznej jasności obserwowanej $5{,}5^{m}$, w idealnych warunkach może być dostrzeżona nawet gołym okiem, w postaci mgiełki o kątowych rozmiarach porównywalnych z tarczą Księżyca, zaś już dobra lornetka wystarczy, by dostrzec pojedyncze gwiazdy gromady. Odległe o 1450 lat św., skupisko około 100 gwiazd, zgromadzonych w obiekcie o rozmiarach 14 lat św., można odnaleźć nieco powyżej odcinka łączącego Algola (delta Per), słynną gwiazdę zmienną zaćmieniową, z gwiazdą Almach (gamma And) w sąsiedniej konstelacji Andromedy

M 36 — 2-krotnie ciemniejszy od poprzedniego, odkryty również w 1654 r. przez Hodiernę, jeden z trzech dość jasnych obiektów w kompleksie otwartych gromad gwiazd w południowej części gwiazdozbioru Woźnicy, skatalogowanych przez Messiera (wraz z M 38 i omawianą tu przed 2 laty M 37). Odległe od nas o 4100 lat św., skupisko około 80 gwiazd o rzeczywistym rozmiarze 14 lat św., na naszym niebie ma kątową średnicę 1/3 księżycowej tarczy. W centrum Polski zanurzającą się pod horyzont na niespełna 4 h, gromadę tę odnajdziemy 1,5° na północny zachód od środka odcinka łączącego jasne gwiazdy theta Aurigae (Mahasim) i beta Tauri (El Nath) na granicy z Bykiem.

M 38 — kolejne odkrycie Giovanniego Hodierny, ponad 2,5-krotnie ciemniejsza od poprzedniej, jeszcze jedna gromada otwarta w południowych rejonach konstelacji Woźnicy, położona 2,3° na północny zachód od M 36, niemal dokładnie w połowie odcinka pomiędzy gwiazdami Hassaleh i Mahasim (jota i theta Aurigae). Odległy o 4200 lat św., obiekt o średnicy 25 lat św., na naszym niebie ma rozmiary około 2/3 tarczy Księżyca.

IC 434 / Koński Łeb — przenosząc się 35° na południe od dwóch ostatnich gromad, natrafiamy na trzy jasne gwiazdy, tworzące wyrazisty Pas Oriona. Na około 1° na południe od pierwszej, licząc od wschodu, jego gwiazdy (Alnitak, zeta Ori) rozciąga się szeroka na 10' smuga mgławicy emisyjnej IC 434. Została odkryta w 1786 r. przez brytyjskiego astronoma niemieckiego pochodzenia, Williama Herschela. Na tle tej jasnej mgławicy rysuje się charakterystyczny ciemny kształt, przypominający kark i głowę konia — to usytuowana bliżej mgławica absorpcyjna Koński Łeb (Barnard 33), przysłaniająca światło jasnej mgławicy, po raz pierwszy zarejestrowana dopiero w 1888 r. przez szkocką astronom Williaminę Fleming. Do obserwacji tego obiektu niezbędny jest duży teleskop, o przynajmniej 1,5-metrowej aperturze.

Fot. Wojciech Piskorz

Koński Łeb na tle mgławicy emisyjnej IC 434. Pod gwiazdą Alnitak widoczna jest jeszcze mgławica Płomień

Jan Desselberger

Źródło: Wikipedia/Ole Nielsen

Gromada otwarta M 34

Źródło: Wikipedia/Ole Nielsen

Gromada otwarta M 36

Źródło: Wikipedia

Gromada otwarta M 38

W poszukiwaniu (muzycznej) ciemnej materii

Skoro tematem przewodnim tego numeru „Uranii–PA” stała się ciemna materia, udałem się i ja w poszukiwaniu onej na płytach muzycznych i plikach. Jako człek starej daty, lubię trzymać w ręku konkretny nośnik fizyczny dźwięków i stąd zapewne moje zamiłowanie do dużych winylowych krążków. Płyty kompaktowe nie dają już takiej frajdy, ale i to jest jakiś materialny konkret. Niestety, ciemna materia, którą zajmują się astronomowie, wciąż umyka naszej fizycznej percepcji otaczajacej nas rzeczywistości, a przecież stanowi jakieś 80% Wszechświata! Podobnie coraz większy procent dostępnego nam świata muzyki zaczynają stanowić utwory nie mające dotykalnego fizycznie nośnika, a jedynie dostępne w postaci binarnych zapisów, które możemy przesłuchać i ewentualnie pobrać z internetu jako pliki.

W takiej właśnie tylko postaci dostępny jest album zatytułowany „Dark Matters” autorstwa Johna Christiana. Niektórzy Czytelnicy może kojarzą go, jako jednego z klawiszowców formacji Airsculpture. Zespół ten tworzył głównie muzykę w stylu tzw. szkoły berlińskiej i tematyka kosmiczna z definicji nie była mu obca. Piętnaście lat temu wspominałem tu chyba ich koncert w Jodrell Bank. „Dark Matters” to solowa produkcja Johna z 2014 r. Zgodnie z tytułem, czeka nas tu sporo ciemnych, mrocznych wręcz dźwięków w stylistyce ambientowego grania. Takie jednostajne dźwięki, często spotykane w muzyce elektronicznej, nazywa się dronami i ta produkcja jest nimi przepełniona. Nie oznacza to jednak, że słuchanie jej szybko nas znudzi czy wręcz zmęczy. Przeciwnie! Czeka nas wspaniały relaks, bo przecież ciemność jest nam do zdrowego, pełnego wypoczynku wręcz

niezbędna. To wtedy właśnie, gdy nie dociera do nas światło, zaczyna się w naszych organizmach produkcja melatoniny — hormonu koordynującego pracę naszego zegara biologicznego.

Muzyka Johna Christiana jest idealna do słuchania w ciemności. Poczekajmy, aż wszyscy domownicy pójdą spać, usiądźmy wygodnie w fotelu i zanurzmy się w tej ciemnej muzycznej materii. Niech noc będzie z nami!

Jacek Drążkowski

Konkurs na fotki z Uranią

Tego lata „Uranię” można było spotkać zarówno na przysłowiowej zielonej łączce (co sprawdził Filip Piotrowski), jak i w tak zacnym miejscu, jakim jest paryski Luwr (gdzie Aleksandra Drabik porównywała dwa najważniejsze obrazy stworzone przez człowieka).

Biuletyn Sekcji Obserwacji Słońca PTMA

Drugi zjazd sekcji

Jesteśmy po II Zjeździe SOS PTMA i należy się wam, drodzy czytelnicy, krótka relacja z tego wydarzenia. Dokładnie od 21 do 22 września w Obserwatorium w Piwnicach i Truszczynach trwał II Zjazd Sekcji Obserwacji Słońca Polskiego Towarzystwa Miłośników Astronomii.

Gdy zjawiliśmy się w Gościńcu Silver około godz.18.00, już kilka osób na nas tam czekało. Zostały przydzielone pokoje i ci co bardziej zmęczeni podróżą udali się na odpoczynek. My, tzn. autor artykułu, Ania i Przemysław Tarasiewicz udaliśmy się na wykład w księgarni Kafka na Starówce, który poprowadził Łukasz Lamża. Frekwencja na wykładzie bardzo dopisała, bo zabrakło krzeseł, a temat był iście kosmiczny (czarne dziury). Gdy kolega Przemek jeszcze został na wykładzie, ja udałem się do pewnej restauracji na spotkanie z przyjaciółmi: Pauliną Rosalską i Sebastianem Żurowskim. Paulina wyjeżdżała i nie mogła uczestniczyć w zjeździe, stąd propozycja spotkania na Starówce. W restauracji spotkałem również Sebastiana Soberskiego i Piotrka Konieczkę. Po spotkaniu udaliśmy się do hotelu, który dzięki dofinansowaniu z ZG PTMA był naszym punktem noclegowym. Uczestnicy opłacali jedynie konferencyjne w wysokości 50 zł.

W sobotę po śniadaniu pojechaliśmy na konferencję do Piwnic. W głównej sali, w której miały być wykłady, postawiłem mój teleskop, który jeździ ze mną wszędzie, gdzie dzieje się coś astronomicznego i powiesiliśmy banner SOS. Na tę okoliczność przygotowałem kilka prezentacji, między innymi moją o historii SOS PTMA. Swą prezentację zacząłem od apelu Jana Mergentalera zamieszczonego w „Uranii" nr 7 i 8/1951, poprzez powstanie w latach siedemdziesiątych Centralnej Sekcji Obserwacji Słońca i w 1988 Sekcji Obserwacji Słońca, w skrócie SOS, aż do chwili obecnej. W mojej prezentacji znalazły się także fakty, czym zajmowałem się w danym czasie, m.in. list od Jana Mergentalera i dziennik obserwacji plam z lat 80. oraz praca maturalna na temat „Słońce i metody badań". Uczestnicy mogli z bliska obejrzeć wspomniane prace. Oprócz prezentacji o historii SOS PTMA usłyszeliśmy jeszcze wykład z klasyfikacji plam, który poprowadził Adam Derdzikowski. Prezentacja Adama miała w prosty sposób przedstawić uczestnikom zjazdu klasyfikację plam według McIntosha. Następnie zaprezentowano film o historii „Uranii" i PTMA. O ostatnim zaćmieniu Słońca opowiadał nam Robert Szaj. Kolejnym prelegentem był Łukasz Wojtyniak, który opowiedział nam o problemach w nauczaniu dzieci przedszkolnych, szczególnie z zajęć dodatkowych z astronomii. Sebastian Soberski zaprezentował film o hakerach wolności. Na koniec konferencji Grażyna Gawrońska, emerytowany radioastronom, w swojej prezentacji przedstawiła nam metodę radiowej obserwacji Słońca w paśmie 127 MHz, czyli na fali 2,36 m. Toruńskie obserwacje prowadzono 33 lata z trzema przerwami na remont lub wymianę anten. W przerwie między prezentacjami można było wypić kawę i zjeść ciasto przygotowane przez Agnieszkę i Rafała Pukownik. Mogliśmy też skosztować smacznych mufinek upieczonych i przywiezionych przez Magdalenę Zwolińską, jedną z uczestniczek zjazdu. Oprócz prelekcji mieliśmy również zwiedzanie; po części optycznej oprowadzał Maciej Mikołajewski a po części radiowej Sebastian Soberski. Niektórzy po raz pierwszy oglądali radioteleskop z bliska.

Fot. Przemysław Tarasiewicz

Jedna z okolicznościowych mufinek upieczonych przez Magdalenę Zwolińską

Już to weszło w nawyk, że każdy uczestnik zjazdu nie tylko otrzymał imienny identyfikator wykonany przez Macieja Polaka z drukarni Tempoprint, mogliśmy po raz pierwszy podziwiać wspaniały banner również z tej drukarni. Maciej

Autor podczas prezentacji historii SOS PTMA

Fot. Przemysław Tarasiewicz

Pokaz sterowni radioteleskopu przez Sebastiana Soberskiego

Fot. Sebastian Soberski

Pamiątkowe zdjęcie uczestników zjazdu na tle toruńskich radioteleskopów

Mikołajewski uraczył nas prezentami: kubek i książeczka. Jak zwykle można było sobie coś dokupić w sklepiku „Uranii". Tym razem hitem były wspaniałe koszulki „Uranii" czarne i w kolorze wiśni.

Wieczorem około godz. 18.00 mieliśmy grilla przygotowanego przez Agnieszkę i Rafała. Sobota minęła w przyjaznej atmosferze i mimo że przygotowałem dość ambitny plan, myślę, że został zrealizowany i każdy uczestnik mógł ze zjazdu wynieść coś ciekawego.

Niedziela powitała nas słoneczkiem, które postanowiliśmy wykorzystać nie tylko do obserwacji, ale i do małego pokazu dla gości hotelowych. Słońce pokazywaliśmy na moim teleskopie 114 × 900 z wytrawionymi lustrami. Reakcja gości była największą nagrodą dla nas. Większość z oglądających nigdy nie widziała Słońca z bliska.

Fot. Przemysław Tarasiewicz

Prezentacja wielkiego słonecznego lunta w Truszczynach

Na spotkanie z Robertem Szajem udaliśmy się do Truszczyn oddalonych o 105 km. To, co tam zobaczyliśmy, wprawiło chyba nie tylko mnie w małe osłupienie. Na nasz przyjazd Robert wystawił dwa teleskopy słoneczne lunt o średnicy 100 mm i 150 mm. Dla tego większego miał wybetonowany plac. Przez te teleskopy udało nam się zauważyć nieliczne małe protuberancje. Oprócz tego sprzętu w jego sali można było dostrzec spore reflektory, bo 50 cali, 45 i kilka mniejszych. W sali medialnej Robert wyświetlił nam film z zaćmienia w Stanach Zjednoczonych. Porobiliśmy sobie pamiątkowe zdjęcia i wypiliśmy gorącą kawę.

Te cztery godziny szybko upłynęły i około 15.00 rozjechaliśmy się do swych miejscowości. Wielu z nas miało jeszcze 300 km drogi do pokonania. Cieszę się, że mimo wielkiego zaangażowania Roberta w inne projekty bez żadnych wielkich próśb postanowił nas przyjąć u siebie i przekazać nam to, czym od lat się pasjonuje. Ustaliłem, że kolejny zjazd odbędzie się w Grudziądzu, a jego gospodarzem będzie Sebastian Soberski. Do zobaczenia za dwa lata.

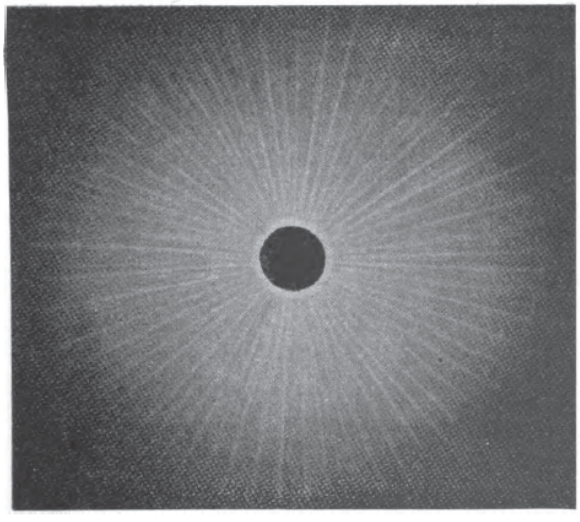
Tadeusz Figiel

Biuletyn Sekcji Obserwacji Słońca PTMA

Natura Słońca (cz. 6)

Do bardzo ciekawych obserwowanych formacji na powierzchni fotosfery należą granulacje. Technika obserwacyjna granulacji w warunkach amatorskich należy do niełatwych zadań. Wymaga zastosowania odpowiedniego sprzętu astronomicznego i filtrów. Jednak kiedy cofniemy kalendarz historii obserwacji Słońca o jakieś 160 lat, przekonamy się, że głoszono już teorie o naukowym znaczeniu. Stanowczo twierdzono, że na powierzchni naszej dziennej gwiazdy zachodzą procesy o nieznanym pochodzeniu. Jak słusznie zauważono, oprócz plam słonecznych istnieją formacje powierzchniowe przypominające bąble, które pękają jak bańki mydlane. Nazwano je granulami. Stały się one nowym tematem ożywionej dyskusji.

Francuski astronom Pierre Janssen (1824–1907), dyrektor podparyskiego obserwatorium astronomicznego wyposażonego w lunetę o średnicy obiektywu 12,5 cm, za pomocą tego przyrządu rzutuje i uzyskuje dość duży obraz Słońca na ekranie o średnicy 52 cm. Odkrywa pomiędzy bąblami granul występującą jasną sieć, nazywając ją siecią fotosferyczną, czyli występujące pasy pomiędzy granulami. Podczas obserwacji zastanawia się, czy to jest tylko złudzenie spowodowane przez atmosferę ziemską.



Źródło: en.wikipedia.org

THE CORONA OF 16th June 1806 (FERRER)

Korona naszkicowana przez José Joaquína de Ferrera podczas zaćmienia Słońca 16 czerwca 1806 r. W Kinderhook w Nowym Jorku

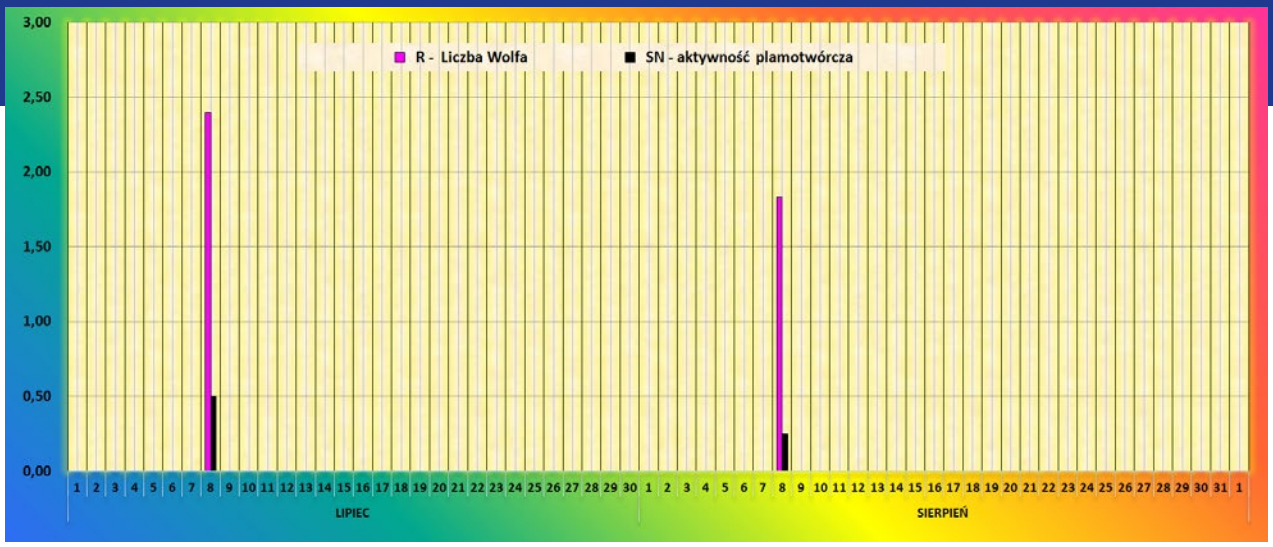
Postęp obserwacyjny Słońca następuje przy zastosowaniu spektroskopu. Odkrywano rozkład ciemnych linii w widmie słonecznym. Przy powszechnym już stosowaniu tego urządzenia wykryto linie w widmie słonecznym tych pierwiastków chemicznych, których nie odkrył Gustaw Kirchhoff (1824–1887). Wykorzystując spektrograf Pierre Janssen (1824–1907) i sir Joseph N. Lockyer (1836–1920) podczas całkowitego zaćmienia Słońca w 1868 r. odkrywają te pierwiastki, jakie występują w koronie słonecznej. Koronę słoneczną jak i widoczne w niej protuberancje uczeni ogłaszają jako formę gazową. Obaj astronomowie poszerzają szczelinę w spektrografie, przez którą mogą fotografować ich widma, nie czekając na zaćmienia.

Z wykonywania wizualnej obserwacji Słońca oczywiście nie rezygnowano i pomału przekonano się, że fotografia przynosi nieocenioną pomoc. Przy protuberancjach zaobserwowano pewną jasną linię w pobliżu ciemnej linii D sodu. Jak się okazało, był nim nieznany gaz, hel, który zostaje pod koniec XIX w. odkryty przez Ramseya w laboratorium chemicznym. Podobnie też było z koroną słoneczną, kiedy uzyskano w jej widmie w 1868 r. silnie zieloną linię. Obserwacje widma korony powtarza Charles A. Young (1834–1908), później to samo czynią i inni astronomowie, nazywając ją „koronium". Okazuje się, że jest to zjonizowane żelazo. Heliofizykom zajęło ponad 60 lat, aby w końcu uświadomić sobie, że właśnie znana zielona linia należała w rzeczywistości do bardzo zjonizowanego tego pierwiastka. Świadczy to tylko o bardzo wysokiej temperaturze występującej w koronie słonecznej. Niektóre nieznane pierwiastki chemiczne najpierw odkrywano na Słońcu, dopiero później w laboratoriach chemicznych.

Widmo słoneczne posiada swoją różnorodność, różne jest ono w koronie słonecznej, inne w protuberancji, a jeszcze inne w chromosferze. Zauważono na zdjęciach wykonanych podczas całkowitych zaćmień Słońca, jak się zmienia korona słoneczna, a jej wielkość uzależniona jest od ilości plam słonecznych na jego powierzchni. Teraz nadszedł czas na zastanowienie się, czym jest tak naprawdę Słońce.

Charles A. Young podczas zaćmienia odkrywa w 1879 r. tzw. zjawisko warstwy odwróconej chromosfery. Warstwę odkryto dzięki całkowitym zaćmieniom Słońca. Kiedy dochodzi do tego zjawiska, widoczna jest jego ciemna tarcza. Obserwując przez spektroskop zaćmienie w momencie całkowitej jego fazy, obraz uzyskany przez spektroskop wypełnił się jasnymi liniami absorpcyjnymi. Słońce bardzo zaciekawiło astronomów i na dobre rozgorzała dyskusja na temat jego gazowej budowy. Wielkim zwolennikiem natury gazowej Słońca był francuski astronom Herve Faye (1814–1902). Uważał, że nieustannie płyną ogromne prądy z jego wnętrza. Chłodniejszy, ostudzony już gaz opada ku środkowi. Fotosfera według teorii budowy Słońca pod koniec XIX w. to warstwy ogromnej skondensowanej chmury, w których występują dziury w postaci ciemnych plam. To już jest jednak oddzielny temat.

Janusz Bańkowski



Opracowanie: Janusz Bańkowski

Raport nr 7/2019

Gdyby nie mały jednodniowy epizod w lipcu nie mielibyśmy w ogóle plam na Słońcu. Stąd średnia liczba Wolfa w lipcu wyniosła R=O,08 a średnia SN=0,02. Raporty przysłało 9 obserwatorów.

OBSERWATORZY:

1. Zapata Antonio Morales	31	6. Kucemba Łukasz	15
2. Zagrodnik Jerzy	29	7. Raczyński Łukasz	10
3. Mikołajczak Eugeniusz	29	8. Bohusz Jerzy	7
4. Jimenes Francisco	28	9. GrupaAbelowa	1
5. Bańkowski Janusz	27		

Raport nr 8/2019

Cały czas nasze Słońce znajduje się w minimum swej aktywności. Sierpień przyniósł tylko jednodniowy epizod zarejestrowany przez Jerzego Zagrodnika, stąd taka mała średnia R=1,83.Średnia miesięczna wyniosła zaledwie R=0,06, a średnia SN=0,01. Mimo braku aktywności swoje raporty przysłało 10 obserwatorów. Łącznie dla liczby Wolfa 177 obserwacji a dla SN 128 obserwacji.

OBSERWATORZY:

1. Mkołajczak Eugeniusz	31	6. Kucemba Łukasz	19
2. Zapata Antonio	31	7. Raczyński Łukasz	8
3. Zagrodnik Jerzy	29	8. Bohusz Jerzy	6
4. Bańkowski Janusz	27	9. Grupa Abelowa	1
5. Jimenez Francisco	22	10. Figiel Tadeusz	1

Koordynator SOS PTMA Tadeusz Figiel

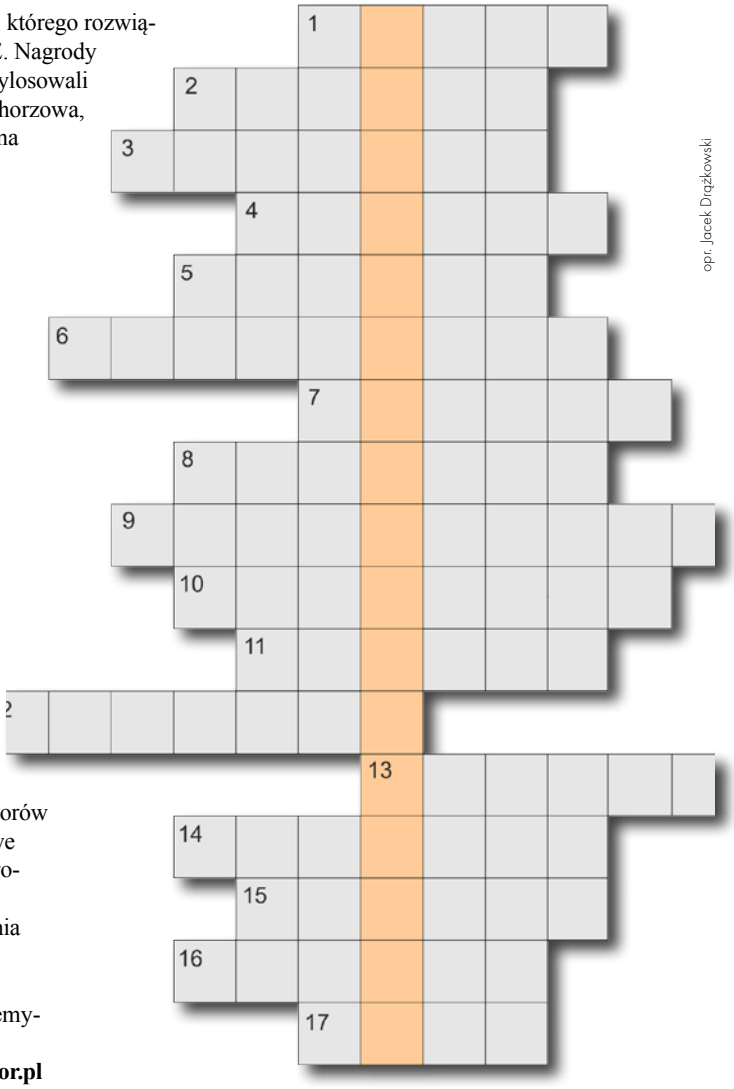
Koordynator SOS PTMA odznaczony

Tadeusz Figiel pełniący od wielu lat funkcję koordynatora sekcji Obserwacji Słońca PTMA podczas uroczystości obchodów 100-lecia Polskiego Towarzystwa Miłośników Astronomii w Krakowie 5 września br. został uhonorowany Złotą Odznaką PTMA. Gratulujemy i życzymy wytrwałości i sił do dalszych owocnych działań na rzecz miłośników astronomii — redakcja.

Fot. Przemysław Tarasiewicz

W „Uranii–PA” nr 3/2019 zamieściliśmy logogryf, którego rozwiązaniem jest hasło GWIAZDY KONTAKTOWE. Nagrody w postaci książek o tematyce astronomicznej wylosowali **Krzysztof Kowalczyk** z Warszawy i **Mateusz Szczesny** z Chorzowa, natomiast płytę muzyczną otrzymuje **Marta Seidler** z Sępólna Krajeńskiego. Nagrody zostaną wysłane pocztą.

1. Planetoida orbitująca wewnątrz orbity ziemskiej
2. Polskie miasto na Marsie
3. Jedna z najjaśniejszych gwiazd zimowego nieba
4. Taka materia dominuje we Wszechświecie
5. Współzałożyciel i pierwszy dyrektor COPAN-u
6. Dron, który ma latać na Tytanie
7. Nadaje masy innym cząstkom elementarnym
8. Pomierzył prędkości gwiazd w galaktyce M31
9. Ulubione góry polskich astrofotografów
10. Ksiądz-kosmolog
11. Jedna z najstarszych galaktyk
12. Też może być „ciemna”
13. Rozwiązał zagadkę roju Giacobinidów
14. Jedna z ostoi ciemnego nieba w Polsce
15. Jej oceany też są słone
16. Mogą być brane za UFO
17. Zwolennik gazowej natury Słońca



opr. Jacek Drążkowski

Rozwiązanie utworzą kolejne litery z wyróżnionych kratek. Na rozwiązania czekamy do końca grudnia 2019 r. Wśród autorów poprawnych odpowiedzi rozlosujemy dwie nagrody książkowe o tematyce astronomicznej i dwie płyty kompaktowe z elektroniczną muzyką kosmiczną.

1. „Nowe opowiadania starego astronoma”, czyli wspomnienia i eseje profesora Józefa Smaka;
2. „Planeta Mars” Hieronima Hurnika;
3. „Jak to działa? Ziemia”, książka dla dzieci autorstwa Przemysława Rudzia;
4. Płyta muzyczna CD ufundowana przez sklep **www.generator.pl**

Rozwiązania można przesyłać pocztą tradycyjną, mailowo na adres urania@urania.edu.pl, lub sms-em na nr 600 663 640, podając hasło, nr nagrody, nazwisko i adres wysyłki. Podanie danych adresowych jest dobrowolne i konieczne do otrzymania nagrody.

Słowa kluczowe do rozwiązania krzyżówki zamieszczonej w „Uranii–PA” 3/2019: 1. Ryugu, 2. SWOPE, 3. VLBI, 4. Gaia, 5. Kapsztad, 6. Hiady, 7. Paczyński, 8. Genk, 9. Dischoeck, 10. Toliny, 11. Australia, 12. Chinasat, 13. Jansky, 14. Stępień, 15. Filozof, 16. Wężownik, 17. Akrecyjny.

TEMAT Z OKŁADKI

Pomyłka Heweliusza,

czyli zakrycie, którego nie było?

Paweł Drożdżal

Jan Heweliusz jest znany z licznych i szczegółowych obserwacji nieba, wykorzystywanych przez astronomów do dziś. Jednakże analiza zakrycia gwiazdy przez Księżyc z 14 października 1658 r. przy pomocy współczesnego oprogramowania astronomicznego sugeruje, że gdański astronom potrafił postępować nienaukowo i publikować obserwacje, których nie dokonał.

SPUŚCIZNA JANA HEWELIUSZA

Postać Jana Heweliusza (ur. 28.I.1611 – zm. 28.I.1687), sławnego gdańskiego astronoma, konstruktora instrumentów naukowych, browarnika, drukarza, rytownika, miejskiego rajcy i lwnika od ponad 300 lat jest powszechnie znana i kojarzona w kręgach osób zainteresowanych astronomią, dziejami Gdańska lub po prostu historią rozwoju nauki w Polsce i Europie. Jego dzieło są nadal analizowane przez historyków nauki czy astronomów (1). Raporty z systematycznych obserwacji nieba przeprowadzanych przez Heweliusza zawarte są w takich jego dziełach, jak np. *Selenographia sive luna descripta* (Gdańsk 1647), *Mercurius coelestis pars posterior* (Gdańsk 1679) oraz publikacjach w ówczesnych czasopismach naukowych *Philosophical Transactions*, *Acta Eruditorum* i *Journal des Savans* (2). Historyczne obserwacje zmiany jasności nowej CK Vulpeculae (1670) (luc. *Nova zeb caprae Cygni*) dokonane przez gdańskiego astronoma w przeciągu 2 lat od jej pojawienia się na niebie były wykorzystywane do opracowań libracyjnego modelu gwiazd zmiennych kataklizmicznych czy hipotezy jasnej czerwonej nowej LRN (ang. *Luminous Red Nova*) polegającej na kolizji, czyli połączeniu się gwiazd ciągu głównego (3, 4). W latach 1642–1684 Heweliusz wykonał 4186 obserwacji Słońca i położeń plam na jego powierzchni. Dane te brano pod uwagę do określenia i doskonalszego studiowania tzw. Minimum Maudera oraz zmienności okresu rotacji Słońca (3, 5).

W ciągu swego życia Heweliusz przeprowadził ogromną liczbę obserwacji nieba. Dzieło *Machinae coelestis pars prior* zawiera około 20 tys. rozmaitych obserwacji astronomicznych dokonanych w latach 1630–1679 (6). Niestety, jak dotychczas, teksty Heweliusza zostały przetłumaczone z łaciny na język polski jedynie we fragmentach. Według mojej wiedzy jedynym spolszczonym w całości dziełem gdańskiego astronoma i opatrzonym komentarzem jest traktat *De motu Lunae librato* (O ruchu libracyjnym Księżyca) (7) skreślony w formie listu do Giovanniego Battisty Ricciolego (1598–1671). Obecnie trwają też prace nad wydaniem zachowanej korespondencji Jana Heweliusza (2). Chcąc zatem dokładniej analizować

Rys. 1. Zakrycie dwóch gwiazd z gwiazdozbioru Byka przez Księżyc w dniu 14.X.1658 r. według Jana Heweliusza

Sprostowanie

W poprzednim numerze stuletniego dwumiesięcznika „Urania–Postępy Astronomii", Redakcja pisma niestety omyłkowo wydrukowała starą tj. niepoprawioną i nieuzupełnioną wersję mego artykułu pt.: „Pomyłka Heweliusza – czyli zakrycie, którego nie było?"

Nowa, niewydrukowana wersja ww. artykułu zawierała wiele poprawionych lub dodanych zdań w porównaniu z wersją poprzednią. Podstawowymi zmianami były choćby: 1) brak znaku zapytania w tytule artykułu; 2) użycie pojęcia czas poprawiony zamiast czas gwiazdowy; 3) uzupełnienia w części dotyczącej analizy dokładności programów astronomicznych (przykładowo wyjaśniono 10-minutową różnicę między programami „Stellarium" i „Cartes du Ciel", dodano wzmianki o braku w „Stellarium" poprawki dotyczącej aberracji światła, a także o programie „Occult").

Ww. zmiany i uzupełnienia w nowej wersji artykułu znacząco wpłynęły na podniesienie jego merytorycznej jakości. Osoby pragnące otrzymać poprawną wersję artykułu o pomyłce Heweliusza proszone są pisać na adres e-mailowy: drozdzu@epf.pl. Mając jeszcze na uwadze szacunek do Czytelników „Uranii–PA", pozwolę sobie dopowiedzieć, że maksymalna dokładność celowania Heweliusza na gwiazdy oczywiście mogła głównie dotyczyć najjaśniejszych gwiazd (do ok. 3,5 mag) – im słabsze gwiazdy tym błędy pomiaru pozycji gwiazd stawały się większe. Pragnę jeszcze dodać, że być może bezpieczniej pod względem naukowym byłoby, aby jedno ze zdań artykułu miało taką ostateczną formę: „Niedoskonałość teleskopów Heweliusza była najprawdopodobniej główną przyczyną, która nie pozwoliła mu na poprawne wytłumaczenie rzeczywistej natury pierścieni otaczających Saturna."

Na koniec pragnę zapewnić wszystkich Czytelników „Uranii–PA", że dołożyłem wszelkich starań, aby końcowa wersja mego artykułu miała jak najwyższą wartość poznawczo-merytoryczną.

Paweł Drożdżal

Red.: Bardzo nam przykro, że nie uwzględniliśmy najnowszej, autorskiej wersji artykułu. Nasza redakcja wniosła ogromny wysiłek aby ta wcześniejsza wersja mogła być atrakcyjna i warta przeczytania przez Czytelników. Stąd drobne zmiany redakcyjne, które miały podnieść to zainteresowanie Czytelników. Zaproponowaliśmy Autorowi napisanie krótkiego artykułu komentującego braki i niedociągnięcia opublikowanej (z winy redakcji) wersji i uzupełniającego jego treści.

ZAPROSZENIA
zloty, obozy, konkursy, spotkania, odczyty, wykłady, wydarzenia...

Polskie Towarzystwo Miłośników Astronomii

- 4 listopada 2019: Spotkanie w O/Warszawa
- 11 listopada 2019: Pokazy tranzytu Merkurego na tle Słońca, O/Kraków
- 14 listopada 2019: Prelekcja w O/Szczecin
- 18 listopada 2019: Spotkanie w O/Warszawa
- 25 listopada 2019: Prelekcja w O/Kraków
- 25 listopada 2019: Prelekcja w O/Warszawa
- 28 listopada 2019: Prelekcja w O/Szczecin
- 2 grudnia 2019: Prelekcja w O/Warszawa
- 9 grudnia 2019: Prelekcja w O/Kraków
- 9 grudnia 2019: Prelekcja w O/Warszawa
- 16 grudnia 2019: Prelekcja w O/Warszawa
- 23 grudnia 2019: Prelekcja w O/Kraków
- 23 grudnia 2019: Prelekcja w O/Warszawa

Centrum Astronomiczne im. M. Kopernika w Warszawie

- 4 listopada 2019: Janusz Ziółkowski – Co się stało 17.08.2017?
- 18 listopada 2019: Aleksandra Olejak – Czarne dziury w Drodze Mlecznej
- 25 listopada 2019: Bogumił Pilecki – Czy widzimy dwa razy więcej gwiazd niż widzimy?
- 2 grudnia 2019: Agata Różańska – Czarne dziury w obiektywie teleskopu ATHENA
- 9 grudnia 2019: Bartosz Bełdycki – Obiekty zwarte. Ile prawdy zawierają w sobie prezentacje w kinowych superprodukcjach?
- 16 grudnia 2019: Alexey Pamyatnykh – Ciekawostki astronomiczne, widziane z roweru w Polsce i innych krajach

Obserwatorium Astronomiczne Uniwersytetu Jagiellońskiego

- 27 listopada 2019: Wieczory z gwiazdami – mgr Małgorzata Bankowicz

We Need More Space

- 23 października 2019: Przyszłe misje kosmiczne z polskim udziałem, Brain Embassy, Warszawa

IAU

100 LAT POD WSPÓLNYM NIEBEM

Wizyty astronomów w szkołach

Od września 2019 r. ruszył projekt wizyt astronomów w szkołach, realizowany przez Polskie Towarzystwo Astronomiczne (PTA) w ramach obchodów IAU100. Wizyta astronoma jest w założeniu bezpłatna. Szkoły zainteresowane udziałem mogą zgłaszać się na stronie www.pta.edu.pl/astronomers-in-schools

100 lat URANII

w promocyjnych cenach w naszym sklepie internetowym sklep.pta.edu.pl

koszulki

„URANIA – cała prawda o Wszechświecie" – na plecach „100 lat pod wspólnym niebem z Międzynarodową Unią Astronomiczną", na rękawach logotypy wydawców, PTA i PTMA, kolor czarny;

„URANIA – naga prawda o Wszechświecie" z historycznym obrazem muzy Uranii z okładki czasopisma w roku 1926, na plecach historyczne winiety Uranii z ostatnich 100 lat, kolor czerwony/ceglasty;

kubki

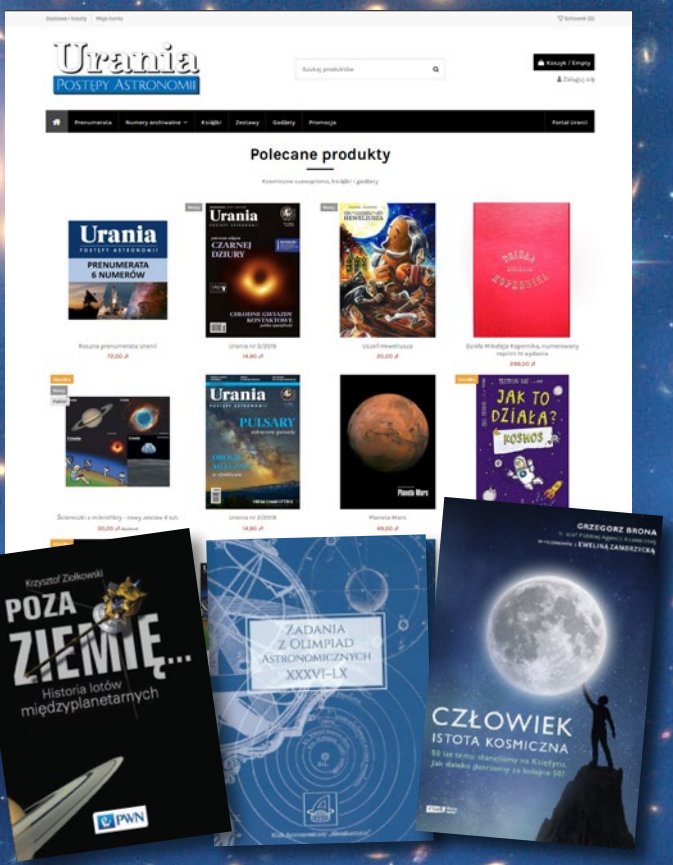
100-lat pod wspólnym niebem – jubileusz Uranii i Międzynarodowej Unii Astronomicznej;

seria książeczek dla dzieci „Mała Urania"

Literacki komiks twórców Uranii z ofertą własnych twórczych interpretacji (kolorowanka, wierszyk) dla dzieci. Pierwsza taka propozycja od czasu „Dzieci pana astronoma" Wandy Chotomskiej;

ściereczki w mikrofibry

do czyszczenia optyki i okularów (nowe wzory);



Ponadto jak zawsze **prenumeraty** i **numery archiwalne** Uranii oraz najciekawsze astronomiczne **książki** dostępne na polskim rynku.

DWUMIESIĘCZNIK • Tom XC • **6/**2019 (804)

Urania

POSTĘPY ASTRONOMII

1919 – 2019

CENA **16,90** ZŁ
w tym 8% VAT

POD CHOINKĘ
Kalendarz Astronomiczny
na rok 2020
Książeczka dla dzieci

MGŁAWICE PLANETARNE

„POLSKIE" KOMETY

IAU
100 Lat pod Wspólnym Niebem

ISSN 1689-6009 indeks 401323

100-LECIE PTMA

Nowe odcinki „Astronarium” na antenie TVP i w serwisie YouTube

Od 11 lipca prezentujemy odcinki nowego sezonu ASTRONARIUM: nowa czołówka, nowe studio, nowe tematy

Aktualne godziny emisji w ogólnopolskim pasmie TVP3

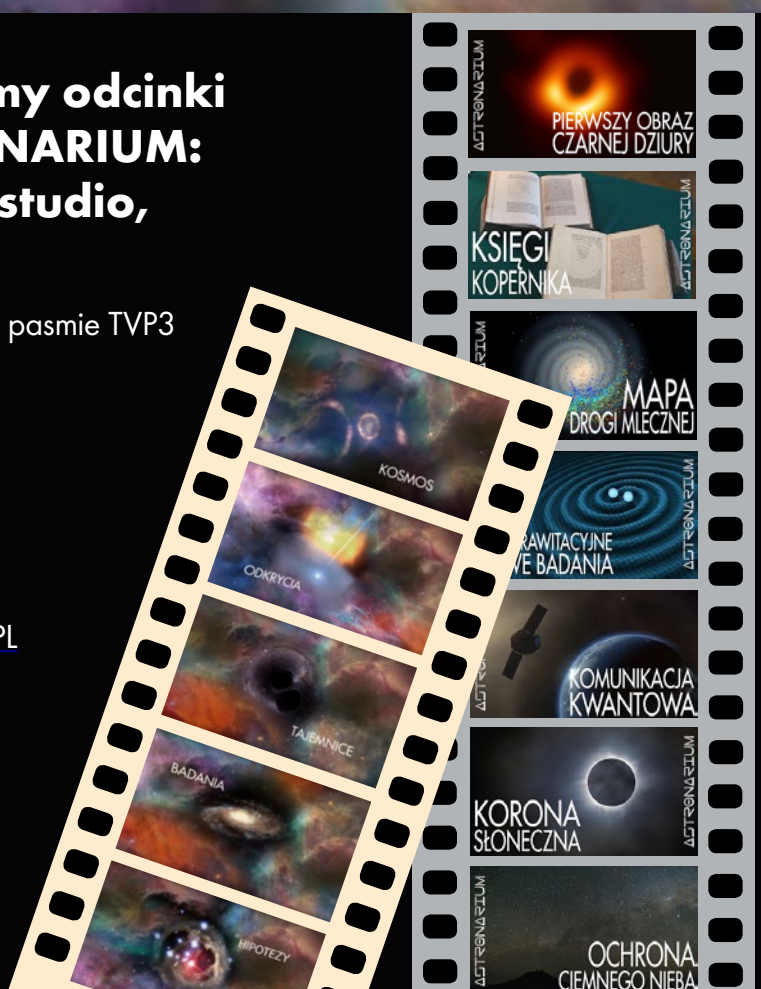
czwartek godz. 17.00

powtórki:

piątek godz. 11.00

Wszystkie odcinki na:

https://www.youtube.com/AstronariumPL



KOPRODUKCJA

FINANSOWANIE

Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego

Urania nasza Muza

Dla szkół, uczelni oraz miłośników astronomii i amatorów nocnego nieba

Sobota, koniec listopada. Ten dzień w całości przeznaczam na „Uranię". Naczelny w tym czasie podąża pociągiem do Krakowa na spotkanie Zarządu PTMA, ale odbiera telefon. Mam parę pytań odnośnie tego numeru. Jeszcze tylko ostatnie pytanie: — Kto pisze wstępniak? Pada krótka odpowiedź: — Ty. Pomyślałem, że żartuje. Podobnie myślałem, gdy kilka miesięcy temu zadzwonił i oświadczył, że przyznano mi Nagrodę im. Włodzimierza Zonna. Nie żartował.

Chwila zamyślenia po zakończonej rozmowie. Ale co ja mam napisać? No, tak. Zapewne Maciej liczył na to, że podzielę się z Czytelnikami wspomnieniami z tych parędziesięciu lat pracy dla Muzy Astronomii. Drugie tyle można by doliczyć jako biernego czytelnika starej „Uranii".

W dużej mierze ten pierwszy okres byłby bardzo podobny do wspomnień Janusza Wilanda. Opisane przez niego epizody są chyba wspólnym doświadczeniem pokoleniowym ludzi zaczynających przygodę z astronomią w latach 70. XX w.

Ile to razy kłóciliśmy się o kształt okładki czy jakiegoś artykułu, by radować się później wypracowanym konsensusem.

Pierwsza połowa lat 80. to już studia astronomiczne w rodzinnym grodzie Mikołaja Kopernika. To tam poznaję późniejszych redaktorów dużej „Uranii" — prof. Andrzeja Woszczyka i mgr. Macieja Mikołajewskiego (ale już robił doktorat). Opuszczając gabinet tego pierwszego po jedynym chyba egzaminie nie zdanym za pierwszym podejściem, nie uwierzyłbym, gdyby ktoś mi wtedy powiedział, że ten surowy, czepiający się szczegółów egzaminator, będzie mi kiedyś jak ojciec. Maciej, to z kolei typ starszego brata. Przyjacielski, ale i mentorski. Ile to razy kłóciliśmy się o kształt okładki czy jakiegoś szczegółu, by radować się później wypracowanym konsensusem.

To właśnie przez Macieja związałem się z „Postępami Astronomii" (PA) jeszcze w 1991 r. A zaczęło się od tego, że objeżdżając Polskę i promując nową, popularną formułę pisma, które wcześniej było znane chyba tylko zawodowym astronomom, trafił z prelekcją o pierwszej potwierdzonej czarnej dziurze do LO w Lidzbarku Warmińskim, gdzie pracowała moja żona. Jak zobaczył narysowany przeze mnie naprędce plakat zapowiadający jego wystąpienie, zaproponował, bym ilustrował w podobny, żartobliwy sposób, teksty publikowane w PA. I tak to zostałem rysownikiem, a później red. graficznym i technicznym pisma.

Cykl felietonów astromuzycznych zaczął się też od przypadku. W 1996 r. gdy w „Postępach" (już za prof. Woszczyka) w jednym numerze zabrakło tekstu do stałego kącika felietonów pisanych przez różnych autorów (a był to ponoć jeden z najbardziej poczytnych działów), chwyciłem za klawiaturę i napisałem, co mi w duszy grało, czyli tekst „Astronomia i muzyka". Później powstał tak zatytułowany stały kącik, a od tego roku ma on swoje rozszerzenie na facebooku, bo zwyczajowe pół strony raz na dwa miesiące okazało się zbyt ciasne.

Jedną z istotniejszych innowacji, jakie wprowadziłem do pisma, było stworzenie stałej rubryki ze zdjęciami robionymi przez czytelników, a zatytułowanej dowcipnie przez Macieja „Umykające Fenomeny Obserwacyjne" — w skrócie UFO (teraz to „Galeria Uranii"). Później zainicjowałem na wzór starych „Uranii" stałą obecność krzyżówek-logogryfów. Z kolei Maciej, po przejęciu „Uranii–PA", wymusił na mnie stałą obecność „Astrożartów".

Gdy już całkiem przejąłem składanie PA i szykowanie zeszytów do druku, Andrzej Pilski tworzący samodzielnie kwartalnik „Meteoryt", powielany początkowo metodą ksero, zaproponował współpracę, wykorzystując moje skromne, ale wystarczające już umiejętności w dziedzinie DTP (*desktop publishing*). Przy okazji meteorytyka stała się kolejną moją pasją, bo, jak wiadomo, oddziaływania są zawsze wzajemne. Efektem był m.in. jeden z zeszytów PA prawie w całości poświęcony meteorytom.

Osiem lat temu, twórcy Hotelu Krasicki w Lidzbarku Warmińskim szukali w pobliskim Olsztynie astronoma, który podjąłby się zorganizowania i prowadzenia obserwatorium hotelowego (aby nawiązać tym sposobem do tradycji byłego mieszkańca lidzbarskiej rezydencji — Kopernika). Dyrektor OPiOA ze zdziwieniem odpowiedział im, że przecież mają astronoma na miejscu. I tak to zostałem nadwornym astronomem Krasickiego. Popularyzując tam astronomię i meteorytykę, faktycznie czasami mogę poczuć się niczym prof. Zonn podczas jego legendarnych wykładów. Ale to już całkiem inna historia…

w Lidzbarku Warmińskim, 30 listopada 2019

Jacek Drążkowski

Dawno temu w... „Uranii”

Nowy rodzaj systemów gwiazdowych

W poprzednim numerze „Uranii (Nr 4 z 1938 r., str. 75-4) informowaliśmy czytelników o odkryciu bardzo odległej gromady gwiazd w gwiazdozbiorze Rzeźbiarza (Sculptor). W obserwatorium Harwadzkim odkryto drugą gromadę w gwiazdozbiorze Pieca Chemicznego (Fornax), podobną do opisanej poprzednio. Prof. Shapley uważa obie te gromady za nowe dotychczas nieznane systemy gwiazdowe, W obu gromadach nie obserwujemy ani mgławic, ani nagromadzeń lokalnych gwiazd, lecz gwiazdy są symetrycznie i dość jednostajnie rozmieszczone dokoła środka. Przestrzeń, objęta tymi gromadami, jest prawdopodobnie pozbawiona prawie materii międzygwiazdowej, gdyż przez nie widoczne są liczne słabe mgławice pozagalaktyczne. Dokładne odległości obu mgławic zostaną obliczone po odkryciu w nich gwiazd zmiennych typu δ Cephei. Odkryte zbiorowiska gwiazd są podobne swym kształtem do gromad kulistych, różnią się jednak od tych ostatnich tym, że nie posiadają w środku wybitnej koncentracji gwiazd, wskutek czego we wszystkich częściach dają się rozszczepiać na poszczególne gwiazdy. Prof. Shapley przypuszcza na podstawie danych obserwacyjnych, że gromady typu Sculptor-Fornax znajdują się w znanym zbiorowisku mgławic pozagalaktycznych gwiazdozbioru Panny, odległym o 8 milionów lat światła.

(Nature Nr 3598)
E. R.

Urania

POSTĘPY ASTRONOMII

(PL ISSN 1689-6009)

listopad–grudzień 2019

Dwumiesięcznik poświęcony upowszechnianiu wiedzy astronomicznej. Czasopismo powstałe w roku 1998 z połączenia „**Uranii**” (ISSN 0042-0794) – dotychczasowego miesięcznika Polskiego Towarzystwa Miłośników Astronomii, istniejącego się od 1919 r. i **„Postępów Astronomii”** (ISSN 0032-5414) – dotychczasowego kwartalnika Polskiego Towarzystwa Astronomicznego, wychodzącego od 1953 r. Zachowana zostaje dotychczasowa numeracja „Uranii”.

Nakład: 3300 egz.

Zespół Redakcyjny:
Wieńczysław Bykowski, Krzysztof Czart (zastępca red. naczelnego), Jacek Drążkowski (grafika, skład), Agnieszka Górska-Pukownik (sekretariat), Sylwester Kołomański, Mateusz Krakowczyk, Maciej Mikołajewski (red. naczelny), Marek Muciek, Roman Schreiber, Marek Substyk (zastępca red. naczelnego)

Współpraca:
Jan Desselberger, Tadeusz Figiel, Rafał Grabiański, Ewelina Grądzka, Paweł Z. Grochowalski, Elżbieta Kuligowska, Jerzy Kuczyński, Agnieszka Nowak, Piotr Potępa, Przemysław Rudź, Mikołaj Sabat, Robert Szaj, Łukasz Woźniak, Przemysław Żołądek

Korekta językowa: Bożena Wyrzykowska

Koncepcja graficzna pisma: Joanna Dobkowska

Adres Redakcji:
Urania, Instytut Astronomii UMK, ul. Gagarina 11, 87-100 Toruń
tel. 600 663 640 Sekretariat, tel. 509 44 17 17 Redaktor Naczelny
e-mail: redakcja@urania.edu.pl

Adres WWW:
https://www.urania.edu.pl

Dystrybucja:
Agnieszka Górska-Pukownik, tel. 600 663 640
e-mail: urania@urania.edu.pl

Cena Uranii w prenumeracie 14 zł

Prenumerata roczna 84 zł

Bank Millennium S.A. o/Toruń Nr 85 1160 2202 0000 0003 3341 8732

Szczegóły dotyczące prenumeraty i promocje wewnątrz numeru i na stronie
https://www.urania.edu.pl/prenumerata

Wydawcy:
Polskie Towarzystwo Astronomiczne
www.pta.edu.pl
ul. Bartycka 18, 00-716 Warszawa
tel. (0-22) 329 61 45
e-mail: zarzad@pta.edu.pl

Polskie Towarzystwo Miłośników Astronomii
www.ptma.pl
ul. Miodowa 13a m. 35, 31-055 Kraków
tel. (0-12) 422 38 92
e-mail: sekretariat@ptma.pl

* **ARTYKUŁY I MATERIAŁY OKAZJONALNE TRAKTOWANE SĄ JAKO WOLONTARIAT AUTORÓW NA RZECZ WŁASNEGO ŚRODOWISKA ASTRONOMÓW, MIŁOŚNIKÓW ASTRONOMII I CAŁEGO SPOŁECZEŃSTWA** * **MATERIAŁÓW NIE ZAMÓWIONYCH REDAKCJA NIE ZWRACA** * **ZASTRZEGA SIĘ PRAWO DO REDAGOWANIA I SKRACANIA TEKSTÓW** * **PRZEDRUK MATERIAŁÓW TYLKO ZA ZGODĄ REDAKCJI** * **OPINIE I POGLĄDY FORMUŁOWANE PRZEZ REDAKCJĘ I AUTORÓW NIE REPREZENTUJĄ OFICJALNEGO STANOWISKA WYDAWCÓW** * **REDAKCJA NIE ODPOWIADA ZA TREŚCI I WIZERUNKI REKLAM** *

DRUKARNIA
GRAFFITI BC
Toruń, ul. Równinna 11/13
www.graffitibc.pl
drukarnia@graffitibc.pl
tel. 56 654 47 14

NA OKŁADCE

Mgławica planetarna Abell 36. Widoczna w centrum jasna gwiazda znajduje się na przedostatnim etapie ewolucji: jest coraz mniejsza, ale coraz gorętsza. Mając obecnie temperaturę ponad 70 tys. K, wysyła głównie promieniowanie UV, pobudzając do świecenia odrzuconą wcześniej otoczkę. Wiek mgławicy szacuje się na 5–8 tys. lat. Za parę tysięcy lat rozwieje się na tle gwiazd. Zdjęcie wykonano 8,2-m teleskopem VLT Europejskiego Obserwatorium Południowego na górze Paranal w Chile

Źródło: ESO

W AKTUALNYM NUMERZE

Artykuły

Teoria i obserwacje 10
Krzysztof Gęsicki

Czy Słońce na koniec życia przyozdobi się aureolą mgławicy planetarnej? Do niedawna w to wątpiono, ale nowe badania teoretyczne pokazują, że jest to bardzo prawdopodobne.

„Polskie" komety 16
Krzysztof Ziołkowski

W nie tak odległych czasach przedkomputerowych obliczanie orbit komet okresowych było nie lada wyzwaniem. Trzej wybitni polscy astronomowie poświęcili temu zadaniu znaczną część swego życia, obejmując „rachunkową opieką" wybrane komety. Choć nieodkryte przez Polaków, stały się one w ten sposób niejako „polskie".

Stałe działy

Dawno temu w... „Uranii" 4

Kronika Odkrycia i wydarzenia astronomiczne (sierpień – wrzesień 2019) 6

Kronika Misje i badania kosmiczne (sierpień – wrzesień 2019) 8

Pod patronatem Uranii
Kosmicznie we Wrocławiu / Marsjańsko w Kielcach 26

100 lat Uranii i PTMA
Z zamiłowania ASTRONOM (V): Zbudowałem teleskop! 23

Astronomia na świecie Astronomia ponad podziałami 28

Galeria Uranii 33

Ciekawe adresy internetowe Życie codzienne na Marsie 41

Młodzi badacze Eclipse de Sol 2019 34

Przeczytane w Nature i Science Trochę o radioastronomii 46

Astropodróże Centrum astronomii „Al-Suraja" w Dubaju 42

Kronika PTMA Przeżyjmy to jeszcze raz (00-lat PTMA) 52

Kącik olimpijczyka
Rozwiązanie zadania zawodów II stopnia LIV Olimpiady Astronomicznej 55

Cyrqlarz Alfa Monocerotydy 2019 56

Komeciarz XI Konferencja SOK PTMA 60

Kalendarzyk astronomiczny Niebo w styczniu i lutym 2020 62

Spójrz w niebo Zima z odciskiem niedźwiedziej łapy na niebie 66

Astronomia i muzyka
Blaski i cienie Mare Tranquillitatis, czyli powrót na Ziemię 69

Konkurs na fotki z Uranią 69

Obserwator Słońca Natura Słońca, cz. 7 70
Raport: wrzesień – październik 2019 71

Relaks z Uranią logogryf 74

Zaproszenia / Poczta 75

Inne
Galaktyki i asocjacje Wiktora Ambarcumiana 30
Wyniki konkursu na wiersz/piosenkę o Apollo 68
Index rocznika 2019 72

W skrócie
150 lat czasopisma „Nature" (49), Polska wyśle misję na Marsa! (50), Polacy tworzą gry o podboju Marsa (50), Polski satelita ScanSAT coraz bliżej ziemskiej orbity (50), Pierwsze 60 operacyjnych satelitów Starlink na orbicie (51), NASA potwierdza obecność pary wodnej w atmosferze Europy (51)

Materia międzygwiazdowa
– fragment artykułu.

Do niedawna układ Słoneczny był w pojęciach astronomów oddzielony od innych gwiazd całkowicie pustą przestrzenią, w której w najlepszym razie mógł się czasem trafić jakiś bolid i przez którą przebiegały słabe promienie odległych słońc. Mniej więcej od 10 lat przestrzeń międzygwiazdowa zaczęła się jednak coraz bardziej zapełniać i zdaje się, że dziś osiągnęła nieomal maksimum nasycenia. Ostatnio daje się znowu zauważyć pewien proces odwrotny, polegający na tym, że nie w każdej ciemnej luce w gwiazdach widzi się chmurę pyłu kosmicznego i że poddaje się w wątpliwość istnienie ogólnej chmury pyłu otaczającej całą naszą galaktykę. W każdym razie materia międzygwiazdowa stała się czymś zupełnie realnym i badania jej zajmują bardzo znaczną część programów prac różnych obserwatoriów.

Materia międzygwiazdowa jest bardzo rozmaitą i dziś już znamy conajmniej trzy jej postacie — o ile nie mówić o wolnych elektronach i kwantach promieniowania. Te trzy rodzaje będą to: atomy, cząsteczki i bryłki większe, będące ziarnami pyłu kosmicznego.
J. Mergentaler

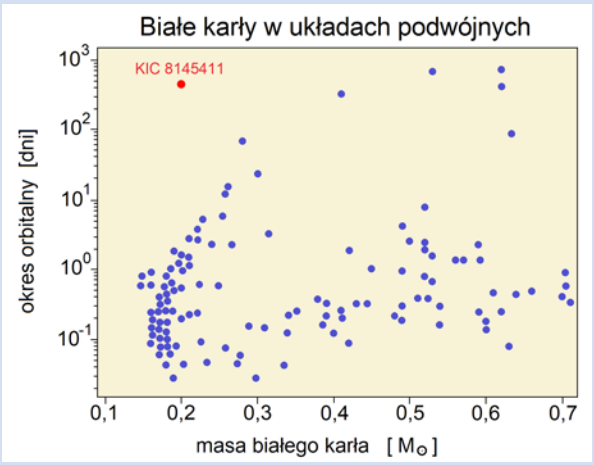
Kalendarz Ilustrowanego Kuryera Codziennego na rok 1939.

Wydany wzorem lat ubiegłych Kalendarz zawiera dość obszerny wstęp astronomiczny pióra dra J. Gadomskiego, będący zestawieniem najważniejszych wiadomości o gwiazdach i układzie Słonecznym. Po liczbowych danych, dotyczących różnych kalendarzy i jednostek czasu, następuje opis zaćmień Księżyca i Słońca, krótkie charakterystyki dróg planet na niebie, nieco danych o Słońcu, Księżycu, meteorach, długość dnia i nocy w Polsce i wreszcie ważniejsze dane liczbowe, dotyczące wszechświata. Na zakończenie krótka notatka o nowym Obserwatorium na Czarnohorze. Ciekawą innowacją jest rysunek schematyczny ilustrujący rozkład przestrzenny najbliższych mgławic spiralnych. Sądzę jednak, że rysunek podobny byłby bardziej przejrzysty, gdyby napisy zrobić znacznie mniejsze, albo usunąć zupełnie, tak, by wyrysowane galaktyki rzucały się w oczy. W każdym razie ilustracja taka jest bardzo pożyteczną, gdyż daje pojęcie o stosunkach przestrzennych niedalekiej okolicy Drogi Mlecznej. W całości wstęp astronomiczny może być cenną pomocą przy nauczaniu astronomii w liceach, a i niefachowemu czytelnikowi daje dużo ciekawych i pożytecznych wiadomości.
j. m-r.

Urania 5/1938, pisownia oryginału.

Sierpień – wrzesień 2019

5.8 Pojedyncze białe karły mają masy nie mniejsze od ok. 0,5 $M_\odot$. Lżejsze mogą powstać tylko z gwiazd małomasywnych, ewoluujących tak wolno, że od początku Wszechświata nie zdążyły jeszcze doczłapać się do tego stadium. Jednak znamy sporo białych karłów poniżej tej granicy, nawet do 0,15 $M_\odot$. Wszystkie one są składnikami ciasnych układów podwójnych, w których ich macierzyste gwiazdy utraciły znaczną część materii, zanim powstający w ich centrum biały karzeł zdążył dorosnąć do właściwej masy. Wszystkie, z wyjątkiem właśnie odkrytego białego karła o masie 0,2 $M_\odot$. On też jest w układzie podwójnym, za towarzysza mając podobną do Słońca gwiazdę KIC 8145411, ale bynajmniej nie jest to układ ciasny (okres obiegu = 455^d, orbita prawie kołowa – rys. obok). To układ przynajmniej 10 razy zbyt rozległy, by kiedykolwiek w przeszłości doszło w nim do przepływu masy. Jak więc powstało takie maleństwo? Rozsądnych pomysłów na razie brak.



Źródło: K. Masuda i in. 2019 ApJL **881** L3

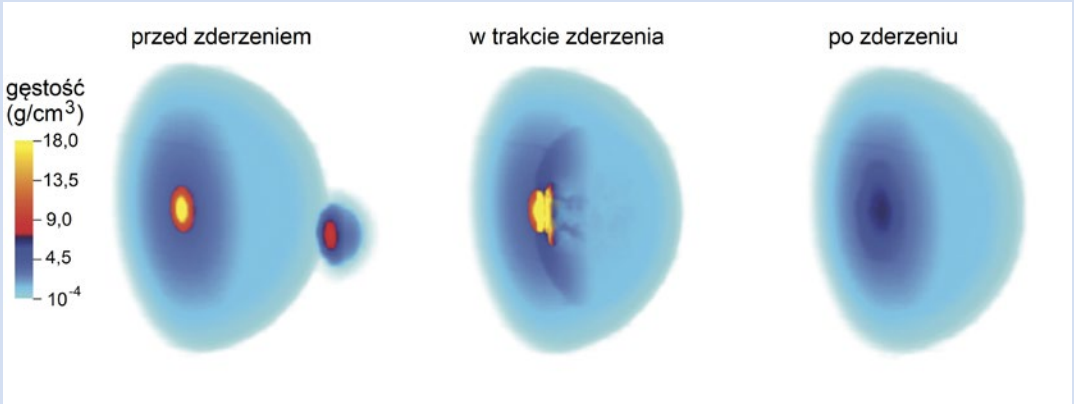
14.8 Długo uważano, że w centrum Jowisza znajduje się skalisto-lodowe jądro, wyraźnie oddzielone od wodorowo-helowego płaszcza. Badania sondy Juno pokazały, że nie ma ostrej granicy i zawartość cięższych pierwiastków płynnie rośnie od ok. połowy promienia planety ku centrum. Nowe symulacje komputerowe podpowiadają przebieg zdarzeń, które mogły doprowadzić do tej sytuacji. Bardzo młody Jowisz istotnie miał lodowo-skaliste jądro. Wkrótce jednak nastąpiło czołowe zderzenie z protoplanetą ok. 10 razy masywniejszą od Ziemi. Efektem było całkowite wymieszanie wnętrza, które nie zdołało się ponownie rozwarstwić do dziś (rys. poniżej).

19.8 Wokół podobnej do Słońca gwiazdy WASP-12 (typ G0V), na bardzo ciasnej orbicie (wielka półoś = 0,02 au) krąży gorący jowisz. I to krąży coraz szybciej. Od chwili odkrycia w 2008 r. „rok" tej planety, wynoszący obecnie ok. 26^h skrócił się o 0,3 s. Oznacza to (o ile nie jest to złudzenie), że planeta, biegnąc po spiralnym torze, coraz bardziej zbliża się do gwiazdy, by za ok. 3 mln lat ostatecznie się w niej zanurzyć. Uważa się, że jest to powszechny los gorących jowiszów, ale WASP-12b jest pierwszą egzoplanetą, u której ten efekt zaobserwowano. Mieliśmy wyjątkowe szczęście dostrzec ją w ostatnich 0,2% czasu jej życia.

20.8 Teoretycy już dawno wymyślili, że gwiazdy bardzo masywne (z początkową masą co najmniej ~100 $M_\odot$) i bardzo ubogie w pierwiastki cięższe od helu kończą żywot w specyficzny sposób. Przyczyną ich zapaści jest kreacja w centrum par elektron-pozyton (pair instability), a efektem całkowite rozsypanie materii, bez pozostałości w postaci gwiazdy neutronowej czy czarnej dziury. Tyle że takich gwiazd dziś już prawie nie ma. Mimo to, kilka kandydatek na taki wybuch zaobserwowano. Za każdym razem jednak zebrano zbyt mało danych, by uwierzyć, że była to supernowa właśnie takiego typu. Wreszcie odkryto supernową SN 2016iet, pod każdym względem różną od wszystkich innych. Po 3 latach badań jest niemal pewność – oto pierwsza poznana supernowa, która wybuchła z powodu kreacji par. Również najbardziej masywna: gwiazda zaczynała z masą co najmniej 200 $M_\odot$, a wybuchając miała jeszcze 55 – 120 $M_\odot$.

30.8 Miłośnik astronomii Gennadij Borysow, 65-cm teleskopem własnej konstrukcji odkrył kometę ok. 18^m. Zwykle takie wydarzenia nie wzbudzają większego zainteresowania, ale po kilkunastu dniach obserwacji okazało się, że ta kometa porusza się po orbicie o mimośrodzie większym od 3 i jest drugim w historii przybyszem spoza Układu Słonecznego. Nazwano ją więc nietypowo dla komet: 2I/Borisov. W odróżnieniu od pierwszego „gościa", 1I/'Oumuamua (zob. „Urania" 5/2018, s. 10), ten obiekt odkryto 3 miesiące przed przejściem przez peryhelium, dając astronomom wiele czasu na szczegółowe badania (zob. „Urania" 5/2019, s. 64).

11.9 Czarna dziura w centrum galaktyki GSN 069 jest niepozorna jak na supermasywną (tylko 400 tys. $M_\odot$), ale za to z charakterem. Po raz pierwszy zwróciła na siebie uwagę w 2010 r., gdy pojawiła się jako źródło rentgenowskie. Sensacji to nie wzbudziło – typowy przykład zwiększonej akrecji z otaczającego ją dysku. Od tamtej pory systematycznie słabnie. Ale po latach wykazała zachowanie, jakiego jeszcze w tego rodzaju obiektach nie widziano. Dość regularnie, co ok. 9^h, jej blask rentgenowski gwałtownie



Źródło: Shang-Fei Liu/Sun Yat-sen University

ODKRYCIA I WYDARZENIA ASTRONOMICZNE

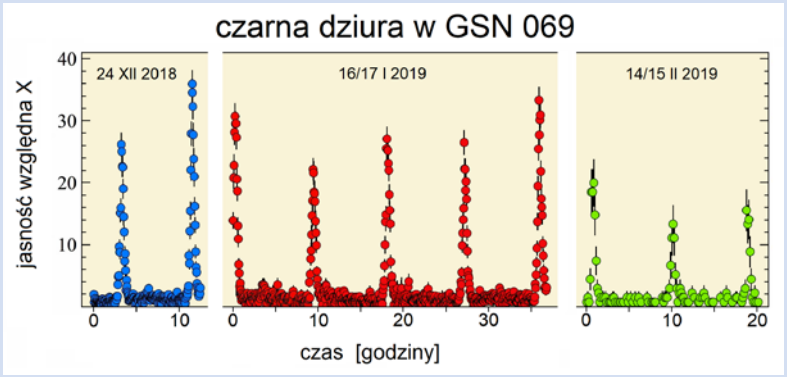
rośnie na ~1 godzinę (rys. obok). Wygląda na to, że wokół dysku pojawia się i znika tzw. ciepła korona (temp. ok. 1 mln K). Czemu i jak, to zagadka do rozwiązania.

11.9 Odkryto wodę w atmosferze egzoplanety K2-18b, krążącej wokół karła typu M2.5 w odległości 38 pc od nas. Parę wodną widywano już w atmosferach wielu egzoplanet, ale były to olbrzymy typu jowiszowego. K2-18b jest wśród nich pierwszą superziemią ($M = 8\ M_{Ziemi}$, $R = 2{,}2\ R_{Ziemi}$), i to krążącą w ekosferze, więc z teoretycznymi szansami na istnienie ciekłej wody na powierzchni. Brzmi obiecująco.

12.9 W Olsztynie zakończył się XXXIX zjazd PTA. Nowych władz tym razem nie wybierano. Medalem Paczyńskiego (za wybitne osiągnięcia) uhonorowano prof. Wojciecha Dziembowskiego, nagrodę młodych otrzymał Radosław Poleski, a medal Zonna (za popularyzację) przyznano Jadwidze Białej i Jackowi Drążkowskiemu, naszemu redaktorowi technicznemu.

16.9 Pulsar milisekundowy J0740+6620 tworzy układ podwójny z białym karłem (okres orbitalny ~5^d). Korzystając z tego faktu, po pięciu latach mierzenia drobnych odchyłek od regularnego cyklu pulsacji (okres 2,89 ms) wyznaczono jego masę: $2{,}14 \pm 0{,}10\ M_\odot$. Jest to nie tylko największa wartość, jaką uzyskano dla gwiazdy neutronowej. Jest także niebezpiecznie bliska górnej granicy mas obiektów tego typu, powyżej której już nic nie może powstrzymać kolapsu do czarnej dziury. Obecnie przyjmuje się, że wynosi ona $2{,}17\ M_\odot$, ale niepewność jest tu duża. Wartość ta zależy od fizyki wnętrza gwiazdy neutronowej, znanej bardzo słabo. Być może uściślenie masy tego pulsara po kolejnych latach obserwacji coś wyjaśni.

25.9 Opublikowano katalog obiektów o zmiennej jasności (The Hubble Catalog of Variables), zarejestrowanych na publicznie dostępnych zdjęciach wykonanych kosmicznym teleskopem Hubble'a w ciągu 23 lat jego pracy. Zawiera gwiazdy zmienne (galaktyczne i pozagalaktyczne), źródła przejściowe (nowe, supernowe) i aktywne jądra galaktyk. Nie jest wyjątkowo obszerny (84 tys. obiektów), ale za to rekordowo głęboki – sięga do 27^m.

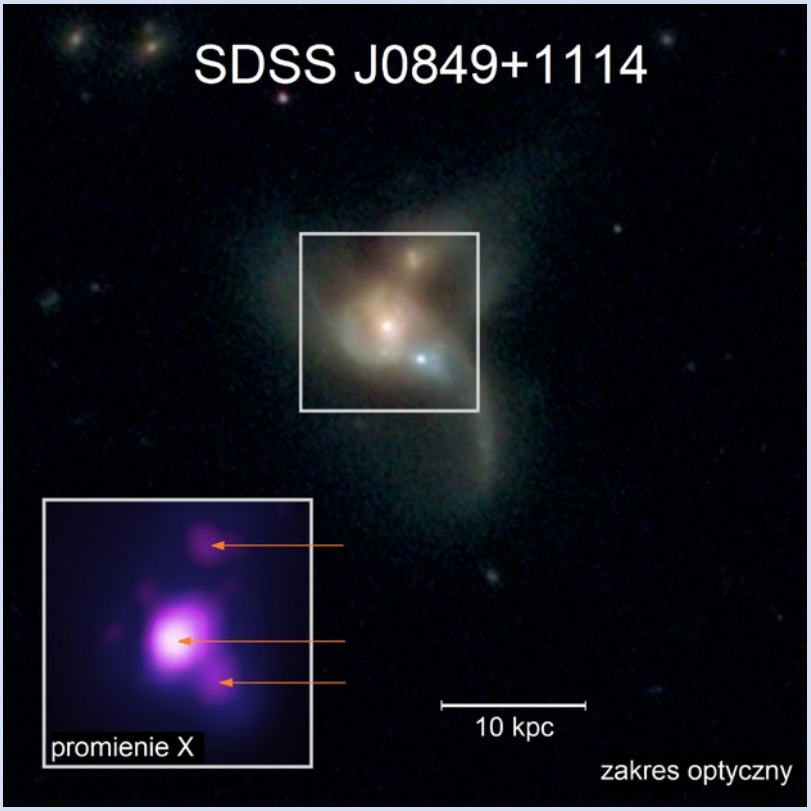


Źródło: G. Miniutti – Centro de Astrobiología (CAB, CSIC-INTA), Madryt

29.9 SDSS J0849+1114 to układ trzech zderzających się galaktyk, w którego centrum odkryto potrójną supermasywną czarną dziurę (fot. poniżej; czarne dziury wskazane strzałkami). To pierwszy raczej niewątpliwy przedstawiciel tego gatunku i silne obserwacyjne wsparcie teorii pochodzenia najpotężniejszych supermasywnych czarnych dziur. Idea jest prosta: większe powstają z połączenia mniejszych. Okazji nie brakuje, bo zderzenia galaktyk są częste. Jest jednak tzw. „problem ostatniego parseka". Spotkawszy się, dwie czarne dziury krążą wokół siebie po zacieśniającej się spirali. Ale gdy ich wzajemna odległość zmniejszy się do ~1 pc, ich ruch ku sobie niemal ustaje. Do koalescencji dochodzi, ale po czasie dłuższym od wieku Wszechświata. Sytuację może uratować ingerencja z zewnątrz, np. obecność trzeciej supermasywnej czarnej dziury, co właśnie zaobserwowano w przypadku SDSS J0849+1114.

30.9 Odkryto najstarszą protogromadę galaktyk, nazwaną z66OD. Światło jej 12 galaktyk jest przesunięte ku czerwieni o z = 6,6, co świadczy, że tak wielkie struktury istniały już 800 mln lat po Wielkim Wybuchu (zob. „Urania" 5/2019 s. 52).

Wybrał i skomentował: Marek Muciek



Źródło: NASA / CXC / George Mason University / R. Pfeifle et al / SDSS / NASA / STScI

Sierpień – wrzesień 2019

1.08 Rakieta Sojuz 2.1a wyniosła w drogę do Międzynarodowej Stacji Kosmicznej statek zaopatrzeniowy Progress MS-12. Start odbył się z kosmodromu Bajkonur w Kazachstanie. Statek połączył się z rosyjskim modułem Pirs na stacji 3 godz. i 19 min od startu, co bije o 2 minuty poprzedni rekord w szybkości dotarcia na stację, ustanowiony w kwietniu. Wraz z Progressem do stacji przybyło 1184 kg suchego towaru (zaopatrzenia dla załogi, jedzenia, sprzętu konserwacyjnego i eksperymentów naukowych), 800 kg paliwa do systemów napędowych stacji, 50 kg tlenu i 420 kg wody.

5.08 Z kosmodromu Bajkonur w Kazachstanie wystartowała rakieta Proton-M z czwartym satelitą telekomunikacyjnym geostacjonarnej sieci Blagovest dla rosyjskiego wojska. Satelity nowego systemu były wysyłane wcześniej w 2017 i 2018 r. Bazują na platformie Ekspress-2000 produkowanej przez zakłady ISS im. Reszetniewa. Flotylla składająca się z czterech statków będzie kontrolowana przez Ministerstwo Obrony Federacji Rosyjskiej.

6.08 Europejska rakieta Ariane 5 wystrzeliła na orbitę parę satelitów telekomunikacyjnych. Start został przeprowadzony z kosmodromu Kourou w Gujanie Francuskiej. Pierwszym wypuszczonym w locie ładunkiem był ważący 6,6 t satelita Intelsat 39, który będzie świadczył usługi przesyłu sieciowego i udostępniania obrazu telewizyjnego dla klientów w Afryce, Europie, Środkowym Wschodzie i Azji. Drugim ładunkiem misji był satelita EDRS-C. Jest to drugi i ostatni satelita budowanego systemu pośredniczenia w komunikacji między europejskimi satelitami na niskiej orbicie, a Ziemią. Pierwszy element systemu EDRS-A został wysłany jako dodatkowy ładunek misji Eutelsat 9B.

Źródło: Arianespace

Rakieta Ariane 5 startująca z kosmodromu Kourou z satelitami telekomunikacyjnymi EDRS-C i Intelsat 39

8.08 Z kosmodromu Cape Canaveral na Florydzie wystartowała rakieta Atlas V, wynosząc na orbitę amerykańskiego satelitę telekomunikacyjnego dla wojska AEHF 5. System Advanced Extreme High Frequency Satellite to seria satelitów wysokiego bezpieczeństwa, przepustowości i odporności, przeznaczona jako rdzeń satelitarnej komunikacji Departamentu Obrony USA. Budowa sieci rozpoczęła się w 2010 r. W planach jest wyniesienie jeszcze jednego satelity serii w 2020 r.

17.08 Z kosmodromu Jiuquan w północno-zachodnim regionie Chin wystartowała lekka rakieta nośna Jielong 1. W swoim debiutanckim locie wysłała na orbitę trzy niewielkie satelity: prototyp satelity obserwacyjnego firmy Qiansheng, niewielkiego satelitę obserwacyjnego Xinghidai 5 firmy Chengu Guoxing Aerospace Technology oraz eksperymentalnego satelitę telekomunikacyjnego Tianqi 2 firmy Guodian Gaoke. Był to drugi w tym roku udany debiut chińskiej rakiety, opracowanej przez prywatną firmę, przy wsparciu technologicznym chińskiego publicznego przemysłu kosmicznego.

19.08 Rakieta Electron, należąca do prywatnej firmy Rocket Lab wystartowała z kosmodromu w Nowej Zelandii z komercyjnym satelitą obserwacyjnym BlackSky Global 4 i trzema dodatkowymi ładunkami. BlackSky to seria obecnie czterech mikrosatelitów, przeznaczonych do wykonywania kolorowych obrazów Ziemi z rozdzielczością do 1 m/px. W przyszłości na niską orbitę zostanie wyniesionych kolejnych 20 statków pierwszej produkcyjnej serii tego systemu.

21.08 Astronauci Nick Hague i Andrew Morgan wyszli na zewnątrz Międzynarodowej Stacji Kosmicznej, aby dokonać montażu drugiego adaptera IDA do portu cumowniczego, który będzie wykorzystywany przez komercyjne statki załogowe firm SpaceX i Boeing. Spacer trwał 6 godz. i 32 min. Stacja posiada teraz dwa porty kompatybilne ze statkami Crew Dragon i Starliner, które będą wykorzystywane do transportu załóg w ramach komercyjnego kontraktu z NASA. Był to już trzeci spacer kosmiczny na koncie Nicka Hague. Do tej pory spędził on w skafandrze spacerowym 13 godz. i 24 min. Dla Andrew Morgana było to pierwsze wyjście w przestrzeń kosmiczną.

Źródło: NASA

Astronauci NASA (od lewej): Andrew Morgan i Nick Hague pozujący na Międzynarodowej Stacji Kosmicznej obok skafandrów, w których wyszli na spacer kosmiczny, poświęcony instalacji adaptera IDA-3

22.08 Z kosmodromu Cape Canaveral swój ostatni lot w kosmos wykonała rakieta Delta IV-M. W kończącym 17-letnią historię locie, wyniosła na orbitę drugiego satelitę 3. generacji systemu GPS. Najpopularniejszy na świecie system nawigacyjny jest odnawiany o nowocześniejsze satelity od 2018 r. Satelity bloku III cechują się dłuższym czasem operacji (15 lat), mogą podawać 3 razy dokładniej lokalizację i posiadają lepsze mechanizmy chroniące przed zagłuszaniem. Rakieta Delta IV-M, która kończy swoją karierę tym lotem, wykonała od 2002 r. 29 udanych misji. Jej operator, firma United Launch Alliance zamyka całą linię rakiet Delta. W przyszłej dekadzie ich możliwości mają zostać zastąpione rakietą Vulcan.

22.08 Z kosmodromu Bajkonur w Kazachstanie wystartowała rakieta Sojuz 2.1a ze statkiem załogowym Sojuz MS-14. W kapsule nie było jednak astronautów. Lot miał na celu przetestowanie systemów statku załogowego we współpracy ze zmodernizowaną wersją rakiety Sojuz. Rakieta Sojuz 2.1a lata już na orbitę od 2004 r., jednak do tej pory nie służyła do wynoszenia załóg na Międzynarodową Stację Kosmiczną. Przez ostatnie lata statki załogowe Sojuz były wynoszone przy pomocy rakiety Sojuz FG. Zamiast ludzi na pokładzie Sojuza MS-14 znalazł się humanoidalny robot Skybot F-850, który będzie testowany jako pomoc dla astronautów w eksperymentach na orbicie.

MISJE I BADANIA KOSMICZNE

27.08 Firma SpaceX przeprowadziła testowy lot prototypu przyszłego superciężkiego statku kosmicznego Starship. Rakieta nazwana Starhopper wzniosła się na wysokość około 150 m, a następnie wylądowała na przeznaczonym stanowisku kilkadziesiąt metrów dalej. Test został przeprowadzony w jednej z baz firmy w Boca Chica w Teksasie. Starhopper służył jako platforma do testów silnika Raptor na metan i ciekły tlen i testów komponentów oraz dynamiki przyszłego statku. Zarówno w Boca Chica jak i Cape Canaveral na Florydzie powstają dwa kolejne prototypy. Nowe rakiety testowe będą miały już zamontowane po 3 silniki, co umożliwi wykonywanie lotów na znacznie wyższe wysokości.

W przyszłości system Super Heavy – Starship ma umożliwiać wykonywanie lotów załogowych na Księżyc i Marsa i oferować znacznie mniejsze koszty wynoszenia ładunków w przestrzeń kosmiczną. Zarówno dolny, jak i górny stopień mają być wielokrotnie wykorzystywane.

Źródło: SpaceX

Pierwszy pełnowymiarowy prototyp statku Starship, budowany w bazie firmy SpaceX w Boca Chica w Teksasie

29.08 Iran przygotowywał trzecią w tym roku próbę umieszczenia ładunku na orbicie. Mikrosatelita telekomunikacyjny Nahid 1 miał zostać wyniesiony przy użyciu rakiety Safir 1B. Rakieta wybuchła na stanowisku startowym, najprawdopodobniej podczas przygotowań do lotu.

30.08 Lekka rakieta nośna Kuaizhou 1A wyniosła na orbitę parę chińskich satelitów eksperymentalnych. Start został przeprowadzony z kosmodromu Jiuquan. Satelita KX-09 Chińskiej Akademii Nauk ma prowadzić nieokreślone publicznie eksperymenty wykorzystujące warunki mikrograwitacji. Drugi wyniesiony ładunek to eksperymentalny nanosatelita Xiaoxiang 1-07 firmy Spacety.

6.09 Zespoły naziemne indyjskiej misji księżycowej Chandrayaan 2 utraciły kontakt z lądownikiem na krótko przed jego planowanym lądowaniem. Indie miały stać się 4. państwem, któremu udało się miękkie lądowanie na powierzchni Księżyca. Orbiter wraz z lądownikiem Vikram i niewielkim łazikiem zostały wysłane 22 lipca br. na pokładzie rakiety GSLV Mk.III. Lądowanie przebiegało poprawnie aż do wysokości około 2 km. To było już drugie nieudane lądowanie na powierzchni Księżyca w tym roku. W maju podobny los spotkał izraelski lądownik Beresheet.

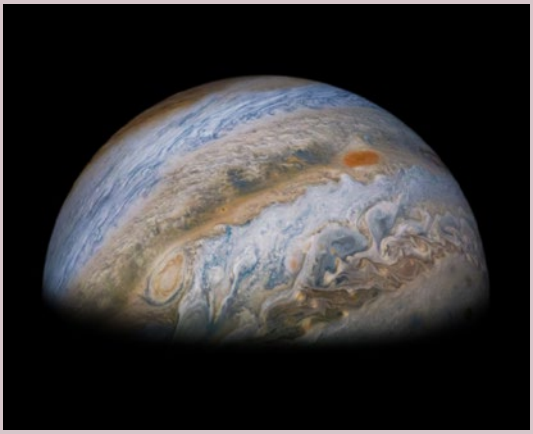
12.09 Z kosmodromu Taiyuan w północnych Chinach wystartowała rakieta Długi Marsz 4B. Ładunkami misji był satelita obserwacji Ziemi Ziyuan 1-2D, mikrosatelita uniwersytecki Ice Pathfinder do badania zmian w pokryciu lodowym planety oraz nanosatelita standardu CubeSat Taurus 1, testujący żagiel słoneczny do deorbitacji. Był to pierwszy lot rakiety Długi Marsz 4B od nieudanej misji w maju br.

12.09 Amerykańska sonda kosmiczna Juno przeleciała po raz 22. przez perycentrum swojej orbity wokół Jowisza. Okres orbity statku wynosi 53 dni – co taki okres czasu sonda zbliża się na odległość kilku tysięcy km nad górnymi warstwami chmur planety, żeby wykonać pomiary za pomocą swoich instrumentów naukowych i zarejestrować obrazy planety w świetle widzialnym. Misja sondy Juno potrwa do lipca 2021 r. Od początku misji dane z sondy przyczyniły się do wielu odkryć. Poznano lepiej strukturę atmosfery planety, odkryto układy geometryczne burz na obu biegunach oraz wykonano najdokładniejsze w historii zdjęcia Wielkiej Czerwonej Plamy.

24.09 Rakieta H-IIB wystartowała z kosmodromu Tanegashima w Japonii, wynosząc w kierunku Międzynarodowej Stacji Kosmicznej bezzałogowy statek towarowy HTV-8. Wraz ze statkiem przyleciało do ISS ponad 4 t zaopatrzenia, w tym 6 nowych akumulatorów litowo-jonowych, które zostaną zamontowane w ramach modernizacji systemu zasilania stacji.

25.09 Z kosmodromu Jiuquan wystartowała rakieta Długi Marsz 2D z satelitą obserwacji środowiska Yunhai 1-02. Nie podano szczegółów dotyczących ładunku na satelicie. W oficjalnym komunikacie prasowym przekazano, że satelita będzie monitorował atmosferę, środowisko morskie i kosmiczne, a także pomagał w kontroli zniszczeń wywołanych katastrofami naturalnymi. Jest to drugi wysłany satelita serii Yunhai 1, pierwszy umieszczono na orbicie w 2016 r.

25.09 Rakieta Sojuz FG wystartowała z kosmodromu Bajkonur ze statkiem Sojuz MS-15. W kapsule znalazła się trzyosobowa załoga w składzie: Oleg Iwanowicz Skripoczka (Rosja), Dr Jessica Ulrika Meir (USA/Szwecja) i Hazzaa Ali AlMansoori (Zjednoczone Emiraty Arabskie). Skripoczka i Meir wezmą udział w prawie półrocznej ekspedycji na Międzynarodowej Stacji Kosmicznej. AlMansoori jest pierwszym obywatelem Zjednoczonych Emiratów Arabskich w przestrzeni kosmicznej. Będzie on gościem stacji do 3 października, kiedy wróci z innymi astronautami na Ziemię.



Zdjęcie kompozytowe Jowisza, wykonane przez sondę Juno podczas 22. bliskiego przelotu

26.09 Rosyjska rakieta nośna Sojuz 2.1b wyniosła na orbitę tajnego satelitę wojskowego. Ministerstwo Obrony Narodowej Federacji Rosyjskiej nie podało charakteru ładunku, ale profil lotu może wskazywać, że wyniesiony został 3. satelita sieci Tundra – systemu wczesnego ostrzegania przed startami pocisków balistycznych.

Wybrał i skomentował: Rafał Grabiański

Przyszłość Słońca z mgławic planetarnych odczytana

TEORIA I OBSERWACJE

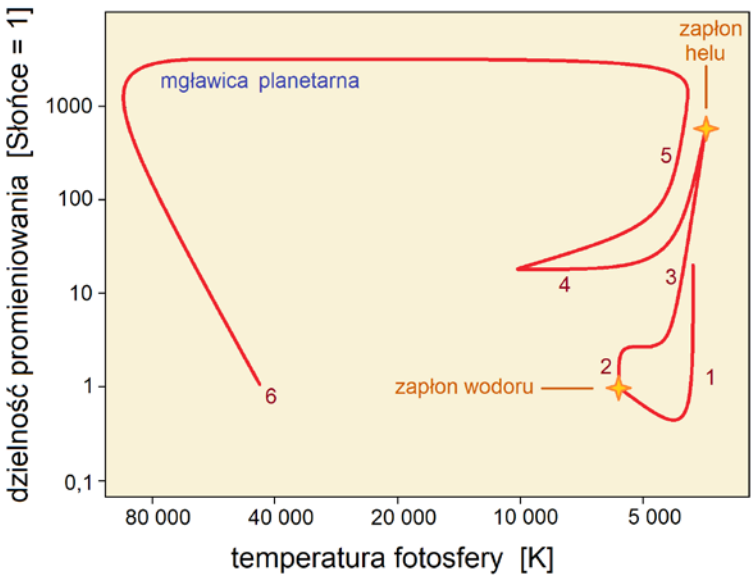
Źródło: NASA/JPL-Caltech/ESA, the Hubble Heritage Team (STScI/AURA)

Krzysztof Gęsicki

W naukach ścisłych zawsze cenne jest, gdy teoria zgadza się z obserwacjami, wzajemnie się uwiarygodniając. Coś takiego przydarzyło się niedawno w badaniach życia gwiazd. Najnowsze modele numeryczne ewolucji gwiazd o średnich masach, różniące się istotnie od modeli starszych, przeszły pozytywnie sprawdzian oparty na analizie obserwacji mgławic planetarnych. Co nowego dowiedzieliśmy się o odległej przyszłości naszego Słońca?

TEORETYCY NUMERYCZNIE SYMULUJĄ ŻYCIE GWIAZD

Gwiazdy to samograwitujące kule gazowe. Ale nie są to obiekty odizolowane od otoczenia, tracą energię przez swoje powierzchnie. To widać — gwiazdy świecą. Prawa fizyki w takim przypadku nie pozostawiają cienia wątpliwości: takie obiekty muszą się zapadać, czyli w rejonach centralnych stopniowo gęstnieć i rozgrzewać. Po przekroczeniu krytycznych wartości gęstości i temperatury inicjowane są reakcje jądrowe. Produkowana wówczas w centrum gwiazdy energia bilansuje straty przez powierzchnię i wytwarza się stan równowagi, choć oczywiście tylko na tak długo, na ile wystarczy paliwa. Po wygaśnięciu reakcji jądrowych rejony centralne wznawiają zapadanie się aż do rozpoczęcia kolejnych reakcji, teraz zachodzących przy większych gęstościach i temperaturach. Od masy gwiazdy zależy, które z reakcji będą mogły zajść w jej wnętrzu i na jakim etapie zakończy się synteza coraz cięższych pierwiastków (rys. 1).



Rys. 1. Schemat ewolucji gwiazdy o masie Słońca. Poszczególne fazy oznaczono numerami: (1) powstająca gwiazda wyświeca energię grawitacyjną zapadającego się obłoku. (2) „ciąg główny" – palenie wodoru w jądrze, (3) „gałąź czerwonych olbrzymów" – wodór pali się w warstwie otaczającej nieczynne, helowe jądro, (4) „gałąź horyzontalna" – palenie helu w jądrze i wodoru w otaczającej je warstwie, (5) powtórna faza czerwonego olbrzyma, tzw. „gałąź asymptotyczna" – palenie wodoru i helu (czasami) w warstwach otaczających nieczynne, węglowo-tlenowe jądro, gotowego białego karła. (6) biały karzeł ukazuje się naszym oczom. Promień fotosfery rośnie po przekątnej, w kierunku górnego, prawego rogu wykresu. Jednak jądro gwiazdy przez cały czas się kurczy

Ten prosty i powtarzalny schemat nieubłaganego zapadania się materii, powstrzymywanego na dłuższy lub krótszy czas przez reakcje jądrowe, dotyczy jednak tylko rejonów centralnych. Rejony zewnętrzne gwiazdy przechodzą własną skomplikowaną restrukturyzację i w rezultacie w przestrzeń międzygwiazdową rozpływa się ponad połowa gwiazdy.

Poszczególne procesy rządzące życiem gwiazd, zarówno na długich etapach równowagi, jak i w dynamicznych okresach przejściowych, dają się opisać formułami matematycznymi, tyle że nie jest to łatwe. Oczywiście proste jest prawo grawitacji czy równanie stanu gazu doskonałego. Ale we wnętrzach gwiazd mamy tak duże gęstości i temperatury, że choć fizyka podpowiada wiele zależności, to nie potrafimy zweryfikować ich doświadczalnie, w laboratoriach, czyli mamy powody do wątpienia. Z kolei zewnętrzne rejony gwiazd osiągają niezmiernie małe gęstości i zachodzą w nich złożone procesy prowadzące do wypływu materii. Do tego wszystkiego w ostatnich latach zdano sobie sprawę ze znaczenia rozmaitych przepływów we wnętrzach gwiazd, których nie sposób pominąć, ale też nie umiemy ich dokładnie obliczyć. W każdym przypadku niedostatku wiedzy szczegółowej stosowane są przybliżenia. Ponadto jedynym sposobem na rozwiązywanie tak skomplikowanego układu równań są metody numeryczne, które z natury mają charakter przybliżony. Ale to dzięki ich rozwojowi oraz dzięki dostępności zaawansowanych komputerów możemy poznawać zmiany stanu gwiazdy w czasie, od narodzin aż do jej śmierci. Astrofizycy zmagają się z tymi problemami od kilkudziesięciu lat i naprawdę nie można narzekać na brak postępu. W globalnej sieci dostępne są skomplikowane kody, w licznych artykułach prezentowane są wnioski wypływające z tygodni i miesięcy obliczeń i analiz.

Jak jednak upewnić się, że publikowane wyniki obliczeń, obciążonych przecież przybliżeniami, są wiarygodne? Na pewno trzeba porównywać między sobą rezultaty prac różnych zespołów. Znajdziemy w wielu szczegółach zgodność, ale także dostrzeżemy liczne rozbieżności, których przy obecnym stanie wiedzy i metod chcielibyśmy już nie mieć. W tej sytuacji kolejnym zadaniem jest jeszcze lepsze poznanie i opisanie procesów zachodzących w gwiazdach. Nie mniej ważnym zadaniem jest sprawdzanie, które z proponowanych przybliżonych modeli lepiej pasują do obserwowanej rzeczywistości. W tym drugim przypadku zbyt wielu możliwości nie mamy — astronom nie może prześledzić całego życia pojedynczej gwiazdy w taki sposób, jak przyrodnik śledzi życie indywidualnych organizmów. Trzeba wykazać się inwencją.

Najprostszym do wymyślenia testem jest symulacja numeryczna samograwitującego obłoku gazowego o słonecznym składzie chemicznym i o masie równej masie Słońca, a następnie sprawdzenie, czy po czasie życia około 4,6 mld lat otrzymamy z obłoku gwiazdę o rozmiarach, temperaturze i jasności dokładnie takich, jak nasze Słońce. Oczywiście wszystkie kody ewolucyjne są w ten sposób testowane natychmiast po ich opracowaniu.

OBSERWATORZY LICZĄ GWIAZDY

Jak powszechnie wiadomo, astronom to taki ktoś, kto gapi się w niebo i liczy gwiazdy. Faktycznie, liczenie gwiazd okazuje się być niezłym sposobem testowania scenariuszy życia gwiazd. Tylko trzeba to zadanie odpowiednio zorganizować.

Rezultatem symulacji numerycznych życia gwiazdy jest czas spędzany

przez nią na poszczególnych etapach. W najprostszym do rozważenia przykładzie pomyślmy, że wybieramy z życia gwiazdy dwie fazy: kiedy jest gorąca (niebieska) oraz kiedy jest chłodna (czerwona). Jeśli obliczenia wykazywałyby, że na etapach gorących gwiazdy spędzają łącznie dwa razy więcej czasu niż na chłodnych, to gwiazd niebieskich powinno być na niebie dwa razy więcej od czerwonych. Tego typu zależności da się zweryfikować obserwacyjnie. W tym przypadku zliczone gwiazdy segregowane są według temperatury.

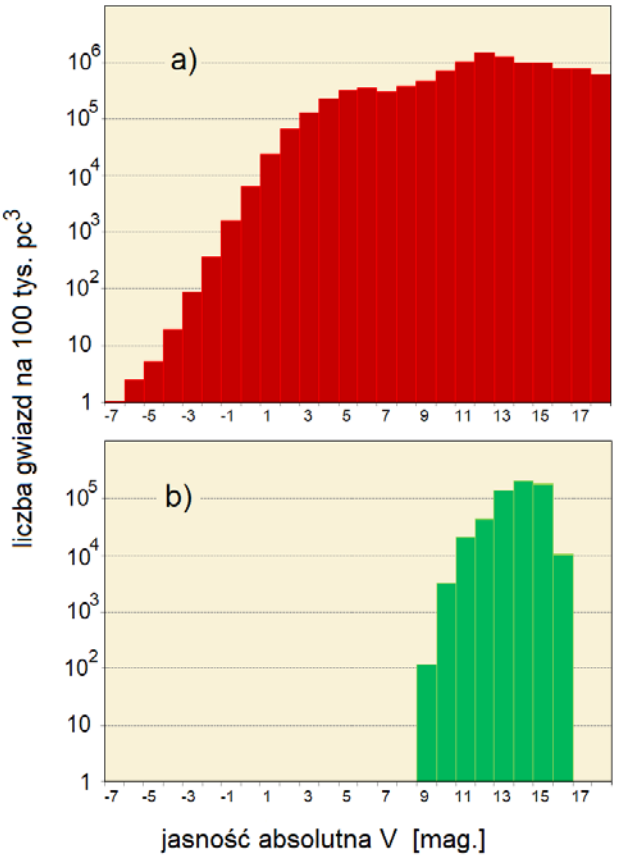
Innym sposobem weryfikowania ewolucji obiektów astronomicznych (niekoniecznie gwiazd) jest segregowanie ich według jasności. Tworzymy wówczas tak zwaną „funkcję jasności", którą otrzymujemy przez zliczanie kolejno: najpierw najjaśniejszych obiektów, potem słabszych od nich o mniej niż 1 magnitudo, następnie słabszych od 1^m do 2^m, dalej od 2^m do 3^m itd. Powstaje w ten sposób histogram o słupkach, których wysokość odpowiada liczbie obiektów, a szerokość wybranemu przedziałowi jasności, niekoniecznie 1^m (rys. 2). Byłoby logicznie nazwać to „dystrybucją" jasności, ale astronomowie z przyzwyczajenia mówią o „funkcji".

Tworzone są np. funkcje jasności białych karłów, które następnie są z powodzeniem wykorzystywane do weryfikowania obliczeń powolnego stygnięcia tych gwiazd (rys. 2b). Funkcje jasności galaktyk znane i dyskutowane są od ponad pół wieku, ale wzrost czułości obserwacji przynosi nowe informacje. Sporządzona w 2018 r. funkcja jasności dla pobliskich najmniejszych galaktyk, samym swoim nietypowym kształtem zasugerowała obecność galaktyk najstarszych z możliwych, uformowanych z najwcześniej rekombinujących atomów.

Liczenie obiektów na niebie ma się dobrze i będzie kontynuowane.

ZAGADKOWA FUNKCJA JASNOŚCI MGŁAWIC PLANETARNYCH

Dla mgławic planetarnych funkcje jasności sporządza się najczęściej w oparciu o obserwacje linii emisyjnej dwukrotnie zjonizowanego tlenu, widocznej na długości fali 500,7 nm. Obserwujemy sam środek zakresu optycznego widma, a jasną emisję łatwo identyfikujemy w widmach, nie potrzebując do tego najlepszych instrumentów. Jest to linia wzbroniona, zatem wiemy, że nie powstaje w atmosferach gwiazd, ale wyłącznie w rozległych i rozrzedzonych mgławicach, np. właśnie planetarnych. Jest naprawdę bardzo silna. W tej jednej linii mgławica może emitować energię aż do tysiąca razy większą od całkowitej jasności Słońca. Dzięki temu można identyfikować mgławice w odległych galaktykach. Wszystkie te korzystne cechy sprawiły, że funkcję jasności mgławic planetarnych znamy od kilkudziesięciu lat. Ma ona charakterystyczny kształt: w kierunku malejących jasności liczba mgławic narasta wykładniczo, a ze strony dużych jasności obserwujemy gwałtowne obcięcie (rys. 3, linia ciągła na rys. 5).



Rys. 2. Dwa przykłady funkcji jasności: a) dla gwiazd ciągu głównego, b) dla białych karłów. w/g A.N. Cox, „Allen's Astrophysical Quantities" 4th ed. Springer, 2000

Kiedy sporządzono funkcje jasności mgławic planetarnych w różnych galaktykach, okazało się, że najjaśniejsze mgławice planetarne w każdej z nich mają taką samą jasność absolutną. Zauważono to już dobre trzydzieści lat temu i od tej pory funkcja jasności mgławic planetarnych służy do szacowania odległości w skalach międzygalaktycznych. Ta metoda nie potrzebuje dużej liczby mgławic w badanej galaktyce, wystarczy, że dobrze określimy jasność obserwowaną tych najjaśniejszych, znajdujących się w miejscu stromego obcięcia, a skoro znamy ich jasność absolutną, to na podstawie obserwowanego blasku oszacujemy odległość.

Coraz większą liczbę coraz słabszych mgławic daje się łatwo wyjaśnić słabnięciem z czasem jasności gwiazdy oraz rozpływaniem się gazu. Ale taka sama jasność absolutna najjaśniejszych mgławic planetarnych, obserwowana w galaktykach, zarówno w młodych spiralnych, jak i w starych eliptycznych, była od początku zagadką. Wiemy, że w galaktykach rodzą się jednocześnie gwiazdy o masach większych i mniejszych. Wiemy, że te o większych masach spalają swoje paliwo jądrowe szybciej i pod koniec życia wytwarzają gwiazdy, a w konsekwencji i mgławice planetarne o większych jasnościach. Te o mniejszych masach żyją wolniej, wytwarzają mgławice znacznie później i o mniejszych jasnościach. Zatem w starych galaktykach powinniśmy obecnie obserwować wyłącznie słabe mgławice, gdyż te jaśniejsze już dawno powinny się rozpłynąć, a ich gwiazdy przygasnąć. Dostępne dwadzieścia lat temu „klasyczne" symulacje życia gwiazd pokazywały, że jasności mgławic w miejscu obcięcia funkcji jasności powinny różnić się o ponad 4^m pomiędzy starą galaktyką w wieku 10 mld lat, a młodą liczącą 1 mld lat. Tymczasem obserwacje pokazują różnice mniejsze od $0{,}2^m$.

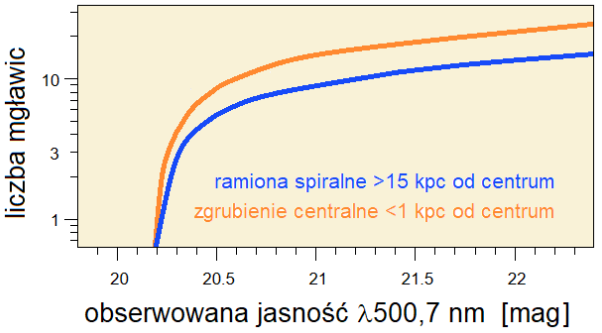
ROZWIĄZANIE ZAGADKI

Przed kilkoma laty (2010–2014), w międzynarodowym zespole, badali-

śmy mgławice planetarne zgrubienia centralnego Drogi Mlecznej. Analizę prowadziliśmy bardzo dokładnie, w oparciu o wysokiej jakości obrazy i widma oraz o modele fotojonizacyjne i kinematyczne, a wybrane obiekty były w tej samej i znanej odległości. Dla każdego z obiektów oszacowaliśmy czas życia ekspandującej mgławicy i porównywaliśmy go z teoretycznym czasem rozgrzewania się gwiazdy centralnej, od niskiej temperatury olbrzyma do wysokiej temperatury aktualnej. Zauważyliśmy, że naszym mgławicom zdecydowanie lepiej by pasowało, gdyby ich gwiazdy rozgrzewały się trzy-czterokrotnie szybciej, niż pokazywały dostępne wówczas „klasyczne" obliczenia. Nasza hipoteza w środowisku astronomicznym była przyjmowana z rezerwą.

Niewiele później, w 2016 r., opublikowane zostały ulepszone modele życia gwiazd średnio masywnych (bliskich masie Słońca lub kilka razy większych), uwzględniające najnowszą wiedzę o procesach mieszania we wnętrzach i o utracie masy z powierzchni gwiazd, obejmujące szczegółowo późne fazy, w tym etap mgławic planetarnych. W tych obliczeniach gwiazdy centralne mgławic planetarnych rozgrzewały się szybciej, w takim właśnie tempie, jakiego w naszych analizach oczekiwaliśmy.

Żeby upewnić się co do wiarygodności tych najnowszych obliczeń, sprawdziliśmy wspólnie z ich autorem, czy nowe modele mogłyby wyjaśnić zagadkowy kształt funkcji jasności mgławic planetarnych. Oczywiście symulacje życia gwiazd opisywały jasność gwiazdy, a nie jasność mgławicy. Trzeba było opracować modele ekspandujących mgławic i zaabsorbowane przez nie promieniowanie gwiazd przeliczyć na emisje w poszczególnych liniach mgławicowych, w szczególności 500,7 nm. Parametry modelowych mgławic zostały dobrane tak, aby jak najlepiej pasowały do typowych rzeczywistych obiektów. W odróżnieniu od symulacji starszych, prezentujących na etapie mgławic planetarnych powolną ewolucję i bardzo zróżnicowane jasności, nowe obliczenia z 2016 r. wykazały, że gwiazdy na tym etapie ewoluują w tempie kilkakrotnie przyspieszonym (temperatura szybko rośnie), do tego przy bardzo zbliżonych wartościach jasności. W konsekwencji gwiazdy najjaśniejsze, o masach ponad trzykrotnie większych od słonecznej, które w starszych modelach mocno zawyżały granicę obcięcia, obecnie ewoluują aż tak szybko, że nie mamy szansy ich zaobserwować i wliczyć do funkcji jasności. Z kolei te najmniejsze, porównywalne ze Słońcem, które w starszych modelach były zbyt blade i rozgrzewały się zbyt wolno, aby rozświetlić mgławicę, teraz ewoluują szybciej i osiągają odpowiednio dużą jasność w odpowiednim czasie (rys. 4). Zliczając, ile czasu łącznie spędzą mgławice w zadanym przedziale jasności, sporządziliśmy teoretyczne funkcje jasności (słupki na rys. 5), które następnie porównaliśmy z typowymi diagramami obserwacyjnymi (linia ciągła na rys. 5). W rezultacie otrzymaliśmy odpowiedni kształt funkcji jasności z graniczną maksymalną jasnością mgławic planetarnych bardzo bliską faktycznie obserwowanej i praktycznie stałą dla bardzo szerokiego zakresu wieku gwiazd (1–7 mld lat).

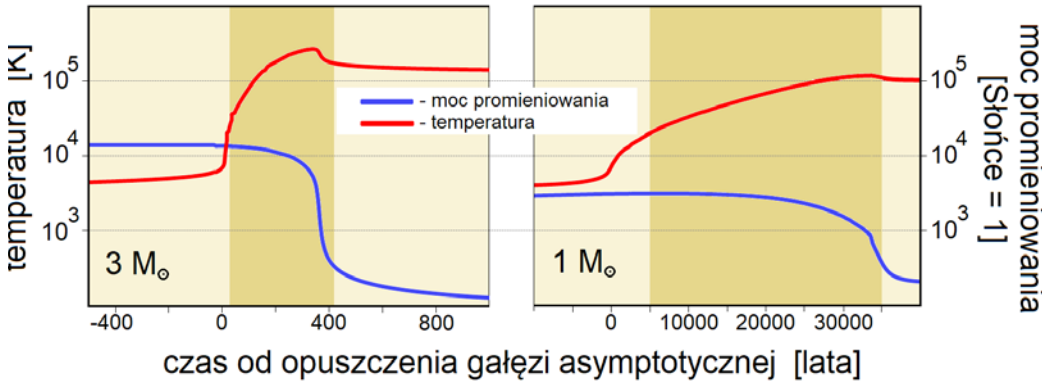


Rys. 3. Funkcja jasności mgławic planetarnych w zgrubieniu centralnym (stara populacja gwiazd) i ramionach spiralnych (młoda populacja) galaktyki M31. Podobnie wygląda wspomniane w tekście porównanie funkcji jasności mgławic planetarnych dla galaktyk eliptycznych (gwiazdy stare) i spiralnych (młode). wg R. Ciardullo, 2013, IAU Coll. 289, s. 247

Oczywiście najnowsze modele życia gwiazd też nie są doskonałe, ale sam fakt, że w sposób naturalny wyjaśniają problem mas gwiazd centralnych mgławic planetarnych oraz zagadkowe obcięcie funkcji jasności mgławic, jest poważnym argumentem za ich poprawnością. Środowisko astronomiczne zaakceptowało ten wniosek, do starszych symulacji nikt już nie wraca.

MGŁAWICA PLANETARNA WOKÓŁ STAREGO SŁOŃCA

Skoro pomyślnie zweryfikowaliśmy najnowsze symulacje życia gwiazd, może nie wszystkich, ale przynajmniej tych średnio masywnych, które wytworzą mgławicę planetarną, to możemy przyjrzeć się bardziej szczegółowo wynikom odnoszącym się do przyszłości Słońca.

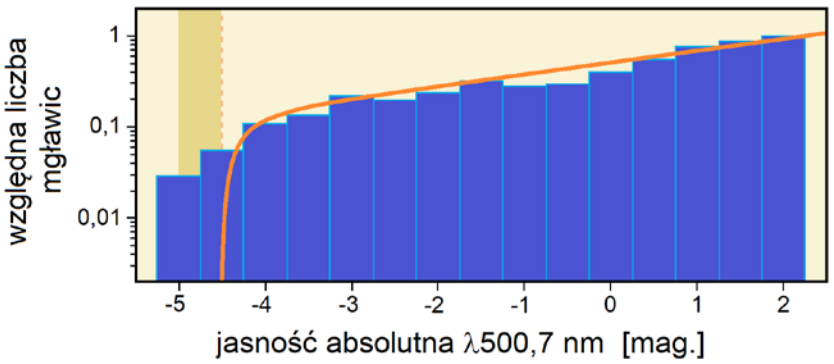


Rys. 4. Teoretyczny przebieg zmian temperatury i dzielności promieniowania gwiazd o różnych masach początkowych. Mgławica planetarna może się pojawić, gdy temperatura gwiazdy przekracza 20 tys. K, a znika, gdy gwiazda osłabnie (przyciemniony obszar na rysunku). W przypadku 1 $M_\odot$ jest to parędziesiąt tysięcy lat. Dla 3 $M_\odot$ to tylko paręset lat, a dla jeszcze masywniejszych jeszcze krócej

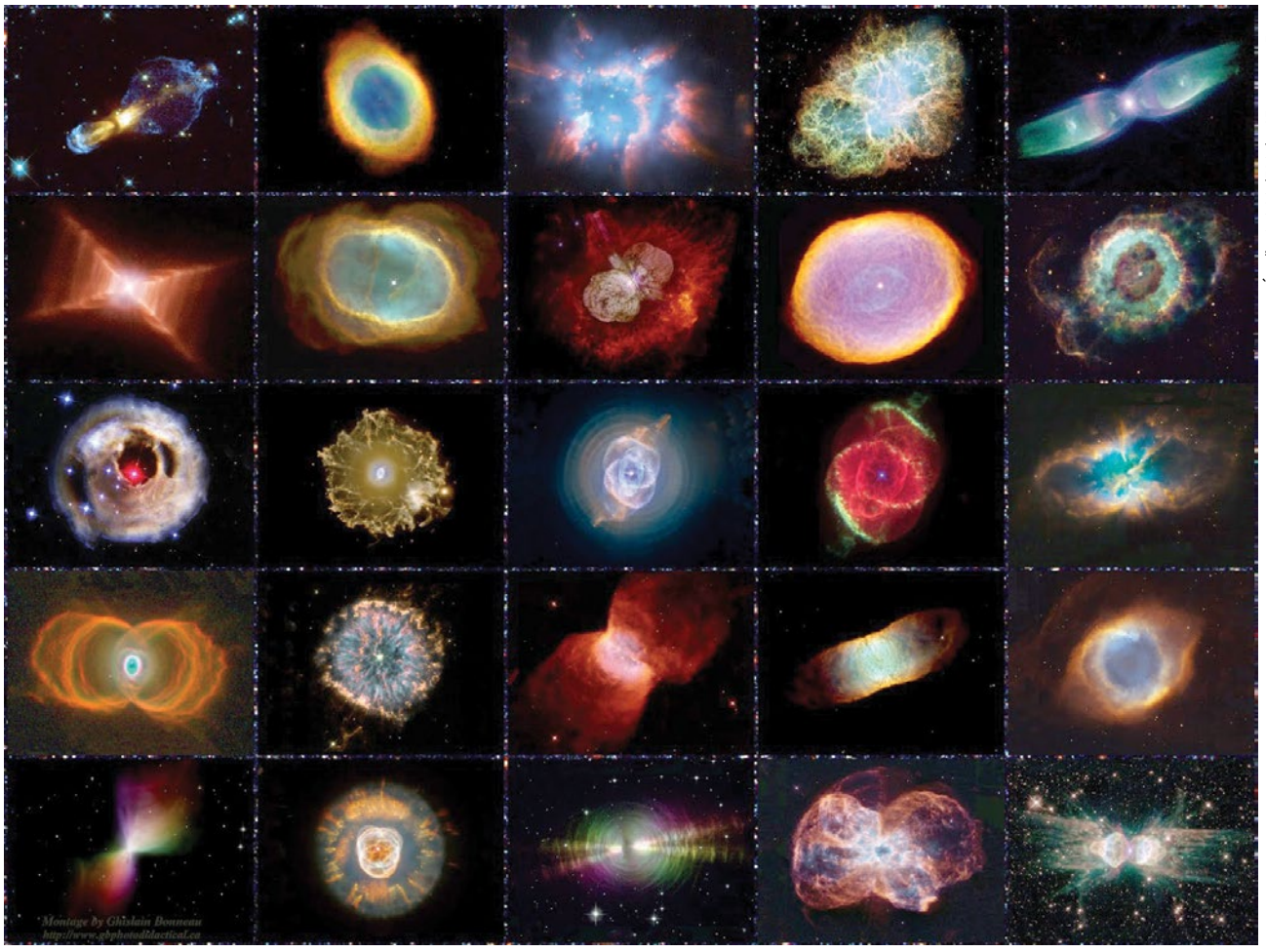
Po późnym etapie chłodnego i bardzo jasnego czerwonego olbrzyma (ściślej tzw. „gałęzi asymptotycznej") gwiazda bardzo szybko przechodzi do kończącej jej życie fazy białego karła (długi, poziomy fragment toru ewolucyjnego na rys. 1). Na tym przejściowym etapie, gotowy już biały karzeł ukryty w centrum, nadal otoczony jest resztkami wodoru. Ta otoczka staje się coraz cieńsza, gdyż na jej dnie wciąż dopala się wodór, a od góry rozwiewa ją szybki wiatr, odsłaniając coraz głębsze i gorętsze warstwy. Oba te czynniki powodują, że dla obserwatora zewnętrznego promień gwiazdy maleje, ale temperatura szybko rośnie. Przy tym jednak tempo produkcji energii w gwieździe się nie zmienia, więc jej jasność absolutna pozostaje stała. Powyżej 100 000 K, po wygaśnięciu spalania wodoru, gwiazda stygnie powoli, ale z kolei szybko traci blask (rys. 1).

Wcześniej, na etapie chłodnego olbrzyma gwiazda odrzuciła zewnętrzne warstwy. Materia ta oddala się od gwiazdy i rozpływa w ośrodku międzygwiazdowym. Kiedy gwiazda centralna rozgrzeje się do około 20 000 K, jej promieniowanie jonizuje odrzuconą wcześniej materię, którą wówczas widzimy jako mgławicę planetarną. Samo istnienie mgławicy planetarnej wymaga więc, by tempo rozgrzewania się gwiazdy centralnej i rozpraszania się otoczki gazowej były ze sobą dość precyzyjnie zgrane. Jeśli gwiazda rozgrzewa się bardzo szybko, możemy zjonizowanej mgławicy w ogóle nie zdążyć zauważyć, gdyż gwiazda, rozgrzawszy się do maksimum, wkrótce bardzo szybko pociemnieje. Mgławica oczywiście też. Z kolei gdy gwiazda rozgrzewa się zbyt wolno, wówczas zanim osiągnie niezbędną temperaturę, mgławica zdąży się rozproszyć i nie ma czego jonizować.

W przypadku Słońca starsze modele sugerowały ten drugi przypadek. Najnowsze „przyspieszone" symulacje wskazują, że Słońce powinno jednak zdążyć zjonizować swoją mgławicę. Ale



Rys. 5. Porównanie uzyskanej z modeli teoretycznych syntetycznej funkcji jasności mgławic planetarnych (niebieskie słupki) z typową obserwowaną (pomarańczowa linia). Najważniejsza jest zgodność punktu odcięcia na $-4{,}5^{m}$ (przyciemniony obszar tła to zakres niepewności tego punktu, wyznaczanego z obserwacji)



Źródło: NASA/ESA/ HST Heritage Team

Rys. 6. Galeria obrazów mgławic planetarnych uzyskanych za pomocą Kosmicznego Teleskopu Hubble'a

jasność przyszłego Słońca nie będzie wystarczająca, by mgławica osiągnęła wartość maksymalną, omawianą wcześniej. Ktokolwiek będzie mógł wówczas (czyli za około pięć miliardów lat) liczyć mgławice i sporządzać funkcję jasności, nie zaliczy „naszej" mgławicy do progu obcięcia. Jeśli gazu nie rozproszy się zbyt wiele, to mgławica będzie o 1^m słabsza od wartości progowej, a jeśli się rozproszy, to mgławica będzie jeszcze słabsza. Słońce lokuje się tuż przy dolnej granicy masy gwiazd mogących wyprodukować mgławicę planetarną (rys. 6 i 7).

Warto przyjrzeć się wynikom dotyczącym Słońca w nieco bliższej przyszłości. Modele przewidują, że jasność obecnego Słońca przyrasta o 1% co około 110 mln lat. Coraz bardziej podgrzewana Ziemia będzie odparowywała coraz więcej wody do swojej atmosfery. Para wodna jest bardzo silnym czynnikiem cieplarnianym, więc spowoduje katastrofę klimatyczną, w rezultacie której cała woda odparuje z powierzchni Ziemi i skończą się warunki do życia, jakie znamy. Żeby oszacować, kiedy to się stanie, trzeba dodatkowo skorzystać z numerycznych symulacji klimatu Ziemi. Starsze modele, jednowymiarowe, wskazywały, że do katastrofalnego całkowitego odparowania wody wystarczy 6% wzrost jasności Słońca, czyli stałoby się to „już" za nieco ponad 600 mln lat. Ale symulacje klimatu ziemskiego są ulepszane. Obecne, trójwymiarowe uwzględniają dużo więcej czynników, w tym zróżnicowanie regionalne. Wprawdzie różnią się między sobą szczegółami, ale odsuwają katastrofę cieplarnianą na Ziemi o grubo ponad miliard lat. Tak czy inaczej, za pięć miliardów lat, kiedy wokół starego Słońca zajaśnieje mgławica planetarna, z Ziemi nikt jej nie będzie oglądał.

ZGODNOŚĆ ROZMAITYCH SYMULACJI EWOLUCYJNYCH

Programy komputerowe modelujące życie gwiazd w wielu aspektach bazują na przybliżeniach, które wynikają zarówno z ograniczeń metod numerycznych, jak i z ciągle niedostatecznej znajomości procesów zachodzących we wnętrzach gwiazd. Zatem pytanie o wiarygodność obliczeń zawsze będzie aktualne. Jednym z ważnych sposobów weryfikacji jest sprawdzenie, czy choćby niektóre z wyników symulacji życia gwiazd pasują do innych elementów naszej wiedzy, zupełnie niezależnych od astrofizycznych obliczeń ewolucyjnych.

Oto przykład zgodnego współdziałania kilku niezależnych modeli numerycznych, dotyczących odległych dziedzin nauki. Na podstawie śladów izotopu ^{60}Fe w głębokich osadach morskich wydedukowano, że 2,3 oraz 1,5 mln lat temu w odległościach 90–100 parseków od Słońca wybuchły dwie gwiazdy supernowe. Izotop zidentyfikowano dzięki zastosowaniu nowoczesnych spektrometrów masowych, a dla porównań z wynikami laboratoryjnymi przeprowadzono szereg skomplikowanych obliczeń. Modelowano numerycznie ewolucję bąbla materii międzygwiazdowej, wytworzonego wybuchem supernowej. Rozchodząca się fala uderzeniowa formująca bąbel, kiedy już dotarła w okolice Słońca, dorzuciła do atmosfery Ziemi wyprodukowany w trakcie wybuchu izotop. Następnie modelowano transport i osiadanie izotopu ^{60}Fe w atmosferze, oceanach i skorupie ziemskiej. Wartości liczbowe podane powyżej (liczba supernowych, ich wiek, odległość) zależą od zastosowanych modeli. Skąd wiadomo było, ile żelaza 60 produkują supernowe? Oczywiście z numerycznych symulacji ewolucji gwiazd, innego źródła nie mamy, a wypadło ono całkiem wiarygodnie.

Źródło: Adam Block/Mount Lemmon Sky Center/University of Arizona

Rys. 7. Mgławica planetarna Abell 39. Czy taki obraz zobaczą odlegli obserwatorzy Słońca za kilka miliardów lat? Raczej nie aż tak widowiskowy jak pokazane na okładce, s. 10 i na rys. 6

Rozważano również wpływ tych niedalekich przecież supernowych na życie na Ziemi. Stwierdzono, że wybuchły one w odległości bezpiecznej dla życia. Nie odpowiada im żadne masowe wymieranie gatunków, a zbieżność z przypadającym wówczas ochłodzeniem klimatu może być przypadkowa. Ale nie powinniśmy zupełnie ignorować wpływu pobliskich supernowych na ziemski klimat i na organizmy żywe, a być może nawet na ewolucję ludzkości. Może to nie przypadek, że właśnie około 2 mln lat temu miała miejsce pierwsza wielka migracja naszych przodków z Afryki.

Przytaczam ten przykład, gdyż wynika z niego fascynujący wniosek: w obecnych czasach wydaje się możliwe poskładanie w harmonijną całość teorii ewolucji gwiazd, hydrodynamicznej ewolucji bąbla materii międzygwiazdowej oraz ewolucji osadów geologicznych. Rezultat jest zgodny z obserwacjami, a przy tym nie jest sprzeczny z naszą wiedzą o ewolucji ludzkości. Jesteśmy świadkami tego, jak weryfikowanie skomplikowanych symulacji numerycznych, dotyczących nie tylko życia gwiazd, wchodzi w całkiem nowy etap.

Opisane badania mgławic planetarnych zostały szczegółowo zaprezentowane w artykule *The mysterious age invariance of the planetary nebula luminosity function bright cut-off* (K. Gęsicki, A. A. Zijlstra, M. M. Miller Bertolami, *Nature Astronomy* Vol.2 July 2018, pp.580–584)

Źródło: Astronarium

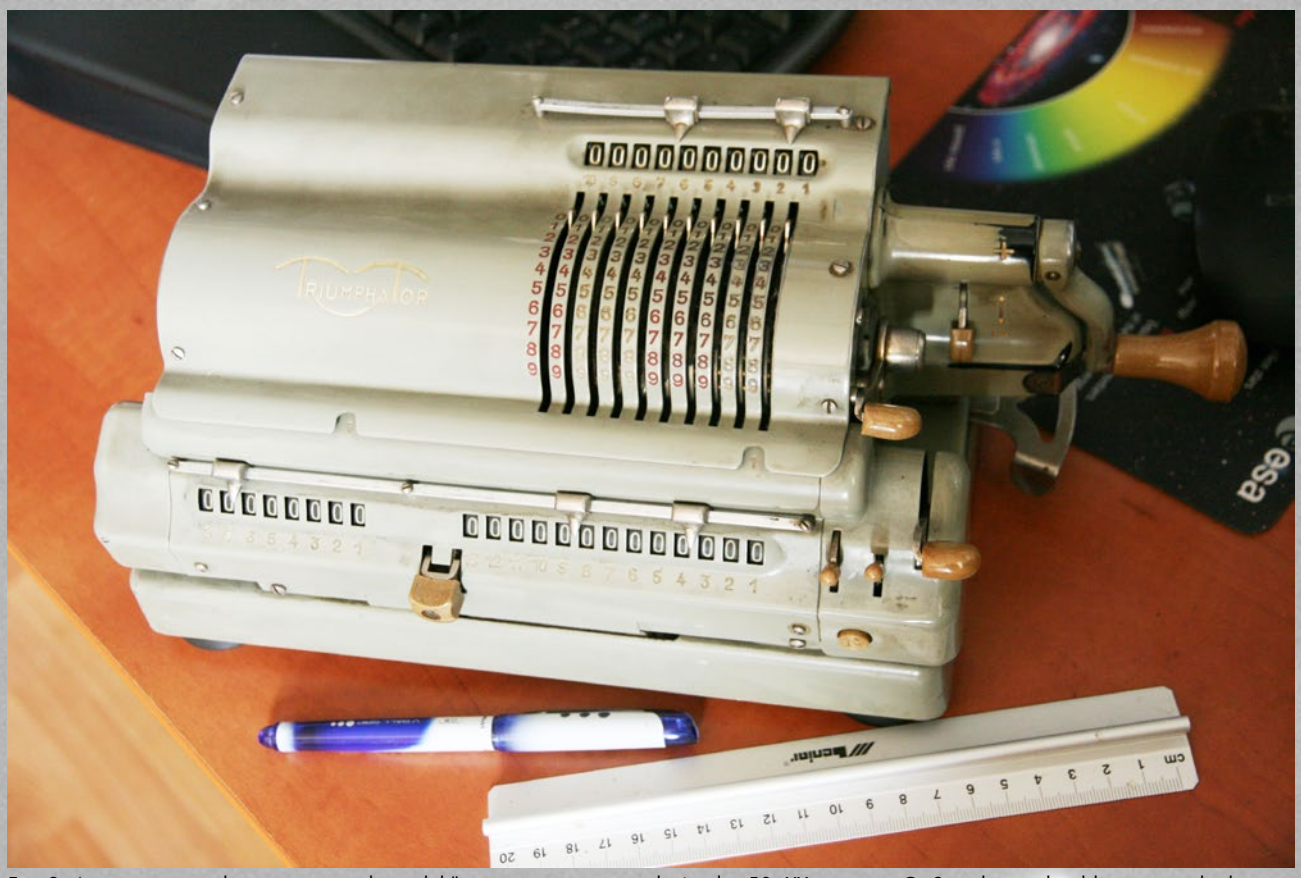
Dr hab. Krzysztof Gęsicki jest profesorem w Instytucie Astronomii UMK. Naukowo zajmuje się mgławicami planetarnymi i ich gwiazdami centralnymi. Na łamach „Uranii" pojawia się od dawna. Nieczęsto, ale zawsze interesująco. Polecamy jego artykuły w numerach 11/1987, 6/1998, 1/1999 i 4/2007.

Początki zastosowań komputerów w polskiej astronomii

„POLSKIE" KOMETY

Krzysztof Ziołkowski

O kometach, które zostały odkryte przez Polaków, czasem się mówi „polskie komety". Nie licząc komet muskających Słońce (seriami odkrywanych na zdjęciach z satelitów SOHO i STEREO), jest ich 11: od komety C/1925 G1 (Orkisz), po C/2015 F2 (Polonia). Użycie cudzysłowu w tytule tego artykułu wskazuje natomiast komety, które wprawdzie nie zostały odkryte przez Polaków, ale badaniu ich ruchu poświęcili niemal całe życie polscy astronomowie. Są takie trzy: 14P/Wolf, 22P/Kopff i 26P/Grigg-Skjellerup, a ich badaczami byli odpowiednio Michał Kamieński (1879–1973), Felicjan Kępiński (1885–1966) i Grzegorz Sitarski (1932–2015).



Fot. 2. Arytmometr mechaniczny, tzw. „kręciołek", używany jeszcze w końcu lat 50. XX w. przez G. Sitarskiego do obliczania ruchu komety Grigga-Skjellerupa

KOMETA 14P/WOLF

Kometa 14P/Wolf została odkryta 17 września 1884 r. przez niemieckiego astronoma Maximiliana F.J.C. Wolfa (1863–1932) za pomocą 15-cm refraktora w Obserwatorium Astronomicznym Königstuhl w Heidelbergu. Była to pierwsza kometa odkryta przez niego (czasem mówi się więc o niej Wolf 1); później jeszcze został odkrywcą dwóch innych: krótkookresowej 43P/Wolf-Harrington i jednopojawieniowej C/1916 G1 (Wolf). M. Wolf jest ponadto odkrywcą aż 248 planetoid i 4 supernowych. On też pierwszy dostrzegł słynną kometę Halleya podczas jej powrotu do Słońca w 1910 r. Jego nazwiskiem i imieniem nazwano dwie planetoidy: (827) Wolfiana i (1217) Maximiliana. Dodajmy też, że niezależnie od M. Wolfa kometę tę odkrył 23 września 1884 r. angielski astronom Ralph Copeland (1837–1905) w Aberdeen, w Szkocji. Odkrycie komety Wolfa nastąpiło dwa miesiące przed jej przejściem przez peryhelium w dniu 18 listopada i kilkanaście dni przed jej największym zbliżeniem do Ziemi na odległość 0,8 au, które nastąpiło 2 października. Największą jasność (ok. 7^m) osiągnęła w listopadzie 1884 r., a po raz ostatni w tamtym pojawieniu została zaobserwowana 7 kwietnia 1885 r.

Wyznaczeniem orbity nowo odkrytej komety zajął się niemiecki astronom (a także pastor) Anton K. Thraen (1843––1902). W 1887 r. opublikował w *Astronomische Nachrichten* wyniki obliczeń definitywnej (jak się wtedy mówiło) orbity komety Wolfa, na podstawie obserwacji pozycyjnych wykonanych w okresie prawie siedmiu miesięcy jej pierwszego pojawienia i z uwzględnieniem perturbacji od czterech planet: Ziemi, Marsa, Jowisza i Saturna. Okazało się, że obiega Słońce w okresie 6,77 lat po orbicie eliptycznej o mimośrodzie 0,6 i odległościach peryhelium i aphelium równych odpowiednio 1,6 au i 5,6 au. Można więc powiedzieć, że jest typową krótkookresową kometą jowiszową. Współczesne rachunki pokazały, że odkrycie komety Wolfa stało się możliwe dzięki radykalnej zmianie jej orbity po bliskim przelocie koło Jowisza 9 czerwca 1875 r., w minimalnej odległości 0,12 au. Przed tym zbliżeniem do największej planety kometa krążyła wokół Słońca w okresie 8,84 lat, a odległość peryhelium jej orbity wynosiła 2,7 au.

Fot. 1 Michał Kamieński (rok 1925). Ze zbiorów Narodowego Archiwum Cyfrowego

Obliczenia A.K. Thraena pozwoliły też na obserwacje komety Wolfa w jej następnym pojawieniu: dostrzeżona 1 maja 1891 r. w Wiedniu przez austriackiego astronoma Rudolfa F. Spitalera (1849–1946), śledzona była aż do 31 marca 1892 r. W 1897 r. Thraen ogłosił wyniki powiązania jednym systemem elementów orbity pierwszych dwóch pojawień komety, co umożliwiło jej odnalezienie na niebie w dniu 16 czerwca 1898 r. W trzecim pojawieniu kometa Wolfa obserwowana była prawie do końca listopada 1898 r. Ale przy kolejnym jej przejściu przez peryhelium w 1905 r. komety nie zaobserwowano. Wprawdzie po śmierci Thraena w 1902 r. jej efemerydę na to pojawienie policzył inny astronom niemiecki, bliski przyjaciel M. Wolfa, Adolf Berberich (1861–1920), ale niestety komety Wolfa nie udało się odnaleźć na niebie. Jak się później okazało, przyczyną niepowodzenia była prawdopodobnie znacznie mniejsza jasność komety niż się spodziewano i niekorzystne warunki obserwacyjne — jej minimalna odległość od Ziemi w końcu 1905 r. wynosiła 1,9 au.

W 1907 r. kontynuowanie prac przedwcześnie zmarłego A.K. Thraena, dotyczących ruchu komety Wolfa, zostało powierzone Michałowi Kamieńskiemu (fot. 1), który po ukończeniu studiów na Uniwersytecie w Petersburgu w 1903 r. został zatrudniony w Obserwatorium Astronomicznym w Pułkowie koło Petersburga na stanowisku astronoma-rachmistrza[1]. Dyrektor tego Obserwatorium, rosyjski astronom szwedzkiego pochodzenia Oskar Backlund (1846–1916), członek Cesarskiej Akademii Nauk w Petersburgu i badacz ruchu komety 2P/Encke, szybko docenił zdolności oraz zapał młodego adepta obliczeń orbitalnych i zlecił mu trudne i odpowiedzialne zadanie samodzielnego badania ruchu komety Wolfa. Ujawnione talenty, pracowitość i pasja, z jaką Kamieński uczestniczył w pracach Backlunda dotyczących komety Enckego, tłumaczyły i uzasadniały tę decyzję.

Podkreślić w tym miejscu trzeba, że jedynym narzędziem, które w tamtych czasach służyło astronomom w prowadzeniu obliczeń były tablice logarytmiczne, później suwak logarytmiczny i wreszcie mechaniczny arytmometr (fot. 2). Rachunki związane z badaniem ruchu komet były bardzo skomplikowane i oczywiście czasochłonne. Wymagały ogromnie żmudnej pracy, wielkiej koncentracji, umiejętnego rozplanowania poszczególnych kroków i starannego zapisywania pośrednich wyników na dużych arkuszach pokratkowanego papieru. Dla wyeliminowania ewentualnych pomyłek i błędów oraz zapewnienia poprawności wyników, niektóre etapy obliczeń często powtarzano różnymi metodami, stosując odmienne algorytmy.

Dzięki podanej przez M. Kamieńskiego efemerydzie na kolejny powrót

[1] Sylwetkę Michała Kamieńskiego szerzej przedstawił Ludwik Zajdler w „Uranii" 6/1973, s. 162 oraz Autor w „Uranii" 6/2007, s. 268. (przyp. red)

komety Wolfa w pobliże Ziemi, pierwszy dostrzegł ją na zdjęciu nieba jej odkrywca M. Wolf w Heidelbergu 19 czerwca 1911 r. Udało się to mimo jej słabej jasności (około 15^m) i równie dużej jak w 1905 r. odległości komety od Ziemi. Efemeryda obliczona przez Kamieńskiego pozwoliła też na obserwacje komety Wolfa w następnym jej pojawieniu w latach 1918–1919. Kamieński już wiedział, że w 1922 r. nastąpi bardzo duże zbliżenie komety do Jowisza, które radykalnie zmieni jej tor. Dlatego bardzo ważne było wyznaczenie orbity na podstawie wszystkich dotychczasowych obserwacji, wykonanych w okresie 1884–1919, poprzedzającym to zbliżenie.

Kamieńskiemu początkowo nie udawało się powiązanie w zadowalający sposób jednym systemem elementów orbity wszystkich pięciu obserwowanych pojawień komety Wolfa w latach 1884–1919. Ale gdy wiązał każde dwa kolejne, stwierdził, że średni ruch dzienny komety stale się zmniejsza. Odkrył w ten sposób tzw. zjawisko deceleracji w ruchu komety. To tzw. efekty niegrawitacyjne — skutek odrzutu, wywołanego emisją materii z jądra komety. Wówczas były już znane, ale sądzono, że mogą one jedynie przyspieszać kometę. Kamieński pokazał, że mogą ją również spowalniać.

Uwzględnienie tej wiekowej zmiany średniego ruchu dziennego umożliwiło opisanie w bardzo dobry sposób jednym systemem elementów orbity wszystkich 1888 obserwacji komety, wykonanych w latach 1884–1919 (dla umożliwienia ręcznych przecież obliczeń, rozdzielonych na 50 tzw. miejsc normalnych). Następnym sukcesem Kamieńskiego było rachunkowe „przeprowadzenie" komety Wolfa przez tzw. sferę oddziaływania Jowisza (której promień wynosi 0,32 au) podczas jej zbliżenia w 1922 r., co umożliwiło ponowne odnalezienie komety na niebie 13 lipca 1925 r. bardzo blisko przewidywanej pozycji. Najmniejsza odległość, w jakiej kometa przeleciała koło Jowisza 27 września 1922 r., wyniosła zaledwie 0,125 au. Oddziaływanie grawitacyjne największej planety radykalnie zmieniło wtedy orbitę komety Wolfa: odległość peryhelium wzrosła z 1,6 do 2,5 au, a okres obiegu wokół Słońca wydłużył się z 6,82 do 8,31 lat. Ciekawostką jest, że rozmiary i kształt orbity komety w wyniku zbliżenia do Jowisza w 1922 r. niemal powróciły do rozmiarów i kształtu sprzed zbliżenia w 1875 r.

Gdy w 1923 r. M. Kamieński został dyrektorem Obserwatorium Astronomicznego Uniwersytetu Warszawskiego, badania ruchu komety Wolfa stały się jednym z głównych kierunków działalności placówki, zlokalizowanej w śródmieściu Warszawy i słabo wyposażonej w sprzęt obserwacyjny, a więc poniekąd zmuszonej do koncentrowania się głównie na pracach teoretycznych. Korzystając z pomocy młodszych kolegów w prowadzeniu żmudnych rachunków, przede wszystkim Macieja Bielickiego (1906–1988), Heleny Kazimierczak-Połońskiej (1902–1992) i Ludwika Zajdlera (1905–1985), Kamieński zapewnił komecie Wolfa służbę efemerydalną i coraz dokładniejsze wyznaczenia elementów orbity we wszystkich kolejnych pojawieniach aż do roku 1958. Kometa w tym czasie nie miała żadnych znaczących zbliżeń do wielkich planet i powiązanie jednym systemem elementów orbity pięciu jej pojawień w latach 1925–1958 nie napotkało na większe trudności.

Kłopoty zaczęły się natomiast wtedy, gdy usiłowano związać elementy orbity opisujące ruch komety w okresie 1884––1919 z elementami po jej wielkim zbliżeniu do Jowisza w 1922 r. Kamieński jednak się nie poddał. Zachęcił współpracowników do powtórzenia rachunkowego przeprowadzenia komety Wolfa przez sferę oddziaływania Jowisza w 1922 r. różnymi metodami (również jowicentrycznie, traktując Słońce, a także satelity galileuszowe Jowisza, jako ciała zakłócające ruch komety) i z uwzględnieniem perturbacji planetarnych od Merkurego do Neptuna, a nie jak wcześniej tylko Marsa, Jowisza i Saturna. Co więcej, metodą prób wybrano taką wartość masy Jowisza spośród podawanych przez różnych autorów, która zapewniała najlepsze wyniki (co potraktowano jako nowe wyznaczenie masy Jowisza). Ogromny trud przyniósł spodziewany rezultat: zbudowano — jak się wtedy mówiło — numeryczną teorię ruchu komety Wolfa w okresie 1884–1958. Ponadto Kamieński zbadał także ruch komety Wolfa przed jej odkryciem: uwzględniając perturbacje Jowisza i Saturna obliczył, że w 1875 r. zbliżyła się do Jowisza na odległość 0,12 au, w 1839 r. na odległość 0,54 au, a w 1757 r. na odległość zaledwie 0,08 au.

W latach sześćdziesiątych ubiegłego wieku, dzięki nowym narzędziom obliczeniowym, nastąpiła radykalna zmiana w sposobie prowadzeniu rachunków orbitalnych. Wprawdzie Kamieński ręcznie policzył efemerydę komety Wolfa na jej powrót w 1967 r., ale rachunki te powtórzył na elektronicznej maszynie matematycznej (jak się wtedy mówiło o komputerach) G. Sitarski. Uczynił to najpierw w 1963 r. na rosyjskiej maszynie BESM-2 w Instytucie Astronomii Teoretycznej w Petersburgu, ówczesnym Leningradzie, (gdzie przebywał na kilkumiesięcznym stażu naukowym współpracując z H. Kazimierczak-Połońską), a później w Uniwersytecie Warszawskim na duńskiej maszynie GIER. Zgodność z wynikami uzyskanymi przez Kamieńskiego była znakomita, co świadczyło także o poprawności programów komputerowych, które — stale udoskonalone — służyły potem do wielu dalszych badań ruchów komet.

W 1967 r. kometę Wolfa jako pierwszy dostrzegł na niebie 5 października japoński astronom K. Tomita (1925––2006), bardzo blisko pozycji efemerydalnych Kamieńskiego, ale widziano ją tylko przez miesiąc. Odtąd jest już obserwowana we wszystkich kolejnych pojawieniach (w latach 1975–1976, 1983–1984, 1992–1993, 1999–2000, 2008–2010 i 2016–2018), a wykonywane obserwacje służą systematycznym udoskonaleniom elementów orbity, prowadzonym oczywiście za pomocą rachunków komputerowych z uwzględnieniem perturbacji od wszystkich planet, a także efektów niegrawitacyjnych. Warto tu dodać, że w 1994 r. G. Sitarski i Bożenna Todorovic-Juchniewicz opublikowali wyniki powiązania 14 pojawień się komety Wolfa w latach 1884–1993 na podstawie 602 obserwacji pozycyjnych z uwzględnieniem perturbacji od wszystkich planet oraz efektów niegrawitacyjnych, wynikających z rotacji i ruchów precesyjnych jądra komety.

13 sierpnia 2005 r. kometa Wolfa przeleciała koło Jowisza w minimalnej odległości 0,54 au; następne jej zbliżenie do największej planety na podobną odległość nastąpi w marcu 2041 r. Największa jasność, jaką kometa osiągnęła

podczas ostatniego pojawienia, to 19^m. Ostatni raz widziano ją we wrześniu 2018 r. Następnego jej pojawienia się na niebie należy oczekiwać w 2026 r., ale ze względu na coraz bardziej słabnącą jasność komety nie wiadomo, czy uda się ją jeszcze dostrzec.

Warto jeszcze wspomnieć, że kontynuatorka dzieła Kamieńskiego H. Kazimierczak-Połońska, pracując od 1948 r. we wspomnianym wyżej Instytucie Astronomii Teoretycznej w Petersburgu, opublikowała w 1982 r. wielką monografię ruchu komety Wolfa w okresie 100 lat od 1884 do 1984 r., dedykując ją M. Kamieńskiemu. Wkład Kamieńskiego w poznanie ruchu tej komety doczekał się także wyjątkowego uznania, jakim były starania rosyjskiego badacza komet Siergieja K. Wsiechswiatskiego (1905–1984), aby zmienić jej nazwę na kometę Wolfa-Kamieńskiego. W swoich publikacjach nawet wielokrotnie używał już tej nazwy. Jednak decydująca o tym Międzynarodowa Unia Astronomiczna, doceniając wielkie znaczenie prac Kamieńskiego dla badań kometarnych, nie ośmieliła się odstąpić od z dawna utartego zwyczaju nazywania komet wyłącznie nazwiskami odkrywców, a nie ich badaczy, i nie zdecydowała się na niebezpieczny precedens[2].

KOMETA 22P/KOPFF

Kometa 22P/Kopff została odkryta 23 sierpnia 1906 r., jako obiekt o jasności ok. 11^m, przez niemieckiego astronoma Augusta Kopffa (1882–1960), za pomocą 40-cm astrografu w Obserwatorium Astronomicznym Königstuhl w Heidelbergu. Odkrywca odnalazł ponadto jej obraz na kliszy fotograficznej eksponowanej trzy dni wcześniej. Obserwowana była do 16 grudnia 1906 r. A. Kopff jest także odkrywcą jednopojawieniowej komety C/1906 E1 (Kopff) oraz 68 planetoid, w tym dwóch trojańczyków: (617) Patroclus i (624) Hektor. Jego nazwiskiem została też nazwana planetoida (1631) Kopff.

Kilka tygodni po odkryciu Kopffa niemiecki astronomom Martin C.W.L. Ebell (1871–1944) wykonał pierwsze obliczenia elementów orbity nowego obiektu, stwierdzając, że jest on typową krótkookresową kometą jowiszową, która obiega Słońce w okresie około 6,5 roku. On też podał orientacyjną efemerydę na jej następne pojawienie w latach 1912/13. Jednak komety wtedy nie odnaleziono, zapewne z powodu niekorzystnych warunków jej widoczności. Kometę Kopffa zaobserwował dopiero M. Wolf 30 lipca 1919 r., posługując się przybliżoną efemerydą Ebella. Wprawdzie Ebell obliczył nowe elementy orbity z 3 obserwacji 1919 r., ale nie zajął się już ich poprawieniem na podstawie licznych obserwacji wykonanych do 11 grudnia 1919 r. ani też próbą powiązania obu pierwszych obserwowanych pojawień komety.

Zaniedbaną przez badaczy kometą Kopffa zainteresował się w 1925 r. Felicjan Kępiński (fot. 3). Właśnie wtedy, po uzyskaniu habilitacji na Uniwersytecie Stefana Batorego w Wilnie, został on zatrudniony na Wydziale Geodezji Politechniki Warszawskiej, gdzie już po dwóch latach objął funkcję kierownika Katedry Astronomii Praktycznej. Warto dodać, że na początku lat dwudziestych XX w. Kępiński, jako nauczyciel astronomii w gimnazjach warszawskich i jednocześnie tymczasowy kierownik uniwersyteckiego obserwatorium astronomicznego, był pierwszym redaktorem „Uranii", od 1922 r. wydawanej jako organ Towarzystwa Miłośników Astronomii[3].

Dzięki efemerydzie obliczonej przez Kępińskiego kometę Kopffa pierwszy dostrzegł znowu M. Wolf 13 lipca 1926 r. Kępiński z powodzeniem powiązał jednym systemem elementów orbity liczne obserwacje komety z 1919 r. ze skąpym materiałem obserwacyjnym z 1926 r., uwzględniając perturbacje pochodzące od pięciu planet: od Wenus do Saturna. Uzyskane w ten sposób elementy stały się podstawą obliczenia efemerydy na następne pojawienie, dzięki której kometę odnaleziono 25 maja 1932 r. i obserwowano do 24 stycznia 1933 r. W wyniku powiązania trzech pojawień komety w latach 1919, 1926 i 1932–1933 Kępiński uzyskał tak dobry układ elementów, że odkrycie na ich podstawie komety 21 kwietnia 1939 r. bardzo blisko danych efemerydalnych zostało określone przez amerykańskiego astronoma George'a A. Van Biesbroecka (1880–1974) jako „najbardziej dotychczas precyzyjna przepowiednia dokonana dla komety okresowej". Podczas tego powrotu kometa była obserwowana aż do połowy listopada 1939 r.

Fot. 3 Felicjan Kępiński. (Zdjęcie ze zbiorów Andrzeja Kępińskiego – kuzyna Profesora, zaczerpnięte ze strony domowej Janusza Wilanda www.astrojawil.pl)

Wyniki powiązania jednym systemem elementów orbity czterech pojawień komety Kopffa w latach 1919, 1926, 1932 i 1939 Kępiński opublikował dopiero w 1959 r. Warto wspomnieć, że elementy te stały się podstawą przeprowadzonego w połowie lat sześćdziesiątych ubiegłego wieku przez autora tego opracowania, numerycznego całkowania równań ruchu komety wstecz aż do roku 1799, z uwzględnieniem perturbacji od Jowisza i Saturna. Rachunki były wykonane na elektronicznej maszynie matematycznej Urał-2, będącej wtedy głównym narzędziem obliczeniowym Polskiej Akademii Nauk. Pokazały one, że w latach 1835 i 1847 kometa Kopffa miała bardzo głębokie zbliżenia do Jowisza, koło którego przeleciała w odległościach odpowiednio 0,06 au i 0,04 au. W 1883 r. również przeszła przez sferę oddziaływania Jowisza, w odległości 0,24 au od planety.

F. Kępiński obliczył następnie perturbacje w ruchu komety Kopffa za okres od 1939 do 1945 r., pochodzące od sześciu planet, od Wenus do Urana, a także efemerydę na jej kolejne pojawienie w 1945 r. Zmiany orbity były duże, bowiem kometa zbliżyła się do Jowisza 8 marca 1943 r. na odległość 0,57 au, co skróciło jej okres obiegu wokół Słońca

[2] Parę precedensów już istniało: kometa 1P/Halley, obserwowana od starożytności, 2P/Encke, którą po raz pierwszy dostrzegł Pierre Méchain w 1786 r. i 27P/Crommelin, pierwszy raz obserwowana w 1818 r. przez Jean-Louis Ponsa. (przyp. red.)

[3] Sylwetkę Felicjana Kępińskiego szerzej przedstawił L. Zajdler w „Uranii" 7–8/1966, s. 194. (przyp. red)

z 6,54 do 6,18 lat, a odległość peryhelium zmniejszyło z 1,68 na 1,50 au. Cała dokumentacja dotycząca obliczeń Kępińskiego niestety spłonęła w 1944 r. podczas Powstania Warszawskiego i jedynie efemerydę komety na rok 1945 zdołał przekazać — dzięki pomocy Tadeusza Banachiewicza (1882–1954) — obserwatoriom amerykańskim w lipcu 1944 r., tuż przed wybuchem powstania. Na podstawie efemerydy Kępińskiego kometę odnaleziono 7 maja 1945 r. i była obserwowana aż do 2 czerwca 1946 r. Prowizoryczne elementy jej orbity, ale tylko z trzech wykonanych wtedy obserwacji, wyznaczył argentyński astronom Jorge Bobone (1901–1958), a na ich podstawie Kępiński policzył efemerydę na następne pojawienie.

W 1951 r. kometę Kopffa pierwszy dostrzegł 12 kwietnia amerykański astronom Hamilton M. Jeffers (1893––1976) w Obserwatorium Licka jako obiekt o jasności 18^m. Niespodzianką okazał się jej blask — słabszy aż o 3^m od przewidywanego. Kometa przeszła przez peryhelium 20 października 1951 r. i wkrótce potem zaobserwowano jej nagłe pojaśnienie o dwie wielkości gwiazdowe, do wartości $10{,}5^m$. Ostatni raz w tamtym pojawieniu była obserwowana 29 listopada i wtedy jej jasność oceniono na około $11{,}5^m$. Nie wiadomo, co było przyczyną tych tajemniczych zmian jasności komety w 1951 r. Bogaty materiał obserwacyjny komety Kopffa z pojawień w latach 1945–1946 i 1951 pozwolił F. Kępińskiemu na ich powiązanie jednym systemem elementów orbity z błędem średnim jednego miejsca normalnego zaledwie 1,6".

W 1954 r. kometa Kopffa zbliżyła się do Jowisza na znacznie mniejszą odległość niż w 1943 r. Gdy Kępiński zdał sobie sprawę, że nie zdoła przeprowadzić rachunkowo komety przez sferę oddziaływania Jowisza, aby zdążyć z ogłoszeniem efemerydy na jej pojawienie w 1958 r., poprosił o pomoc M. Kamieńskiego i M. Bielickiego. Wszyscy trzej, różnymi metodami, szczegółowo przeanalizowali ruch komety w pobliżu Jowisza. Kometa przeleciała koło największej planety 30 marca 1954 r. w minimalnej odległości 0,17 au. Zbliżenie to wyraźnie odkształciło orbitę komety: okres obiegu wokół Słońca zwiększył się z 6,18 do 6,31 lat, a odległość peryhelium wzrosła od 1,49 do 1,52 au. Znacząco zmieniła się też orientacja orbity w przestrzeni: węzeł wstępujący przesunął się aż o 130°, a nachylenie płaszczyzny orbity do płaszczyzny ekliptyki powiększyło się o 2,5°. W obliczaniu efemerydy komety Kopffa na pojawienie w 1958 r. Kępińskiemu pomagał, kończący właśnie studia astronomiczne, G. Sitarski. Na jej podstawie kometę odnaleziono 25 czerwca jako bardzo słaby obiekt o jasności około 19^m i obserwowano ją do 4 grudnia 1958 r.

Efemerydę na następne pojawienie komety Kopffa w 1964 r. policzył na elektrycznym arytmometrze uczeń F. Kępińskiego G. Sitarski. Dzięki niej kometa była obserwowana przez ponad rok, od 18 grudnia 1963 r. do 31 stycznia 1965 r. W połowie sierpnia 1964 r. zbliżyła się maksymalnie do Ziemi na odległość 0,83 au, osiągając jasność około 15^m. Gdy w 1964 r. Uniwersytet Warszawski zakupił bardzo nowoczesny jak na tamte czasy komputer GIER, Sitarski z wielkim zapałem przystąpił do tworzenia programów służących do obliczeń orbitalnych (współpracując przy tym z autorem niniejszego opracowania). Ich poprawność była weryfikowana m.in. przez porównanie z wynikami ręcznych rachunków dotyczących ruchu komety Kopffa, a wśród nich potwierdzonej obserwacjami jej efemerydy na rok 1964. W 1968 r. Sitarski opublikował rezultaty już w pełni komputerowego powiązania jednym systemem elementów orbity dwóch pojawień komety Kopffa w latach 1958 i 1964, z uwzględnieniem perturbacji od ośmiu planet od Merkurego do Neptuna, a także obliczonej na ich podstawie efemerydy na następne pojawienie w 1970 r. Kometę odnaleziono bardzo blisko przewidywanych pozycji i obserwowano od 7 lutego do 23 listopada 1970 r.

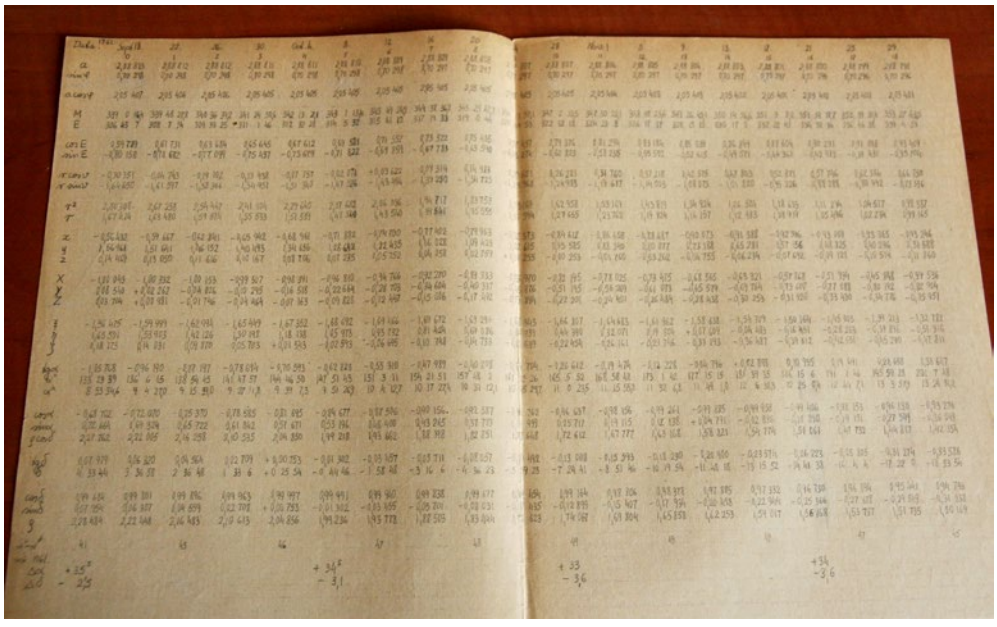
W dalszych pojawieniach, w latach 1976–77, 1982–83, 1988–91, 1994–98, 2001–03, 2008–10 i 2013–16, kometa Kopffa była coraz dłużej śledzona i wykonywano coraz więcej jej obserwacji pozycyjnych. Dzięki temu coraz precyzyjniej wyznaczane są elementy orbity i wobec tego coraz lepiej jest znany ruch komety, w którym wykryto anomalie niegrawitacyjne zmienne w czasie. Dziś zmienność tę próbuje się wyjaśnić precesją osi obrotu jądra komety. Baza danych kometarnych Międzynarodowej Unii Astronomicznej zawiera 4810 zaobserwowanych pozycji komety Kopffa od momentu odkrycia w 1906 r. do jej ostatnich obserwacji w listopadzie 2016 r. Dla porównania wspomnijmy, że z pierwszego pojawienia od 23 sierpnia do 16 grudnia 1906 r. umieszczono w bazie 40 obserwacji, a trzy ostatnie pojawienia zawierają 3705 obserwacji, wykonanych od 19 grudnia 2001 r. do 29 listopada 2016 r. Jej najbliższe przejście przez peryhelium nastąpi 18 marca 2022 r.

O komecie Kopffa stało się głośno w środowisku związanym z badaniami kosmicznymi, gdy w 1986 r. Amerykańska Agencja Kosmiczna NASA ogłosiła projekt CRAF (*Comet Randezvous/Asteroid Flyby)* zbadania za pomocą jednej sondy kosmicznej komety i planetoidy. Planowano, że sonda zostanie wystrzelona z Ziemi w 1995 r., by w styczniu 1998 r. przelecieć w pobliżu planetoidy (449) Hamburga, a w sierpniu 2000 r. zbliżyć się do komety Kopffa i dalej poruszać się w ten sposób, aby pozostawać w niewielkiej od niej odległości prawie przez 3 lata. Jednym z najciekawszych momentów misji miała być próba osadzenia na powierzchni jądra komety w sierpniu 2001 r. lądownika, którego zadaniem byłoby śledzenie procesów fizycznych i chemicznych wywołanych wzrostem temperatury podczas zbliżania się komety do Słońca (przez peryhelium przeszła 12 grudnia 2002 r.). Niestety, mimo zaawansowania prac przygotowawczych oraz przesuwania daty startu sondy (co powodowało konieczność zmiany obiektów, koło których sonda przeleci) w 1991 r. NASA zrezygnowała z kontynuowania dalszej realizacji tej trudnej i bardzo kosztownej misji kosmicznej.

KOMETA 26P/GRIGG-SKJELLERUP

Kometa 26P/Grigg-Skjellerup została odkryta 23 lipca 1902 r. przez nowozelandzkiego astronoma Johna Grigga (1838–1920) za pomocą 3,5-calowego refraktora w Thames (Nowa Zelandia). Odkrywca widział ją jeszcze 30 lipca oraz 2 i 3 sierpnia jako obiekt o jasności około 10^m i na podstawie tych obserwacji obliczył paraboliczną orbitę nowej komety. Ale nikt inny więcej już jej nie obserwował i o odkryciu Grigga zapomniano. Dwadzieścia lat później, 17 maja 1922 r. australijski astronom John F. Skjellerup (1875–1952), pracujący w Rosebank

koło Kapsztadu (Republika Południowej Afryki), odkrył nową kometę o jasności około 11^m, którą wkrótce obserwowano w wielu miejscach na całym świecie. Kometę widziano do połowy sierpnia 1922 r., ale już w końcu czerwca tego roku amerykańscy astronomowie Russel T. Crawford i William F. Meyer, po obliczeniu elementów orbity nowo odkrytej komety sformułowali przypuszczenie o jej tożsamości z kometą, którą w 1902 r. obserwował Grigg. Hipoteza ta została ostatecznie potwierdzona, gdy 21 marca 1927 r. dostrzegł ją angielski astronom Gerald Merton (1893–1983), posługując się obliczoną przez siebie efemerydą. Odtąd jest już nazywana kometą Grigga-Skjellerupa. Obiega ona Słońce z okresem ok. 5,3 lat. Warto dodać, że wśród znanych dziś komet krótszy okres obiegu, zaledwie 3,3 lat, ma tylko kometa 2P/Encke.



Fot. 5 Jeden z licznych arkuszy obliczeniowych G. Sitarskiego

Do 1957 r. kometa Grigga-Skjellerupa była obserwowana we wszystkich kolejnych powrotach w pobliże Słońca w latach 1932, 1937, 1942, 1947, 1952 i 1957, na podstawie efemeryd obliczanych doraźnie przez różnych obserwatorów, zwykle uwzględniających w elementach orbity tylko najważniejsze perturbacje. Nikt jednak nie zajął się powiązaniem jednym systemem elementów orbity wielu pojawień komety, czyli — jak się wtedy mówiło — opracowaniem teorii jej ruchu. Podjęcie tego zadania M. Kamieński, jako kierownik Sekcji Komet w Zakładzie Astronomii Polskiej Akademii Nauk, zaproponował Grzegorzowi Sitarskiemu (fot. 4), młodemu warszawskiemu astronomowi, który dał się już poznać jako zapalony adept rachunków orbitalnych[4]. Zgodnie z ówczesnym zwyczajem informacja o tym, że Sitarski będzie zajmował się badaniem ruchu komety Grigga-Skjellerupa ukazała się w połowie 1959 r. w numerze 1681 Cyrkularza Międzynarodowej Unii Astronomicznej.

Kształt i rozmiary orbity komety Grigga-Skjellerupa powodują, że znajdując się blisko aphelium może ona zbliżać się do Jowisza, a w pobliżu peryhelium do Ziemi. Szczególnie interesujące są oczywiście jej przeloty koło Jowisza, gdyż ze względu na dużą masę największej planety mogą skutkować znacznymi zmianami orbity komety. Ale głębokie zbliżenia nie występują często. Jak pokazały współczesne obliczenia, do największego w XX w. zbliżenia komety do Jowisza, na odległość zaledwie 0,17 au, doszło wkrótce po odkryciu komety, 22 stycznia 1905 r. Spowodowało ono wydłużenie okresu obiegu komety wokół Słońca z 4,83 do 4,99 lat i powiększyło odległość peryhelium z 0,75 na 0,90 au. Następne duże zbliżenie do Jowisza miało miejsce w 1964 r. Od jego numerycznej analizy Sitarski rozpoczął swe badania ruchu komety Grigga-Skjellerupa.

Fot. 4 Grzegorz Sitarski (ok. roku 1970)

Wychodząc od elementów orbity podanych przez brytyjskiego astronoma Camerona Dinwoodie (1903–1979) dla pojawienia w 1957 r., Sitarski obliczył perturbacje w ruchu komety pochodzące od Jowisza i Saturna, aż do 8 września 1963 r. Od tego momentu do 22 września 1964 r. liczył ruch komety jowicentrycznie, traktując fragment jej orbity w tym okresie jak hiperbolę zakłóconą oddziaływaniem perturbacyjnym Słońca (pomijając jako bardzo małe oddziaływanie Saturna). Znalazł w ten sposób, że 17 marca 1964 r. kometa miała przelecieć w minimalnej odległości od Jowisza wynoszącej 0,33 au. Zbliżenie to wydłużyło okres obiegu komety wokół Słońca z 4,91 do 5,12 lat i powiększyło odległość peryhelium od 0,86 do 1,00 au. Zaintrygowany tym Sitarski policzył, że minimalna odległość między orbitami komety i Ziemi w roku 1967 wyniesie zaledwie 0,0027 au. Ale najmniejsze odległości między poruszającymi się po tych orbitach obiektami wyniosły 0,16 au w 1947 r. i 0,18 au w 1977 r. Sitarski uspakajał, że zderzenie komety Grigga-Skjellerupa z Ziemią nam nie grozi. Policzył też efemerydę komety na jej pojawienie się w okresie 1961–1962 oraz powiązał jednym systemem elementów orbity pojawienia w latach 1952 i 1957, z uwzględnieniem perturbacji od sześciu planet: od Wenus do Urana. Wszystkie te obliczenia wykonywał za pomocą elektrycznego arytmometru, a wyniki zapisywał na wielkich arkuszach papieru (fot. 5).

[4] Sylwetkę Grzegorza Sitarskiego Autor szerzej przedstawił w „Uranii" 5/2015, s. 26. (przyp. red)

„Polskie" komety (aktualne parametry orbit i własności fizyczne)

Własność	14P/Wolf	22P/Kopff	26P/Grigg-Skjellerup
okres obiegu wokół Słońca [lata]	8,75	6,43	5,31
mimośród	0,36	0,54	0,63
odległość peryhelium [au]	2,73	1,58	1,12
odległość aphelium [au]	5,76	5,34	4,97
nachylenie płaszczyzny orbity do do płaszczyzny ekliptyki [°]	27,9	4,7	22,4
średnica jądra [km]	5	3	2,6
okres obrotu jądra [h]	9	?	?

Pierwsza praca Sitarskiego poświęcona komecie Grigga-Skjellerupa wykonana całkowicie za pomocą elektronicznej maszyny matematycznej GIER dotyczyła efemerydy komety na jej pojawienie się w latach 1966–1967 i została opublikowana w 1964 r. W tym samym roku Sitarski odkrył też przyspieszenie w jej ruchu, czyli stwierdził, że podobnie jak w przypadku wszystkich innych komet krótkookresowych, również i ruch komety Grigga-Skjellerupa zakłócony jest efektami niegrawitacyjnymi. Na podstawie efemeryd Sitarskiego kometę obserwowano w latach 1972 i 1977. W 1981 r. Sitarski powiązał jednym systemem elementów orbity siedmiu pojawień komety Grigga-Skjellerupa w latach 1947–1977, uwzględniając 76 jej obserwacji pozycyjnych wykonanych w tym czasie.

W 1987 r. słowacki astronom Ľubor Kresák (1927–1994), analizując rysunki komety na tle gwiazd z 1808 r., wykonane przez znanego odkrywcę wielu komet, francuskiego astronoma Jean-Louis Ponsa (1761–1831) i opublikowane w 1829 r., pokazał, że są one obrazem komety Grigga-Skjellerupa i na ich podstawie podał jej przybliżoną pozycję na niebie w dniu 9 lutego 1808 r. W 1991 r., Sitarski uwzględnił w swych obliczeniach tę obserwację i powiązał jednym systemem elementów orbity wszystkie obserwowane pojawienia komety w okresie 1808–1988, wykorzystując 433 wykonane w tym czasie obserwacje, odpowiednio wyselekcjonowane i zważone, z uwzględnieniem perturbacji od wszystkich planet, a także zmiennych w czasie efektów niegrawitacyjnych. Powstała w ten sposób, posługując się dawną nomenklaturą, teoria ruchu komety Grigga-Skjellerupa w okresie 180 lat.

Kilka lat później Sitarski ponownie zajął się powiązaniem jednym systemem elementów orbity jeszcze większej liczby 526 obserwacji pozycyjnych komety Grigga-Skjellerupa wykonanych od 1808 do 1997 r. Wnikliwa analiza numeryczna tak bogatego materiału obserwacyjnego umożliwiła mu tym razem wyznaczenie nie tylko elementów orbity komety, lecz także pewnych parametrów jej rotującego i — jak się okazało — wydłużonego jądra. Dziś baza danych kometarnych Międzynarodowej Unii Astronomicznej zawiera 703 obserwacje komety Grigga-Skjellerupa wykonane od 1922 do 2018 r. Podczas ostatniego powrotu na przełomie lat 2017/2018 kometa Grigga-Skjellerupa miała już bardzo słabą jasność około 20^m. W peryhelium znalazła się 1 października 2018 r. Następne jej przejście przez peryhelium jest oczekiwane 25 grudnia 2023 r.

Warto jeszcze wspomnieć, że bardzo dobrze znany ruch komety Grigga-Skjellerupa był jednym z powodów wyboru tego właśnie obiektu jako celu sondy kosmicznej Giotto. Misja Europejskiej Agencji Kosmicznej o nazwie Giotto była poświęcona wszechstronnym badaniom słynnej komety Halleya, podczas przelotu sondy przez jej głowę w marcu 1986 r., w odległości do jądra około 600 km. Ale po kilku latach, gdy okazało się, że sonda jest nadal sprawna, zdecydowano się skierować ją ku jeszcze jednej komecie i 10 lipca 1992 r. przeleciała w odległości około 200 km od jądra komety Grigga-Skjellerupa. Zbliżenie nastąpiło na 12 dni przed przejściem komety przez peryhelium, czyli tuż przed spodziewanym szczytem jej aktywności. Spośród 11 eksperymentów naukowych, przewidzianych pierwotnie do wykonania z pokładu sondy Giotto, zdołano jednak zrealizować tylko 7, gdyż część przyrządów uległa trwałemu uszkodzeniu podczas przelotu przez głowę komety Halleya. Mimo podejmowanych wysiłków, nie udało się niestety uruchomić uszkodzonej wcześniej kamery i wobec tego zabrakło zdjęć jądra. Uzyskano natomiast wiele ciekawych informacji o emisji z niego gazu i pyłu oraz o strukturze jego otoczenia plazmowego, w którym zaobserwowano wiele nadspodziewanie silnych zjawisk falowych.

* * *

Dziś znamy 380 komet okresowych i liczba ta stale rośnie. Trudno, by każda z nich miała swego „dożywotniego opiekuna", jak to bywało dawniej. Na szczęście dzięki rozwojowi techniki komputerowej nie jest to już niezbędne. Jednak w tamtych, nie tak odległych przecież czasach, efekty wytrwałej pracy trzech polskich astronomów miały kapitalne znaczenie.

Źródło: z archiwum autora

Krzysztof Ziołkowski, emerytowany pracownik Centrum badań Kosmicznych PAN, zajmuje się badaniem dynamiki ciał Układu Słonecznego, w tym komet. Swego czasu blisko współpracował z bohaterami swojej opowieści. W latach 1983–97 był redaktorem naczelnym „Uranii". W 1989 r. został uhonorowany przez PTA medalem Zonna

Z zamiłowania ASTRONOM (V)

ZBUDOWAŁEM TELESKOP!

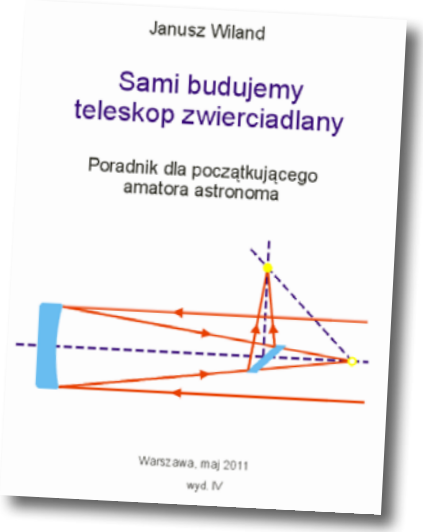
W latach siedemdziesiątych ubiegłego wieku w PTMA Warszawa działała Sekcja Instrumentalna, która dawała szansę miłośnikom astronomii na posiadanie własnego teleskopu zwierciadlanego. Wystarczyło samemu zabrać się za krążek szklany i można było rozpocząć szlifowanie swojego zwierciadła. Piąta część astronomicznych wspomnień Janusza Wilanda przedstawia budowę teleskopów w czasach, gdy w sklepie nie był możliwy ich zakup.

CZY TO MOŻNA ZROBIĆ SAMEMU?

W PTMA mieliśmy zawsze ze dwa stanowiska do szlifowania zwierciadeł, aby każdy chętny miał gdzie sobie to zwierciadło wykonać. W latach osiemdziesiątych bywało nawet tak, że była kolejka chętnych do pracy na tych stanowiskach. W tamtych czasach PTMA zakupiło kilkadziesiąt płyt szklanych o średnicy 150 mm i grubości 19 mm, które były przeznaczone na bulaje do łodzi, statków i okrętów, a my wykorzystywaliśmy je do budowy teleskopów. Później w ramach współpracy RWPG produkcję tych bulajów przejęła Czechosłowacja — kraj, który nie miał dostępu do morza. Niemniej na początku mieliśmy płyt dużo i partia tych ok. 30-tu płyt przeznaczona dla Oddziału warszawskiego szybko się rozeszła. Były w tej dostawie jeszcze dwie płyty 300 mm o grubości 25 mm, które jednak były dużo droższe. Na początku kupiłem sobie dwie 15-tki. Zacząłem szlifować swoje pierwsze zwierciadło pod okiem p. Lucjana Newelskiego. Szlifowanie to było uciążliwe nie tylko z powodu ciężkiej i monotonnej pracy fizycznej, ale także z powodów logistycznych. Musiałem przyjeżdżać pół Warszawy do CAMK-u, umawiać się z p. Newelskim, aby był w pracowni, rozstawiać na korytarzu stanowisko, myć co chwilę płyty szklane, a do łazienki było daleko. Naturalnym dla mnie rozwiązaniem było zorganizowanie sobie stanowiska szlifierskiego u mnie w domu. Kiedy chcę, to robię, odpada mi jazda autobusem, umawianie się z kierownikiem pracowni i łazienka była tuż obok. Szybko rozpocząłem budowę własnego stanowiska. Na szczęście mam tolerancyjnych rodziców i pozwolili mi mieć takie stanowisko na środku mojego pokoju na stałe. Do drewnianej dębowej klepki przybiłem gwoździami trzy warstwy grubej płyty paździerzowej o wymiarach ok. 100×100×1,8 cm. Do nich przykręciłem drewniany taboret. Ponieważ podczas szlifowania występują czasem duże siły poziome, to wzmocniłem cztery boczne powierzchnie taboretu płytą paździerzową 18 mm. Do taboretu zamocowałem duże imadło 125 mm. Do tego imadła przykręcałem górną część stanowiska, do którego mocowana była matryca zwierciadła. Pomysł z imadłem był świetny, gdyż szybko mogłem odkręcić górę stanowiska i pójść z tym do łazienki, aby dokładanie je wypłukać z resztek proszków szlifierskich. To stanowisko funkcjonowało u mnie bardzo długo. Wykonałem sporo zwierciadeł i zdobyłem dzięki temu dużo cennych doświadczeń w robieniu teleskopów. Kiedy tak robiłem swoją pierwszą 15-tkę, myślami byłem już przy jakimś większym teleskopie. Wtedy nadarzyła mi się superokazja. Pan Newelski pokazał mi starą, grubą (40 mm) płytę szklaną o średnicy 250 mm, która była niestety zniszczona. Miała wielki odprysk na brzegu na ok. 30 mm. Kiedy obiecałem, że wykorzystam tę płytę na teleskop to ją dostałem. Wpadłem na pomysł, aby zmniejszyć średnicę tego zwierciadła i znalazłem na złomowisku kawałek rury stalowej o średnicy 215 mm. Końcówkę tej rury wytoczył mi p. Lucjan na tokarce do grubości ścianki 1 mm. Piłą do metalu ponacinałem duże zęby w tej rurze. W domu na tym taborecie przybitym gwoździami do podłogi zbudowałem prowadzenie tej rury stalowej i dorobiłem drewniane rączki. Sprawa była prosta. Wystarczyło sypać proszek karborund, polewać wodą pod zęby rury i obracać ją w prawo i w lewo tak przez prawie 2 godziny wśród ogromnego ha-

łasu i zgrzytów. Po przycięciu krążek miał 210 mm średnicy i 40 mm grubości — idealne do podparcia w trzech punktach. Oczywiście kupiłem także tę większą płytę 300 mm. Była cienka i na zwierciadło słabo się nadawała, ale była znakomita na matrycę dla mojej 210-tki. Tak więc wyciąłem z tej 300-tki drugą płytę o średnicy 210 mm. Później różnie przebiegały moje koleje losu, ale po wielu latach wykonałem z tej płyty mój teleskop „OCZKO" o ogniskowej 1120 mm, który służy mi do dziś. Potem wykonałem jeszcze kilka innych teleskopów, w tym najbardziej znane: MIKRON, PICCOLO, TRIPLET i OCTOPUS.

Po jakimś czasie opracowałem swoją metodę szlifowania zwierciadeł, tzw. „ekonomiczną", która znacznie zmniejszała czas szlifowania oraz powodowała, że zwierciadło nie chudło tak jak w normalnie pokazywanej metodzie szlifowania. Na bazie tych moich wieloletnich doświadczeń zebrałem tę zdobytą z trudem wiedzę i napisałem broszurę pt. „Jak samemu wykonać teleskop zwierciadlany", która obecnie jest dostępna w internecie.



Nawet nie przypuszczałem, czytając w 1976 r. w „Poradniku Miłośnika Astronomii" Kulikowskiego o wykonywaniu zwierciadeł, że za kilka lat sam napiszę taki poradnik.

SOPIZ

W kwietniu 1979 r została zawiązana Sekcja Obserwacji Pozycji i Zakryć PTMA. Wśród założycieli Sekcji byli Roman Fangor i Marek Zawilski z Łodzi. Patronem honorowym został doc. Maciej Bielicki, astronom zawodowy, który także prowadził obserwacje zakryciowe. W ramach tej Sekcji obserwatorzy ze wszystkich oddziałów PTMA w Polsce mogli się dzielić swoimi doświadczeniami. Wyniki zakryć były zbierane i co roku wysyłane do Tokio i Waszyngtonu do dalszej obróbki. My po jakimś czasie dostawaliśmy tzw. „redukcje", w których mogliśmy zobaczyć zgodność naszych podanych wyników z obliczonymi, jakie powinny u nas być. Jeśli ktoś posiadał we wszystkich wynikach momenty późniejsze niż były w redukcjach, można było w ten sposób wyeliminować błędnie podane współrzędne naszej lokalizacji. W ramach tej Sekcji mogliśmy należąc do europejskiej grupy obserwato-

rów zakryciowych, liczyć na pomoc w otrzymywaniu efemeryd zjawisk dla każdego obserwatora osobno, a także pomoc w uzyskaniu współrzędnych geograficznych. W tamtych czasach współrzędne geograficzne były tajne i trudne do uzyskania. Nasi koledzy z Zachodu sugerowali nam, abyśmy przysłali mapki sytuacyjne z wymiarami, na których pokazany będzie, most, rzeka, domy itp., to z powrotem dostaniemy od nich współrzędne tego miejsca.

Na początku października 1979 r. udało mi się odszukać na niebie planetoidę Ceres i po dwóch dniach wyraźnie widziałem jak zmieniła ona swoje położenie. Co ciekawe, pogoda dopisywała jeszcze przez następne dni i pozycję tej asteroidy odnotowywałem na mapce wrysowanej w mojej „Księdze Gwiazd Janusza".

Rok 1980 rozpoczął się od wielkiego wydarzenia. 20 stycznia doszło do zakrycia planety Wenus przez Księżyc. Obserwowaliśmy z dachu CAMK. Jakież było wtedy moje zdziwienie, kiedy Roman polecił mi spojrzeć w niebo wzdłuż tubusu lunety, która wycelowana była w Księżyc tuż przed zakryciem Wenus. Okazało się, że na jasnym niebieskim niebie widać było blady wąski sierp Księżyca i niesamowicie jasny punkt tuż obok. Wenus ma o wiele większą jasność powierzchniową niż Księżyc, jest zdecydowanie lepiej widoczna niż Księżyc i w dzień też ją widać, tylko trzeba wiedzieć, gdzie jej szukać. Przez lunetę oczywiście było to znacznie lepiej widoczne. Dzienne zakrycia Wenus i jasnych gwiazd przez Księżyc to były jedne z nielicznych zjawisk astronomicznych prócz zaćmień Słońca i tranzytów planet, które były możliwe do obserwacji w dzień.

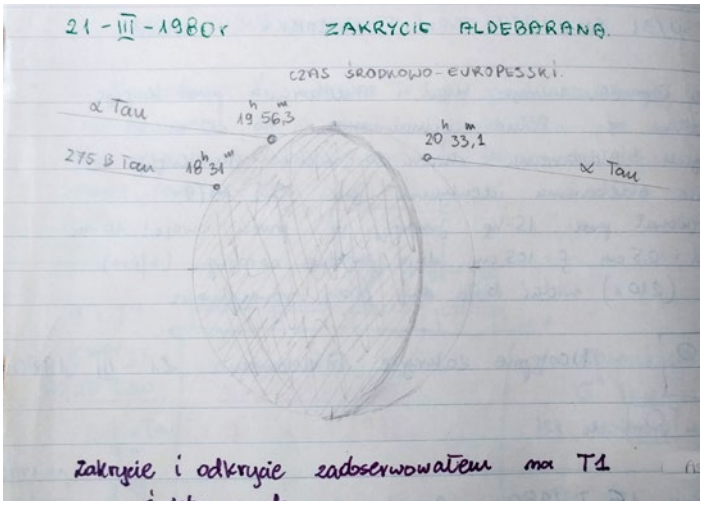
Od początku roku 1980 czekaliśmy z nadziejami na wieczór 21 marca. Tego dnia miało dojść do zakrycia Aldebarana przez Księżyc jego ciemną stroną, wysoko na niebie. Księżyc był wtedy blisko pierwszej kwadry. Wszyscy z naszej Sekcji SOPiZ obowiązkowo wystawili swoje instrumenty na dachu CAMK-u. To było dla nas święto.

Tak jasna gwiazda była zakrywana, że prawie gołym okiem to było widoczne. Najmniejszą lornetką to było już świetnie widoczne. Pamiętam, że przygotowałem swój pierwszy przez siebie wykonany teleskop TN 105/1050, którego tubus zrobiłem z rury kartonowej, a montaż paralaktyczny wykonałem drewniany ze sklejki. Obraz był ciemniejszy niż w teleskopach o większej średnicy, ale jakość obrazów była doskonała. Aldebarana i światło popielate widziałem znakomicie. Roman Fangor swoje stanowisko ustawił na refraktorze 60 mm Zeissa na jedynym naszym montażu z prowadzeniem i już na kilka minut przed zjawiskiem niemal 10 osób ze swoimi teleskopami było gotowych do obserwacji. Od tego zjawiska zauważyłem, że wielokrotnie Roman Fangor miał wielkiego pecha podczas ważnych obserwacji. Często zdarzało się, że zupełnie coś niezaplanowanego zniweczyło jego trud przygotowań. I tak było podczas tego najlepszego zakrycia Aldebarana.

WPADKI

Na dosłownie minutę przed zakryciem na dachu CAMK pojawił się pierwszy raz w historii prezes Oddziału p. Zygmunt Grela, który poprosił Fangora, aby ten szybko pokazał mu, co widać na niebie. Roman podszedł do prezesa i powiedział mu, że za chwilę mu pokaże to niebo, jak tylko zarejestruje zakrycie Aldebarana, które już za chwilę nastąpi. Jak podszedł do lunety, to już Aldebarana nie było widać. Do końca dnia Roman kipiał wściekłością, a my nie mogliśmy specjalnie radować się, jak wspaniale to zjawisko widzieliśmy, aby mu nie psuć humoru jeszcze bardziej.

Innym razem pojechaliśmy na zakrycie brzegowe jakiejś jasnej gwiazdy na wieś, gdzie to zjawisko miało być dobrze widoczne. Roman rozstawił się ze swoim teleskopem w zagrodzie u rolnika. Prosił, aby mu nie przeszkadzano przez jakąś godzinę, bo chce zarejestrować to niecodzienne zjawisko widoczne akurat w tym miejscu. Roman miał fantastyczny słuch i wyczucie czasu i często z powodzeniem stosował metodę „oko–ucho" w rejestrowaniu zakryć. Z rejestratora leciały sygnały czasu, a on, widząc w okularze jak gwiazda znika, rejestrował w pamięci czas zakrycia, licząc pojedyncze sygnały od dłuższego, który był początkiem minuty i szacując ułamek sekundy zjawiska. Ale w tym przypadku było inaczej. Rolnik, chcąc pomóc Romanowi w obserwacji, postanowił przestawić nieco dalej traktor, który mógł mu przeszkadzać w rejestracji. Jednak zrobił to w niefortunnej chwili, kiedy gwiazda zniknęła i pojawiła się. Roman wśród hałasów silnika traktora nie usłyszał sygnałów czasu…



Mnie też pechowe przypadki się zdarzały. Kiedyś na obserwację zakrycia Regulusa przez Księżyc wybraliśmy się większą grupą pod Wałbrzych, a bazą wypadową był Zamek Książ, gdzie mieszkał i pracował nasz jeden z najlepszych obserwatorów, Jerzy Speil. Dość późno wyjechałem z Warszawy i prócz moich dwóch synów miałem w samochodzie duży teleskop na ciężkim drewnianym montażu paralaktycznym z mikroruchami, kamerę CCD do rejestracji zakrycia, monitor, duży akumulator, przetwornicę 12V/220V do magnetowidu, inserter, odbiornik DCF i całe mnóstwo kabli. Kiedy na miejscu obserwacji po godzinie rozstawiłem sprzęt, nawet zdziwiłem się, że miałem wszystkie potrzebne kabelki. Zapomniałem tylko czystej kasety do magnetowidu… W tym momencie nie miałem wyboru. Oznajmiłem dzieciom, że ich ulubiona kaseta z Gwiezdnymi Wojnami, którą przypadkiem miałem ze sobą, niestety, posłuży do badań naukowych. Jednak los okazał się łaskawy dla dzieci. Chmury uniemożliwiły mi rejestrację tego zakrycia.

Janusz Wiland

Kosmicznie we Wrocławiu

Trzecia edycja World Space Week Wrocław, zorganizowana przez stowarzyszenie WroSpace, odbyła się 5 i 6 października 2019 r. Organizatorzy obchodów tygodnia przestrzeni kosmicznej we Wrocławiu ponownie udowodnili, że kosmos to temat, który może być fascynujący dla każdego. Pierwszego dnia korytarze i sale Liceum Ogólnokształcącego nr XVII we Wrocławiu opanowane zostały przez tłum dzieci, młodzieży i dorosłych, którzy mogli wybierać spośród aż 55 warsztatów! Darmowe bilety na wszystkie te wydarzenia zostały pobrane w całości w ciągu zaledwie kilku dni. Stowarzyszenie WroSpace przygotowało szereg interesujących zajęć związanych z astronomią, eksploracją i badaniami kosmosu oraz technologiami kosmicznymi w formie dostosowanej do całego spektrum grup wiekowych. Zajęcia obejmowały między innymi programowanie, zastosowanie danych satelitarnych, grafikę i druk 3D, budowę rakiet, łazików, baz marsjańskich, konstruowanie lunet, kluczy telegraficznych, rąk bionicznych i wiele innych zagadnień. Odbyły się również pokazy w planetarium i warsztaty tworzenia biżuterii kosmicznej. Wszystkie zajęcia prowadzone były przez doświadczonych edukatorów, ekspertów, naukowców, studentów i pasjonatów. Zajęcia z programowania włączone były do programu „Meet and Code".

Dodatkową atrakcją tego dnia było stworzenie Żywej Mapy Nieba — po zapadnięciu zmroku wyposażeni w latarki uczestnicy wydarzenia ustawili się tak, aby odtworzyć układ gwiazd w wybranych gwiazdozbiorach zodiakalnych, które z wysokości kilkunastu metrów zarejestrował dron. W ten sposób powstały niesamowite zdjęcia oraz filmy.

W niedzielę kosmos stał się przyczynkiem do spotkania profesjonalistów i amatorów. Ten dzień to cykl wielu wydarzeń kosmicznych skupionych wokół konferencji popularnonaukowej z udziałem wybitnych gości: Artura Chmielewskiego z NASA, Wiktora Niedzickiego, fizyka, cenionego dziennikarza i autora legendarnych programów, dr. hab. Grzegorza Brony, fizyka, biznesmena i byłego prezesa Polskiej Agencji Kosmicznej, dr. hab. Andrzeja Dragana, fizyka, fotografa, muzyka i reżysera, Sebastiana Soberskiego, kierownika Planetarium i Obserwatorium Astronomicznego im. Mikołaja Kopernika w Grudziądzu, Radka Grabarka, założyciela serwisu internetowego We Need More Space, Magdaleny Filcek, neuroarchitektki, designerki i wynalazczyni oraz grupy Scorpio, projektantów łazika marsjańskiego

Fot. WroSpace

Warsztaty dla dzieci

Fot. WroSpace

Misja balonu stratosferycznego – widok z kamery zamontowanej na balonie

oraz bazy marsjańskiej „Twardowsky". Dzień rozpoczęły misje dwóch balonów stratosferycznych z transmisją na żywo, które jak co roku wyniosły doświadczenia (materiał genetyczny, skrzydło przygotowane przez uczestników warsztatów World Space Week, eksperymentalne pomiary temperatury oraz tracker z systemem pomiaru parametrów LoRa). Balony wzniosły się na wysokość 27 km i pokonały dystans 150 km.

Konferencję otworzyli zaproszeni goście: przedstawiciele Urzędu Miasta Wrocław, Polskiej Agencji Kosmicznej, Polskiego Towarzystwa Astronomicznego, Centrum Nauki Kopernik i ESERO oraz organizatorzy. Ponad 1500 uczestników wysłuchało dwóch sesji prelekcji, dotyczących zastosowania technologii kosmicznych w życiu codziennym, przyszłości Polski w eksploracji kosmosu oraz wiodących tematów z zakresu astronomii. Po każdej sesji mogliśmy wysłuchać fascynujących dyskusji prelegentów i zaproszonych gości z uczestnikami wydarzenia, które odbywały się w ramach projektu European Space Talks. Moderatorem oraz prowadzącą konferencję była dr Milena Ratajczak. Przerwy między sesjami były też świetną okazją do spotkań z prelegentami, wspólnych fotografii, autografów i zadawania dodatkowych pytań.

Konferencji towarzyszyły targi sektora kosmicznego, podczas których swój dorobek prezentowały zarówno firmy, jak i instytucje związane z sektorem kosmicznym i astronomicznym. Kosmiczna strefa dla dzieci, kosmiczna galeria sztuki oraz sala kinowa „Astronarium" budziły zainteresowanie zarówno najmłodszych, jak i starszych uczestników. Można tam było m.in. zobaczyć i przetestować łaziki marsjańskie, porozmawiać z ich twórcami, zbudować i zaprogramować własnoręcznie miniłazika czy dowiedzieć się, jak będzie wyglądała baza na Marsie opracowana przez Space Is More i Scorpio.

W tegorocznej edycji World Space Week Wrocław, organizowanej przez stowarzyszenie WroSpace, wzięło udział ponad 3000 uczestników. Wydarzenie było współfinansowane ze środków Gminy Wrocław, grantu ESERO „Ale Kosmos!", grantu „Meet and Code" oraz darowizn. Patronem była m.in. „Urania".

Zapraszamy do obejrzenia fotorelacji z wydarzenia: http://worldspaceweek.pl/podsumowanie-world-space-week-2019/ oraz filmu podsumowującego WSWW2019: https://youtu.be/zwbTy1Lnq9k.

Stowarzyszenie WroSpace

Marsjańsko w Kielcach

25 000 odwiedzających, ponad 75 000 widzów online

Piąta edycja międzynarodowych zawodów robotów marsjańskich ERC zgromadziła rekordową liczbę obserwatorów. Trwające trzy dni wydarzenie odwiedziło ponad 25 000 gości, którzy do stolicy województwa świętokrzyskiego przyjechali z całej Polski. Trzy razy tyle widzów uczestniczyło w transmisjach na żywo prowadzonych na wielu portalach online oraz kanałach społecznościowych w internecie.

Finał prestiżowego European Rover Challenge 2019 odbył się w dniach 13–15 września 2019 r. na kampusie Politechniki Świętokrzyskiej w Kielcach. Do ostatniego etapu rywalizacji w zawodach przystąpiło 28 zespołów z 13 krajów świata. Na specjalnie uformowanym torze marsjańskim, zawodnicy zmierzyli się w czterech konkurencjach terenowych sprawdzających przygotowanie pojazdów do wykonywania misji kosmicznych. Złotym medalistą, drugi rok z rzędu, została drużyna IMPULS z Politechniki Świętokrzyskiej. Drugie miejsce zajęła ekipa AGH Space Systems z Akademii Górniczo-Hutniczej, a tuż za nimi na podium uplasowali się członkowie zespołu RoverOva z Uniwersytetu Technicznego w Ostrawie.

Jak co roku, oprócz zmagań konstruktorów z całego świata i ich robotów, na gości ERC czekała również Strefa Pokazów Naukowo-Technologicznych. Program obejmował prezentacje, warsztaty i prelekcje dla pasjonatów nauki w każdym wieku. Z badania zrealizowanego podczas wydarzenia przez firmę Selectivv wynika, że najliczniejszą grupę odwiedzających stanowiły osoby w przedziale wiekowym 21–25 lat (25,6%) oraz 26–30 lat (22,4%). Badanie zostało zrealizowane za pomocą technologii Wifitrapping. Zainstalowane na terenie zawodów urządzenia zbierały anonimowe dane o użytkownikach smartfonów. Próba badawcza wyniosła 4104 uczestników.

Dzięki porównaniu z dodatkowymi danymi z bazy firmy Selectivv wiemy m.in., że 43% naszych gości interesuje się nowymi technologiami, 14% to pasjonaci astronomii, a jeden na pięciu odwiedzających ERC przyszedł tam z rodziną. To dla nas bardzo cenne dane, bo pokazują, że na naszym wydarzeniu nie ma uczestników przypadkowych i pozwolą nam jeszcze lepiej dopasować program przyszłej edycji do potrzeb i zainteresowań publiczności. Z badania wiemy również, że odwiedzający ERC przyjechali z całego kraju — powiedział Łukasz Wilczyński, prezes Europejskiej Fundacji Kosmicznej, głównego organizatora wydarzenia.

Kto nie mógł pojawić się na ERC osobiście, śledził wydarzenie podczas transmisji online prowadzonych m.in. przez Piotra Koska — twórcę jednego z najpopularniejszych internetowych programów popularnonaukowych „Astrofaza". Na samym tylko jego kanale relację z wydarzenia obejrzało do tej pory prawie 54 000 internautów, spędzając na tym łącznie 3125 godzin, co przekłada się na 130 dni.

O piątej edycji European Rover Challenge szeroko i często pisały również media lokalne,

Fot. K. Czart

Na Mars Yardzie w trakcie zawodów ERC 2019

ogólnopolskie i zagraniczne. Dzięki temu informacje na temat zawodów ERC i towarzyszących im akcji, takich jak pierwszy w Polsce marsjański autobus edukacyjny, który kursował po ulicach Kielc, dotarły łącznie do ponad 7 mln ludzi.

Współorganizatorami European Rover Challenge 2019 były Europejska Fundacja Kosmiczna i Specjalna Strefa Ekonomiczna „Starachowice" S.A. oraz Mars Society Polska, Województwo Świętokrzyskie, Politechnika Świętokrzyska przy współpracy z miastem Kielce oraz Akademią Leona Koźmińskiego — współorganizatorem konferencji mentoringowo-biznesowej.

Wydarzenie zostało objęte patronatem honorowym Komisji Europejskiej, Europejskiej Agencji Kosmicznej, Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego, Ministerstwa Spraw Zagranicznych, Polskiej Agencji Kosmicznej oraz Związku Pracodawców Sektora Kosmicznego. Wśród patronów medialnych znalazła się m.in. „Urania". Więcej na temat wydarzenia można czytać na bieżąco na stronie www.roverchallenge.eu.

Agnieszka Mrozowska

Fot. ERC

Zwycięskie zespoły ERC 2019 w Kielcach. Miejsce 1 – IMPULS z Politechniki Świętokrzyskiej w Kielcach, miejsce 2 – AGH Space Systems z Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie, miejsce 3 – RoverOva z Uniwersytetu Technicznego w Ostravie

Astronomia ponad podziałami

Spotkanie podczas III Warsztatów Międzynarodowej Unii Astronomicznej dla Azji Południowo-Zachodniej i Centralnej

Areg Mickaellian, dyrektor Biurakańskiego Obserwatorium Astrofizycznego w rozmowie z Eweliną Grądzką, realizatorką projektu „Pod armeńskim niebem".

EWELINA GRĄDZKA: Areg, już piąty raz jak się tu spotykamy! Tym razem przyjechałam uczestniczyć w Warsztatach na zaproszenie Biura Regionalnego Międzynarodowej Unii Astronomicznej. Czy mógłbyś wyjaśnić, czym ono jest oraz jego specyfikę?

AREG MICKAELIAN: Międzynarodowa Unia Astronomiczna ma plan strategiczny pn. *Astronomy for development*[1] dotyczący roli astronomii w działalności na rzecz rozwoju. Zdecydowano o utworzeniu biura o zasięgu światowym w Kapsztadzie w Republice Południowej Afryki oraz biur regionalnych, które będą koordynować te starania w każdym regionie. Obecnie na świecie jest dziesięć takich biur i nasze jest jednym z nich. Nazwaliśmy nasz region nietypowo *South West and Central Asian Region* (Region Azji Południowo-Zachodniej i Centralnej), a kraje, które wchodzą w jego skład, to: Armenia, Gruzja, Iran, Kazachstan, Tadżykistan oraz Turcja. Geograficznie taki podział regionu jest czymś nowym. Nigdy wcześniej nikt tak nie łączył tych państw w jeden region. My połączyliśmy ich wysiłki, a Armenia stała się centrum regionu w 2015 r. W październiku tegoż roku mieliśmy oficjalną inaugurację, a zarazem dużo różnych wydarzeń, jak nasze Warsztaty, projekty związane z profesjonalną astronomią, edukacją, popularyzacją oraz astroturystyką. Astroturystyka była naszym zupełnie nowym pomysłem i zgłosiliśmy taką propozycję do otrzymania grantu, i udało nam się rozwinąć tę ideę w Armenii. Teraz chcemy rozszerzyć to na cały region.

[1] www.astro4dev.org

Prawdą jest, że ten region jest dość nietypowy w stosunku do innych Biur Regionalnych z powodu składu państw, jakie do niego należą.

— Tak, ponieważ w wielu regionach podstawą jest wspólny język, jak np. w Ameryce Południowej czy w świecie arabskim. Oni mogą się bez trudu porozumiewać w swoich rodzimych językach. U nas każdy kraj posługuje się odrębnym językiem. Tak więc używamy oczywiście języka angielskiego. To może jest i dla nas plus, ponieważ od samego początku

wszystko, co publikujemy, musi być w języku angielskim, co uławia nam promocję regionu. Oczywiście, jest to też i problem, ponieważ nie każdy astronom w regionie zna angielski. Na szczęście, w każdym z tych krajów mamy aktywnych koordynatorów, którzy utrzymują z nami kontakt i pomagają koordynować nasze działania.

Przejdźmy teraz do tematyki ostatnich Warsztatów. Czego one dotyczą?

— To już trzecie takie wydarzenie. Postanowiliśmy, że będziemy organizować jedno takie spotkanie w roku, by utrzymywać kontakty, choć na początku się nam to nie udawało. Mam nadzieję, że teraz będzie to już coroczne spotkanie, które gromadzi przedstawicieli wszystkich krajów członkowskich. Jesteśmy też zainteresowani zapraszaniem tych państw, które jeszcze nie są oficjalnie członkami, ale należą do regionu, jak Kirgistan, Turkmenistan, Uzbekistan czy Azerbejdżan. Powinniśmy starać się wspierać te państwa oraz zawierać z nimi umowy o współpracy.

Jak Wam udaje się być aktywnym w tak rozległym regionie?

– Z dumą muszę przyznać, że w sumie to jesteśmy jednym z najaktywniejszych regionów, zarówno pod względem organizacji Warsztatów, jak i innych wydarzeń. Wiem o tym, dlatego że co trzy miesiące odbywa się telekonferencja na Skypie z przedstawicielami wszystkich Biur Regionalnych, w trakcie której raportujemy swoje działania. I kiedy porównuję naszą aktywność z pozostałymi, widać, że jesteśmy naprawdę aktywni, mimo że musimy się mierzyć w tym regionie z konfliktami natury politycznej i różnego rodzaju trudnościami jak różnice językowe czy religijne[2].

To godne podziwu, choć też i trochę smutne.

— Tak, i sprawia, że bardzo trudno koordynuje się pracę w takim regionie. Tym bardziej jestem dumny, że taka ambitna inicjatywa znalazła swoje miejsce w Armenii i że udaje się nam pracować z dużą wydajnością.

Wróćmy do Warsztatów. Były one podzielony na trzy dni i trzy główne grupy tematyczne.

— Dzień pierwszy to zwykle dzień raportowania działań z poszczególnych krajów w regionie z poprzedniego roku. Z czasem postanowiliśmy dodać kolejne dni, by omawiać tematy związane z astronomią, jak edukacja, popularyzacja czy astroturystyka, ponieważ te działania pozwalają na zwiększenie kontaktów między astronomią a szerszym gronem odbiorców czy przedstawicielami strony rządowej, co może się przyczynić do większego wsparcia finansowego w innych dziedzinach.

Musimy się mierzyć z konfliktami natury politycznej i różnego rodzaju trudnościami jak różnice językowe czy religijne

Proszę powiedzieć coś więcej o Waszym flagowym pomyśle w zakresie astroturystyki.

— Astroturystyka to stały projekt przez nas realizowany[3]. W jego ramach stworzyliśmy mapę interesujących miejsc archeologicznych dotyczących współczesnej astronomii w Armenii. Zapraszamy też turystów do odwiedzania naszego obserwatorium. W 2017 r. zorganizowaliśmy konferencję finansowaną przez UNESCO „Astronomical Heritage of the Middle East" (Astronomiczne dziedzictwo Bliskiego Wschodu) poświęconą promocji astronomicznego dziedzictwa i astroturystyki. Uczestniczyłaś w niej jako prelegentka, więc zapewne pamiętasz.

Tak, to było bardzo inspirujące wydarzenie, na którym spotkałam po raz pierwszy przedstawicieli Waszego regionu i mogłam zobaczyć na własne oczy tę imponującą współpracę. Zdałam sobie sprawę, jak wielkie jest astronomiczne dziedzictwo tego regionu i jednocześnie jak mało znane. Szczególnie moją uwagę zwrócił tajemniczy Krater Zorats, fascynująca sztuka naskalna w Armenii, czyli petroglify Voskehat w Ukhtasar, czy interesujące obserwatorium Maragheh w Iranie. W tracie wystąpienia wspomniałeś też i inne inicjatywy dotyczące astroturystyki, jak stworzenie muzeum historii armeńskiej astronomii przy Byurakan Astrophysical Observatory.

— Mamy już jedno muzeum dotyczące życia i dorobku zawodowego Wiktora Ambarcumiana, jednego z najwybitniejszych naukowców w dziejach Armenii, jednego z twórców współczesnej astrofizyki teoretycznej. Specjalizował się w dziedzinie fizyki gwiazd i obiektów mgławicowych, ewolucji gwiazd, dynamiki układów gwiazdowych i galaktyk, zasłynął nowatorską tezą, że zjawiska energetyczne obserwowane w radiogalaktykach nie są wynikiem – jak wówczas sądzono – zderzeń ogromnych galaktyk, ale skutkiem bardzo intensywnych i gwałtownych procesów w samych centrach galaktyk. W 1946 r. założył Byurakan Astrophysical Observatory (Biurakańskie Obserwatorium Astrofizyczne, BAO). Obok muzeum Ambarcumiana, kilka lat temu postanowiliśmy stworzyć muzeum historii całego naszego obserwatorium. Jednakże, obecnie mój pomysł jest nawet szerszy. Szerszy w tym sensie, że historia astronomii w Armenii jest dużo bogatsza i sięga czasów przed założeniem obserwatorium, więc dlaczego by nie stworzyć muzeum historii astronomii w Armenii w ogóle. Zaczynałoby się od czasów starożytnych, jeszcze przed narodzinami Chrystusa. Mogłaby się tu znaleźć prezentacja ormiańskiego kalendarza, sztuki naskalnej, starożytnych obserwatoriów, potem informacja o dokonaniach średniowiecznych naukowców, używania przez nich mapy nieba i przyrządów aż do czasów współczesnych, czyli do XX w. i powstania BAO. Stałoby się to miejscem, w którym odwiedzający zyskuje pełne zrozumienie

[2] Armenia nie utrzymuje stosunków dyplomatycznych z Turcją z powodu nieuznawania przez ten kraj zbrodni przeciwko ludności na Ormianach na początku dwudziestego wieku oraz jest w stanie wojny z Azerbejdżanem o Nagórny Karabach; poza tym Armenia i Gruzja są jedynymi chrześcijańskimi państwami w regionie, podczas gdy Iran, Turcja, Kazachstan, Tadżykistan są zamieszkiwane przez muzułmanów. (przypis red.)

[3] http://iau-swa-road.aras.am/eng/AstroTourism/sites.php

rozwoju ormiańskiej astronomii na przełomie wieków.

To nie jest pierwszy raz, kiedy oddajesz hołd narodowemu dziedzictwu astronomicznemu. W trakcie swojego wystąpienia wspomniałeś, że kiedy byłeś jeszcze studentem, dokonałeś korekty tłumaczenia nazw gwiazdozbiorów w języku ormiańskim.

— Moją dziedziną jest astrofizyka, galaktyki aktywne, ale interesuje mnie każdy temat, który wart jest uwagi. Więc gdy byłem studentem, zauważyłem, że nazwy ormiańskich gwiazdozbiorów były tłumaczone z języka rosyjskiego, co było podwójnym, a nawet potrójnym przekładem. Postanowiłem dotrzeć do oryginalnych nazw, bazując na średniowiecznych mapach nieba, gdzie pojawiają się jeszcze stare ormiańskie nazwy, zmieniłem niektóre z dotychczas używanych nazw lub poprawiłem literówki. W rezultacie na 88 nazw, 33 wymagały korekty w całości lub w części. Zaproponowałem wprowadzenie tych zmian w krótkim artykule w czasopiśmie naukowym. To był koniec lat osiemdziesiątych, wciąż jeszcze czas Związku Radzieckiego. Ale w jakiś sposób wydawca ormiańskiej encyklopedii zauważył mój tekst i zaprosił mnie, bym przedstawił, dlaczego wprowadziłem aż tyle propozycji korekt. Te nazwy znajdowały się w sowieckiej ormiańskiej encyklopedii, która była w ówczesnych czasach największą publikacją w tym zakresie. Potem okazało się, że istnieje coś takiego jak Ormiański Komitet Terminologiczny, który w końcu zaprosił mnie, bym zaprezentował swoje wyniki. Poszedłem tam bardzo przejęty, przerażony perspektywą spotkania z tymi wysoce wyspecjalizowanymi lingwistami, byłem wtedy przecież bardzo młodym człowiekiem, nawet nie lingwistą tylko astronomem. Udałem się tam z nadzieją, że chociaż kilka z moich propozycji zostanie zaakceptowanych. I do końca nie wiem, jak to się stało, ale okazało się, że wszystkie moje 33 propozycje zostały zaakceptowane (śmiech).

Nazwy ormiańskich gwiazdozbiorów były tłumaczone z języka rosyjskiego, co było podwójnym, a nawet potrójnym przekładem. W rezultacie na 88 nazw, 33 wymagały korekty.

Szczęśliwe zakończenie!

— Byłem bardzo zadowolony, ale naprawdę miałem dobre uzasadnienie dla moich zmian. W kolejnej edycji encyklopedii zostały one wprowadzone i teraz używamy wszystkich tradycyjnych ormiańskich nazw.

Dziedzictwo ma znaczenie! *A propos*, zaskoczyłeś mnie, gdy wspomniałeś w wystąpieniu, że na Liście światowego dziedzictwa UNESCO obiekty astronomiczne są bardzo słabo reprezentowane.

— Okazało się to po dokonaniu analizy listy, przedstawiciele Międzynarodowej

Galaktyki i asocjacje Wiktora Ambarcumiana

Wiktor Amazaspowicz Ambarcumian (1908–1996), Ormianin, urodził się w Tbilisi, stolicy Gruzji, w czasie podróży rodziców z Armenii do Piotrogrodu. Swoje pierwsze prace astronomiczne pisał już w wieku chłopięcym. Rodzice docenili jego talent i wysłali go na studia astronomiczne do Leningradu. Jego kolegami byli tam m.in. George Gamow, Lew Landau i Matvey Bronstein. Dyplom uniwersytecki uzyskał tam w 1928 r. Nad swym doktoratem pracował w słynnym i zasłużonym dla astronomii obserwatorium w Pułkowie pod Leningradem w latach 1928–1931. Opiekę naukową sprawował nad nim Aristarkh Belopolsky, dla którego Ambarcumian zachował wielki szacunek do końca życia. Tylko w pierwszych dwóch latach tego okresu młody astronom opublikował 22 prace w międzynarodowych czasopismach astronomicznych!

Z początkiem lat trzydziestych Wiktor Ambarcumian rozpoczął pracę wykładowcy Uniwersytetu Państwowego w Leningradzie, a w roku 1934, w wieku zaledwie 26 lat, został mianowany profesorem astrofizyki tego uniwersytetu. Od tego czasu organizuje w Leningradzie badania astrofizyczne i kieruje utworzoną z jego inicjatywy Katedrą Astrofizyki tamtejszego uniwersytetu przez przeszło 10 lat, do czasu przeniesienia się do Armenii w 1946 r.

Od drugiej połowy lat 30. pochłaniała Go idea budowy wielkiego obserwatorium astrofizycznego w Jego ojczystej Armenii. Oficjalnie utworzone w 1946 roku Obserwatorium Biurakańskie było Jego autorskim pomysłem. Przez wiele dziesiątków lat kierował tą placówką, a ona czerpała projekty badawcze z jego nowatorskich idei i mało ortodoksyjnych koncepcji budowy otaczającego nas świata gwiazd i galaktyk. Od 1947 r. Wiktor Ambarcumian był profesorem astrofizyki w Państwowym Uniwersytecie w Erewaniu, trochę później członkiem Akademii Nauk ZSRR i Armeńskiej Akademii

Uczestnicy projektu „Niebo nad Armenią" fot. nadesłana

Unii Astronomicznej zasugerowali stworzenie nowej listy Outstanding Astronomical Heritage (OAH), czyli Wielkiego Dziedzictwa Astronomicznego[4], która ma uzupełnić znaną listę UNESCO o obiekty w dziedzinie astronomii. Rozpoczęliśmy inicjatywę w zeszłym roku w Wiedniu, gdy odbywało się tam Zgromadzenie Ogólne Międzynarodowej Unii Astronomicznej, a ja zostałem wybrany na członka grupy roboczej w tym temacie. Obecnie zbieramy propozycję list z różnych krajów z uzasadnieniem- tak, jak to robi UNESCO, choć zapewne jego kryteria są nawet bardziej wymagające niż nasze. My wymagamy opisu wraz z uzasadnieniem, dlaczego dany obiekt powinien się znaleźć na liście. Potem dokonamy wyboru i sformułujemy naszą listę w nadchodzących latach i to będzie zależało od aktywności poszczególnych krajów. Na przykład, właśnie skończyliśmy zbieranie informacji na temat takich miejsc w Armenii. Dokonaliśmy wyboru 6 najważniejszych spośród 15 obiektów. Teraz moje zadanie polega na zaprezentowaniu i wyjaśnieniu naszego wyboru i zobaczymy, czy on pojawi się na ostatecznej liście OAH. W trakcie obecnych Warsztatów starałem się zachęcać kraje z naszego regionu, by także przygotowały takie sugestie i zgłosiły swoje propozycje obiektów.

Życzymy powodzenia w tej nowej inicjatywie. Mam nadzieję, że na liście UNESCO w końcu znajdzie się więcej astronomicznych obiektów. Sona Farmanyan, która odpowiada za promocję biurakańskiego obserwatorium, przygotowała bardzo motywujące wy-

[4] https://www3.astronomicalheritage.net/index.php/heritage/outstanding--astronomical-heritage?formaction=showList

Nauk. Był też twórcą międzynarodowego czasopisma astrofizycznego „Astrofizyka", którym kierował, podobnie jak Obserwatorium Biurakańskim, do połowy lat 80.

W początkach swej kariery naukowej Wiktor Ambarcumian uprawiał astrofizykę teoretyczną. W latach 1941–1943 wysunął koncepcję istnienia asocjacji gwiazdowych. Wcześniej znane były gromady gwiazdowe — luźne i mało liczne (gromady otwarte), lub zwarte i bardzo bogate w gwiazdy (gromady kuliste) skupiska gwiazd. Ambarcumian zauważył, że pewne grupy gorących gwiazd (typów widmowych O i B) stanowią dynamicznie niestabilne systemy, asocjacje gwiazdowe i wobec tego muszą być znacznie młodsze niż ogół populacji gwiazdowej. Ta koncepcja legła u podstaw naszego dzisiejszego rozumienia procesów prowadzących do powstawania gwiazd. Ambarcumian postulował, że asocjacje gwiazdowe wzięły początek w supergęstych chmurach pierwotnej materii. Już w latach 30. XX wieku wysunął, dziś powszechnie przyjmowaną, ideę postrzępionej, chmurowej struktury materii międzygwiazdowej. Jako pierwszy zwrócił uwagę na fizyczną naturę aktywnych jąder galaktyk (AGN). W roku 1958 przedstawił swą wizję wielkich wybuchów i bipolarnych wyrzutów gigantycznych ilości materii z jąder galaktyk oraz konieczności istnienia w takich jądrach ciał o wielkich masach i nieznanej naturze. Obserwatorium Astrofizyczne w Biurakanie gościło w latach 1966 i 1986 duże międzynarodowe konferencje poświęcone badaniom tych obiektów.

Wiele renomowanych uniwersytetów na całym świecie ofiarowało mu swe najwyższe wyróżnienie — doktorat honorowy. Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu zrobił to w roku kopernikowskim 1973. Po upadku ZSRR nadano Mu tytuł Bohatera Narodowego Armenii. W roku 1990, w wieku 82 lat, wziął udział w trzytygodniowym strajku głodowym w proteście przeciw łamaniu przez ZSRR praw ludzkich w Nagorno-Karabachu, armeńskiej enklawie Azerbejdżanu.

Powszechny w środowiskach astronomicznych na całym świecie był wielki szacunek i uznanie autorytetu naukowego i moralnego akademika Ambarcumiana. O jego pracach naukowych mówiono, że były oryginalne i rewolucyjne oraz że wyróżniały się matematycznym pięknem i dokładnością. Inny wielki astronom Subrahmanyan Chandrasekhar, składając mu gratulacje z okazji 80. urodzin, napisał: „On jest *par exellence* astronomem. Nie ma chyba więcej niż dwóch lub trzech astronomów w całym XX wieku, którzy mogą spoglądać na swe tak bardzo zasłużone i oddane postępowi astronomii życie".

Andrzej Woszczyk

Obszerne fragmenty tekstu z „Postępów Astronomii" 2/1997, s. 34

stąpienie na temat tego, jak wypracować markę takiej instytucji naukowej jak obserwatorium astrofizyczne i powiedziała, że sloganem BAO jest: REACH UNREACHABLE, czyli sięgaj niemożliwego!

– Ten slogan jest bardzo dobry do motywowania młodych ludzi. Astronomia to najbardziej atrakcyjna nauka. I my, z pewnością, powinniśmy to wykorzystać dla realizacji naszych celów, ale czuję też odpowiedzialność za promocję nauki w ogóle. Inne dziedziny nauki nie mają aż tylu możliwości promocji. Astronomia zachęca młodzież, by „sięgała niemożliwego"… tak jak udało się nam odkryć niektóre sekrety Wszechświata. To stymuluje młodych do marzeń i wysokich ambicji.

Czy Ambarcumian „sięgnął niemożliwego" na swoje czasy?

— Oczywiście! Jak na jego czasy, to wyniki, jakie uzyskał, zdawały się nieosiągalne. Należał do najbardziej rewolucyjnych uczonych. Mogę go porównać do Kopernika pod względem sposobu myślenia i pracy. Zazwyczaj naukowcy pracują bardzo ostrożnie, analizując ogromną ilość danych, poświęcając temu wiele czasu i uzyskując stosunkowo niewielkie postępy. Ale są też tacy astronomowie, którzy proponują rzeczy, w które innym trudno uwierzyć i je zaakceptować. To jest bardzo trudne, ale też i bardzo ambitne. Rewolucyjni naukowcy są rzadkością w dziejach nauki i samej astronomii. Wśród nich, jednak, wymieniłbym oczywiście Kopernika i może jeszcze kilku innych uczonych, a w XX w. Ambarcumiana.

Czy może on stać się przykładem dla młodych ludzi?

Tak i twoja propozycja w trakcie Warsztatów jest bardzo ważną sugestią, by promować naukę wśród młodzieży właśnie przez postać Ambarcumiana, przez jego sławę. Prawie wszyscy w Armenii znają jego nazwisko. Ale większość nie ma pojęcia, czego dokonał na polu astronomii. Wiedzą, że takie małe państwo jak Armenia miało tak znamienitego na skalę światową naukowca. Warto, by młode pokolenie zdawało sobie sprawę, że naukowcy są bardzo ważni, że dokonują nowych odkryć, są nośnikiem postępu w społeczeństwie i utrzymują je przy życiu. Zawsze staram się wyjaśniać młodym ludziom, że trzeba być ciągle na bieżąco. Trzeba podążać za życiem! W przypadku naukowców to jest szczególnie widoczne, gdyż oni sami pchają życie naprzód! Stanie się naukowcem, jest czymś motywującym dla młodych, którzy lubią być na bieżąco, stale podążają za nowinkami… a to jest bezpośrednio i natychmiast połączone z nauką.

To jest coś, co staraliśmy się przekazać w naszym wspólnym projekcie *Pod armeńskim niebem*[5]. Co sądzisz o naszych małych krokach ku osiągnięciu opisanych właśnie przez Ciebie celów? Czy myślisz, że to było wartościowe doświadczenie dla Waszego ośrodka, dla szkół oraz dla ormiańskich nauczycieli?

— Uważam to za bardzo ważny pomysł. Jedyne, co mogę dorzucić, to tylko to, aby mogło odbywać się na jeszcze większą skalę. Udało się nam przekazać 10 teleskopów do szkół oraz wytrenować 20 nauczycieli w trakcie dwóch szkoleń oraz rozpocząć funkcjonowanie nowych klubów astronomicznych, które pod koniec projektu podzieliły się swoją nową wiedzą i umiejętnościami ze społecznością lokalną. Ale oczywiście, to jest kropla w morzu. Może być potraktowane jako projekt pilotażowy , który pokazuje sukces, ważność i istotę metody przez nas użytej. Teraz trzeba szukać kolejnych środków, by kontynuować to, co zostało już zaczęte. Najważniejsze, że wspólnie pokazaliśmy, jak mają wyglądać pierwsze kroki i że są one skuteczne.

Mam szczerą nadzieję, że uda nam się to rozszerzyć w przyszłości I podzielić się dalej polskim doświadczeniem. *Fundacja Edukacja dla Demokracji*, która sfinansowała nasz projekt ze środków programu „RITA-Przemiany w regionie" zapewne byłaby bardzo usatysfakcjonowana, gdyby udało się nam zdobyć kolejne środki na kontynuację działań.

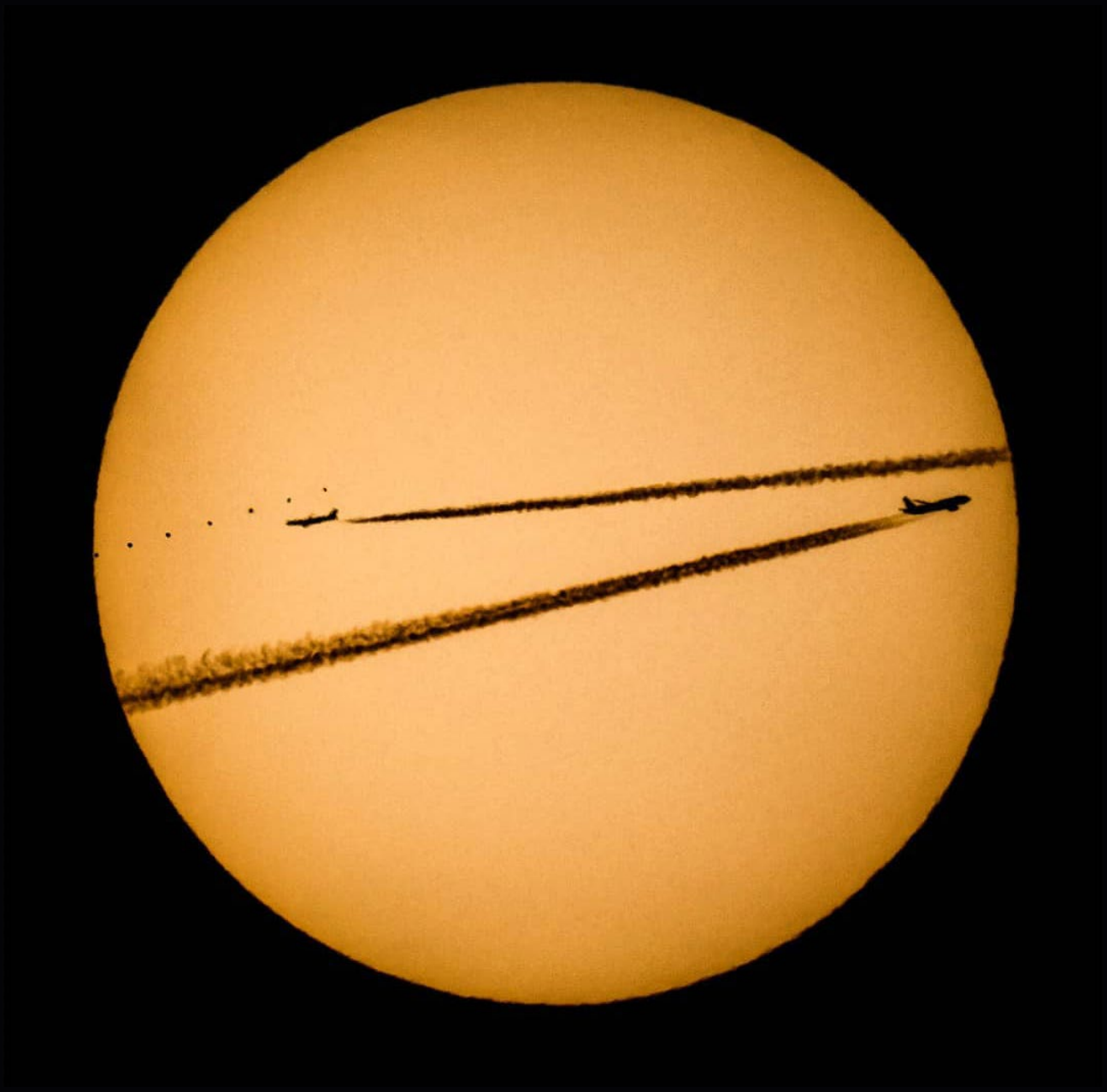
— To jest zgodne z celami wspomnianego już programu *Astronomy for development*, który ma na celu wykorzystywanie astronomii nie tylko do dokonywania postępu naukowego, ale także do wpływania na poprawę warunków życia ludzkości.

Mam nadzieję, że wszystkie omawiane plany na przyszłość się spełnią i powtórzę to, co powiedziałam na zakończenie Warsztatów: Wiktor Ambarcumian byłby dumny ze wszystkich Waszych wysiłków.

■

[5] Zob. „Urania" 6/2015, s. 22–26 oraz „Urania" 1/2018, s. 42–45.

Autorka wywiadu podczas Warsztatów fot. nadesłane



11 listopada br. mieliśmy okazję obserwować przejście planety Merkury przed tarczą naszej dziennej gwiazdy. Niestety, mieszkańcom Północnej Polski na przeszkodzie stanęły warunki pogodowe. Południowa część kraju miała zdecydowanie więcej szczęścia. Następna okazja dopiero za 13 lat.

Powyższe efektowne zdjęcie tranzytu Merkurego i dwóch samolotów przed tarczą słoneczną jest złożeniem 7 klatek. Autorką zdjęcia jest Kamila Mazurkiewicz-Osiak z Puław (Synta 1200/200 mm, Canon 7D mk2, ISO 100–400, czasy eksp. 1/2000 – 1/4000 s). Aby je wykonać, przejechała ponad 1000 km w głąb Słowacji w okolice miejscowości Strbske Pleso (1300 m n.p.m.). Jak się okazało, trafiła nie tylko idealnie z pogodą, ale i... w korytarz powietrzny nad Słowacją.

Po prawej Merkury na tarczy Słońca w dużym zbliżeniu Huberta Dróżdża z Radomska (stack z 1-minutowego avika z zestawu Mak180 + ZWO ASI 224 MC).
Więcej na fanpage'u „Astrofotografia Radomsko"

Polscy studenci w Chile

Eclipse de Sol 2019

W lipcu 2019 r., po niemal pół roku przygotowań, blisko trzech tygodniach podróży, w górach Chile grupa studentów z Uniwersytetu Mikołaja Kopernika w Toruniu oraz Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza w Poznaniu przeprowadziła obserwacje zaćmienia Słońca. Był to punkt kulminacyjny projektu „Eclipse de Sol Chile 2019", ale nie jedyny astronomiczny akcent wyjazdu.

Beata Zjawin

Krzysztof Lisiecki

Dzięki wsparciu finansowemu od Uniwersytetu Mikołaja Kopernika w Toruniu, miasta Toruń oraz czasopisma „Urania" zaplanowaliśmy wyjazd do Chile — można rzec międzynarodowej stolicy astronomii. W planach mieliśmy nie tylko zaćmienie. Chcieliśmy sprawdzić też wpływ poszczególnych faz zaćmienia na lokalną pogodę czy przeprowadzić obserwacje aktywności słonecznej. Cała grupa była również wyposażona w profesjonalny sprzęt, aby udokumentować to wyjątkowe zdarzenie. Dzięki temu podczas długich nocy możliwe było robienie wyjątkowych fotografii południowego nieba, w tym centrum Drogi Mlecznej czy Obłoków Magellana. Cały wyjazd zwieńczyła wizyta w Obserwatorium Paranal i zwiedzenie VLT — jednego z najnowocześniejszych teleskopów na świecie!

Zaćmienie

Przez stulecia całkowite zaćmienia Słońca były jedyną okazją do obserwacji korony naszej gwiazdy dziennej. Nie można im odebrać ogromnego wkładu w rozwój najstarszej nauki świata. Na przykład, w sierpniu 1868 r., korzystając z ówczesnych zdobyczy technologicznych, czyli spektrografów, odkryto nowy pierwiastek — hel. Natomiast w roku 2019 przypadła setna rocznica przeprowadzenia doświadczenia Arthura Stanleya Eddingtona. Dokładnie sto lat temu ten brytyjski astrofizyk podjął się niezwykle trudnego zadania, jakim było potwierdzenie ogólnej teorii względności. Podczas zaćmienia w 1919 r., na Wyspie Książęcej, leżącej w pobliżu zachodniego wybrzeża Afryki, wykonał on 19 zdjęć nieba. Na ich podstawie dokonał precyzyjnych pomiarów położeń gwiazd w pobliżu tarczy Słońca. Porównanie ze zdjęciem tego samego obszaru nieba wykonanym o innej porze roku pozwoliło na określenie odchyleń spowodowanych ugięciem światła w polu grawitacyjnym Słońca. Było to pierwsze eksperymentalne potwierdzenie teorii, która stoi u podstaw dzisiejszego zrozumienia fizyki. Współcześnie astronomowie wykorzystują nowoczesne koronografy, niejako imitując zjawisko.

Całkowite zaćmienie Słońca to jedno z najbardziej pierwotnych zjawisk,

Fot. 1. Zdjęcie wykonane w fazie nazywanej przez obserwatorów pierścionkiem z brylantem. Jest to chwila, w której bardzo mały fragment Słońca nie jest przysłonięty przez Księżyc, ale jest na tyle mały, że nadal możemy podziwiać koronę. Zdjęcie zostało wykonane aparatem canon eos 700D z obiektywem 800 mm

Fot. 2. Poniższa grafika to efekt końcowy stackowania dwunastu zdjęć wykonanych aparatem canon eos 700D z obiektywem typu rybie oko o ogniskowej 12 mm. Każda ekspozycja trwała 30 s

które w niezmiennej formie towarzyszy ludzkości od zarania dziejów. Tegoroczne zaćmienie można było obserwować z niemal całej Ameryki Południowej i południowej części Pacyfiku. Jego maksymalną fazę można było zobaczyć w Argentynie i Chile. Wybraliśmy zachodnie wybrzeże kontynentu, głównie dlatego, że pogoda w tym rejonie jest nieco bardziej stabilna.

Drugiego lipca, w okolicy miejscowości La Higuera, od samego rana można było zobaczyć ludzi szukających miejsca na rozstawienie swojego sprzętu lub, po prostu, na spokojne obserwowanie zjawiska. Przy autostradzie Panamerykańskiej trudno było znaleźć choć kilka metrów wolnej przestrzeni! Tymczasem poznańska część naszej grupy spędziła ostatnią noc na szczycie pobliskiej góry i to właśnie tam przeprowadziliśmy nasze obserwacje. O godzinie 15.22 doszło do pierwszego kontaktu. Potem, z każdą minutą, można było zauważyć, jak tarcza Słońca coraz bardziej zostaje przysłaniana przez Księżyc (fot. 1). Faza całkowita trwała dokładnie 2 min i 36 s, a zaczęła się o 16.38.36. W tym momencie wszystkie zwierzęta ucichły, okolicę spowił mrok, a ludzie zaczęli krzyczeć. Podziwiali koronę i widoczne protuberancje; wielu przygotowało się na tę okoliczność, przywożąc na prawie 3000 m n.p.m. teleskopy, lornetki czy aparaty z teleobiektywami. Z rozmów z innymi obserwującymi, można było usłyszeć niejedną opinię, jakoby było to najpiękniejsze zjawisko, jakie zobaczyli w życiu! W ich głosach słyszeliśmy podekscytowanie, ale również smutek, że trwało to tak krótko. Doświadczenie „gasnącego" Słońca w środku dnia jest niepowtarzalne i trudne do opisania. Polecamy wybrać się na jedno z nich każdemu, kto interesuje się astronomią i nie tylko!

Zważywszy na to, że byliśmy pod przepięknym, chilijskim niebem, a Księżyc był w nowiu, nie mogliśmy odpuścić takiej okazji i noc po zaćmieniu spędziliśmy w górzystym terenie z dala od miasta. Obserwując gwiazdy na południowej półkuli można być nieco skonfundowanym, ponieważ znaczna część widocznego tam nieba jest zupełnie inna niż w Polsce. Obłoki Magellana, centrum Drogi Mlecznej w całej swej okazałości czy Krzyż Południa, to obiekty, których w naszym kraju nie uświadczymy, a zdecydowanie są warte zobaczenia (fot. 2).

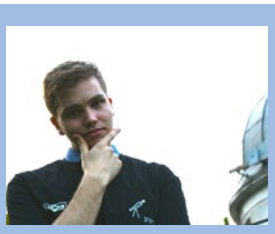
Obserwatoria Atacamy

Mieliśmy również okazję zwiedzić teleskopy Europejskiego Obserwatorium Południowego (ESO). Obserwatorium na wzgórzu Cerro Paranal (2635 m n.p.m.) zrobiło na nas ogromne wrażenie. Było ono o tyle szczególne, że Krzysztof, jeden z członków naszej wyprawy, w swoim projekcie modelowania kształtów mgławic planetarnych wykorzystuje dane zebrane właśnie tam. Cztery teleskopy optyczne z pionierskimi technologiami, optyką aktywną i adaptacyjną, o średnicy aż 8,2 m majestatycznie wyłaniają się z pustynnego krajobrazu. Warto podkreślić, że te robiące niezwykłe wrażenie lustra składają się z jednego elementu, a nie z mniejszych segmentów, jak w przypadku innych największych zwierciadeł na świecie. Z teleskopów można korzystać osobno, można też połączyć je w interferometr — tzw. VLTI (ang. Very Large Telescope Interferometer) — i korzystać z niego, uzupełniając konstrukcje o cztery przestawiane teleskopy optyczne o średnicy 1,8 m. Zwiedzanie obserwa-

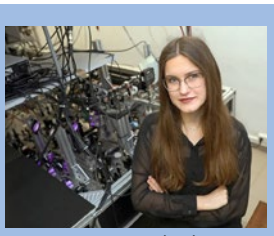
torium obejmowało nie tylko oglądanie samej platformy oraz wnętrza teleskopu, ale również wycieczkę do sterowni oraz centrum noclegowego dla astronomów słynącego z tego, że kręcili tam jedną z części filmów o agencie jej królewskiej mości, Jamesie Bondzie. Ze wzgórza Paranal udało się nam zobaczyć jeszcze dwie wyjątkowe rzeczy. Pierwszą była pobliska góra, której szczyt został spłaszczony. Trwają tam już przygotowania do budowy największego teleskopu optycznego na świecie, ELT (ang. Extremely Large Telescope). Jego zwierciadło główne będzie miało średnicę aż 39 m i będzie się składać z 798 elementów. Drugim niespotykanym zjawiskiem, jak widać na zdjęciach, są chmury nad obserwatorium. Teleskopy powstały właśnie na pustyni Atacama, ponieważ stwarza ona doskonałe warunki do obserwacji. Jest to jedno z najbardziej suchych miejsc na świecie, a prądy morskie zatrzymują chmury znacznie poniżej wysokości Cerro Paranal (fot. 3).

Będąc na Atacamie, każdy astronom marzyłby o zobaczeniu jeszcze jednego z nowoczesnych obserwatoriów ESO: ALMA. Znajduje się ono jednak tak wysoko, że wycieczki organizowane są tylko do sterowni znajdującej się niedaleko miasteczka San Pedro de Atacama, znacznie niżej niż samo obserwatorium. Niezniechęceni wysokościami, po otrzymaniu kilku rad od astronomów poznanych na Paranal, wyruszyliśmy jednak w drogę, z której miały być widoczne teleskopy ALMA. Nie była to droga na marne: każdemu wybierającemu się do Chile chętnie zdradzimy, z którego zakrętu pustynnych dróg między dwoma wzgórzami widać rozłożone nierównomiernie radioteleskopy. Jednak same radioteleskopy można podziwiać z odległości około 15 km, więc polecamy wziąć lornetki.

Wyjazd nasz zwieńczyło kolejne zaćmienie, tym razem Księżyca. Widoczne trochę krócej niż w Polsce, mogliśmy je jednak obserwować w pięknej, pustynnej scenerii. Niestety przez pełnię nie udało nam się zobaczyć nieba z Atacamy, podobno najpiękniejszego na świecie, ale dzięki temu mamy idealny pretekst do powrotu do Chile, być może nawet na kolejne zaćmienie, które będzie tam widoczne już w grudniu 2020 r.



Krzysztof Lisiecki, student trzeciego roku astronomii na Uniwersytecie Mikołaja Kopernika w Toruniu. Finalista LX Olimpiady Astronomicznej i popularyzator nauki.



Beata Zjawin, studentka piątego roku fizyki na UMK. Pracuje w grupie CASTLE (Cold Atomic Space-Time Laboratory) nad poszukiwaniami ciemnej materii przy pomocy optycznych zegarów atomowych.

Fot. 3. Mimo niezwykłych warunków klimatycznych, niekiedy chmury zawitają i na Atacamę

DELTA® optical

Dobson 8″ Pyrex

Duże teleskopy Newtona na montażu Dobsona od zawsze reprezentowały najlepszy stosunek ceny do możliwości. Obrazy uzyskiwane w teleskopie Dobsona 8″ zachwycą nawet doświadczonych obserwatorów.

- Apertura to najważniejszy parametr teleskopu - zwierciadło Dobsona 8″ **ma aż 20cm!**
- Ogniskowa **1200mm** umożliwiająca zaawansowane obserwacje Księżyca i planet
- Tuba osadzona na bardzo stabilnym montażu azymutalnym
- Wyciąg okularowy 2” z redukcją na 1,25”
- Zwierciadło wykonane z wysokiej jakości szkła **PYREX**
- W zestawie szukacz i dwa okulary

Dodatkowo modele dostępne w serii Sky-Watcher Dobson:

- Dobson 6” 150/1200
- Dobson 8” Flex Tube 203/1200
- Dobson 8” Flex Tube Go-To 203/1200
- Dobson 10” 254/1250
- Dobson 10” Flex Tube 254/1250
- Dobson 10” Flex Tube Go-To 254/1250
- Dobson 12” 305/1500
- Dobson 12” Flex Tube 254/1250 305/1500
- Dobson 12” Flex Tube Go-To 305/1500
- Dobson 14” Flex Tube Go-To 356/1650
- Dobson 16” Flex Tube Go-To 406/1800
- Dobson 18” SynScan Go-To 457/1900
- Dobson 20” SynScan Go-To 508/2000

Sky-Watcher Star Discovery

Poznaj serię teleskopów Star Discovery wyposażonych w system wyszukiwania i śledzenia obiektów Go-To. Jest to idealna propozycja dla wszystkich którzy organizują pokazy astronomiczne i obserwacje grupowe. Jeszcze nigdy odkrywanie tajemnic kosmosu nie było tak proste!

- Stabilny montaż azymutalny z wbudowanym napędem
- System Go-To umożliwia namierzanie i śledzenie ponad **42.900 obiektów!**
- Wygodne i intuicyjne sterowanie montażem za pomocą pilota
- Montaż zasilany jest bezprzewodowo przez 8 baterii AA

Modele dostępne w serii Star Discovery:

- Refraktor achromatyczny 102/500 mm
- Teleskop Maksutova 102/1250 mm
- Teleskop Newtona 130/650 mm
- Teleskop Maksutova 127/1500 mm
- Teleskop Newtona 150/750 mm

Głowica Astrofotograficzna Star Adventurer

Sky-Watcher Star Adventurer wyznacza nowe standardy w prostej, mobilnej astrofotografii szerokich pól (ang. wide-wield astrophotography). Jest małym i niepozornym z wyglądu urządzeniem, które w istocie jest precyzyjną i zaawansowaną kilogramową głowicą paralaktyczną z szeregiem użytecznych cech, umożliwiającą fotografowanie nawet z ogniskowymi 300-500 mm.

- 7 zaprogramowanych prędkości śledzenia.
- 72 godzin pracy na 4 bateriach AA.
- Podświetlana lunetka biegunowa.
- Wyzwalanie migawki aparatu.
- Dedykowany klin paralaktyczny.
- Wbudowany port guidera ST-4.
- Nośność do 5 kg.

Sky-Watcher BKP 15075 EQ3-2

Model BKP15075 należy do najbardziej uniwersalnych teleskopów w swojej kategorii cenowej. Z odpowiednimi okularami tuba umożliwia zarówno osiągnięcie bardzo szerokiego pola widzenia jak i znacznych powiększeń do obserwacji planetarno-księżycowych.

- Apertura teleskopu wynosi **150mm** zaś ogniskowa **750mm**
- EQ3-2 to mocny montaż paralaktyczny – po doposażeniu w napęd może służyć do prostej **astrofotografii**
- Montaż wyposażony jest w **mikroruchy**
- Wyciąg okularowy 2" z redukcją na 1,25"
- Duża światłosiła wynosząca **f=5** znacznie skraca czas naświetlania przy astrofotografii
- W zestawie szukacz i dwa okulary

Mińsk Mazowiecki
Nowe Osiny, ul. Piękna 1
T. 25 786 05 20

Salon firmowy w Katowicach
ul. Uniwersytecka 13, Budynek Altus
T. 32 729 94 90

Salon firmowy w Gdańsku
ul. Grunwaldzka 40/9
T. 58 739 52 10

Salon firmowy w Warszawie
Al. Jana Pawła II 19, Atrium Garden
(wejście z boku budynku)
T. 25 786 05 28

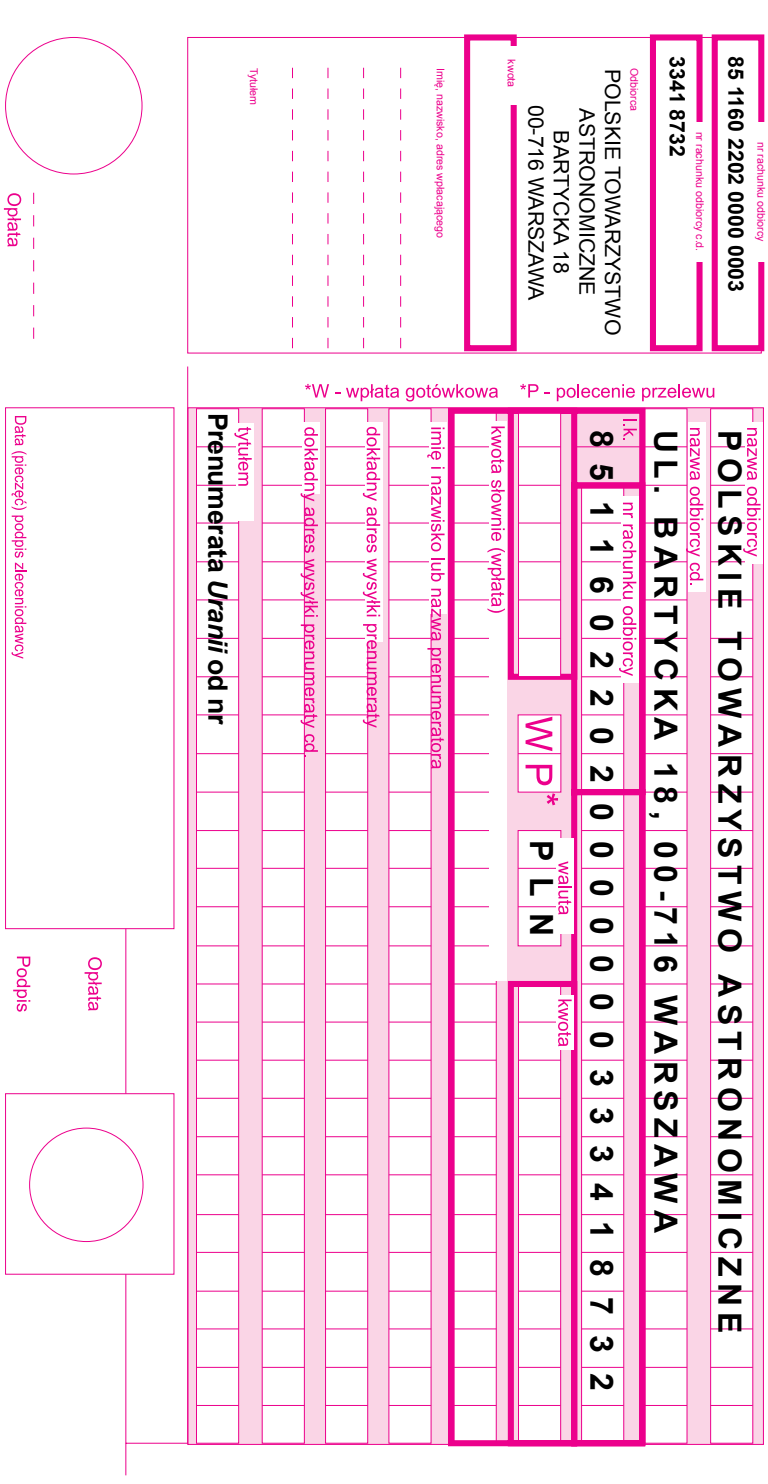
www.astroshow.deltaoptical.pl

Delta Optical Polska

www.deltaoptical.pl

PRENUMERATA

Fot. M. Substyk



NOWE STULECIE LEPSZA CENA

Zapytacie dla kogo? Dla Czytelników czy dla Redakcji? Przede wszystkim dla „Uranii"! Wierzę, że nikt, kto by kupił „Uranię" za 14,90, nie poskąpi dla niej dodatkowych, skromnych dwóch złotych! Ten numer jest wyjątkowy, specjalnie na Święta dokładamy do niego Kalendarz Astronomiczny i upominek dla dzieci – komiks o Gwieździe Betlejemskiej z kolorowankami do własnego wykonania. O różne specjalne dodatki staramy się często, w numerze 4/2019 był to plakat NASA, za 2 miesiące chcemy dołączyć poster „klepsydrę" z wykresem wschodów, górowań i zachodów planet. Dbając o zachowanie jakości „Uranii", musimy taką cenę w wolnej sprzedaży, tj. 16,90 zachować przez cały najbliższy rok, a mam nadzieję, że uda się ją utrzymać i w latach następnych. Koszty powoli, ale nieubłaganie rosną, szczególnie ostatnio po podwyżce VAT z 5% do 8%. Jedyną możliwość obniżki ceny stanowi zwiększenie sprzedaży i nakładu, więc namawiajcie do kupowania wszystkich miłośników astronomii, krewnych i znajomych.

Ten sam problem dotyczy niestety prenumeratorów. Musimy podnieść cenę prenumeraty do 84,– zł (14 zł za pojedynczy numer). Tutaj już niemal od roku zmagamy się z drastyczną podwyżką kosztów wysyłki zafundowaną nam przez Pocztę Polską. To wciąż jedyna firma, która jest w stanie dotrzeć do każdego Czytelnika w najdziwniejszym zakamarku naszego kraju. I tutaj możliwa obniżka ceny wiąże się ze wzrostem liczby prenumeratorów. Zachwalajcie „Uranię" uczniom, zwłaszcza tam, gdzie nie ma EMPiK-ów czy salonów prasowych InMedio i Relay. Polecajcie „Uranię" szkołom i nauczycielom – wciąż zachowujemy dla nich zniżki, choć są na granicy opłacalności.

Wierzę też, że zachowają lub wykupią prenumeraty wszyscy członkowie PTMA. Właśnie obchodziliśmy nasz wspólny Jubileusz. Dla Was też zachowujemy zniżkę i bardzo prosimy o świadomość, że to nasze wspólne dzieło i wspólne czasopismo.

Maciej Mikołajewski

Cena pojedynczego numeru „Uranii": 16,90 PLN

Roczna prenumerata krajowa: 84,– PLN (14,– zł za numer)

Dłuższa (12 numerow) prenumerata krajowa: 168,– PLN

Prenumeraty zagraniczne są 2× droższe niż krajowa.

Prenumerata dla szkół i nauczycieli: 70,– PLN

Prenumerata dla członków PTMA: 60,– zł (indywidualne i na oddział)

Wpłat można dokonywać również indywidualnie (dopisek prenumerat PTMA) – wyrywkowo będziemy sprawdzać stan opłacenia składek w Oddziale.

Bieżące numery można zamawiać również w wersji elektronicznej.

Ceny numerów archiwalnych pozostają bez zmian

Szczegóły i promocje:

https://www.urania.edu.pl/prenumerata

Życie codzienne na Marsie

Dziś proponuję udać się na Marsa. W przenośni, bo chociaż od czasu do czasu powraca temat wyprawy człowieka na Czerwoną Planetę, to na zrealizowanie tego marzenia przyjdzie jeszcze trochę poczekać. Z drugiej strony Mars jest bardzo intensywnie badany „na miejscu" za pośrednictwem stacji krążących wokół planety, jak i przede wszystkim lądowników.

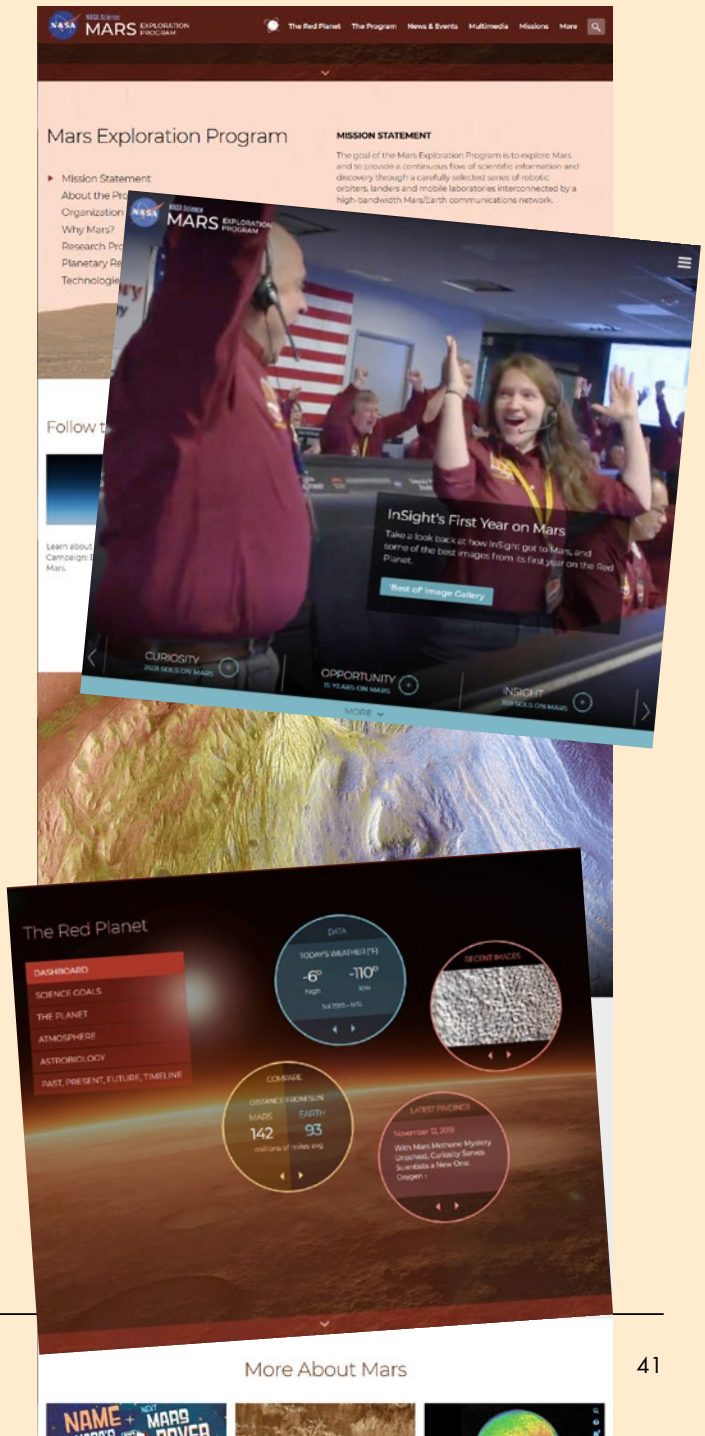
Proponuję dwa adresy: jeden bardziej ogólny https://mars.nasa.gov/ odnoszący się do wyników różnych misji marsjańskich. Mamy do dyspozycji obszerny materiał, duża część to multimedia. Jedna z ciekawych pozycji widocznych na stronie głównej portalu to marsjańska „stacja meteorologiczna" podająca temperaturę (w stopniach Fahrenheita oraz Celsjusza), godzinę wschodu i zachodu Słońca, ogólny stan atmosfery (poziom promieniowania UV, nasłonecznienie), porę roku (obecnie lato) i ciśnienie atmosferyczne. Nie chcę jednak wyliczać tutaj materiałów, do których mamy dostęp za pośrednictwem portalu. Jak zwykle zostawiam naszym Czytelnikom trud (i przyjemność) wędrowania po tym labiryncie.

Drugi adres to: https://mars.nasa.gov/insight/ odnoszący się do konkretnej misji InSight. Można dotrzeć do niego bez trudu za pośrednictwem poprzedniej strony, ale tutaj wspominam o nim, gdyż InSight jest ostatnim obiektem, który osiadł na powierzchni Marsa. Marsjańska „stacja meteorologiczna", o której wspominam wyżej, znajduje się właśnie na pokładzie InSighta i przy okazji możemy dotrzeć do pełnego raportu na temat pogody na Elysium Planitia — obszarze w pobliżu równika marsjańskiego, na którym osiadł próbnik. Mamy do dyspozycji dobowe przebiegi (z ostatnich trzech dni) temperatury, ciśnienia i prędkości wiatru wraz z jego kierunkiem. Kolejnym przyrządem śledzącym zmiany na Marsie (a właściwie pod jego powierzchnią) jest sejsmometr SEIS — pierwsze od 40 lat (albo od czasu misji Viking) urządzenie tego rodzaju umieszczone na powierzchni Marsa. Są już pierwsze obserwacje wskazujące na dobrą pracę urządzenia.

Na pokładzie InSighta znajdują się też urządzenie HP3 służące m.in. do analizy przepływu ciepła (generowanego pod powierzchnią Marsa) przez kilkumetrową warstwę powierzchni planety. Część urządzenia odpowiedzialna za wbijanie HP3 w grunt marsjański (tzw. penetrator Kret HP3) powstała w Polsce w firmie Astronika przy współpracy m.in. z Centrum Badań Kosmicznych PAN.

Uważny Czytelnik mógł znaleźć część informacji tutaj wspomnianych, jak i sam adres misji Insight na stronie Uranii https://www.urania.edu.pl/wiadomosci — warto zresztą możliwie często na nią zaglądać — nowe, ciekawe informacje astronomiczne pojawiają się tutaj praktycznie codziennie. Wracając natomiast do adresu https://mars.nasa.gov/insight/ — oferuje on oczywiście znacznie więcej informacji niż tych wykorzystanych na stronie „Uranii" i jak zwykle, warto samodzielnie się z nimi zapoznać.

Roman Schreiber



Zatoka Perska dla miłośnika astronomii

Plejady w Dubaju

Paweł Drożdżal

Zjednoczone Emiraty Arabskie, a w szczególności Dubaj i okolice, to dziś popularny kierunek podróży wśród wielu polskich turystów. Jednakże, czy ten kraj poza ogólnie dostępnymi wyprawami na pustynię, plażami i ciepłymi wodami Zatoki Perskiej oraz strzelistymi budynkami Dubaju może w swej ofercie turystycznej zaproponować miłośnikom astronomii coś związanego z ich pasją? Czy planując tutaj podróż, można także wzbogacić i rozwinąć swoją pasję astronomiczną i kontakty z innymi miłośnikami obserwacji nieba? Czy Urania – muza astronomii – zawitała także i tu?

Rys. 1. Centrum Astronomii „Al-Suraja" (stan na 8.2017)

Rys. 2. Park Mushrif w Dubaju

Będąc w Emiratach w odwiedzinach u przyjaciela, postanowiłem to sprawdzić i wybrać się do Dubaju, gdzie mieści się Centrum Astronomii „Al-Suraja" stowarzyszone z Dubajską Grupą Astronomii (ang. *Dubai Astronomy Group*), które liczy ponad 8 tys. członków (rys. 1).

Siedziba tego centrum astronomicznego mieści się w Parku Muszrif, który wraz z innymi parkami i miejscami zieleni jawi się jako oaza w mieście wybudowanym na pustyni (rys. 2). Sam park jest odległy w prostej linii o ok. 10 km od lotniska w Dubaju oraz o ok. 18 km od największego jak do tej pory budynku świata (wysokość całkowita — 829 m), czyli słynnego Burdż Chalifa. Warto przy okazji nadmienić i pamiętać, że Dubaj to wciąż wielkie centrum budowy, w którym ciężką pracą wielu robotników, m.in.

Rys. 3. Ostateczna koncepcja wyglądu Centrum Astronomii „Al-Suraja"

z Pakistanu, Indii i Bangladeszu wznoszone są coraz to nowe wieżowce, w tym Dubai Creek Tower, który według niektórych źródeł ma mieć wysokość 1300 m.

Budynek Centrum „Al-Suraja" ma wysokość 19,06 m i dość sporą powierzchnię 2696,12 m^2, a na jego budowę i rozwój przeznaczono dotychczas około 50 mln złotych (~50 mln dirhamów) [1]. Słowo Suraja (الثريا) jest arabską nazwą gromady otwartej Plejady (M45) w gwiazdozbiorze Byka. W starożytnej kulturze arabskiej Plejady były oznaką dobrego czasu. Oglądanie na niebie M45 przyjmowano jako dobry omen i znak pomyślności w podejmowanych działaniach. Jako ciekawostkę można podać, że według arabskiego historyka Ibn Iszaka (ok. 704 — zm. 761 lub 767), Mahomet — twórca islamu potrafił doliczyć się 12 gwiazd w Plejadach [2].

Miałem przyjemność oglądać Centrum „Al-Suraja" jeszcze przed jego prapremierowym otwarciem, które nastąpiło 4 października 2017 r. [3].

To nowoczesne centrum astronomiczne w Emiratach ma głównie służyć dydaktyce, jak i turystyce (rys. 3). Ma zainspirować nowe pokolenie Emiratczyków do entuzjastycznego nastawienia do przestrzeni kosmicznej i astronomii oraz zachęcać do edukacji w tych dziedzinach w szkołach. Jego celem jest także zwiększenie świadomości w zakresie nauk o przestrzeni kosmicznej i astronomii poprzez opracowanie specjalistycznych programów edukacyjnych w tych dziedzinach na obszarze kraju. Aktualnie powyższe założenia spełniane są bardzo dobrze poprzez organizowanie obserwacji i pokazów nieba za pomocą 4 teleskopów (40 cm, 25 cm, 23 cm oraz słonecznego z filtrem Hα), seansów filmów astronomicznych, letnich obozów astronomicznych, np. „Przyszły Astronom" oraz wykładów dla młodzieży szkolnej w odpowiednio przystosowanej do tego auli (rys. 4).

W budynku mieszczą się także biblioteka i sklep astronomiczny będący też wypożyczalnią teleskopów, kawiarnia, sklep z pamiątkami oraz wystawa, na którą składają się obrazy i modele pojazdów oraz planety Układu Słonecz-

Rys. 4. Aula wykładowa

nego. Poza budynkiem będziemy mogli przechadzać się wśród zieleni (ogrodu), gdzie część ścieżek przyjmie kształt gwiazdozbiorów (rys. 5).

Co pewien czas członkowie Dubajskiej Grupy Astronomii oraz wszyscy zainteresowani spotykają się na obserwacjach nie tylko przy budynku Centrum Astronomii „Al-Suraja", ale także organizują wycieczki obserwacyjno-astrofotograficzne (rys. 6) na pustynię z dala od świateł wielkiego i wysokiego Dubaju lub w okolice szczytu góry Dżabal al-Dżajs (1934 m n.p.m.) odległego od centrum Dubaju o ok. 110 km. Te górskie tereny dodatkowo pozwalają na oglądanie nieba w warunkach lepszej przejrzystości powietrza. Centrum „Al-Suraja" zaangażowane jest także w akcję „Teleskop dla każdej szkoły" oraz promowanie wiedzy o ochronie nieba przed zanieczyszczeniem sztucznym światłem.

Centrum Astronomii „Al-Suraja" ma oczywiście swoją stronę internetową www.dubaiastronomy.com, a także jest aktywne w mediach społecznościowych, takich jak Facebook czy Twitter, gdzie na bieżąco podawane są informacje o spotkaniach czy wykładach dla wszystkich zainteresowanych osób. Przewodniczącym i założycielem Dubajskiej Grupy Astronomii jest powszechnie tu szanowany za zasługi dla rozwoju astronomii amatorskiej Hasan Al-Hariri [1, 3, 4, 5].

Warto także dodać, że poza Dubajem, w miejscowości Al-Wasba (ok. 45 km na południowy wschód od centrum stolicy Abu Zabi) jest zlokalizowane prywatne obserwatorium o nazwie Al-Sadim, czyli po arabsku mgławica (alsadeemastronomy.ae) [6]. Wyposażone jest ono w 40-cm teleskop (Meade LX850), za pomocą którego prowadzano pomiary jasności obiektu MAXI J1820+070, a wyniki badań zamieszczono w publikacji pt.: Optical precursors to X-ray binary outbursts, Russell i inni., *Astronomische Nachrichten*, 2019. Obserwatorium działa także na polu popularyzacji astronomii, np. jako uczestnik festiwalu nauki w Abu Zabi w 2018 r. W Emiratach dla potrzeb ludzi dostępnych jest tylko kilka planetariów.

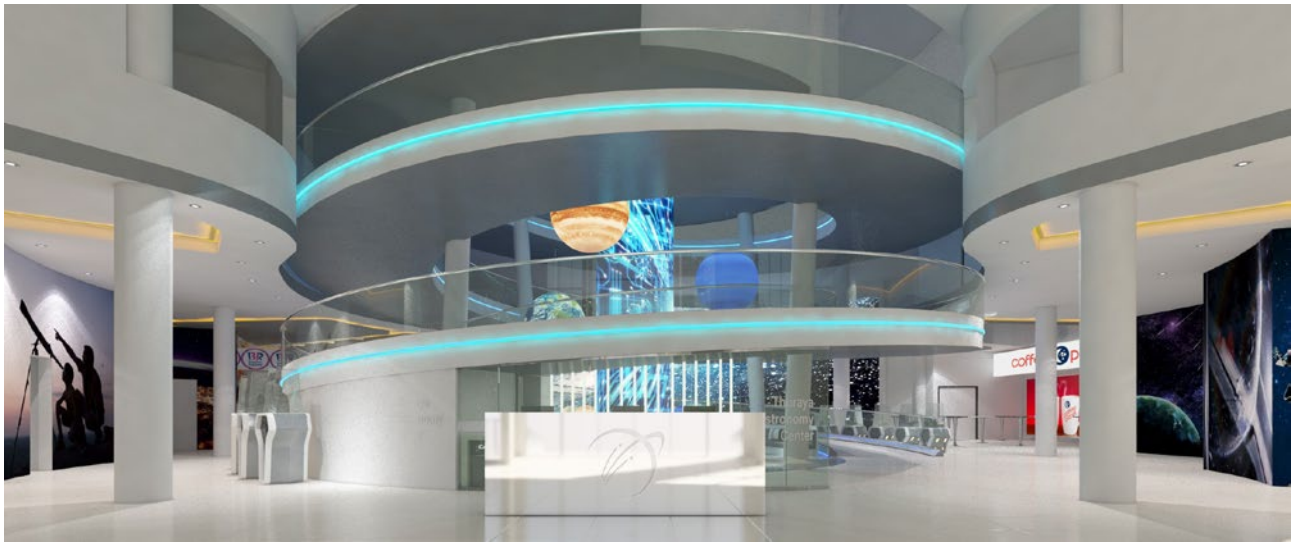
Rys. 5. Widok z tarasu na otoczenie budynku „Al-Suraja"

Rys. 6. Zdjęcia astronomiczne członków Dubai Astronomy Group

„Al-Suraja" to prężnie rozwijające się centrum astronomii w państwie, którego ambicją poza propagowaniem astronomii wśród szerokiego grona odbiorców, jest także współpraca i udział w wydarzeniach na szczeblu lokalnym, regionalnym i międzynarodowym w dziedzinie astronomii i przestrzeni kosmicznej. W ramach ww. współpracy międzynarodowej w przyszłości jest planowana organizacja konferencji Astronomia i Przestrzeń Kosmiczna, pierwszej tego typu w Dubaju, której jednym z głównych celów ma być próba wprowadzenia międzynarodowych firm z obszaru astronomii czy kosmonautyki do Emiratów.

Serdecznie namawiam wszystkie osoby (nie tylko miłośników „Uranii") przebywające w Dubaju do odwiedzenia Centrum Astronomii „Al-Suraja" (rys. 7).

Położone w Parku Muszrif Centrum „Al-Suraja" to nie tylko miejsce, gdzie zostaniemy przyjęci i wprowadzeni w świat astronomii z dużą serdecznością i przyjaźnią. To także cenny przykład do naśladowania, jak należy propagować wiedzę astronomiczną i naukowy sposób myślenia wśród polskiej młodzieży przykutej często tylko do gier komputerowych i mającej coraz rzadziej możliwość (i chęć) obserwowania i podziwiania gwiaździstego nieba. Na zakończenie należy stwierdzić, że ambicje i cele miłośników astronomii w Dubaju mierzą równie wysoko jak Burdż Chalifa, gdyż kolejnymi projektami mają być otwarcie obserwatorium w górach Al-Hadżar al-Gharbi (okolice miejscowości Hatta) i stworze-



Rys. 7. Wnętrze centrum Al-Suraja

nie obszaru ciemnego nieba (ang. the Marmoun Astronomy Resort [1].

Podziękowania

Pan Aamir Sohail, Shaneer Siddiqui i Sheeraz Ahmad Awan — to osoby, którym składam serdeczne podziękowania za gościnę i umożliwienie mi zwiedzania Centrum „Al-Suraja".

Literatura

1) https://www.thenational.ae/uae/science/dubai-looks-to-the-stars-as-dh50-million-astronomy-centre-to-open-next-month-1.620631

2) https://en.wikipedia.org/wiki/Pleiades_in_folklore_and_literature

3) http://gulfnews.com/xpress/news/oct-4-soft-launch-for-Al-Suraja-astronomy-centre-1.2097176

4) http://gulfnews.com/news/uae/leisure/dubai-s-new-astronomy-centre-to-sell-4-5b-year-old-meteorite-pieces-1.2059172

5) https://fridaymagazine.ae/life-culture/people-profiles/want-to-touch-a-meteorite-see-stars-up-close-head-to-Al-Suraja-astronomy-centre-1.2127899

6) https://www.thenational.ae/uae/science/love-for-the-night-sky-leads-emirati-to-build-the-uae-s-first-space-observatory-1.36374

W takiej postaci świat poznał idee Kopernika!

Jedyne nowożytne tłumaczenie I wydania Dzieł Kopernika dokonane przez astronoma wraz z łacińskim oryginałem.

NICOLAI COPERNICI
DE REVOLUTIONIBUS ORBIUM COELESTIUM
LIBRI SEX.
MIKOŁAJA KOPERNIKA
O OBROTACH CIAŁ NIEBIESKICH
KSIĄG SZEŚĆ

Reprint IV wydania
De revolutionibus
w tłumaczeniu
Jana Baranowskiego
z 1854 roku.

Unikatowe wydawnictwo Fundacji Nicolaus Copernicus
dostępne w internetowej księgarni URANII:
http://www.urania.edu.pl (zakładka sklep)

Trochę o radioastronomii

Teksty dotyczące badań w zakresie radioastronomii ukazują się w Science i Nature dosyć licznie. Były już wprawdzie referowane w tym dziale, ale w tej dziedzinie dzieje się sporo i warto do tematu wrócić. Zaczniemy od najdalszych krańców Wszechświata.

Jerzy Kuczyński

Aby się dowiedzieć, co działo się w trakcie ewolucji Wszechświata, oczywiście najlepiej byłoby przyjrzeć się całej historii Wszechświata, tworząc coś w rodzaju filmu. Do pewnego stopnia można to zrobić — ze względu na to, że prędkość światła jest skończona, dalekie obiekty widzimy takimi, jakimi były dawniej. W szczególności obiekty o redszifcie (z) rzędu tysiąca to już niemal obserwacja Big Bangu. Z okresu o redszifcie tego rzędu pochodzi promieniowanie tła. Badając rozkład tego promieniowania, można próbować odczytać rozkład materii w tym okresie. To jeden obrazek. Potem jest spora przerwa i dopiero przy przesunięciu ku czerwieni rzędu kilkunastu istnieje szansa na następny obrazek. A dalej jest już lepiej. Gdzieś w okolicach z równego 10 Wszechświat był przeźroczysty i można go obserwować przy użyciu normalnego teleskopu.

Nietrudno jednak się domyśleć, że obserwacja obiektów o „zecie" rzędu kilku nie jest łatwa. Jeden z najbardziej oczywistych kłopotów powoduje przesunięcie ku czerwieni. Po prostu nasze „okno na Wszechświat" to zakres przeźroczystości atmosfery. Dla fal zbliżonych do światła widzialnego jest to 300–1100 nm. A więc światło wyświecone na krótkofalowej granicy tego zakresu znajdzie się poza granicą długofalową okna już dla redsziftu około cztery. Inaczej mówiąc, teleskopy typu optycznego obserwują w podczerwieni odległe galaktyki takimi, jakimi były w dalekim nadfiolecie. Z jednej strony to dobrze, bo właśnie nadfiolet niesie informacje o gwiazdogenezie, ale z drugiej kłopot, bo trudno porównać własności tych galaktyk z bliskimi galaktykami, jednak dużo lepiej nam znanymi w zakresie widzialnym. Stąd konieczność umieszczania przyrządów na orbicie, gdzie nie ma ograniczenia związanego z atmosferą. Nie ma jednak tego złego, co by na dobre nie wychodziło. Dosyć długie fale o długościach rzędu centymetrów po przesunięciu w kierunku fal długich trafiają w radiowe okno atmosfery. A jak wiemy, z falami radiowymi radzimy sobie dobrze. Prawdę mówiąc dużo lepiej niż z optyką[1].

Najdalsza przeszłość, czyli linia 21 cm

W szczególności istnieje charakterystyczna długość centymetrowej fali, która może nam powiedzieć bardzo dużo o Wszechświecie. To 21-centymetrowa fala wodoru. Przede wszystkim ta fala jest pojedyncza, a więc dość łatwa do wyodrębnienia, a z drugiej strony wodór jest popularnym składnikiem „normalnej" materii, może więc posłużyć do tworzenia mapy jej rozkładu. A z oczywistych względów właśnie ten rodzaj materii najbardziej nas interesuje. W *Nature* z 15 sierpnia 2019 r. (t. 572, s. 298) D. Castelvecchi omawia ten właśnie temat. Tekst raczej elementarny, jednak bardzo aktualny. Spróbujemy go więc krótko zrelacjonować. Poza dość znanymi faktami i zgrabnym porównaniem Wszechświata do arbuza[2] znajdziemy tam krótką historię oddziaływania promieniowania linii 21 cm z materią. Otóż pierwsze interesujące wydarzenie dotyczące tej linii zachodzi już 5 mln lat po Wielkim Wybuchu. Wówczas wodór staje się na tyle zimny, by oddziaływać z promieniowaniem w ten sposób, że pochłania go więcej niż emituje. Oczywistym efektem jest zmniejszenie „jasności" linii wodoru pochodzącej z tego okresu. Późniejszy spadek temperatury promieniowania powoduje rozjaśnienie tej linii. Następna zmiana następuje, gdy Wszechświat ma około 200 mln lat. W tym okresie materia zaczyna się kondensować, tworząc pierwsze gwiazdy i galaktyki. Wielkie gwiazdy III populacji emitują ogromne ilości nadfioletu, co powoduje następne zubożenie omawianej linii.

Pół miliarda lat po Wielkim Wybuchu wodór przechodzi jeszcze jedną zmianę. To tzw. epoka rejonizacji. Promieniowanie młodych gorących gwiazd jest na tyle wysokoenergetyczne i jest go na tyle dużo, by praktyczne cały wodór został zjonizowany. Rekombinacja powoduje, że taki wodór staje się silnym źródłem promieniowania odpowiadającym tej linii. Jednak dotyczy to nie całego wodoru. Wodór znajdujący się w pobliżu galaktyk pozostaje pod wpływem promieniowania gwiazd i nie emituje promieniowania o tej długości. Dlatego badając jasność tej linii w danym „zecie" (czyli odpowiednio przesuniętej) w funkcji kąta, możemy znaleźć rozkład przestrzenny powstających galaktyk („mapę materii") w danym momencie historii Wszechświata. Wspomniane zdarzenia są rozciągnięte w czasie. Obserwując linię wodoru w różnych „zetach", tworzymy mapę czasowo-przestrzenną niosącą informacje o powstawaniu gwiazd i galaktyk (zob. rysunek). Jak widać, badanie jasności linii 21 cm pozwala na, przynajmniej zgrubne, odtworzenie znacznej części historii Wszechświata i to tej części jego historii, która z różnych względów w innych długościach fal jest dla nas niedostępna. Jak wiemy, mamy niemałą władzę nad radiową częścią widma, a obecnie, tworząc ogromne interferometry, uzyskujemy bardzo dobrą rozdzielczość kątową. Biorąc to pod uwagę, widzimy, że jest coraz bardziej realna możliwości uzyskania „filmu" przedstawiającego powstawanie struktury

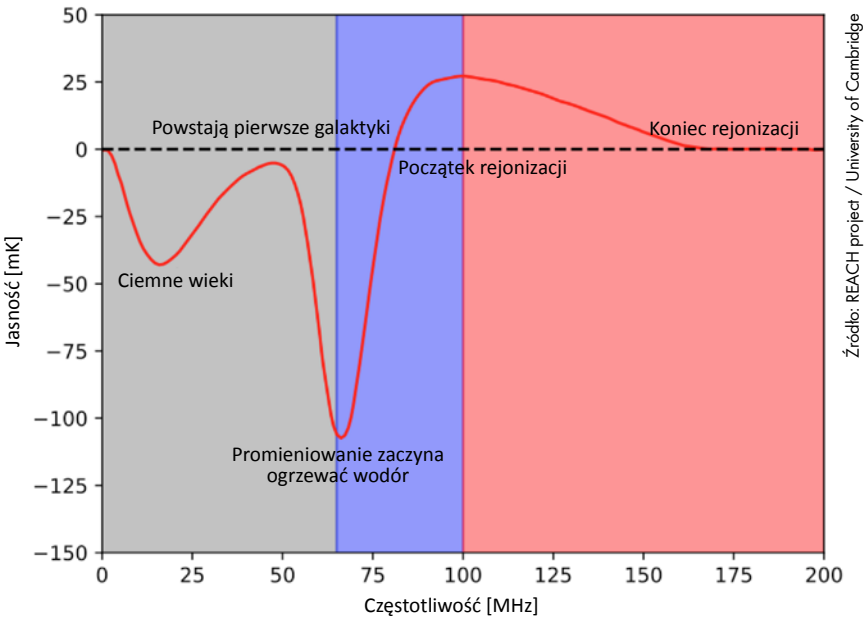
[1] Po prostu łatwo zrobić cewki i kondensatory tworzące układy rezonansowe dla fal radiowych.

[2] Nasza Galaktyka w centrum, pestki w różowym miąższu to galaktyki, zielona skóra odpowiada Wielkiemu Wybuchowi oraz zdarzeniom w jego najbliższym sąsiedztwie czasowym. Najbardziej interesująca z punktu widzenia kosmologii część to biały miąższ. Opowiadałby okresowi od powstawania cząstek, przez bariogenezę, do powstawania galaktyk.

Wszechświata, przy czym radioastronomia wydaje się (chwilowo?) mieć tu najwięcej do powiedzenia. I Castelvecchi tak mniej więcej podsumowuje sprawę w końcowej części tekstu, omawiając liczne powstałe ostatnio instrumenty i projekty dotyczące radioastronomii.

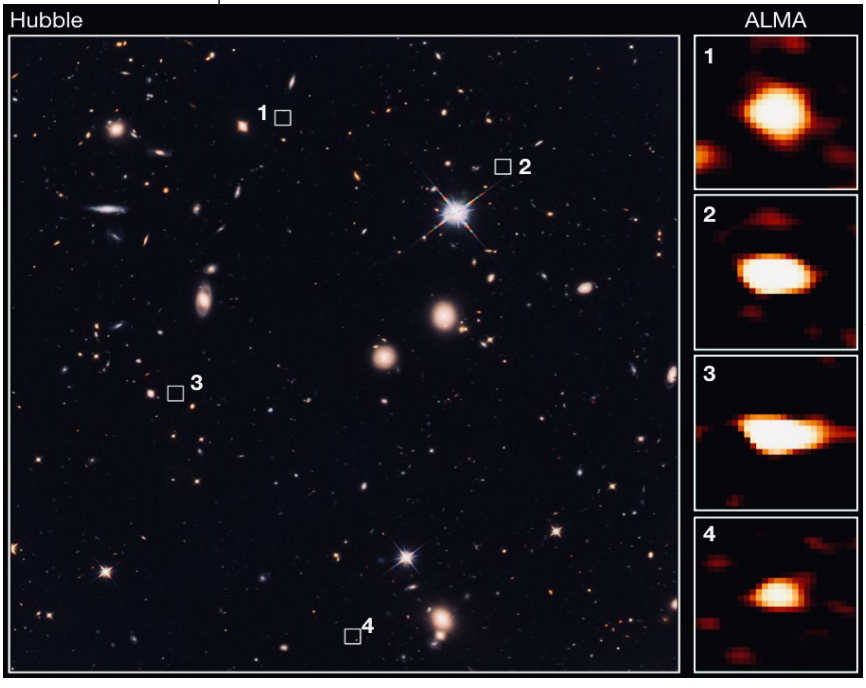
Gwiazdogeneza, czyli wiek średni

Współcześnie jednym z najbardziej „gorących" tematów badań dla astronomii jest problem gwiazdogenezy, czyli kiedy, gdzie i w jakiej ilości powstawały gwiazdy. Na pierwszy rzut oka wydaje się, że to nie jest problem dla radioastronomii. Maksimum gwiazdogenezy przypada na redszift dwa do trzech. To okres, gdy Wszechświat jest przeźroczysty, a więc widoczny w zakresie optycznym. Dodatkowo przesunięty o taką wartość nadfiolet jest odbierany jako czerwień i bliską podczerwień, czyli światło dostępne dla ziemskich teleskopów. Chwila refleksji pokazuje, że jednak tego rodzaju problemy niekoniecznie zostaną rozwiązane w wyniku badań w zakresie optycznym. Z jednej strony istotne są również początki gwiazdogenezy, a pierwsze gwiazdy powstają w momencie, dla którego redszift wynosi kilkanaście. Oczywiście intensywna gwiazdogeneza oznacza duże ilości nadfioletu, który może trafić w widzialną część widma. Przynajmniej gdy chodzi o redszift rzędu kilku. Co jednak będzie, gdy galaktyka jest zanurzona w chmurze materii? Oczywiście nadfiolet zostanie pochłonięty przez pył, czyli galaktyka nie będzie bezpośrednio widoczna, emitując głównie podczerwień, jaką emituje rozgrzany pył. Podczerwień, po przesunięciu „ku czerwieni", na Ziemię dotrze jako daleka podczerwień, a nawet jako krótkofalowe promieniowanie radiowe. Czyli wracamy do radioastronomii.



Ewolucja w czasie fluktuacji fali 21 cm od wodoru neutralnego. Wykres przedstawia spodziewaną uśrednioną jasność sygnału na fali 21 cm

W pracy z 8 sierpnia T. Wang i 11 innych autorów reprezentujących Europę i Daleki Wschód (*Nature*, t. 572, s. 211) przedstawia wyniki takich badań. Wspomniani autorzy, prowadząc badania w zakresie fal submilimetrowych (870 mikrometrów), donoszą o odkryciu 39 galaktyk niewidocznych ani optycznie, ani w bliskiej podczerwieni. Konkretnie przyglądnięto się obszarowi nieba około 600 minut kwadratowych i znaleziono 63 „podejrzane" obiekty o jasności w dalekiej podczerwieni poniżej 24 mag. Przy pomocy ALMA (Atacama Large Milimeter/submilimeter Array) przyjrzano się tym obiektom z dość krótkim, bo wynoszącym niecałe dwie minuty, czasem zbierania promieniowania, co odpowiadało jasności nieco powyżej 1,6 mJy. Większość z tych obiektów (wspomniane 39) została zarejestrowana i zidentyfikowana jako galaktyki o dość intensywnej gwiazdogenezie. Oceniono, że galaktyki te mają redszift większy od trzech i gwiazdogenezę odpowiadającą około 200 $M_\odot$ na rok. Gęstość powierzchniowa obserwowanych obiektów wynosi około $5{,}3 \cdot 10^2$ J obiektu na stopień kwadratowy, co, jak twierdzą autorzy, oznacza gęstość przestrzenną około $2 \cdot 10^{-5}$ galaktyki na megaparsek sześcienny. Szacując zależność gwiazdogenezy od redsziftu, autorzy otrzymują masę powstających gwiazd odpowiednio na 2,9, 2,1 oraz 0,9 dla redsziftów



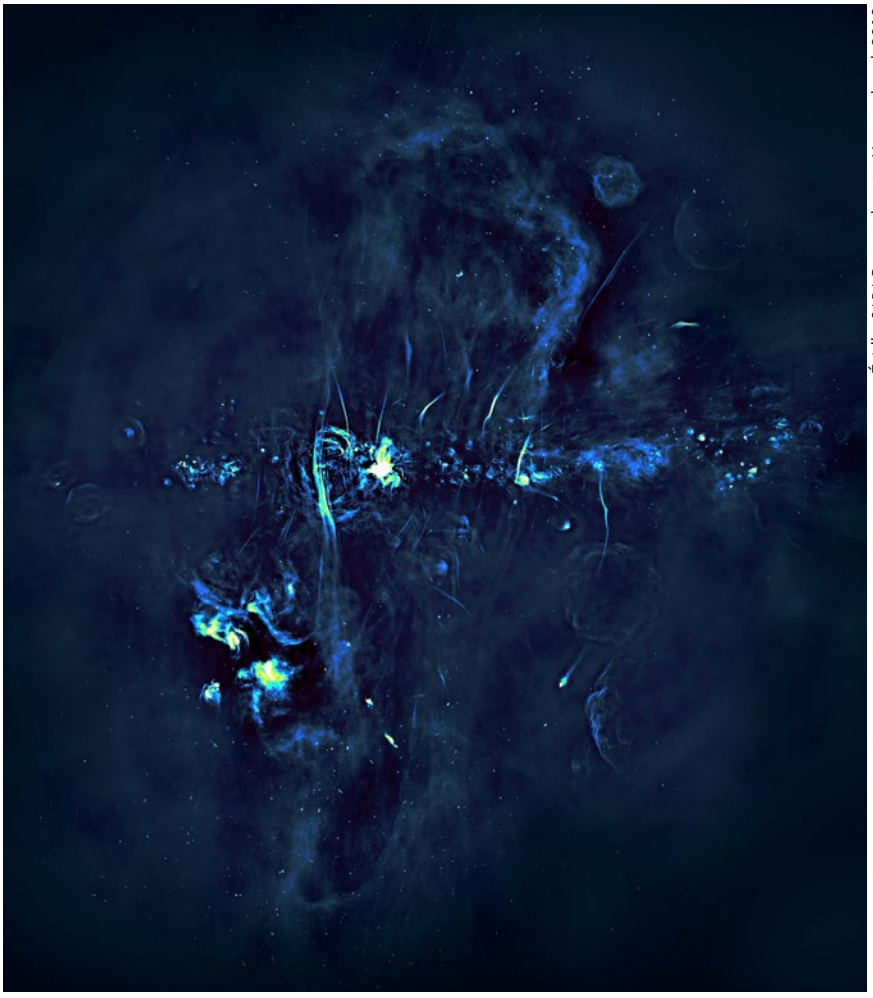
Sieć radioteleskopów ALMA zidentyfikowała 39 galaktyk niewidocznych na zdjęciach z Kosmicznego Teleskopu Hubble'a. Oto porównanie obserwacji z obu teleskopów. Kwadratami pokazano położenie galaktyk dostrzeżonych przez ALMA, a po prawej mamy ich radiowe obrazy

równych odpowiednio 4, 5, 6 w jednostkach 10^{-3} $M_\odot$ na rok i megaparsek sześcienny (średnio 1,6, co zgadza się z oszacowaniami dotyczącymi masy ówczesnych galaktyk, a mówiącymi, że najmasywniejsze galaktyki w tym okresie mają masę około $1{,}3 \cdot 10^{11}$ $M_\odot$.

Jak już wspomniano, optycznie galaktyk opisanych w omawianej pracy nie widać i dotychczas ich istnienia „w bilansie" nie uwzględniano. Gdyby je uwzględnić, to może okazać się, że galaktyki zanurzone głęboko w pyle mogą być nawet dziesięciokrotnie liczniejsze od dotychczas rejestrowanych optycznie galaktyk w tej epoce. Oznaczałoby to, że obecne galaktyki w przytłaczającej większości przechodziły stadium „ukrycia" w chmurze materii. Oczywiście rzecz nie jest niespodziewana i zbliżone doniesienia, ale dotyczące pojedynczych obiektów, były już publikowane (np. D.A. Richers, *Nature*, 2013, t. 496, s. 329), niemniej tym razem wygląda na to, że można już budować jakąś statystykę.

Bliski Wszechświat, czyli nasza Galaktyka

Radioastronomia to również obiekty z naszej Galaktyki. W szczególności interesujące jest centrum Mlecznej Drogi, którego głównym składnikiem jest Sgr A*, czarna dziura o masie około 4 mln mas Słońca. Wprawdzie „nasza" czarna dziura jest raczej spokojna i nie wywołuje tak spektakularnych zjawisk, jak aktywne jądra galaktyk[3], jednak potrafi trochę „narozrabiać". Od pewnego czasu wiadomo, że prostopadle do płaszczyzny Galaktyki i przyczepione do jej centrum znajdują się tzw. bąble Fermiego[4] — obszary sięgające odległości 8 kpc od płaszczyzny Galaktyki. Nie wiadomo, czym są i jak powstały, choć przypuszcza się, że mają związek z Sgr A*. Mogą to być pozostałości dżetów związanych z czarną dziurą. Dżetów obecnie nie ma, więc i związek jest mało oczywisty i wymaga badań.



Źródło: SARAO na podstawie: Heywood et al. 2019

Radiowy obraz centralnej części Drogi Mlecznej. W płaszczyźnie galaktyki znajdują się jasne struktury od gwiazd, które wybuchły lub obszarów formowania się nowych gwiazd. Czarna dziura w centrum galaktyki skrywa się w najjaśniejszym z takich obszarów. Z kolei bąble odkryte przy pomocy teleskopu MeerKAT rozciągają się prostopadle do płaszczyzny galaktyki

12 września w *Nature* (t. 537, s. 235) I. Heywood (i około stu innych autorów) przedstawił wyniki badań drobniejszych, ale jak się wydaje, powstałych stosunkowo niedawno, bąbli znajdujących się w pobliżu obiektu Sgr A*. Jak piszą autorzy, czarna dziura prawdopodobnie przyczyniła się do destrukcji niewielkiej gromady młodych gwiazd, która znalazła się 6 mln lat temu koło pół parseka od Sgr A*. Gromada uległa destrukcji, tworząc „dwubiegunowy" obiekt — dwa „bliźniacze" bąble geometrycznie podobne, ale bez porównania mniejsze od bąbli Fermiego, bo o rozmiarach zaledwie 140 na 430 pc. Ocena czasu powstania tych bąbli zgadza się z oceną ich trwałości a wynoszącą około 7 mln lat. Obiekt jest dobrze widoczny radiowo w paśmie częstotliwości o środku w 128 MHz. Promieniowanie jest nietermiczne, o charakterze zbliżonym do synchrotronowego. Udało się ocenić energię zawartą w bąblach. Uzyskana wartość wydaje się niewielka bo wynosi około 10 eV na cm^3. Jednak objętość bąbli to $4 \cdot 10^{62}$ cm^3 i całość energii to już około 10^{45} J, czyli równa energii uwolnionej w supernowej i to raczej z tych potężniejszych. Całkowita uwolniona energia, uwzględniając inne rodzaje promieniowania (m.in. bąble są dobrze widoczne w promieniowaniu gamma), wyniosła prawdopodobnie $7 \cdot 10^{45}$ J. Tym samym wydarzenie było dosyć okazałe.

Jak widać, „nasza" czarna dziura, wprawdzie zwykle dosyć spokojna, w odpowiednich warunkach potrafi stworzyć całkiem spory fajerwerk. W wysokoenergetycznym promieniowaniu bąble były badane wcześniej. Konkretnie, 21 marca 2019 r. ukazał się artykuł G. Pontiego (i 8 innych autorów, *Nature*, t. 567, s. 347) opisujący bąble (jak się zdaje te same) widoczne w promieniowaniu rentgenowskim. Ponti ocenia

[3] I bardzo dobrze, w galaktykach mających aktywne jądro prawdopodobnie nie może istnieć życie. Gwałtowne zdarzenia związane z aktywnością jądra powodują zagrożenia (promieniowanie) mogące wysterylizować planety takiej galaktyki. Jak więc się wydaje, jednym z warunków, by w jakiejś galaktyce istniało życie, jest niewielka masa centralnej czarnej dziury, tak jak to jest w Drodze Mlecznej.

[4] Nazwa pochodzi od orbitalnego obserwatorium o nazwie Fermi Gamma-Ray Space Telescope, którym w 2010 r. potwierdzono wcześniejsze doniesienia o istnieniu tych obiektów (ROSAT i WMAP).

ilość różnych rodzajów energii zawartych w bąblach. Dla przykładu, energia termiczna wynosi około $6 \cdot 10^{43}$ J. Ocena całkowitej energii zgadza się z uzyskaną przez Heywooda — między 10^{44}, a 10^{45} J. Pozostaje zastanowić się nad związkiem omawianych bąbli z bąblami Fermiego. Sugestię na ten temat znajdziemy w omówieniu pracy Pontiego autorstwa Mashy Chernyakovej (*Nature*, t. 567, s. 318). Otóż sugestia jest taka, że owe bąble są kominami, przez które materia i energia produkowana w zdarzeniach zachodzących w pobliżu czarnej dziury (rozrywaniu gwiazd przez siły pływowe) przepływa do bąbli Fermiego. Wydaje się więc, że powoli poznajemy mechanizmy tworzenia struktur składających się przynajmniej na ten fragment Mlecznej Drogi.

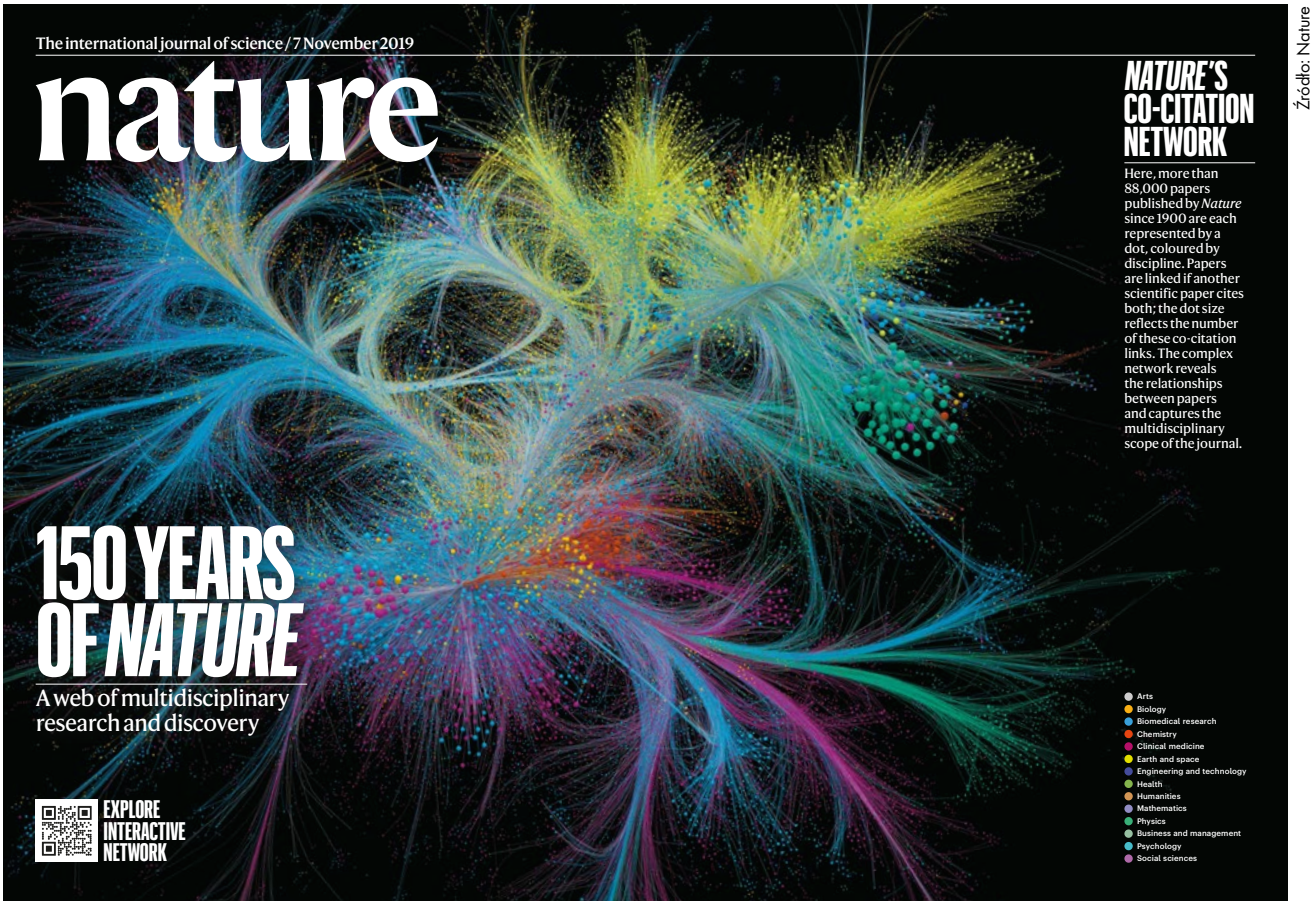
W Mlecznej Drodze są też względnie niewielkie obiekty, które można badać radioteleskopami. Przykładem takich badań są badania opublikowane 6 września w *Science* przez G. Desvingesa (i 9 innych autorów, *Science*, t. 365, s. 1013). Tym razem badanie ma charakter potwierdzenia teorii. Obserwacja polaryzacji promieniowania radiowego potwierdziła fakt, że w układzie podwójnego pulsara, w wyniku oddziaływań przewidywanych przez OTW, osie obrotów dokonują precesji. Zjawisko obserwacyjnie wydaje się w miarę proste, ale nawet zamieszczony w pracy rysunek jest na tyle skomplikowany, by nie mieć ochoty go opisywać. Istotniejsze, że i takie, przyznajmy dość egzotyczne obiekty, jak podwójny pulsar, można badać metodami radiowymi.

Nie podsumujemy w tym tekście tego, co dzieje się w radioastronomii. Po prostu dzieje się dużo i ciekawie. a radioastronomia wydaje się mieć coraz większe znaczenie dla całości astronomii. Obraz astronoma wpatrującego się w okular teleskopu optycznego jest już ilościowo coraz bardziej anachroniczny. ■

150 lat czasopisma „Nature”

Brytyjskie „Nature” to jedno z najbardziej prestiżowych na świecie czasopism publikujących wyniki badań naukowych, a jednocześnie jedno z najstarszych – pierwszy numer ukazał się 4 listopada 1869 r. Jest to tygodnik ukazujący się zarówno w wersji papierowej, jak i elektronicznej. Czasopismo jest multidyscyplinarne, opisuje odkrycia z różnych dziedzin nauki. W rankingach cytowalności plasuje się w zdecydowanej czołówce. Rocznicowy numer został wydany z rozkładaną okładką, na której zaprezentowano sieć zależności (cytowań) pomiędzy ponad 88 tysiącami artykułów opublikowanych od 1900 r. Możemy dodać, iż od kilku lat wydawany jest także miesięcznik „Nature Astronomy” (jedynie w wersji online).

Krzysztof Czart



Źródło: Nature

Okładka rocznicowego numeru „Nature” z okazji 150 lat ukazywania się czasopisma. Zaprezentowano na niej sieć zależności pomiędzy artykułami opublikowanymi od 1900 r. Kolory oznaczają różne dyscypliny naukowe, a powiązania pomiędzy tekstami odpowiadają cytowaniom pomiędzy artykułami

Odkrycia i ciekawostki z portalu URANIA.EDU.PL

Polska wyśle misję na Marsa!

9 października w Katowicach, podczas konferencji Impact mobility rEVolution`19, ogłoszono plany wysłania polskiej misji na Marsa. Projekt o nazwie Mars 2023 ma obejmować wysłanie małego bezzałogowego satelity o masie mniejszej niż 50 kg, rozmiarami podobnego do satelitów typu CubeSat. Kosmiczna sonda ma wykonywać obrazowanie satelitarne Marsa i jego księżyca Fobosa. Poza aparaturą do robienia zdjęć, sonda będzie też wyposażona w czujniki podczerwieni i spektrometr. Jest też pomysł, aby na pokładzie zabrać kiełkującą roślinę lub grzyby glebotwórcze w celu sprawdzenia, czy przy tak długim locie będą w stanie się rozwijać.

Źródło: SatRevolution

Sam satelita oraz większa część jego aparatury będą polskiej produkcji, natomiast w zarządzaniu misją Polakom pomogą Amerykanie. Do wystrzelenia sondy wykorzystana zostanie rakieta LauncherOne firmy Virgin Orbit. Start zaplanowano na 2022 rok. Rakiety tego typu mają startować z pokładu samolotów transportowych Boening 747 – aktualnie firma przygotowuje się do pierwszych testów tego rodzaju startów.

Po pierwszym, testowym satelicie, który przeleci w pobliżu Marsa, mogą polecieć kolejne polskie sondy. Dwa lata później wystrzelona zostanie sonda, która wejdzie na orbitę wokół Czerwonej Planety, a w roku 2026 może wystartować kolejna, której zadaniem będzie lądowanie na powierzchni planety.

W skład konsorcjum weszły Politechnika Wrocławska, Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie, Politechnika Warszawska, Politechnika Gdańska, Politechnika Poznańska, Politechnika Łódzka, Katolicki Uniwersytet Lubelski oraz Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu, a także firma SatRevolution oraz ze strony amerykańskiej firma Virgin Orbit. Nie podano na razie kosztów misji, przy czym mają one być sfinansowane w ramach partnerstwa publiczno-prywatnego.

Krzysztof Czart, Agnieszka Nowak

Polacy tworzą gry o podboju Marsa

Lubelskie studio Pyramid Games już zaczęło realizować marzenia o podboju Marsa, ale w świecie wirtualnym. Firma pracuje nad dwiema grami poświęconymi Czerwonej Planecie. Od trzech lat firma rozwija przygodową grę Occupy Mars. Gracz wciela się w niej w rolę jednego z pionierów załogowej eksploracji Marsa. Jego celem jest zbudować bazę i przetrwać na Czerwonej Planecie.

Occupy Mars to gra z otwartym światem, gdzie największym wrogiem astronauty jest sama natura – ekstremalne warunki na powierzchni planety. Gracz będzie miał zadanie zbudować wszystkie elementy kolonii, sam pozyskiwać do niej surowce, dbać o własne potrzeby i bezpieczeństwo. Gra pozostawi sposób kształtowania otoczenia i opracowania strategii przetrwania na planecie inwencji samego gracza.

Gra Occupy Mars będzie od 23 marca 2020 r. dostępna na platformie Steam w formule wczesnego dostępu (Early Access). Fani gier komputerowych i entuzjaści podboju kosmosu będą mogli więc rozpocząć rozgrywkę jeszcze przed oficjalnym wydaniem pełnej wersji gry. Dzięki takiemu zabiegowi pracownicy studia Pyramid Games będą mogli uwzględnić sugestie najbardziej zagorzałych graczy przed publikacją finalnej wersji produktu.

Źródło: Pyramid Games

Materiał promocyjny z zapowiedzi gry Occupy Mars

Lubelska firma przygotowuje też drugą grę Rover Mechanic Simulator, w której można wcielić się w członka załogi jednej z pierwszych misji marsjańskich i naprawić tam historyczne pojazdy: Sojourner, Spirit, Opportunity, a w końcu łazik Curiosity.

Jak podkreślają twórcy, gra jest hołdem dla łazika Opportunity misji Mars Exploration Rover, którego misja zakończyła się w lutym br. w wyniku zeszłorocznej burzy pyłowej. Ta gra także powinna być wkrótce udostępniona w formule Early Access na platformie Steam.

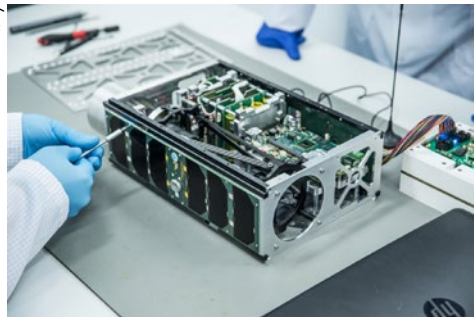
Zespół pracujący nad grą to pasjonaci kosmosu i eksploracji Marsa. Aby jak najlepiej odwzorować powierzchnię Marsa czy budowę historycznych łazików, posiłkują się pracami naukowymi i dokumentacjami technicznymi udostępnianymi przez NASA.

Rafał Grabiański

Polski satelita ScanSAT coraz bliżej ziemskiej orbity

Wrocławska spółka Scanway wchodzi w kolejny, czwarty etap rozwoju satelity ScanSAT, tworzonego na bazie autorskich rozwiązań optoelektronicznych firmy we współpracy z Narodowym Centrum Badań i Rozwoju. Zakończenie prac integracyjnych modelu inżynierskiego jest planowane na marzec 2020 r. Zgodnie z planem, ma on zostać wystrzelony na orbitę okołoziemską na przełomie 2020 i 2021 r. Będzie to pierwszy polski satelita zdolny do dostarczania dokładnych obrazów multispektralnych, które znajdą swoje zastosowanie w wielu sektorach nauki i przemysłu.

ScanSAT to mikrosatelita konstruowany na podstawie uniwersalnego standardu CubeSat, którego wymiary nie przekroczą 34 cm długości w największym gabarycie. Prace nad nim wkraczają właśnie w czwarty etap – budowę inżynierskiego modelu satelity. Jest to etap integracji i testów, pozwalający na zbudowanie modelu lotnego i planowe wystrzelenie satelity na ziemską orbitę w ciągu kilku, maksymalnie kilkunastu kolejnych miesięcy. Według zapowiedzi firmy, od innych satelitów tego typu ScanSAT ma wyróżniać się wszechstronnością oraz dokładnością osiąganą dzięki autorskim rozwiązaniom optycznym i elektronicznym. Na pokładzie satelity znajdzie się teleskop optyczny typu Ritchey-Chretien, razem z sensorem multispektralnym, a także eksperyment komunikacji laserowej.


Źródło: Scanway

W trakcie prac nad satelitą ScanSAT

Teleskop ScanSAT jest też rozwiązaniem skalowalnym, co oznacza, że możliwe będzie szybkie przeskalowanie go do innych, większych platform satelitarnych. Dzięki temu, że będzie pracował w szerokim zakresie widma, np. w podczerwieni, możliwa będzie m.in. teledetekcja zasobów wody czy surowców naturalnych w górnictwie odkrywkowym. Obserwacje przez niego prowadzone mogą przysłużyć się również w badaniach geologicznych, rolnictwie, górnictwie czy też analizowaniu zmian klimatycznych.

Elżbieta Kuligowska

Pierwsze 60 operacyjnych satelitów Starlink na orbicie

11 listopada rakieta Falcon 9 wysłała na niską orbitę okołoziemską kolejną serię satelitów telekomunikacyjnych Starlink. Firma SpaceX – operator rakiety Falcon 9 i właściciel flotylli satelitów Starlink – chce stworzyć sieć satelitarną globalnego dostępu do internetu.

Start odbył się ze stanowiska SLC-40 w kosmodromie Cape Canaveral na Florydzie. Był to pierwszy start z przylądka od 22 sierpnia, kiedy leciała z tego miejsca rakieta Delta IV-M. Warto odnotować, iż dolny stopień rakiety wylądował potem na barce, kończąc tym samym swoją czwartą misję, a dla SpaceX był to kolejny krok w kierunku zwiększania poziomu ponownego wykorzystania systemów rakietowych. Dolny stopień użyty w tej misji wykorzystywany był już wcześniej w misjach Iridium-7, SAOCOM-1A i Nusanatara Satu. Było to więc pierwsze w historii czterokrotne wykorzystanie tego samego dolnego stopnia rakiety w misji kosmicznej. Firma po raz pierwszy ponownie wykorzystała też owiewkę, która chroniła ładunek w locie atmosferycznym podczas misji rakiety Falcon Heavy z satelitą Arabsat-6A. Tu również było pierwsze w historii ponowne wykorzystanie tego elementu rakiety.

Źródło: SpaceX

Rakieta Falcon 9 startująca w misji Starlink L1

Misja Starlink L1 zawiera pierwszych 60 satelitów operacyjnych budowanej przez SpaceX konstelacji. Poprzednia misja, przeprowadzona w maju, umieściła na orbicie satelity testowe. Dlatego też satelity tej misji oznacza się jako Starlink-1. Satelity Starlink V1 różnią się od swoich testowych poprzedników tym, że oprócz anten pasma Ku są też wyposażone w anteny pasma Ka. Dodatkowo satelity mają spalać się całkowicie w atmosferze po zakończonej misji. SpaceX poinformował też, że te satelity nie mają jeszcze zaimplementowanych mechanizmów zmniejszających ich flarę, więc można się spodziewać zjawiska pociągu satelitów na niebie, podobnego do tego w maju.

Dodanie dodatkowego ładunku telekomunikacyjnego i inne zmiany powodują, że każdy z satelitów wersji 1 waży 260 kg. Satelity po udanym wypuszczeniu na orbicie o wysokości 280 km zaczęły przemieszczać się przy użyciu silników Halla na krypton na docelową orbitę okołoziemską o wysokości 550 km i inklinacji 53 stopni. Przemieszczanie to będzie przebiegać stopniowo, z pośrednią orbitą o wysokości 350 km, które umożliwi rozłożenie satelitów na płaszczyźnie orbitalnej.

Sieć satelitów Starlink ma składać się finalnie z 12 000 satelitów. Dokumenty złożone w ostatnich tygodniach do Międzynarodowego Związku Telekomunikacyjnego sugerują, że firma SpaceX będzie chciała rozbudować swój system o kolejne 30 000 statków w przyszłości. Firma twierdzi, że po 24 startach, kiedy na orbicie znajdzie się 1440 satelitów Starlink już umożliwi globalny dostęp do sieci internet. W ramach pierwszej fazy budowania konstelacji SpaceX chce umieścić 1584 satelitów na orbicie o wysokości 550 km i inklinacji 53 stopni (tej, na której wysłano dziś pierwszą serię satelitów).

Rafał Grabiański

NASA potwierdza obecność pary wodnej w atmosferze Europy

Przy użyciu teleskopów Obserwatorium Kecka udało się po raz pierwszy bezpośrednio wykryć obecność pary wodnej w atmosferze Europy – jednego z naturalnych satelitów Jowisza. Ten księżyc to jeden z najważniejszych celów NASA pod względem poszukiwania życia w Układzie Słonecznym. Wiadomo już, że pod lodową powierzchnią Europy kryje się ocean z ciekłą wodą, która może czasem być wyrzucana do atmosfery pod postacią gejzerów. Do tej pory nie udało się jednak potwierdzić jej obecności w bezpośrednich obserwacjach.

Międzynarodowy zespół naukowców pod przewodnictwem Centrum Lotów Kosmicznych im. Roberta H. Goddarda w Greenbelt odkrył po raz pierwszy w bezpośredniej obserwacji obecność pary wodnej nad powierzchnią Europy, używając do tego jednego z największych teleskopów na świecie Obserwatorium Kecka na Hawajach. Wyniki pracy zostały opublikowane na łamach czasopisma „Nature Astronomy".

Naukowcy w swoim artykule opisują, że w jednej z 17 przeprowadzonych obserwacji w czasie między lutym 2016 i majem 2017 r. udało się wykryć 2095 ton (±658 ton) pary wodnej w atmosferze nad półkulą księżyca skierowaną w stronę jego ruchu orbitalnego. Co ciekawe, w pozostałych pomiarach nie udało się wykryć wody na poziomie powyżej zdolności detekcyjnych. Do określenia obecności wody użyto spektrografu podczerwieni.

Historia dowodów na obecność ciekłej wody na Europie sięga przełomu XX i XXI w., kiedy sonda Galileo zmierzyła zakłócenia w polu magnetycznym Jowisza w pobliżu Europy. Pomiary wskazywały na obecność przewodzącego elektryczność płynu pod powierzchnią lodową księżyca. W 2013 r. ogłoszono, że za pomocą Kosmicznego Teleskopu Hubble'a udało się wykryć wodór i tlen – a więc pierwiastki składające się na wodę – w atmosferze Europy, w konfiguracji sugerującej, że mogły pochodzić z pióropuszy wodnych. Był to pierwszy tak silny dowód obserwacyjny. W 2016 r. Kosmiczny Teleskop Hubble'a zarejestrował bezpośredni obraz w świetle widzialnym struktur o cechach gejzerów, gdy Europa przemierzała niebo na tle Jowisza z ziemskiej perspektywy.

Wkrótce naukowcy będą mogli dostać odpowiedzi na wiele pytań dotyczących właściwości Europy, zobaczyć dokładnie powierzchnię tego księżyca, zbadać atmosferę i dowiedzieć się więcej o podpowierzchniowym oceanie i jego wnętrzu, bowiem NASA przygotowuje misję Europa Clipper, która wystartuje w kierunku księżyca Jowisza w połowie przyszłej dekady. Europę chce także zbadać Europejska Agencja Kosmiczna (ESA), w ramach misji JUICE, planowanej na 2022 r.

Rafał Grabiański

Źródło: NASA/JPL

Obrazy Europy zarejestrowane przez sondy: (od lewej) Voyager 1 (1979), Voyager 2 (1979) i Galileo

Obchody 100-lecia Polskiego Towarzystwa Miłośników Astronomii

Przeżyjmy to jeszcze raz

Któż by się spodziewał, że zawiązane 5 października 1919 r. przez Stefana Kalińskiego, Stanisława Mrozowskiego, Jana Mergentalera, Edwarda Stenza i Antoniego Zygmunda międzyszkolne Koło Miłośników Astronomii będzie podwaliną do powstania Polskiego Towarzystwa Miłośników Astronomii. Należy pamiętać, że nie od razu było to pełnoprawne Stowarzyszenie, bowiem dopiero w listopadzie 1921 r. odbyło się zebranie założycielskie, na którym postanowiono przekształcić Koło w Towarzystwo Miłośników Astronomji, a następnie w Polskie Towarzystwo Przyjaciół Astronomji (od 1928 r.), aby finalnie już po wojnie w 1948 r. stało się Polskim Towarzystwem Miłośników Astronomii, z nazwą obowiązującą do dzisiaj.

ZACZNIJMY JEDNAK OD POCZĄTKU, CZYLI TROCHĘ HISTORII

Trudno w ciągu jednego dnia i artykułu oddać cześć i honor wszystkim zasłużonym w działaniu Towarzystwa przez tak długi okres czasu, tym bardziej że historia nie oszczędzała Stowarzyszenia już od samego początku. Już w trakcie jego założenia trwała wojna polsko-bolszewicka, kilka lat później świat objął wielki kryzys, jednak Towarzystwo ciągle funkcjonowało. Dużą działalność rozwinęły Oddziały PTMA w Warszawie, we Lwowie, Częstochowie i w Poznaniu. Aktywną działalność prowadził również Jędrzej Przypkowski w Jędrzejowie.

W 1939 r. zostały rozwiązane przez hitlerowskie Niemcy wszystkie stowarzyszenia, aby dopiero 2 stycznia 1948 r. wpisano do rejestru stowarzyszeń Krakowskiego Urzędu Wojewódzkiego pod nr 255 stowarzyszenie pod nazwą „Polskie Towarzystwo Miłośników Astronomii".

100 lat historii to czas wielkich odkryć astronomicznych i niesłabnącej chęci podziwiania Wszechświata przez amatorów. Pojawiały się coraz lepsze teleskopy, zmieniła się technika i możliwości obserwacyjne.

Fot. koło multimedialne NDK Niepołomice

Polska Akademia Umiejętności, rozpoczęcie uroczystości

Przez te wszystkie lata w Towarzystwie znalazły się dziesiątki tysięcy osób, które przez szereg lat, łącząc swoje siły, tworzyły sumarycznie 44 oddziały i przeróżne sekcje tematyczne. Są to ludzie, którzy mają wspólną pasję, tworzą coś, czego podwaliną było skromne Koło Miłośników Astronomii powstałe 100 lat temu. Nie sposób wszystkim w jednym miejscu podziękować za wspólną pracę, ale **DZIĘKUJEMY!**

KRAKOWSKIE OBCHODY

Dokładnie 100 lat później, w sobotę 5 października 2019 r., nie w Warszawie, gdzie zostało założone, lecz w obecnym miejscu-siedzibie Towarzystwa w Krakowie miały miejsce obchody 100-lecia istnienia PTMA.

Główne uroczystości odbyły się w dwóch miejscach: w Polskiej Akademii Umiejętności, a sama Gala Jubileuszowa w sali koncertowej Akademii Muzycznej w Krakowie. Przygotowania do obchodów trwały kilka miesięcy. Zarząd Główny powołał Komitet Organizacyjny pod kierownictwem prezesa PTMA Janusza Jagły. Do współpracy zaproszono Centrum Młodzieży im. dr. H. Jordana w Krakowie. Zaproszono wielu gości z Polski i zagranicy, w tym prezesa PTA prof. Marka Sarnę, dyrektora Obserwatorium i Planetarium w Prešove Viliama Kolivoška, prof. Ivana Andronova z Narodowego Uniwersytetu Morskiego w Odessie, dr Vladę Marsakovą z Obserwatorium Astronomicznego w Odessie, prezesa Towarzystwa Miłośników Astronomii Astrodes w Odessie — Oleksandra Angelskyego, przedstawiciela IOTA Jana Manka z Pragi.

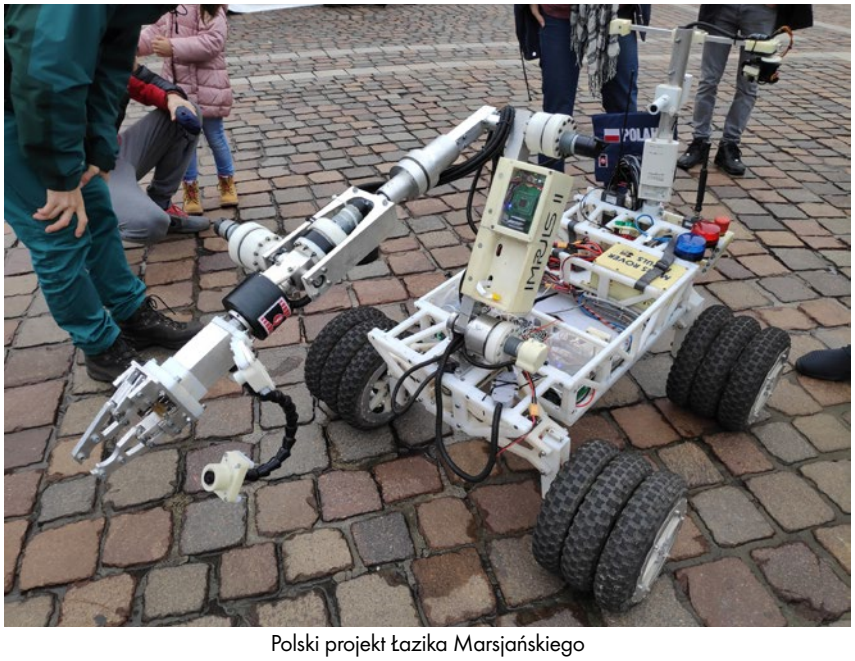
Podczas sesji popularnonaukowej w dużej Auli PAU wykłady wygłosili prof. dr hab. Andrzej Mączyński — wiceprezes PAU, dr Henryk Brancewicz — prezes honorowy PTMA, prof. dr hab. Andrzej Udalski z Obserwatorium Warszawskiego (OGLE) oraz dr Błażej Nikiel-Wroczyński z OA UJ (LOFAR). Wszyscy uczestnicy obchodów jubileuszowych otrzymali okolicznościową publikację pt. „100-lat Polskiego Towarzystwa Miłośników Astronomii 1919–2019" opracowaną przez dr. Krzysztofa Ziołkowskiego. Wydano również okolicznościowy kalendarz PTMA na rok 2020.

W trakcie obchodów trwała impreza towarzysząca dla mieszkańców Krakowa oraz turystów — piknik astronomiczny na krakowskim Placu Szczepańskim. Były więc namioty, w których prowadzono warsztaty astrofotografii, gdzie można było zapoznać się z technikami obróbki astrofotograficznej oraz efektami takich prac.

Fot. Marek Substyk

Piknik astronomiczny na Placu Szczepańskim

Zaprezentowano sprzęt astronomiczny, w tym zarówno proste teleskopy, jak i specjalistyczne do obserwacji Słońca w linii wodoru (Robert Szaj, Tadeusz Figiel, Sebastian Soberski). Dociekliwi zauważyli również miejsce, w którym prowadzono doświadczenia fizyczne. Ciekawą alternatywą, może nie całkiem astronomiczną, a astronautyczną była możliwość zapoznania się z łazikiem marsjańskim i porozmawianie z jego konstruktorem. Jeśli ktoś chciał, miał nawet możliwość zdalnego poruszania łazikiem lub jest zrobotyzowanym ramieniem.



Fot. Marek Substyk

Polski projekt łazika Marsjańskiego

Na placu dostępna też była wystawa fotograficzna, na której zaprezentowano zdjęcia wykonane podczas przeróżnych Wielkich Wypraw PTMA, m.in. do USA, Islandii czy na Teneryfę.

Niestety pogoda nie umożliwiła wykonania pokazu aktywności słonecznej za pomocą teleskopu Lunt o średnicy 150 mm oraz przygotowanych mniejszych teleskopów. Padający deszcz skutecznie zmusił organizatorów i uczestników do korzystania z przygotowanych namiotów wystawowych, w których odbywały się zaplanowane pokazy.

Przygotowano również program turystyczny, w którym można było zwiedzić Muzeum Uniwersytetu Jagiellońskiego w Collegium Maius i Obserwatorium Astronomicznego Uniwersytetu Jagiellońskiego — Fort Skała.

Uroczysta Gala Jubileuszowa odbyła się w sali koncertowej Akademii Muzycznej, którą prowadził redaktor Astronarium Bogumił Radajewski.

W trakcie uroczystości przedstawiciel prezydenta Krakowa wręczył medale Honoris Gratia zasłużonym dla Polskiego Towarzystwa Miłośników Astronomii. Otrzymali je dr Henryk Brancewicz, Aleksandra Gödel-Lannoy, Mieczysław Janusz Jagła, prof. dr hab. Jerzy M. Kreiner, Maciej Mazur, dr Jan Mietelski oraz Iwona Ostaszewska.

Wykład jubileuszowy pt. „100 lat astronomii w Polsce" wygłosił prof. dr hab. Kazimierz Stępień z Uniwersytetu Warszawskiego. Następnie redaktor

naczelny czasopisma „Urania – Postępy Astronomii”, prof. Maciej Mikołajewski przedstawił fragment filmu pt. „100 lat Uranii”. Na zakończenie wystąpili goście i przyjaciele PTMA z Polski i zagranicy, w tym Kacper Lawera — prezes klubu Almukantarat, z którym PTMA ostatni nawiązało współpracę.

Podczas gali czynne było stoisko Poczty Polskiej, która wydała okolicznościową kartkę pocztową wraz ze stemplem upamiętniającym stulecie PTMA.

W ramach Jubileuszu 100-lecia złote odznaki PTMA otrzymali: Jan Konior — Oddział Śląski, Janusz Ławicki — Oddział Puławy, Józef Baran — Oddział Puławy (Urzędów), dr hab. Tomasz Ściężor — Oddział Kraków, Tadeusz Figiel — Oddział Poznań, Stanisław Świerczyński — Oddział Kraków, Krzysztof Piasecki — Oddział Warszawa, Andrzej Wrzesień — Oddział Łódź. Srebrne odznaczenia otrzymali: Mikołaj Sabat — Oddział Kielce, Agnieszka Nowak — Oddział Kraków, Marek Substyk — Oddział Katowice, Wacław Moskal — Oddział Krosno, Bogumił Radajewski — Astronarium oraz Robert Szaj — Oddział Toruń.

Zostały także wręczone dyplomy, które otrzymali Maciej Mikołajewski — PTMA Toruń za całokształt pracy społecznej w PTMA na rzecz szerzenia wiedzy astronomicznej wśród młodzieży i dorosłych, Piotr Chmielewski — PTMA Puławy za całokształt pracy społecznej na rzecz szerzenia wiedzy astronomicznej wśród młodzieży i dorosłych.

W ostatniej części — artystycznej wystąpił zespół „Małe Słowianki” z Centrum Młodzieży w Krakowie, a finałem było prawykonanie widowiska tanecznego pt. „Urania” zaprezentowane przez Autorską Szkołę Musicalową Macieja Pawłowskiego w Krakowie. Choreografię do muzyki opracowała Iga Marszałek, światła wyreżyserował Artur Wiecha, a nad dźwiękiem panował Paweł Zawadzki. Obrazy (te malowane w czasie spektaklu i te na towarzyszącej widowisku wystawie) stworzyły Danuta Cieśla i Aleksandra Krzemień.

Fot. koło multimedialne NDK Niepołomice

Wręczenie odznaczeń

Fot. Janusz Jagła

Zespół „Małe Słowianki”

Fot. Janusz Jagła

Widowisko taneczne „Urania”

MAŁOPOLSKA

Partner główny — Województwo Małopolskie

Patronat honorowy:

Piotr Ćwik — Wojewoda Małopolski

Witold Kozłowski — Marszałek Województwa Małopolskiego

Jacek Majchrowski — Prezydent Miasta Krakowa

prof. Jan Ostrowski — Prezes Polskiej Akademii Umiejętności

prof. dr hab. med. Wojciech Nowak — Rektor Uniwersytetu Jagiellońskiego

Marek Substyk
Agnieszka Nowak
Janusz Jagła
Tadeusz Figiel

ROZWIĄZANIE ZADANIA ZAWODÓW II STOPNIA LIV OLIMPIADY ASTRONOMICZNEJ

TREŚĆ ZADANIA

4 stycznia 2011 r. w Polsce było obserwowane częściowe zaćmienie Słońca. Podstawowe dane dotyczące tego zjawiska w Warszawie zawiera poniższa tabelka: godzina (CSE) wysokość faza zaćmienia:

	godzina (CSE)	wysokość	faza zaćmienia
Pierwszy kontakt	8:13	3	0,00
maksymalna faza	9:36	10	0,82
ostatni kontakt	11:04	15	0,00

Przyjmując, że średnice kątowe Słońca i Księżyca były równe, oblicz, jaka część natężenia oświetlenia poza zaćmieniem stanowiło natężenie oświetlenia w momencie maksymalnej fazy (bez uwzględniania ekstynkcji). Uwzględniając zjawisko ekstynkcji oraz przyjmując, że jasność obserwowana Słońca jest równa –26,8^m, a współczynnik ekstynkcji w zakresie widzialnym wynosi 0,2^m, oblicz jasność obserwowaną Słońca podczas maksymalnej fazy zjawiska.

ROZWIĄZANIE

Zjawiska zaćmieniowe stanowią częsty temat zadań konkursowych Olimpiad Astronomicznych. Rozwiązywane zadanie pojawiło się na zawodach olimpijskich jedynie w kilka dni po wystąpieniu opisanego zjawiska, wpisując się w obserwowalny trend nawiązywania przez autorów zadań do bieżących zjawisk astronomicznych.

By obliczyć stosunek natężenia oświetlenia, należy skorzystać z podanej wartości maksymalnej fazy zaćmienia. W terminologii astronomicznej dotyczącej zjawisk zaćmieniowych, **fazą** (oznaczoną w tym rozwiązaniu jako f) nazywamy część zasłoniętej średnicy ciała. W tym wypadku, będzie to część średnicy Słońca zasłonięta przez Księżyc.

W powyższy zadaniu, możemy posłużyć się założeniem, iż w chwili zaćmienia średnica tarczy naszego naturalnego satelity jest równa średnicy tarczy naszej gwiazdy dziennej. Pozwala to w to stosunkowo łatwy sposób przeliczyć podaną wartość fazy na część zasłoniętej powierzchni Słońca. Jeśli dodatkowo przyjmiemy założenie, iż powierzchniowa jasność tarczy Słońca jest stała, tzn. każdy fragment tarczy świeci tak samo, to stosunek pól będzie równy stosunkowi natężeń oświetlenia, który dla celów tego rozwiązania oznaczmy jako k:

$$\frac{I_{0,82}}{I} = \frac{S_{0,82}}{S} = k$$

By obliczyć, jaka część powierzchni tarczy Słońca została zasłonięta przez Księżyc, musimy wyznaczyć pole składające się z dwóch równych odcinków koła. W tym celu konstruujemy trójkąt, który w jednym wierzchołku ma środek tarczy Księżyca oraz dwa punkty styku krawędzi obu ciał (patrz rysunek). Najpierw obliczamy pole wycinka tarczy o rozwartości 2α i odejmujemy od niego pole wyznaczonego wcześniej trójkąta, otrzymując pole odcinka. Pole zakrytego fragmentu równać się będzie dwóm polom odcinka.

Zauważmy, że:

$$2x = 2r(1-f) \rightarrow x = r(1-f)$$

Następnie obliczamy pole wycinka, korzystając z funkcji arcus cosinus kąta α:

$$S_w = \frac{2\cos^{-1}\frac{r(1-f)}{r}}{2\pi}\pi r^2 = \cos^{-1}(1-f)r^2$$

Do obliczenia pola trójkąta, posłużymy się wzorem Pitagorasa, wyznaczając drugą przyprostokątną trójkąta:

$$S_t = yx = \sqrt{r^2 - r^2(1-f)}\cdot r(1-f) = r^2(1-f)\sqrt{1-(1-f)^2}$$

Świecąca część tarczy dla fazy f wyniesie:

$$k = \frac{S - 2(S_w - S_t)}{S} = \frac{\pi r^2 - 2\left(\cos^{-1}(1-f)r^2 - r^2(1-f)\sqrt{1-(1-f)^2}\right)}{\pi r^2}$$

$$k = \frac{\pi - 2\cos^{-1}(1-f) + 2(1-f)\sqrt{1-(1-f)^2}}{\pi}$$

Dla fazy maksymalnej $f = 0{,}82$:

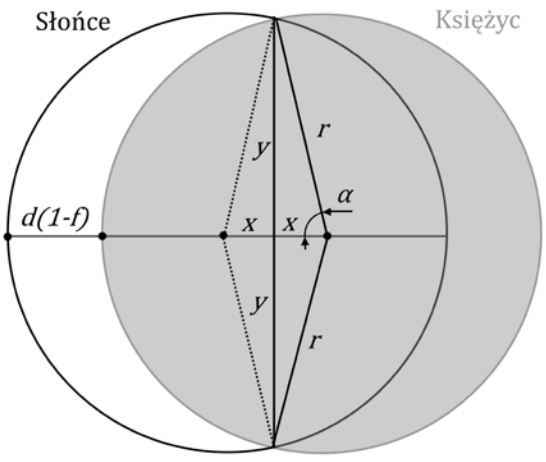
$$k = 0{,}23.$$

Obliczmy teraz różnicę jasności w wielkościach gwiazdowych wynikającą z takiego stosunku, wykorzystując wzór Pogsona:

$$\Delta m = m_1 - m_2 = -2{,}5\log(I_1/I_2) = -2{,}5\log 0{,}23 = 1{,}6^m.$$

By obliczyć jasność w paśmie widzialnym niezakrytej części tarczy Słońca, dodajemy teraz otrzymaną wartość różnicy jasności do wielkości gwiazdowej całej tarczy oraz uwzględniamy wartość ekstynkcji m_e:

$$m_{0,82} = m_{Słońca} + \Delta m + m_e = -25{,}4^m.$$



Mateusz Krakowczyk

Autor jest redaktorem Kącika Olimpijczyka

Biuletyn Pracowni Komet i Meteorów

PKiM PRACOWNIA KOMET I METEORÓW 00-716 Warszawa ul. Bartycka 18

ALFA MONOCEROTYDY 2019

W meteorach lubię niespodzianki. Często to podkreślałem tu i tam. Niespodzianki przychodzą nagle i wywracają porządek dnia i nocy. Zazwyczaj telefon około 1 w nocy oznacza bolida o jasności co najmniej –10 mag, którym będzie się trzeba zająć kolejnego poranka. Tym razem zbierałem się już do snu po ciężkim dniu, aż tu nagle…

Telegram CBET[1] *nr 4692*
ALFA MONOCEROTYDY 2019
P. Jenniskens z instytutu SETI / NASA Ames Research Center i E. Lyyttinen, Helsinki, Finlandia donoszą o znaczącym wybuchu Alfa Monocerotydów (IAU 246, AMO) spodziewanym 22 listopada 2019 r. o godzinie 4:50 UTC. Obliczenia dotyczące ewolucji strumienia zostały powtórzone przy założeniu, że poprzednio obserwowane wybuchy aktywności spowodowane zostały przez strumień wyrzucony podczas minionego przejścia przez peryhelium komety macierzystej o krótszym niż wcześniej zakładano okresie obiegu wynoszącym około 500 lat. Przy takich założeniach spotkanie z rojem w 2019 r. spodziewane jest dla długości ekliptycznej 239.308 stopni (J2000.0). W roku 2019 Ziemia przejdzie nieznacznie na zewnątrz od centrum strumienia (w kierunku odsłonecznym). Zakładając, że Ziemia przeszła centralnie przez strumień w 1925 i 1935 r. mieliśmy do czynienia z lekko niecentrycznym przejściem przez strumień w roku 1985 (0,0002 AU). W roku 2019 spodziewana odległość od centrum strumienia to 0,00016 AU. Biorąc pod uwagę niepewność położenia strumienia, wartość ta obarczona jest pewnym błędem i może zawierać się w granicach od 0 do 0,00036 AU. W zależności o tej odległości aktywność roju w 2019 r. powinna być podobna lub może przekraczać aktywność obserwowaną w 1995 r., kiedy to zenitalne liczby godzinne (ZHR) osiągnęły wartość 400. Poprzednie wybuchy aktywności były bardzo krótkie, szerokość połówkowa wynosiła 0,29 godziny.
4 listopada 2019

Poważnych wybuchów aktywności przeżyłem w całym życiu raptem kilka. Pamiętam Perseidy 1993, pamiętam wspaniałe Leonidy z 2002 r. jak też kilka różnych niewypałów, kiedy nieraz przemierzaliśmy pół świata, żeby zobaczyć kilka meteorów. Każda taka prognoza budzi emocje, wspomnienia, gdzieś w głowie pojawia się obraz wielkiego deszczu meteorów, który w końcu kiedyś przyjdzie… Tak oto nagle ten telegram a w nim ZHR = 400, cztery razy więcej niż zazwyczaj w Perseidach. O deszczu meteorów mówi się zwyczajowo przy ZHR wyższym niż 1000, no ale połowa takiego deszczu też jest nie do pogardzenia.

[1] Central Bureau for Astronomical Telegrams

Alfa Monocerotydy tkwią w pamięci obserwatorów jako rój z wielokrotnymi wybuchami aktywności. Jaka jest zatem historia tego roju?

Pierwszy wybuch aktywności zaobserwowano 20 listopada 1925 r. Obserwatorzy ze wschodniego wybrzeża USA obserwowali wąskie, ale dość wyraziste maksimum. F.T Bradley zaobserwował 37 meteorów w ciągu zaledwie 13 minut, a gdy pobiegł po atlas nieba, po powrocie nie dostrzegł już żadnej aktywności. Wedle innych obserwacji podczas maksimum można było dostrzec do 3 meteorów w ciągu minuty. Kolejne maksimum nadeszło dokładnie w 10 lat później, 22 listopada 1935 r. i obserwowane było głównie w Azji. Aktywność podczas tego wybuchu była bardzo wysoka, w ciągu 20 minut odnotowano ponad 100 meteorów, przy czym było to praktycznie wszystko — maksimum zakończyło się tak szybko, jak się zaczęło. Na Filipinach obserwowano w tym czasie 2 meteory na minutę, a całość trwała około 30 minut. Przez kolejne 50 lat nie było doniesień o wybuchach Alfa Monocerotydów. Dopiero 21 listopada 1985 r. rój dał o sobie znać ponownie. Obserwatorzy w Kalifornii dostrzegli przed świtem krótkotrwały, lecz intensywny wybuch aktywności, w ciągu 4 minut dostrzeżono 27 meteorów, a podczas kolejnych 14 minut zauważono tylko 9 meteorów. Najjaśniejsze Alfa Monocerotydy miały jasność porównywalną z Jowiszem, były bardzo szybkie (lecz wolniejsze od Leonidów) i miały radiant w gwiazdozbiorze Małego Psa. W prognozowanie i obserwacje kolejnego wybuchu był zaangażowany już współautor bieżącego telegramu Peter Jenniskens. Zakładając dającą się łatwo zauważyć 10-letnią okresowość występowania wybuchów, przewidział on wzrost aktywności w roku 1995. Tym razem moment maksimum korzystny był dla obserwatorów europejskich. Wspólnie z członkami Dutch Meteor Society zorganizowano ekspedycję do obserwatorium Calar Alto na południu Hiszpanii. Celem ekspedycji nie były tylko Monocerotydy, zaledwie 4 dni wcześniej miał nastąpić wzrost aktywności Leonidów (i faktycznie wystąpił, osiągając aktywność czterokrotnie wyższą od normalnej). Ekspedycja cechowała się wielkim rozmachem. Wzięło w niej udział 22 obserwatorów, z których większość obsługiwała potężne analogowe shuttery fotograficzne (w owym czasie grupa holenderska była wzorem do naśladowania). Oto jak maksimum wspominał Marco Langbroek:

Byłem w Calar Alto, wielkim niemiecko-hiszpańskim obserwatorium astronomicznym położonym 2100 m n.p.m. w hiszpańskich górach Sierra Nevada. Obserwowałem z doktorem Peterem Jenniskensem, twórcą prognozy aktywności oraz z Charlene Hasselbach. Uruchomiliśmy pięć tymczasowych stacji fotograficznych. Warunki były znakomite, widoczność wynosiła +7,1 magnitudo, na niebie pięknie widoczna Droga Mleczna i przeciwblask. Wszystko zapowiadało się znakomicie. Pojedyncze Alfa Monocerotydy zaczęły pojawiać się tuż po wschodzie

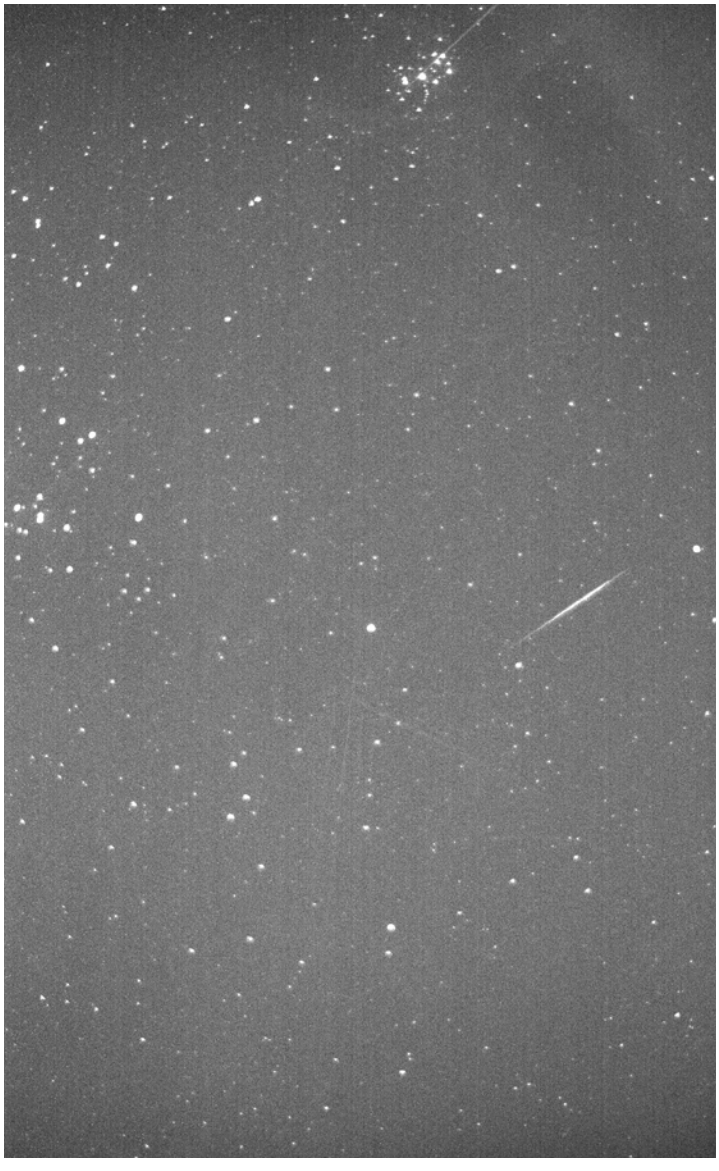
radiantu. Nagle sprawy zaczęły przybierać niespodziewany obrót. Krótko przed godziną 1 UT (2 czasu lokalnego) aktywność roju zaczęła wzrastać, początkowo dość nieznacznie, ale wkrótce stało się to wyraźnie zauważalne. W tym samym czasie od północnego horyzontu na niebo zaczął wkraczać cienki cirrus. Widoczność graniczna szybko się pogorszyła. To był prawdziwy koszmar! Wszystko wskazywało na to, że nie będzie nam dane obserwować wybuchu. Pomimo pogorszenia widoczności meteory wciąż były widoczne, warstwa chmur była wystarczająco cienka. Aktywność gwałtownie wzrastała. Słaba widoczność sprawiała pewien dyskomfort, ale nie przeszkadzała znacząco w śledzeniu całego zjawiska. Dość szybko przyjęliśmy minutowe przedziały zliczeń, wszystkich ogarnęła ekscytacja. Peter miał rację, oto mamy wybuch roju!. Po godzinie 1:20 UT wszystko potoczyło się bardzo szybko. Meteory pojawiały się niczym krople pod prysznicem, wyglądały niczym białe jasne iskry wylatujące z obszaru nieco na południowy zachód od Procjona. Większość miała jasność około +2 magnitudo, niektóre były jaśniejsze od 0 mag. Najwyższą aktywność zaobserwowaliśmy podczas 5 minut w okolicach godziny 1:27 UT, kiedy to średnio dostrzegaliśmy 5 meteorów w ciągu minuty przy widoczności +5,7 mag. Właściwy pik, który wystąpił w tym czasie, był nawet bardziej wyrazisty. Pamiętam cztery meteory wylatujące jednocześnie z radiantu, niczym fragmenty fajerwerków — wszystko to w ułamku sekundy, a po chwili dwa kolejne wylatujące z radiantu w dwóch przeciwnych kierunkach. W tych krótkich chwilach miałem wrażenie, że obserwuję prawdziwy deszcz meteorów, coś czego nie dostrzegłem podczas maksimum Perseidów w 1993 r. Aktywność w tym krótkim czasie musiała być bardzo wysoka. Obserwacje wykonane przez kolegów obserwujących w miejscowościach w pobliżu Calar Alto potwierdzały taki obraz maksimum. Wszystko wskazywało na to, że przez krótką chwilę ZHR osiągnął wartość 1000 — to był prawdziwy, mały deszcz meteorów. Wszystko skończyło się tak samo szybko, jak się zaczęło. Po 1:30 UT aktywność szybko spadła, a po godzinie 1:50 UT było już po wszystkim. W ciągu 15 minut od maksimum aktywność spadła do poziomu ZHR=80. W tym samym czasie cienki cirrus nad obserwatorium Calar Alto zaczął się rozpływać. To było straszne. Pół godziny, które przejdzie do historii, i dokładnie na te pół godziny nad obserwatorium dotarł cirrus. To było efekt działania praw murphy'ego w najbardziej diabolicznym wydaniu. Wtedy przyszła ekscytacja — to naprawdę się stało! Nie byliśmy głupcami wierzącymi ślepo w nadchodzące maksimum, mogliśmy śmiać się z tych niewiernych Tomaszów, których przed wyprawą nie brakowało i którzy cynicznie wskazywali, że jedziemy na próżno. W momencie, w którym ustąpiły cirrusy, poczuliśmy wyczerpanie. Było zimno, wietrznie, szybko zdecydowaliśmy się zakończyć obserwacje, rozmontowaliśmy stanowiska fotograficzne i opuściliśmy Calar Alto, kierując się do kolegów czekających w Alcudii. Jadąc z obserwatorium, mogliśmy podziwiać, jak niebo znów staje się perfekcyjnie czyste, a widoczność ponownie przekracza +7 mag. Gdy dojechaliśmy do Alcudii, powitała nas podekscytowana grupa kolegów, którzy również doświadczyli tych pięknych chwil. Obserwowaliśmy meteory jeszcze przez godzinę, doczekaliśmy świtu, a o świcie otworzyliśmy butelkę wina i zaczęliśmy świętować. To była szaleńcza noc, która miała szaleńczy finał.

To było 24 lata temu. Według późniejszych opracowań ZHR wyznaczony z przedziału 10-minutowego wyniósł wówczas około 400, natomiast przy próbach zawężenia przedziału czasowego uzyskiwano nawet wyższe wartości z jednocześnie większymi niepewnościami. Bazując na 10-letniej zmienności roju, niektórzy spodziewali się też czegoś więcej w 2005 r., tym razem bez efektów. Podobnie też w listopadzie 2015 r. nic istotnego się nie wydarzyło. Pojawiająca się dość nagle prognoza wysokiej aktywności „już za dwa tygodnie" była wspaniałą wiadomością. Rozpoczęły się drobne przygotowania (na większe nie było czasu).

MAKSIMUM 2019

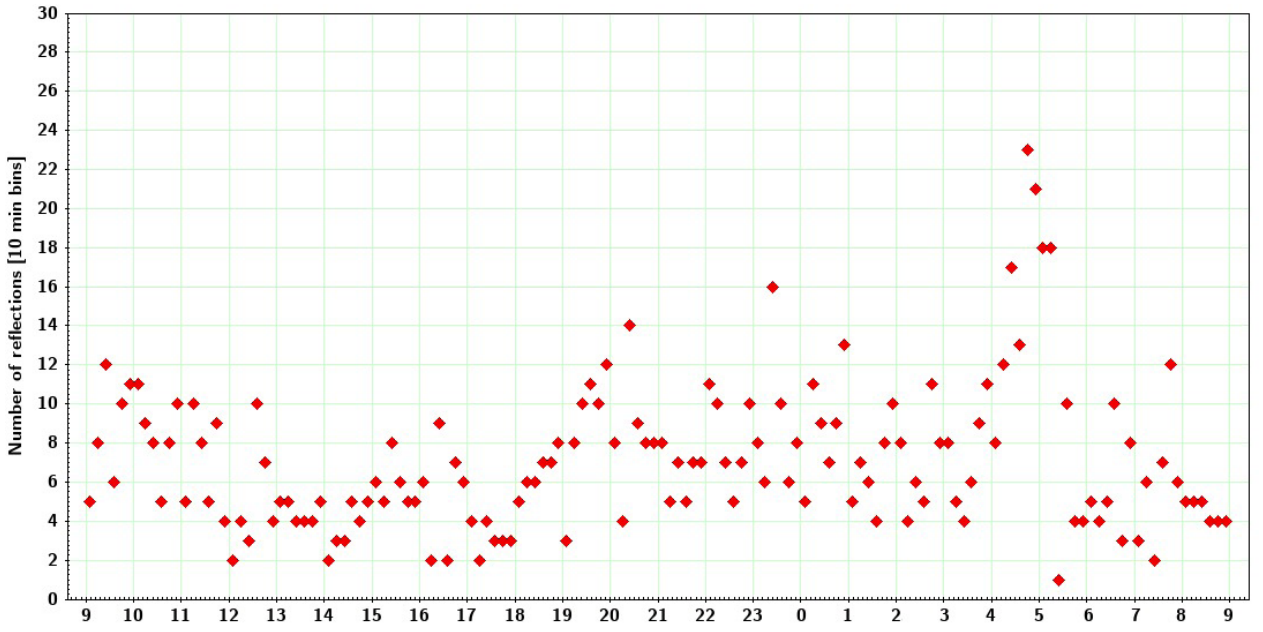
Alfa Monocerotydy to rój, który w astronomii meteorowej zapisał się dość charakterystycznie. Podczas obserwacji w 1995 r. udało się uzyskać widma tych meteorów, które bez przesady można nazwać widmami dość egzotycznymi. Otóż widma te charakteryzują się znaczącym osłabieniem linii sodowej, podstawowej linii obserwowanej w niemal wszystkich meteorach. Tak, to ta sama linia, która jest zmorą miłośników astronomii, ta żółta linia wypromieniowywana przez latarnie sodowe. Gdybyśmy do obserwacji meteorów chcieli zastosować klasyczne filtry typu light pollution, to obrazy meteorów ucierpiałyby dużo bardziej niż obrazy gwiazd. Prócz sodu jest też wiele innych linii, na czele z bardzo silną linią magnezu (barwy zielonej) oraz liniami żelaza zgromadzonymi głównie w niebieskiej części widma. Dla bardzo szybkich meteorów dominujące stają się linie wapniowe znajdujące się na fioletowym krańcu pasma widzialnego. Suma tych wszystkich barw i natężeń daje nam wypadkową barwę meteoru. Doświadczeni obserwatorzy wiedzą, że niekiedy przytrafiają się meteory pomarańczowe, w większości wypadków trudno określić jakiś kolor, ale też często widzimy zjawiska zielone. Kolory potrafią zmieniać się w trakcie przelotu, widmo ewoluuje. W przypadku Alfa Monocerotydów możemy być pewni, że obserwowany odcień będzie dość chłodny, w widmie zabraknie bowiem żółtej linii sodowej. Ten brak sodu ma swoje dość poważne przyczyny. Alfa Monocerotydy najprawdopodobniej pochodzą od komety długookresowej, która niezbyt często zagląda w okolice Słońca. Na podobnej orbicie jak kometa krążą obecnie obserwowane meteory. Przez setki lat nie zaglądały one w okolice Słońca, są siłą rzeczy dość stare. Wystawione przez setki a może i tysiące lat na działanie promieniowania kosmicznego utraciły sód i stąd właśnie obserwowane niedobory tego pierwiastka w widmie. Bardzo chciałem powtórzyć obserwacje tych niezwykłych widm, stąd też dość szybko zdecydowałem, że pierwszym i najważniejszym instrumentem będzie spektrograf. Spektrografy dla meteorów buduje się bardzo prosto. Nie potrzeba żadnych szczelin. Wystarczy siatkę dyfrakcyjną umie-

ścić przed obiektywem. Meteor ma widmo głównie emisyjne w którym poszczególne linie są całkiem dobrze odseparowane, sam w sobie rysuje się na obrazku jako linia, czasem mniej lub bardziej prześwietlona. Widmo meteoru to po prostu obraz meteoru w kilku długościach fal. Oczywiście trzeba odpowiednio dobrać ogniskową, rozmiar przetwornika i ilość linii na milimetr siatki tak, aby widmo zmieściło się na obrazku i aby miało sensowną dyspersję. Warto zadbać o to, żeby siatka nie była w żaden sposób wygięta. Na koniec trzeba zadbać o kalibrację, fotografując widmo znanego wzorca, jakim jest jedna z najjaśniejszych gwiazd — Vega. Tak oto na szybko zmontowałem spektrograf o całkiem ciekawych parametrach. Sercem urządzenia była kamera DMK33GX174 z dużym przetwornikiem CMOS o rozmiarze 1/1,2". Drugim tak samo ważnym elementem był obiektyw o ogniskowej 25 mm i światłosile f/0.85. Połączenie jednego z drugim daje dość niezwykłe efekty bijąc czułością wszelkie dostępne aparaty fotograficzne. Dość powiedzieć, że taka kamera na jednosekundowej ekspozycji rejestruje obraz galaktyki M51 w Psach Gończych. Z przodu obiektywu, zamknięte między 2 filtry UV znalazły się siatki dyfrakcyjne o gęstości 500 linii na milimetr. Dwie siatki ułożone prostopadle do siebie pozwalają na obserwacje widma aż z 8 kierunków (4 podstawowych i 4 ukośnych ze zwiększoną dyspersją). Do tego grzałki, jako że odizolowana od kamery i obiektywu siatka jest szczególnie podatna na osiadanie wilgoci. Kilka wydruków 3D pozwalających złożyć to wszystko w całość i spektrograf gotowy. Drugim instrumentem obserwacyjnym miała być kamera DMK33UX252 z obiektywem 4,5mm f/1.4. Miała to być typowa szerokokątna kamera rejestrująca obrazy meteorów. Na wypadek złej pogody trzeba było też pomyśleć o obserwacjach radiowych. Tu sprzęt był sprawdzony od lat — meteory słychać było na częstotliwości 49,75 MHz na zwykłym drucie podłączonym do transceivera Yaesu FT-857D.



Meteor zarejestrowany 19 listopada 2019 r. za pomocą kamery DMK33GX174 z obiektywem 25mm f/0.85 z dwoma skrzyżowanymi siatkami dyfrakcyjnymi. Ekspozycja o długości 1s

W poniedziałek 18 listopada przetransportowałem cały sprzęt do stacji PFN68 Dąbrowa. Stacja ta nie jest typową stacją PFN, to raczej miejsce testów sprzętowych, miejsce gdzie podczas dużych maksimów uruchamiane są wszelkie pozostałe do dyspozycji kamery. Z typową widocznością +6,5 mag jest jedną z najlepszych lokalizacji dostępnych obecnie w PFN. Pełne przygotowanie sprzętu zajęło kolejną dobę. 19 listopada wieczorem spektrograf został uruchomiony w celu sprawdzenia przed nadchodzącym maksimum. Kamera rejestrowała ekspozycje o długości jednej sekundy, oprogramowanie zapisywało 12-bitowe klatki w formacie TIFF na dysk komputera. Aktywność tej nocy nie dopisała, nie udało się zarejestrować żadnego widma, w polu widzenia znalazły się natomiast 2 meteory. Widok na kamerze był dość imponujący, co można zobaczyć na obrazku powyżej, w sercu zagościł optymizm, a prognozy dawały spore nadzieje. Kolejnego poranka rozpoczęły się przygotowania do obserwacji radiowych. W obserwacjach radiowych ważne jest to, aby prócz właściwego maksimum zarejestrować też tło sporadyczne w ciągu kilku dni i nocy otaczających interesujący nas moment. Tło sporadyczne ma dość powtarzalne wariacje dobowe i odjęcie tejże zmienności pozwoli wydobyć właściwą aktywność roju meteorowego. Powstała więc prosta antena dipolowa na pasmo 6 m, po chwili antena ta znalazła się na 10-metrowym maszcie, odbiornik został uruchomiony, zestrojony i cisza… złowroga cisza. Sprawdzałem kable, ustawienia, samą antenę. Nic, kompletnie nic. Na sąsiednich częstotliwościach 1 kanału TV również pustka. Zdałem sobie sprawę, że tak oto nastał koniec obserwacji na zwykłym drucie, przy megawatowych mocach nadajników TV za wschodnią granicą. Wyłączyli. Przez



kolejne godziny próbowałem zdziałać cokolwiek na zwykłym radiowym FM. Tak jak dziesięć lat temu. Obserwacje radiowe można prowadzić zwykłym radioodbiornikiem, wystarczy ustawić go na częstotliwość, na której w danym miejscu nie słychać nic. Jest szansa, że gdzieś w Europie na tej samej częstotliwości znajdzie się silna stacja FM, która posłuży za nadajnik do obserwacji meteorów. Jak jednak pokazuje praktyka, skuteczność takiej metody jest dość mizerna. Po kilku godzinach ciszy postanowiłem dostroić odbiornik do belgijskiego nadajnika BRAMS który nadaje mocą 150 W na częstotliwości 49,97 MHz. BRAMS, jest świetnym projektem rozwijanym od wielu lat, pozwala obserwować meteory radiowe z bardzo dobrą czułością i precyzją (złośliwi mówią, że w krajach Beneluksu zanieczyszczenie światłem jest tak potężne, że pozostają wyłącznie obserwacje radiowe). Niestety promieniujący niemal pionowo nadajnik BRAMS nie nadawał się do obserwacji na tak duży dystans, na częstotliwości panowała zupełna cisza. Co bardziej doświadczeni obserwatorzy PFN wskazywali na możliwość wykorzystania francuskiego radaru GRAVES nadającego wielką mocą na częstotliwości 143,05 MHz. GRAVES zlokalizowany w Dijon to potężny radar przeznaczony do wykrywania i kontrolowania wszystkiego, co krąży wokół Ziemi. Przy mocy około 700 kW pozwala on na wykrywanie obiektów o rozmiarach 10 cm na orbitach typu LEO. Używana częstotliwość jest jednocześnie odpowiednia do rejestrowania meteorów. Ze względu na znaczną odległość (ponad 1200 km) i niezbyt optymalne anteny nie spodziewałem się sukcesu. Wciągnąłem na maszt jedyną dostępną antenę UKF, skierowałem z grubsza na Francję i usłyszałem znajome dźwięki. Coś pięknego. Obserwacje radiowe były uratowane.

Dzień poprzedzający maksimum — nie dający wielkiej nadziei na powodzenie obserwacji wizualnych. Wbrew prognozom rozpogodzenie nie przychodziło. Obserwacje zachmurzenia na sat24.com pokazywały, że chmury zachowują się dość nieprzewidywalnie. Przez moment całkiem dobre warunki pojawiły się w Małopolsce, było jednak daleko do spodziewanego maksimum. W godzinach późniejszych dobra pogoda przeniosła się do Wielkopolski. W drugiej połowie nocy sytuacja pogodowa wręcz pogorszyła się i stało się jasne, że jedyną informację o tegorocznym maksimum przyniosą obserwacje radiowe. Tak oto ustawiłem budzik na godzinę 4:30.

Warunki pogodowe przed świtem wyjątkowo dotkliwe. Silny wiatr, temperatura około 3°C. Powędrowałem do oddalonego o około 30 m stanowiska radiowego, aby być świadkiem tego, co miało nastąpić. O godzinie 4 UT brak jakiegokolwiek śladu aktywności. Meteory pojawiały się tak jak przez cały poprzedzający dzień w ilościach 1–2 zjawisk na minutę. Nie było to jednak dziwne, biorąc pod uwagę bardzo małą szerokość maksimum. Gdy jednak około godziny 4:40 UT aktywność wyglądała tak samo, wiedziałem już, że coś poszło nie tak. O godzinie 4:50 UT a więc dokładnie w momencie spodziewanego maksimum na ekranie pojawiło się kilka silnych odbić radiowych. Kolejne kilka tuż po godzinie 5 UT. Po godzinie 5:20 UT wszystko zamarło. Zaczęło się i skończyło tak szybko, jak 24 lata temu, maksimum nadeszło punktualnie, ale tym razem aktywność ledwie przekroczyła dwukrotną wartość tła sporadycznego. Wykres aktywności zarejestrowanej metodą radiową można zobaczyć na rysunku.

Tak oto podczas kolejnego maksimum Alfa Monocerotydów zaobserwowaliśmy wyraźny wzrost aktywności, który jednak daleki był od spodziewanych wartości. Sam Peter Jenniskens upiera się że, do wybuchu doszło, tyle że tym razem większość materii była zbyt drobna nawet dla typowych detektorów radiowych.

Przemysław Żołądek

Biuletyn Sekcji Obserwatorów Komet PTMA

Świętowaliśmy 30-lecie Sekcji i drugie „urodziny”'Oumuamua

XI KONFERENCJA SOK PTMA

19 października 2019 r. do krakowskiego obserwatorium na Forcie Skała powróciła konferencja Sekcji Obserwatorów Komet PTMA. Dwie poprzednie odbywały się bowiem w Młodzieżowym Obserwatorium Astronomicznym w Niepołomicach, które obecnie przechodzi metamorfozę i jeszcze poczekamy na jego powtórne otwarcie. Tym samym konferencja komeciarzy po 13 latach znów zagościła w budynkach obserwatorium Uniwersytetu Jagiellońskiego, gromadząc rzeszę miłośników astronomii, a małych ciał w szczególności.

Konferencje Sekcji Obserwatorów Komet to unikatowe spotkania polskich badaczy Układu Słonecznego — astronomów specjalizujących się w materii z naszego kosmicznego sąsiedztwa. A także miłośników astronomii, których łączy ciekawość do komet i prowadzą własne obserwacje, które niejednokrotnie stają się częścią prac *stricte* naukowych. Termin tegorocznej konferencji został wybrany nieprzypadkowo. To właśnie dokładnie dwa lata wcześniej, 19 października 2017 r., odkryto pierwszego przybysza spoza Układu Słonecznego — 1I/‘Oumuamua. Podkreślając wkład Polaków w poznawanie tego obiektu, stał się on jednym z tematów przewodnich konferencji. A więcej na temat samego obiektu pisaliśmy już w „Uranii” 5/2018. Drugą myślą przewodnią był jubileusz Sekcji Obserwatorów Komet, której formalne istnienie zapoczątkowano na zebraniu PTMA w 1989 r. Zarówno 30-lecie SOK, jak i drugie „urodziny” niezwykłego obiektu uczciliśmy wspólnym tortem w kształcie… ‘Oumuamua! Nietypowy posiłek wywołał niemałe poruszenie wśród uczestników konferencji. Wytrawni badacze mogli w końcu przyjrzeć się temu intruzowi z bliska, a nawet zajrzeć do środka, gdzie odkryto syte ilości kremowo-wiśniowego nadzienia. Eksploracja pełną gębą, a jakże!

I chociaż tort pozostawił słodkie wspomnienie, najważniejszą częścią spotkania były wystąpienia zaproszonych Gości. Konferencję otworzył piszący te słowa koordynator SOK PTMA, przedstawiając w skrócie działalność naszej sekcji. Następnie, wykład inauguracyjny należał do Marcina Filipka z PTMA Kraków — aktywnego obserwatora komet, który podzielił się swoimi doświadczeniami w astrofotografii kometarnej i zaprezentował własne zdjęcia wykonane na przestrzeni lat. Prelekcję tytułową wygłosił dr Michał Drahus z Uniwersytetu Jagiellońskiego — jeden z prekursorów badań nad obiektami przybywającymi spoza Układu Słonecznego (IO — interstellar objects; obiekty z przestrzeni międzygwiazdowej). W szczegółowy sposób przedstawił, z jakimi trudnościami musieli się zmierzyć badacze ‘Oumuamua i jak wielki wpływ na świat nauki miało pierwsze odkrycie obiektu z tej kategorii. Zaznaczył również, że jego zespół pracuje obecnie nad badaniami drugiego znanego astronomom IO — odkrytej pod koniec sierpnia komety 2I/Borisov. Obiekt ten jest także rekordzistą, jeśli chodzi o mimośród orbity. O tym wspomniano w ramach dyskusji po odczycie abstraktu dr. Ireneusza Włodarczyka z rozdrażewskiego oddziału PTMA, który wykonał obliczenia orbity obiektu na podstawie dostępnych danych astrometrycznych.

Drugą sesję referatową otworzyła dr Anna Marciniak z Uniwersytetu Adama Mickiewicza w Poznaniu. Opowiedziała o badaniach planetoid i możliwości odtworzenia ich kształtu na podstawie obserwacji fotometrycznych z Ziemi. Pani Doktor podkreśliła także znaczenie metody zakryciowej w badaniu cech fizycznych planetek, w czym niemałe zasługi mają obserwatorzy

Pamiątkowe zdjęcie grupowe uczestników konferencji

Mikołaj Sabat, Michał Drahus i Tomasz Ściężor oraz jubileuszowy tort niczym obiekt z przestrzeni międzygwiazdowej

zrzeszeni w ramach Sekcji Obserwacji Pozycji i Zakryć PTMA. Wielu z nich należy również do sekcji kometarnej PTMA. Wracając do tematyki komet, dr Marcin Wesołowski z Uniwersytetu Rzeszowskiego przedstawił aspekty emisji lodowo-pyłowej z jąder komet w skali „mikro", pokazując dynamiczną symulację ziaren kometarnych na wirującym jądrze komety. Następnie Tomasz Kundera z OA UJ przybliżył zebranym historię krakowskiego obserwatorium, ze szczególnym uwypukleniem badań komet przez astronomów krakowskich. Kolejne dwa referaty dotyczyły obserwacji wizualnych komet. Dr hab. Tomasz Ściężor z Politechniki Krakowskiej opowiedział o czynnikach wpływających na widoczność warkoczy kometarnych. Poza jasnością samej komety i jasnością powierzchniową warkocza zwrócono uwagę, jak istotną rolę w obserwacjach tego typu rozciągłych obiektów ma jakość tła nocnego nieba. Następnie Mikołaj Sabat przedstawił statystyki z obserwacji komet w latach 2018 i 2019, a także wstępne wyniki zbiorcze z danych obserwacyjnych otrzymanych od członków Sekcji Obserwatorów Komet. Podsumowanie obserwacji z 2018 r. ukaże się w najbliższym wydaniu *The Astronomical Reports*, a także w biuletynie SOK Komeciarz. Ostatnim prelegentem był Adam Tużnik, który poruszył temat egzokomet odkrywanych wokół innych gwiazd, a także perspektywę przed odkryciami kolejnych obiektów odwiedzających Układ Słoneczny po długiej podróży przez przestrzeń międzygwiazdową.

Jedenastą konferencję Sekcji Obserwatorów Komet PTMA zakończono zwiedzaniem pawilonów obserwacyjnych na Forcie Skała i obserwacjami przez tutejszy teleskop Maksutova. Pogoda dopisała, więc uczestnicy, którzy pozostali z nami do końca, mieli okazję zobaczyć m.in. Saturna i Albireo przez teleskop, który zazwyczaj nie jest wykorzystywany do obserwacji wizualnych, a raczej do spektroskopii szczelinowej. I tak właśnie tradycja konferencji kometarnych w PTMA zamknęła drugą dekadę. Liczę, że przed nami jeszcze niejedno spotkanie komeciarzy — przynajmniej tak samo udane jak w tym roku. Do zobaczenia na dwunastej konferencji SOK PTMA!

Organizatorami tegorocznej konferencji były: Polskie Towarzystwo Miłośników Astronomii (Sekcja Obserwatorów Komet) oraz Obserwatorium Astronomiczne Uniwersytetu Jagiellońskiego. Patronat medialny nad wydarzeniem objęło czasopismo i portal „Urania – Postępy Astronomii".

Mikołaj Sabat

Fot. Grzegorz Zieliński / Mikołaj Sabat

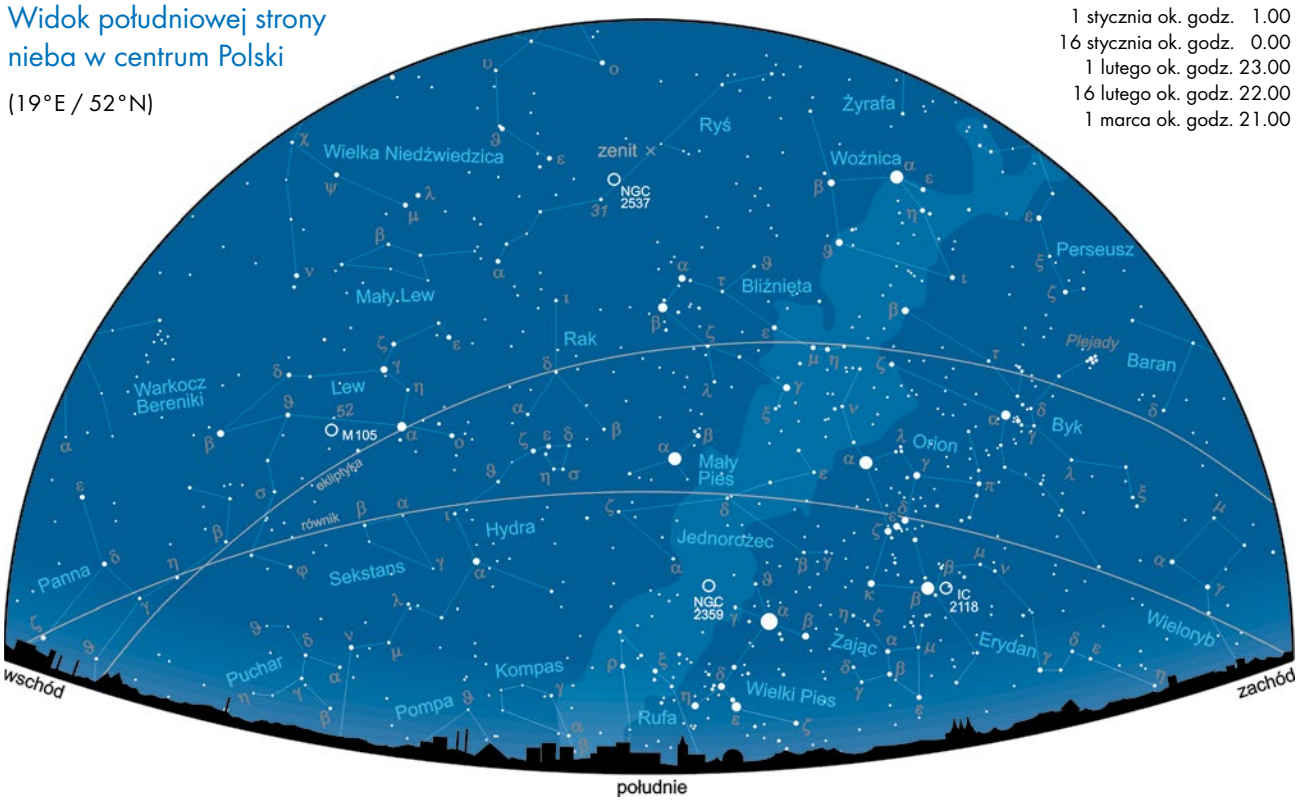
Uczestnicy konferencji zmierzają na wieczorne zwiedzanie Fortu Skała i obserwacje

Niebo nad Polską

Widok południowej strony nieba w centrum Polski

(19°E / 52°N)

1 stycznia ok. godz. 1.00
16 stycznia ok. godz. 0.00
1 lutego ok. godz. 23.00
16 lutego ok. godz. 22.00
1 marca ok. godz. 21.00

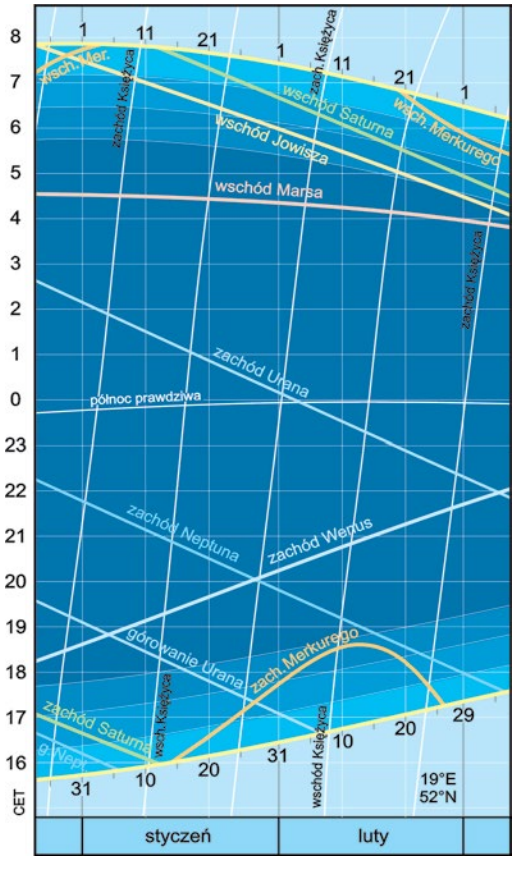


NIEBO W STYCZNIU I LUTYM 2020 R.

Z początkiem stycznia dnie są wciąż niemal najkrótsze w roku. Po zimowym przesileniu, do końca roku dnia przybywa jedynie poprzez późniejsze zachody Słońca, podczas gdy wschody przez pierwsze 10 dni zimy nieznacznie jeszcze opóźniają się i dopiero od 1 stycznia na powrót mają miejsce coraz wcześniej. W wyniku obrotu Ziemi o blisko 1° na dobę, z każdym kolejnym dniem o prawie 4 minuty wcześniej powtarzają się pozycje gwiazd takie jak poprzedniej nocy. Najszybciej zachodzące we wrześniu i październiku, zmiany w długości dnia poprzez wcześniejsze zachody i późniejsze wschody Słońca, skutkowały niewiele zmieniającym się nawet z tygodnia na tydzień gwiezdnym wystrojem wieczornego nieba krótko po zmierzchu, a najszybszymi zmianami przed świtem.

Chociaż 1 stycznia to już 11 dzień astronomicznej zimy, krótko po zmierzchu na niebie wciąż dominują, nie tylko górujące właśnie gwiazdozbiory jesienne, z Jesiennym Kwadratem Pegaza, ale również niemal w komplecie konstelacje nieba letniego, z wznoszącym się wysoko ponad południowo-zachodnim horyzontem, okazałym Trójkątem Letnim. W ciągu dwukrotnie dłuższej od dnia, w centrum Polski około 15-godzinnej ciemnej części nocy, mamy możliwość obserwacji gwiazd wszystkich 4 pór roku, a nawet dwa razy, wieczorem i rano, obszarów nieba letniego.

Gwiazdozbiory zimowe, z początkiem nocy jeszcze niekompletne, z wychylającą się dopiero spod południowo-wschodniego horyzontu centralną konstelacją — Orionem, całkowicie zawładną południową stroną nieba dopiero godzinę przed północą. Dominujące pośród nich: Aldebaran z Byka, Kapella z Woźnicy, jaśniejszy z Bliźniąt Polluks, Procjon z Małego Psa, Syriusz, najjaśniejsza gwiazda nie tylko w Wielkim Psie, ale na całym nocnym niebie i w końcu najjaśniejszy z aż 7 bardzo jasnych gwiazd



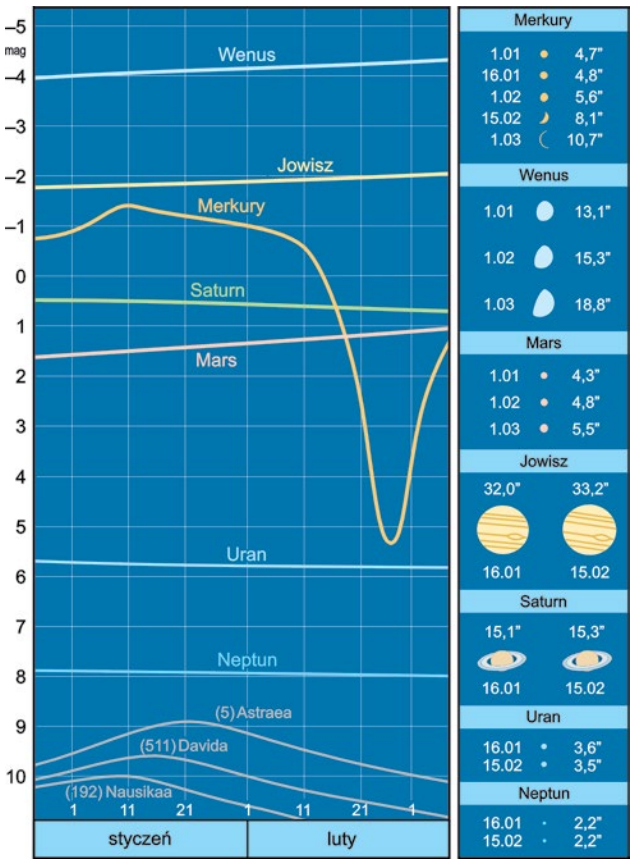
Wschody i zachody Słońca, Księżyca i planet

Więcej informacji:
ALMANACH ASTRONOMICZNY TOMASZA ŚCIĘŻORA
https://www.urania.edu.pl/almanach

Oriona Rigel, tworzą obszerny, niemal równoramienny Zimowy Sześciokąt, z drugą co do jasności w Orionie Betelgezą (alfa Ori) w centrum. Ta właśnie gwiazda Oriona, wraz z Procjonem i Syriuszem, wytyczają jeszcze bardziej wyrazisty asteryzm — Trójkąt Zimowy. Gdy około 3.30 Zimowy Sześciokąt zaczyna zanurzać się pod południowo-zachodni horyzont, nad południowym góruje już jasny Regulus z Lwa, pierwsza gwiazda obszernego Trójkąta Wiosennego, a gdy tuż przed świtem górować będą Spika i Arktur, wytyczające pozostałe wierzchołki tego gwiezdnego symbolu wiosny, znów w całej okazałości, tym razem ponad wschodnim horyzontem błyszczeć będzie Trójkąt Letni.

Pod koniec lutego, później zapadający zmierzch odsłania zupełnie inny obraz wieczornego nieba, z Jesiennym Kwadratem już na zachodzie i górującym godzinę po zmierzchu Zimowym Sześciokątem. Gwiezdny symbol jakże jeszcze odległego lata, w całości wznosi się na wschodzie już niewiele ponad 2 h po północy.

Mapki i wykresy zamieszczone na pierwszych dwóch stronach Kalendarzyka pozwalają zorientować się w wyglądzie południowej części naszego nocnego nieba, głównie w połowie styczniowych i lutowych nocy, wyznaczyć godziny wschodów i zachodów Słońca, Księżyca i planet, prześledzić zmiany obserwowanych jasności i rozmiarów kątowych planet, a także szczególnie szybko zmieniające się kształty oświetlonej części tarczy



Jasności, rozmiary kątowe i wygląd planet

Ważniejsze wydarzenia stycznia i lutego 2020 r.

styczeń

1	1.15	koniunkcja 30% Księżyca 3,9°S z 7,9^m Neptunem
2	2.30	apogeum Księżyca, 404 586,9 km od Ziemi
3	5.45	pierwsza kwadra Księżyca
4	9.20	maksimum aktywności roju meteorów Kwadrantydy
4	22.31	koniunkcja 66% Księżyca 4,3°S z 5,7^m Uranem
5	8.48	Ziemia w peryhelium, 147,091 mln km od Słońca
9	18.04	zakrycie 2,9^m μ Gem przez 99% Księżyc; odkrycie 19.03
10	0.29	Księżyc w węźle wstępującym, λ = 98°10′
10	7.03	maksymalna deklinacja Księżyca, δ = +23°13′
10	16.20	koniunkcja górna Merkurego ze Słońcem (1,9°S)
10	20.10	maksymalna faza półcieniowego zaćmienia Księżyca
10	20.21	pełnia Księżyca
11	2.40	Uran powraca do ruchu prostego w długości eklipt.
13	16.15	koniunkcja Saturna ze Słońcem (0,04°N)
13	21.21	perygeum Księżyca, 365 964,5 km od Ziemi
17	13.58	ostatnia kwadra Księżyca
20	7.55	Słońce wkracza do gwiazdozbioru Koziorożca
20	9.40	Słońce wstępuje w znak Wodnika; λ = 300°
20	20.46	koniunkcja 17% Księżyca 2,2°N z 1,4^m Marsem
22	21.32	Księżyc w węźle zstępującym, λ = 278°07′
23	3.45	bliska koniunkcja 3% Księżyca 21′S z –1,9^m Jowiszem
23	4.36	maksymalna deklinacja Księżyca, δ = –23°14′
24	3.08	koniunkcja 0,7% Księżyca 1,5°S z 0,6^m Saturnem
24	22.42	nów Księżyca
25	20.06	koniunkcja 0,9% Księżyca 1,3°S z –1,1^m Merkurym
27	21.03	bliska koniunkcja Wenus 4,5′S z Neptunem
28	10.34	koniunkcja 11% Księżyca 3,9°S z 7,9^m Neptunem
28	12.22	koniunkcja 12% Księżyca 3,8°S z –4,1^m Wenus
29	22.27	apogeum Księżyca, 405 399,4 km od Ziemi

luty

2	2.42	pierwsza kwadra Księżyca
6	3.19	zakrycie 3,3^m η Gem przez 86% Księżyc; odkrycie 4.02
6	9.59	Księżyc w węźle wstępującym, λ = 97°36′
6	17.09	maksymalna deklinacja Księżyca, δ = +23°16′
9	8.33	pełnia Księżyca
10	12.58	maksymalna elongacja Merkurego, 18,2°E od Słońca
10	21.28	perygeum Księżyca, 360 467,0 km od Ziemi
15	23.17	ostatnia kwadra Księżyca
17	0.40	Słońce wkracza do gwiazdozbioru Wodnika
17	1.20	Merkury rozpoczyna ruch wsteczny w długości eklipt.
18	14.16	bliska koniunkcja 24% Księżyca 46′N z 1,2^m Marsem
19	1.12	Księżyc w węźle zstępującym, λ = 276°59′
19	5.59	Słońce wstępuje w znak Ryb; λ = 330°
19	9.54	maksymalna deklinacja Księżyca, δ = –23°19′
19	20.50	bliska koniunkcja 14% Księżyca 55′S z –1,9^m Jowiszem
20	15.18	koniunkcja 9% Księżyca 1,8°S z 0,6^m Saturnem
23	16.32	nów Księżyca
24	1.43	koniunkcja 0,3% Księżyca 8,8°N z 4,5^m Merkurym
24	19.26	koniunkcja 1,5% Księżyca 3,8°S z 8,0^{m}Neptunem
26	2.45	koniunkcja dolna Merkurego ze Słońcem (3,7°N)
26	12.34	apogeum Księżyca, 406 285,0 km od Ziemi
27	18.00	koniunkcja 14% Księżyca 5,8°S z –4,3^m Wenus
28	15.50	koniunkcja 21% Księżyca 4,0°S z 5,8^m Uranem

Merkurego i Wenus. Na pierwszej mapce zaznaczono również położenia kilku ciekawych obiektów, opisanych na ostatniej stronie Kalendarzyka, w części „Spójrz w niebo". Panoramiczna mapa na trzeciej i czwartej stronie pokazuje m.in. zmieniające się w tym czasie położenia planet na tle gwiazd.

Wszystkie momenty podano w czasie środkowoeuropejskim (CET).

SŁOŃCE

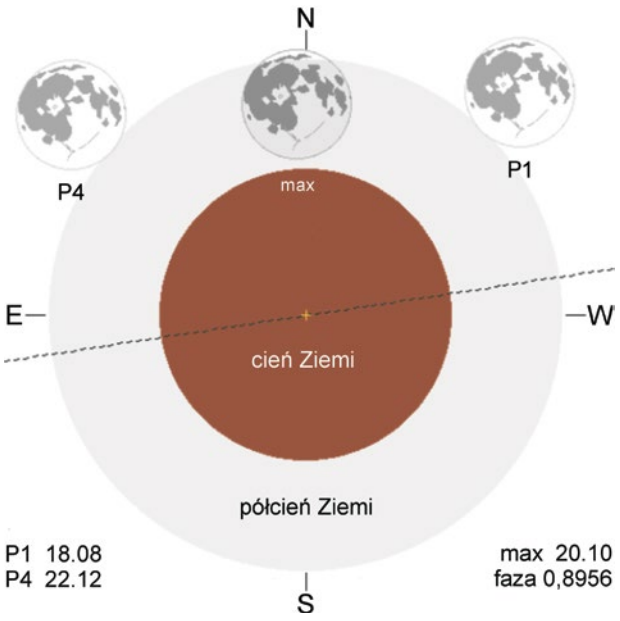
Pierwszy dzień nowego roku to już 11. dzień, rozpoczętej zimowym przesileniem, rankiem 22 grudnia, astronomicznej zimy. Od tego czasu, początkowo powoli, a z czasem przyspieszając, po półrocznym okresie kurczenia się dni, a wydłużania nocy, znów dzienny łuk Słońca wznosi się coraz wyżej. Punkty wschodów i zachodów Słońca, które od jesiennej równonocy do zimowego przesilenia przesunęły się o około 40° w kierunku północnym, teraz powracają, by po minięciu w wiosenną równonoc punktów E i W horyzontu, po kolejnych 3 miesiącach, przesunąć się około 40° w kierunku południowym. To właśnie skutkiem tego dnie są już teraz coraz dłuższe, a w południe Słońce wznosi się coraz wyżej.

Z początkiem stycznia dzień jest wciąż bardzo krótki, w centrum Polski trwa 7 h 50 min, zaledwie o 6 min dłużej od tego najkrótszego w roku. a w prawdziwe południe Słońce góruje 15° ponad południowym horyzontem, tylko o 0,4° wyżej niż w pierwszym dniu zimy. Ostatni dzień lutego trwa już 10 h 51 min, a Słońce wznosi się na 30,3°. Równocześnie maleją dysproporcje pomiędzy długością dnia i nocy pomiędzy południowymi a północnymi krańcami Polski, największe podczas zimowego przesilenia: 58 min, z końcem lutego wynoszące już tylko 10 min. Zmiany te są ściśle związane ze zwiększającą się, od –23°26' podczas zimowego przesilenia do –7°48' w końcu lutego, kątową odległością Słońca od równika niebieskiego, czyli deklinacją.

W ciągu łącznie w tym roku 60 dni stycznia i lutego Słońce pokonuje na tle gwiazd dystans 60,8°, rozpoczynając niemal w centrum gwiazdozbioru Strzelca (9,7° znaku Wodnika), a kończąc we wschodniej części gwiazdozbioru Wodnika (10,5° znaku Ryb). Tempo tego pozornego ruchu Słońca po niebie nie jest jednostajne, wynika bowiem z prędkości rzeczywistego ruchu orbitalnego Ziemi, osiągającej największą wartość podczas przypadającego w tym roku 5 stycznia peryhelium, najmniejszej podczas aphelium 4 lipca.

KSIĘŻYC

Tegoroczną wędrówkę po niebie, 1,2 doby przed pierwszą kwadrą oświetlony w 29%, Księżyc rozpoczyna we wschodniej części konstelacji Wodnika, by po przebyciu łącznie ponad 784°, a więc dokonaniu 2,18 obiegów nieba, z końcem lutego dotrzeć do wschodnich krańców Barana, 1,9 doby przed pierwszą kwadrą oświetlony już w 33%. Podczas styczniowo-lutowej wędrówki, jak zwykle Księżyc spotka się dwukrotnie z każdą z planet, przy czym z Neptunem i Uranem nawet trzykrotnie. Szczególnie bliskimi będą tym razem dwa kolejne spotkania z Jowiszem: 23 stycznia oraz 19 lutego — geocentrycznie 0,35° i 0,92°, zaś topocentrycznie, z kierunku centrum Polski nieco odleglejsze: 0,92° i 1,33° pomiędzy obiektami, jednak obie



z tych koniunkcji będą miały miejsce głęboko pod horyzontem

Wieczorem 10 stycznia będzie miało miejsce pierwsze

spośród czterech w tym roku, jedynie półcieniowych zaćmień Księżyca. Widoczne w niemal całej Europie, ledwo zauważalne przyciemnianie światła Księżyca rozpocznie się o godz. 18.08, gdy południowo-wschodnia krawędź księżycowej tarczy zacznie zanurzać się w półcieniu Ziemi i potrwa do 22.12, gdy od strony południowo-zachodniej jego tarcza wynurzy się całkowicie z ziemskiego półcienia. W momencie maksimum, o godz. 20.10. półcień sięgać będzie około 89,6% średnicy księżycowej tarczy.

Godne odnotowania są dwa zakrycia przez Księżyc dość jasnych gwiazd, mające miejsce o dogodnej porze obserwacji. Podczas pierwszego z nich, wieczorem 9 stycznia o godz. 18.04, dobę przed pełnią, od strony ciemnego skrawka oświetlonej już w 99,6% tarczy, Księżyc zakryje na 59 min gwiazdę Tejat Posterior (3,5^m μ Geminorum) w stopach Bliźniąt. Tym razem bliska pełni faza znacząco utrudniać może obserwację zakrycia. Nieco lepsze pod tym względem warunki będą 4 tygodnie później, gdy 3 doby przed pełnią oświetloną w 86,5% tarczą, nocą 5/6 lutego o godz. 3.19 Księżyc zakryje na 43 minuty sąsiednią, bliźniaczo podobną do poprzedniej, choć nieco ciemniejszą gwiazdę Propus (Tejat Prior, 3,3^m η Geminorum).

PLANETY I PLANETOIDY

Długie i ciemne zimowe noce stycznia i lutego sprzyjają obserwacjom planet, zarówno tych najjaśniejszych, jak i niedostrzegalnych gołym okiem. Przełom roku to czas, kiedy na krótko znikają z nocnego nieba dwie największe planety-olbrzymy, jednak po opuszczeniu nieba wieczornego, w styczniu pojawiają się ponownie nad ranem. Saturna, po koniunkcji ze Słońcem 13 stycznia, w końcu lutego możemy już oglądać prawie godzinę przed świtem, we wschodniej stronie gwiazdozbiorze Strzelca blisko granicy z Koziorożcem. Wędrującego również przez gwiazdozbiór Strzelca, jaśniejszego 12-krotnie od Saturna Jowisza, po koniunkcji ze Słońcem 27 grudnia, już w połowie stycznia zobaczymy krótko przed świtem, zaś w końcu lutego nawet prawie 1,5 h wcześniej, W połowie listopada ubiegłego roku Jowisz dołączył do, goszczącego już od ponad 2 lat w konstelacji Strzelca, Saturna, To na tle tej właśnie konstelacji, niemal do końca 2020 r. będziemy obserwować stopniowe zbliżanie się obu planet do siebie, uwieńczone bardzo bliską koniunkcją 21 grudnia. Na razie, w samym styczniu i lutym dystans między nimi zmniejszy się o 6° — z 14,7° do 8,7°.

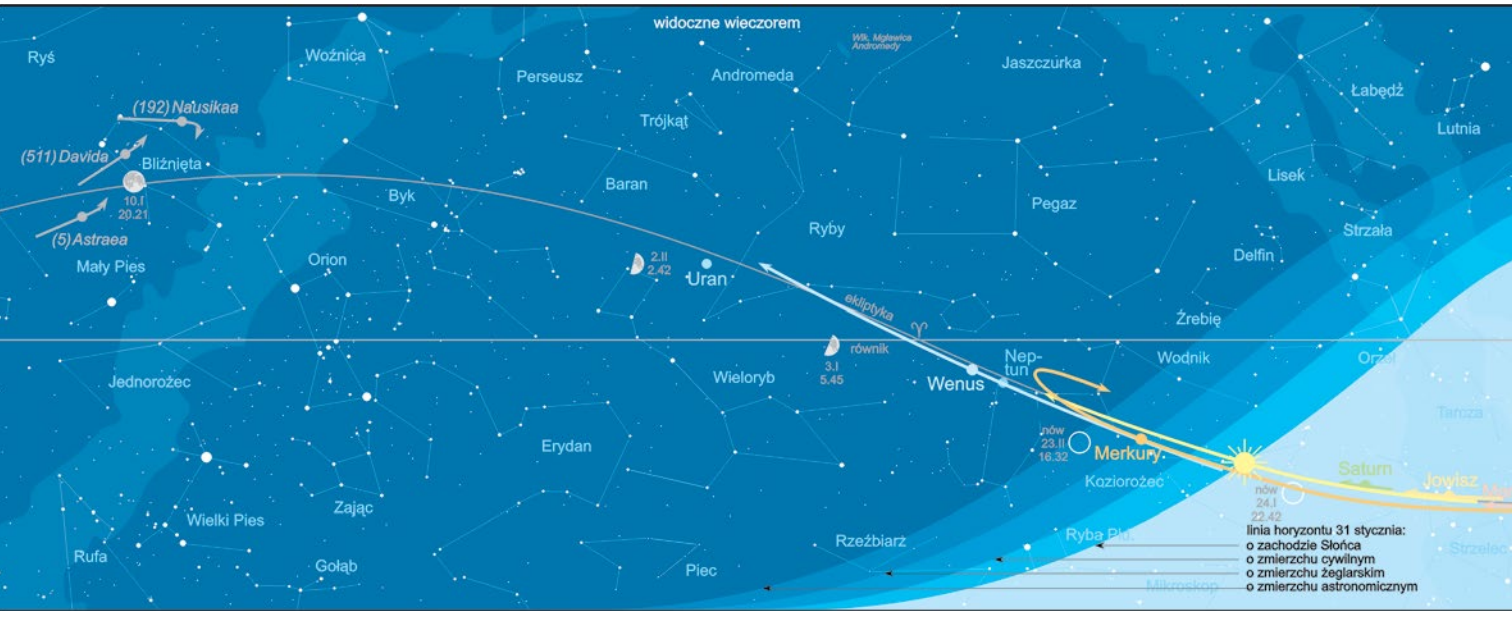
Wciąż dobre są warunki obserwacji Marsa, który już od września wschodzi o niemal tej samej godzinie, jednak dzięki coraz późniejszym wschodom Słońca, do końca roku wydłużył czas swojej widoczności do 2 h 40 min. Od 31 grudnia wschody Słońca ponownie zaczynają przyspieszać i z końcem lutego są już o 1 h 20 min wcześniejsze. W tym samym czasie również Mars, na razie dość powoli, tylko o 0,5 h, przyspiesza swoje wschody, więc czas jego widoczności ponownie zaczyna się skracać, ale od kwietnia znów będzie się wydłużał, dzięki czemu na przełomie września i października Czerwona Planeta gościć będzie na niebie przez całą noc. W ciągu dwóch omawianych miesięcy Mars przewędruje od wschodnich rejonów konstelacji Wagi, przez Skorpiona, Wężownika do centrum Strzelca, by pod koniec marca dołączyć do Jowisza i Saturna.

Goszcząca już od września na wieczornym niebie Wenus, systematycznie wydłuża czas swej widoczności, w styczniu i lutym z 2 h 15 min do 3 h 40 min po zmierzchu, jednak dzięki dużej (nawet w minimum) jasności, dostrzec ją można już 10–15 min wcześniej. W tym czasie Wenus przemieszcza się na tle gwiazd od centrum Koziorożca, poprzez Wodnika aż do wschodnich rejonów gwiazdozbioru Ryb. W roli Gwiazdy Wieczornej najdłużej, nawet przez ponad 4 h, Wenus będzie widoczna na przełomie marca i kwietnia.

W połowie lutego po raz pierwszy w tym roku będzie szansa dostrzeżenia, goszczącego na pograniczu Wodnika i Ryb, zachodzącego około 1 h po zmierzchu, Merkurego. Najlepsze w tym roku warunki jego widoczności, również na niebie wieczornym, do około 1,5 h po zmierzchu, będą na przełomie maja i czerwca.

Do połowy lutego jeszcze w miarę korzystne będą warunki widoczności Neptuna, goszczącego w północno-wschodniej części gwiazdozbioru Wodnika. Więcej czasu mamy na obserwacje 7,5-krotnie jaśniejszego od Neptuna Urana, na pograniczu Ryb i Barana, nawet z końcem lutego zachodzącego dopiero około 22.00.

W omawianym okresie brak opozycji jaśniejszych planetoid, najjaśniejsza z nich, odkryta w 1845 r. (5) Astraea, 21 stycznia osiąga jasność 8,9 mag.



ROJE METEORÓW

Po raz pierwszy zaobserwowany w 1835 r., obfity rój meteorów, swą nazwę zawdzięcza będącemu wówczas w użyciu gwiazdozbiorowi Kwadrantu Ściennego (Quadrans Muralis), usytuowanemu na pograniczu obecnych konstelacji Wolarza, Herkulesa i Smoka, w nigdy u nas nie zachodzącym obszarze okołobiegunowym nieba. Aktywny od 20 grudnia a 12 stycznia, krótkotrwałe, 6–8-godzinne, obfite maksmum osiąga w tym roku 4 stycznia, 1,5 h po wschodzie Słońca. Jednak nawet do 120 przelotów dość szybkich meteorów w ciągu godziny, wybiegających z okolic bliskich zenitu, z powodzeniem możemy obserwować już 2 h przed świtem. W obserwacjach nie będzie w tym roku przeszkadzał Księżyc, dobę po pierwszej kwadrze znikający z nieba krótko po północy.

GWIAZDY ZMIENNE

Poniżej zamieszczamy charakterystyczne momenty (maksima lub minima) przykładowych przedstawicieli trzech typów gwiazd zmiennych, możliwe do zaobserwowania na nocnym niebie.

Algol (β Persei), zmienna zaćmieniowa o okresie 2,8674 doby i zakresie zmian jasności od 2,1^m do 3,4^m. Tabelka zawiera momenty głównych (głębszych) minimów jasności:

styczeń		luty	
1, 17.59	18, 22.53	5, 3.47	13, 18.13
13, 5.15	21, 19.42	8, 0.36	25, 5.29
16, 2.04		10, 21.24	28, 2.18

Cefeida klasyczna (δ Cephei), gwiazda pulsująca o okresie zmian jasności 5,3663 doby, w zakresie od 3,5^m do 4,4^m. Tabelka podaje momenty maksimów jasności:

styczeń	luty
1, 17.43	2, 22.28
7, 2.30	19, 0.50
17, 20.05	29, 18.25
23, 4.53	

Mirydy — gwiazdy zmienne długookresowe o okresie powyżej 100 dni. W tabelce zestawiono, przypadające w tych miesiącach, maksima blasku kilku jaśniejszych miryd.

styczeń		luty	
7, RR Sgr	6,8^m	1, R Oph	7,6^m
16, U Ari	8,1^m	8, R Aql	6,1^m
20, χ Cyg	5,2^m		
22, S CMi	7,5^m		

Jan Desselberger

SPÓJRZ W **NIEBO**

ZIMA Z ODCISKIEM NIEDŹWIEDZIEJ ŁAPY NA NIEBIE

Korzystając z wciąż bardzo długich nocy stycznia i lutego, ponownie spoglądamy w zimowe niebo, w okolice jego centralnej konstelacji — Oriona oraz obszary rozciągające się tym razem na wschód od niego. Przedstawione w tym odcinku niezbyt jasne obiekty, dwie galaktyki i dwie mgławice, znalazły swoje miejsce w osiemnasto- i dziewiętnastowiecznych katalogach: Charlesa Messiera (z symbolem M) z 1781 r., z dwudziestowiecznymi uzupełnieniami oraz New General Catalogue (NGC) z 1888 r. wraz z jego rozszerzeniem z początku XX w., Index Catalogue (IC). Przybliżone położenia omawianych tu obiektów zawiera mapka na pierwszej stronie Kalendarzyka. Ich obserwacja wymaga teleskopów o apreturze najlepiej nie mniejszej od 150 mm, a w jednym przypadku raczej fotografii o długim czasie ekspozycji.

M 105 — odkryta w 1781 r. przez współpracownika Charlesa Messiera, Pierre'a Méchaina, galaktyka eliptyczna, druga co do jasności w liczącej 8 obiektów Grupie galaktyk Lew I. Galaktyka ta nie znalazła się w pierwotnej wersji Katalogu Messiera, do którego została dołączona dopiero w 1947 r. Z odległości 36,6 mln lat św., na naszym niebie galaktykę tę widzimy jako mglisty obiekt o kątowych wymiarach 5,4' × 4,8' i jasności 10,2 mag, który w otoczeniu pozostałych galaktyki Grupy, korzystając z amatorskiego teleskopu, odnajdziemy w centrum konstelacji Lwa, blisko środka odcinka łączącego gwiazdy Regulus i Chort (alfa i theta Leonis), 1,6° na południe od 5,5^m gwiazdy 52 Leo.

Źródło: NASA, ESA, STScI and C. Sarazin (University of Virginia)

Galaktyka eliptyczna M 105

IC 2118 (Głowa Wiedźmy) — odkryta w 1891 r. przez niemieckiego astronoma Maximiliana Wolfa, rozległa błękitna mgławica refleksyjna o kątowych wymiarach 3° × 1° i sumarycznej jasności 13,0 mag, usytuowana w północno-wschodnim krańcu konstelacji Erydanu, 2,6° na zachód od Rigela (beta Orionis), najjaśniejszej gwiazdy sąsiedniego gwiazdozbioru Oriona, będącej źródłem jej światła. Mgławicę prawdopodobnie tworzy obłok gazu będący pozostałością po dawnym wybuchu supernowej. Odległa około 1000 lat św., dobrze widoczna dopiero na długo naświetlanych fotografiach, swym kształtem przypomina niezbyt sympatyczny profil starej kobiety, co było przyczyną nazwania mgławicy Głową Wiedźmy (albo Czarownicy).

Fot. Mariusz Świętnicki

Mgławica refleksyjna IC 2118

NGC 2359 (Hełm Thora) — odkryta w 1791 r. przez Williama Herschela, efektowna mgławica emisyjna w gwiazdozbiorze Wielkiego Psa, z odległości 15 tys. lat św. widoczna na naszym niebie jako obiekt o kątowych wymiarach 8'× 6' i jasności 10,8 mag, usytuowany w północno-wschodnim krańcu konstelacji Wielkiego Psa, w odległości 8,8° od Syriusza (alfa Canis Maioris). Mgławica powstała z materii bardzo gorącej gwiazdy w końcowym stadium ewolucji, krótko przed wybuchem jako supernowa, wypchniętej przez jej silny wiatr gwiazdowy. Włóknista struktura zewnętrznych rejonów mgławicy wyglądem przypomina zwieńczony skrzydłami hełm mitologicznego nordyckiego boga burz i sił witalnych, Thora — stad nazwa mgławicy, znanej również jako Kaczka.

Fot. Credit Line and Copyright Adam Block/Mount Lemmon SkyCenter/University of Arizona

Mgławica emisyjna NGC 2359

NGC 2537 (Łapa Niedźwiedzia) — odkryta w 1788 r. również przez Williama Herschela, karłowata galaktyka spiralna z poprzeczką w gwiazdozbiorze Rysia, zaliczana do kategorii galaktyk magellanicznych, podobnych do Obłoków Magellana. Odległa o 39,5 lat św., na naszym niebie galaktyka ta ma kątowe rozmiary 1,7° × 1,5°, ustawiona w naszym kierunku pod kątem 162°, wyglądem przypomina odcisk stopy dzikiego zwierzęcia — stąd jej nazwa. Obiekt ten, o jasności 11,7 mag, odnajdziemy w samym centrum gwiazdozbioru Rysia, 3,3° na północny zachód od $4{,}2^{m}$ gwiazdy Alsciaukat (51 Lyncis)

Jan Desselberger

Źródło: Wikipedia/SDSS

Galaktyka spiralna NGC 2537

ROZSTRZYGNIĘCIE KONKURSU

NA CZEŚĆ MISJI APOLLO

W naszej zabawie ogłoszonej w „Uranii" 4/2019 na wiersz poświęcony księżycowym misjom Apollo wzięło udział blisko 20 czytelników. Wszystkim bardzo serdecznie dziękujemy, a tym, którzy podadzą swoje adresy, wyślemy upominki-niespodzianki.

Najbardziej ujął nas zarówno formą, jak i treścią wiersz Anety Popiel-Machnickiej z Warszawy pt. „Pożegnanie Matki – Ziemi". Jak się okazuje, miłość i troska o astronautów, nie wymaga ani wymieniania nazwy Apollo, ani nawet imienia Księżyca. Hymniczny patos autorka zgrabnie złamała powtarzającym się ryzykownym zdrobnieniem „synkowie", zapewne nie do przyjęcia w innej postaci. Pani Aneta otrzymuje od „Uranii" główną nagrodę w naszym konkursie, książkę „Spaceman" i pocztówkę z autografami autora, astronauty Mike'a Massimino.

Mamy jeszcze kilka autografów astronauty na pocztówkach oraz książek, niestety już bez autografu. Wyróżnimy nimi kilka kolejnych wierszy i opublikujemy w następnych „Uraniach". Może nam to otworzy stały kosmiczny kącik poetycki na naszych łamach? Może macie inne kosmiczne wiersze w szufladach. Przysyłajcie!

Maciej Mikołajewski

Aneta Popiel-Machnicka
listopad 2019

Pożegnanie Matki – Ziemi

Z pyłu usnułam
i oddech dałam.
A bezgranicznie
tak, pokochałam,
gdy was tworzyłam w mrocznej alkowie.
Lećcie synkowie.

Byłam przy pierwszym
i każdym kroku.
Prawdą i wiedzą
wabiłam w mroku,
by z was wyrośli prawi mężowie.
Lećcie synkowie.

Czy takie plany
wobec was miałam?
Chociaż ogromna –
dla was – za mała,
bo podbój, zawsze, siedział wam w głowie.
Lećcie synkowie.

Mój opór – niczym...
Co zrobić chcecie
mimo łez, groźby,
naprzód wyrwiecie...
I choć bezpieczni tylko w połowie.
Lećcie synkowie.

A więc już lepiej
– z niemym szaleństwem.
Za przyzwoleniem,
z błogosławieństwem...
O waszych lękach nikt się nie dowie.
Lećcie synkowie.

Dalej i głębiej
ciekawość wiedzie,
więc zdobywajcie –
w szczęściu i w biedzie,
jak zdobywali wasi ojcowie.
Lećcie synkowie.

Tlenu wam dadzą,
stalą otulą...
Na skargi wasze
niech się wyczulą,
skoro jesteście z nimi po słowie.
Lećcie synkowie.

Co tam znajdziecie,
co zobaczycie,
niech innym służy.
Sprawcie, by życie
było pełniejsze w swojej wymowie.
Lećcie synkowie.

Kiedy odwrotu
nadejdą bóle,
bezpiecznie wróćcie,
a ja was czule
z odmętów swoich znowu wyłowię.
Lećcie synkowie.

Wspomnijcie czasem
jak błękitniałam,
gdy z dumą matki
w dal spoglądałam.
By pamiętali o tym wnukowie.

Wróćcie!

Synkowie.

Blaski i cienie Mare Tranquillitatis czyli powrót na Ziemię

Mare Tranquillitatis to łacińska nazwa Morza Spokoju (ang. *Sea of Tranquility*) i miejsce lądowania pierwszej załogowej wyprawy na Księżyc. Mare Tranquillitatis to także tytuł jednego z najbardziej znanych utworów orkiestrowych bardzo wysoko cenionego w USA amerykańskiego kompozytora Rogera Zare. Ten urodzony w 1985 r. na Florydzie pianista i kompozytor, obsypany mnóstwem prestiżowych nagród, ma zdaniem krytyków niebywały talent do orkiestracji. Utwór, który tu wspominam, skomponował na zamówienie Jeffreya Bishopa w wieku 22 lat. W popularnym serwisie internetowym YouTube znajdziemy dziesiątki przeróżnych wykonań „Mare Tranquillitatis" w rozmaitych aranżacjach. Proszę wsłuchać się w niego uważnie i poczuć zawarte tam emocje: dostojny spokój i piękno kontrastujące z nerwowym lękiem osamotnionego, skazanego tylko na siebie i zawodną technikę człowieka. Zapewne coś takiego odczuwali Neil Armstrong i Buzz Aldrin, kontemplując rozciągający się przed ich oczami widok…

„Mare Tranquillitatis" wywołało ciąg skojarzeń, czasami bardzo luźnych, jak to: kompozycja Vangelisa zawarta na albumie „Albedo 0,39" o takimże tytule to po pierwsze przypomnienie, że najważniejszym efektem programu Apollo było, zadaniem wielu mądrych ludzi, odkrycie, jak cudowną i wyjątkową jest nasza Błękitna Planeta. Pięknie ujął to w słowa William Anders — „ludzie polecieli na Księżyc, a odkryli Ziemię". Tytuł albumu to wartość współczynnika odbicia światła słonecznego przez naszą planetę (obecnie przyjmuje się troszkę większą wartość 0,43, czyli średnio 43% światła po odbiciu od atmosfery wraca w przestrzeń kosmiczną). Dla porównania, albedo księżycowe to zaledwie 0,12! Może trudno w to uwierzyć, patrząc na rozświetlony Księżyc w pełni, ale nasz naturalny satelita jest tak naprawdę bardzo kiepskim zwierciadłem.

Na koniec drobna refleksja związana z piękną piosenką „Sea Of Tranquility" zawartą na albumie grupy Barclay James Harvest „Gone To Earth" z 1977 r. Słuchając jej, można odnieść wrażenie, że mówi o bezcelowości podróży kosmicznych. Ale prosze przyjrzeć się okładce płyty. Nie dość, że wyraźnie nawiązuje do loga misji Apollo 11, to jeszcze obrys grafiki kojarzy się z zarysem tego księżycowego morza! Jednak zamiast lądującego orła, mamy tu powracającą na Ziemię sowę — symbol mądrości. Chyba czegoś nas te loty na Księżyc jednak nauczyły?

Jacek Drążkowski

Konkurs na fotki z Uranią

Gdy w górach utrzymujesz równowagę dzięki masie czarnej dziury...

Z „Uranią" w ekwipunku w Tatry wybrał się Sebastian Łukowski z Bydgoszczy.

Biuletyn Sekcji Obserwacji Słońca PTMA

Natura Słońca (cz. 7)

Nasze dzienna gwiazda świeci tak silnie na sferze niebieskiej, że gołym okiem nie jesteśmy w stanie bezpośrednio wykonywać jego obserwacji. Istnieją za dnia takie momenty, ale na chwilę, kiedy bez trudu gołym okiem zaobserwujemy jego tarczę. Zdarza się to na krótko przy wschodzie i przed zachodem Słońca – jego tarcza wówczas wydaje nam się większa. Dzieje się tak, dlatego że przy wschodzie czy też zachodzie nasza atmosfera ziemska działa jak soczewka „gazowa", która pozornie powiększa jego tarczę, zagłuszając skutecznie jego silny blask. Oczywiście rozmiar tarczy słonecznej jest niezmienny, to tylko optyczne złudzenie. Atmosfera ziemska również stanowi tzw. „naturalny" filtr, ale tylko w momentach występujących mgieł czy „lekkiego" zachmurzenia. Warunki takiego stanu atmosferycznego tłumią światło słoneczne, pozwalając gołym okiem bez trudu dostrzec jego tarczę. Również w niektórych okresach czasu, kiedy Słońce znajduje się w maksimum swojej aktywności, możemy gołym okiem dostrzec większe grupy plam słonecznych. Najbardziej widoczną przez nas warstwą Słońca jest fotosfera, a konkretnie jej powierzchnia. Kiedy jest potrzeba obserwowania więcej szczegółów na powierzchni fotosfery, trzeba użyć teleskopów. Do takich obserwacji stosujemy odpowiednie ciemne filtry słoneczne, skutecznie chroniące wzrok przed silnym blaskiem.

Trzeba pamiętać, że w czasie dokonywania obserwacji powierzchni Słońca jego wizualne obserwacje mogą się różnić od obserwacji innych obserwatorów pracujących w tym samym czasie. Podstawowy czynnik obserwacyjny to techniczne możliwości teleskopu obserwatora, którym je wykonuje. Nawet przy takim samym teleskopie niezależnie dwóch czy więcej obserwatorów może uzyskać odmienny wynik obserwacyjny. Na uzyskany wynik ma wpływ wiele czynników w miejscu obserwacji, do których trzeba zaliczyć przezroczystość atmosfery, siłę wiatru, temperaturę, ciśnienie. Oczywiście dochodzi tu jeszcze czynnik ludzki, tzw. błąd osobowy obserwatora w czasie wykonywania obserwacji. Dlatego dysponując profesjonalnym amatorskim sprzętem obserwację możemy wykonać metodą fotograficzną, a uprzednio zweryfikować ją poprzez metodę obserwacji wizualnej. Powracając do metody obserwacji fotograficznej trzeba wyposażyć teleskop w odpowiedni aparat fotograficzny i filtr, najlepiej ND3.8. Jeszcze jedna ważna sprawa: teleskop wraz z całym oprzyrządowaniem powinien być umieszczony na statywie paralaktycznym z mechanizmem podążającym za obrotem sfery niebieskiej. W takim przypadku odczujemy komfort obserwacji, natomiast sam aparat automatycznie dokona kilkanaście czy nawet kilkadziesiąt zdjęć. Po zakończonym procesie obserwacji tą metodą odpowiednim programem dokonujemy stackowania zdjęć, uzyskując bardzo wyraźny i ostry obraz tarczy słonecznej. Dokładna analiza obrazu pozwoli nam na ustalenie liczby obszarów aktywnych w postaci grup słonecznych, a w nich plam o różnych rozmiarach. Zapewne ze zdjęcia ustalimy położenie pochodni, jaki obszar one zajmują i do jakiej kategorii należą.

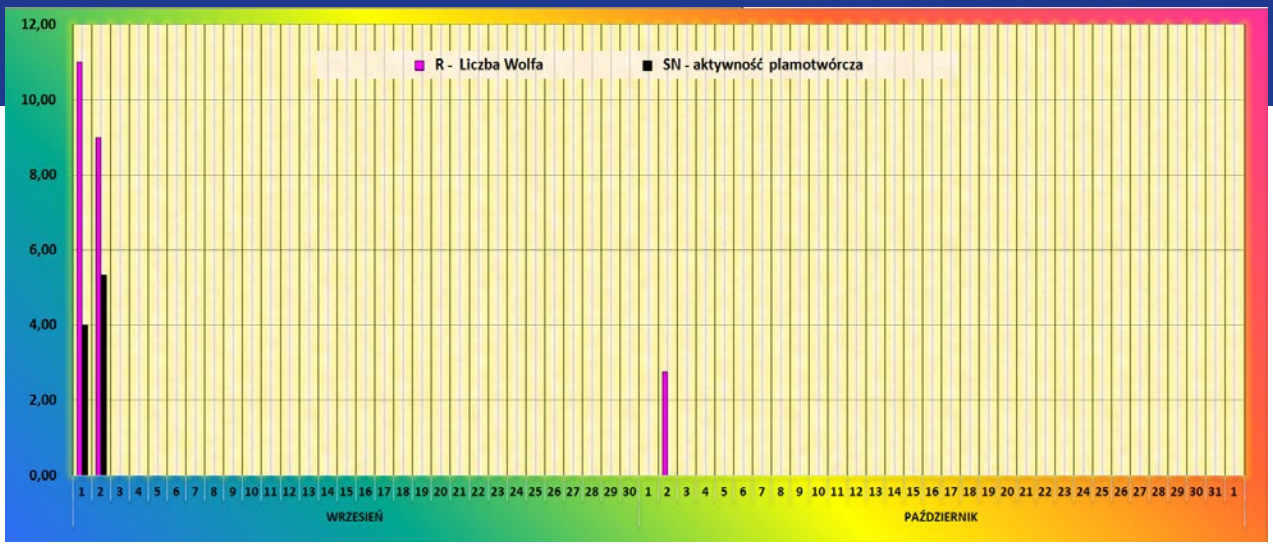
Pod tym obserwacyjnym względem dokonamy pełnej obserwacji naszej dziennej gwiazdy. Uzyskany obraz tarczy słonecznej w okresie podwyższonej aktywności uwidacznia nam najbardziej widowiskowe szczegóły. Możemy je obserwować wizualnie, jak już wcześniej wspominałem, kiedy zadbamy o bezpieczeństwo naszego wzroku.

Istnieje jeszcze trzecia metoda obserwacji powierzchni tarczy słonecznej, tzw. projekcyjna, chyba najbardziej powszechnie stosowana. Za okularem teleskopu montujemy specjalny ekran słoneczny, na którym utworzy się obraz Słońca. Tą metodą możemy wykonywać najbardziej bezpieczne obserwacje naszej dziennej gwiazdy. W czasach, kiedy nie znano teleskopów, gołym okiem dostrzegano tylko plamy o większych powierzchniach. Naturalnym filtrem obserwacyjnym podczas dnia była słaba przezroczystość ziemskiej atmosfery. Ten sposób wykonywania obserwacji plam słonecznych nie należał do systematycznych. Przez cały okres historii ludzkiej cywilizacji, aż do pojawienia się pierwszych lunet astronomicznych, w różnych kronikach odnotowane jest zaledwie ok. 100 obserwacji plam słonecznych dokonanych tą metodą. Chodzi tu tylko o bardzo duże obszary grup plam jak i też tych pojedynczych, które w pewnych warunkach można było dostrzec na tarczy słonecznej bez pomocy teleskopów.

Plamy słoneczne, jak się przypuszcza, były dostrzegane już w starożytności, ale najstarsze zapiski pochodzą ze starych kronik chińskich. Chińczycy uważnie przyglądali się Słońcu. Zapiski obserwacji plam słonecznych znajdują się w kronikach angielskich marynarzy. Obserwacje plam odnotowali także ruscy kronikarze z Kijowa. Nie uszły one uwadze ludom mieszkających w krajach skandynawskich. Musiały one zapewne dostrzec większe powierzchniowo plamy słoneczne, kiedy Słońce w okresach jesienno-zimowych „ślizgało" się po linii horyzontu. Jednak z tych obszarów Europy nie zachowały się żadne zapiski spostrzeżeń szczegółów na tarczy słonecznej. W tym czasie nikt oczywiście systematycznych obserwacji Słońca nie wykonywał. Były to sporadyczne zapiski tego, co przypadkiem zauważono na tarczy słonecznej. Ciemne kształty widoczne z Ziemi były wyimaginowane tylko przez ludzką wyobraźnię. Zazwyczaj w tym czasie tłumaczono, że są to cienie nieznanych planet lub wyrwy w tamtejszych słonecznych chmurach.

Janusz Bańkowski

Errata: w poprzednim numerze w notce odredakcyjnej była zła data wydarzenia: 5 września, a powinno być 5 października — przepraszamy (red)



Opracowanie: Janusz Bańkowski

Raport nr 9/2019

Gdyby nie dwudniowy incydent z plamami to na naszym wykresie świeciłoby pustką. Wrzesień to dalszy spokój Słońca na fotosferze. Na chromosferze można było dostrzec nieliczne mniejsze rozbłyski, choćby podczas drugiego dnia zjazdu SOS PTMA w Truszczynach. Średnia liczba Wolfa=0,67/160 obs., a średnia SN=0,31/123obs. Swoje raporty przysłało 11 obserwatorów. Bardzo im dziękuję i zachęcam innych do wstąpienia do naszej sekcji.

OBSERWATORZY:

1. Zapata Antonio Morales	30	7. Raczyński Łukasz	9
2. Zagrodnik Jerzy	28	8. Zwolińska Magdalena	7
3. Jimenes Francisco	28	9. Figiel Tadeusz	7
4. Mikołajczak Eugeniusz	20	10. Bohusz Jerzy	3
5. Bańkowski Janusz	17	11. GrupaAbelowa	2
6. Kucemba Łukasz	13		

Raport nr 10/2019

Słońce nadal pozostaje w minimum aktywności i tylko 1 października na tarczy pojawiła się jedna grupka w postaci jednej plamy zaobserwowana przez Paco. Średnia R = 0,09/132 obserwacje, a średnia SN =0,00./111 obserwacji. Paco nie prowadzi obserwacji dla indeksu SN stąd SN=0,00. Bardzo dziękuję wszystkim naszym obserwatorom, którzy mimo minimum monitorują nasze Słońce.

OBSERWATORZY:

1. Bańkowski Janusz	27	6. Grupa Abelowa	9
2. Zagrodnik Jerzy	26	7. Raczyński Łukasz	5
3. Mikołajczak Eugeniusz	22	8. Figiel Tadeusz	3
4. Jimenez Francisco	19	9. Kucemba Łukasz	2
5. Zapata Antonio	17	10. Bohusz Jerzy	2

Koordynator SOS PTMA Tadeusz Figiel

Indeks autorów

Bańkowski Janusz (1)80, (2)70, (3)72, (4)72, (5)76, (6)70
Bersinger Walter (5)31
Biernikowicz Ryszard (4)56
Błaszkiewicz Leszek (2)18
Bończyk Patryk (5)20
Brzostkiewicz Stanisław R. (4)4
Bykowski Wieńczysław (1)54, (2)52, (3)50, (4)54, (5)54
Czart Krzysztof (1)29,70,71, (2)46,51, (3)3,10,32,64,65, (4)28,29, (5)24,52,66,67, (6)49,50,
Dauenhauser Michał (1)62
Desselberger Jan (1)72,76, (2)60,64, (3)66,70, (4)59,66,70, (5)68,72, (6)62,66
Drążkowski Jacek (1)34,79,82, (2)32,65,72, (3)30,71,74, (4)44,71,74, (5)18,73,78, (6)3,69,74
Drożdżal Paweł (4)30, (5)79, (6)42
Fabrowski Kasper (1)83, (2)73
Figiel Tadeusz (1)80,81, (2)70,71, (3)72,73, (4)72,73, (5)74,77, (6)52,71
Garwoła Jakub (5)63
Gawłowicz Józef (2)15
Gęsicki Krzysztof (6)10
Grabiański Rafał (1)3,8,25, (2)8,46, (3)8,65, (4)8,24,28, (5)8,52,66, (6)8,50,51
Grądzka Ewelina (6)28
Grochowalski Paweł (1)70, (3)64, (5), (6)
Grochowski Mariusz (5)56
Iwanicki Grzegorz (4)29
Iwanowska Wilhelmina (5)5
Jaśkiewicz Artur (2)57
Karwasz Grzegorz (4)45
Kolesiński Wojciech (2)68
Kołomański Sylwester (3)52
Konstantinovski Puntos Cyryl (5)44
Kowalska Katarzyna (3)37
Krakowczyk Mateusz (6)55
Kruk Jacek (4)12
Krzeszowiak Natalia (5)20
Kuczyński Jerzy (1)50, (2)48, (3)46, (4)40, (5)48, (6)46
Kulbicka Agata (5)36
Kuligowska Elżbieta (1)26,71, (2)10,47, (3)64, (4)28, (5)17,52,53, (6)50,
Kustak Michał (4)75
Lewandowski Wojciech (2)18
Lisiecki Krzysztof (1)78
Marks Andrzej (4)12
Mazur Mirosław (2)57
Meissner Laura (1)58
Mergentaler Jan (2)5, (3)4, (6)5
Mickaelian Areg (6)28
Mikołajewski Maciej (1)60, (2)3,32, (3)30, (4)3,22,23,27,44, (5)3,18, (6)68,74
Molenda-Żakowicz Joanna (1)10, (3)52
Mrozowska Agnieszka (6)27
Mrozowski Stanisław (1)30
Mruk Konrad (1)83
Muciek Marek (1)6, (2)6, (3)6, (4)6, (5)6, (6)6
Musielak Zdzisław (5)10
Nawalkowski Piotr (5)20
Nowak Agnieszka (2)46, (5)17, (6)50
Pagaczewski J. (3)5
Pior Radosław K. (2)66
Piskorz Wojciech (4)75
Potępa Piotr (2)38
Rudnicki Konrad (5)4
Rybka Eugeniusz (1)4,5, (2)4,5, (3)4, (6)4
Sabat Mikołaj (1)68, (2)54, (3)62, (5)64, (6)60
Schreiber Roman (1)49, (2)37, (3)45, (4)53, (5)43,62, (6)41
Stępień Kazimierz (3)18
Substyk Marek (1)26, (4)38,43, (6)52
Szaj Robert (1)61
Szymczak Stanisław (6)74
Ścieżor Tomasz (1)56,77, (3)26,62,
Tęcza Władysław (1)4
Tymiński Zbigniew (2)57
Wielgus Maciek (3)12
Więcek Magdalena (1)38
Wiland Janusz (2)29, (3)27, (4)35, (5)25, (6)23
Woszczyk Andrzej (6)30
Zapiór Maciej (2)73
Zawilski Marek (3)40, (4)61
Ziołkowski Krzysztof (5)28, (6)16
Zoc Marek (4)4
Zuo Wenwen (1)18
Żołądek Przemysław (1)64, (2)57, (3)59, (4)62, (6)56

Indeks przedmiotowy

Artykuły
„Polskie" komety, *Krzysztof Ziołkowski* (6)16
Astronomiczny świat Chin, *Wenwen Zuo* (1)18
Chłodne gwiazdy kontaktowe, *Kazimierz Stępień* (3)18
Cień czarnej dziury, *Maciek Wiegus* (3)12
Jak fotografować Drogę Mleczną?, *Piotr Potępa* (2)38
Kosmiczny łowca planet, *Joanna Molenda-Żakowicz* (1)10
Krok w nieskończoność, *Andrzej Marks* (4)12
Księżyce pyłowe Ziemi, *Elżbieta Kuligowska* (2)10
Międzynarodowa Unia Astronomiczna, *Krzysztof Czart* (3)32
Neutrina spoza naszej Galaktyki, *Elżbieta Kuligowska* (1)26
Nowy wyścig księżycowy?, *Jacek Kruk* (4)12
Pomyłka Heweliusza, czyli zakrycie, którego nie było, *Paweł Drożdżal* (4)30
Tajemniczy wszechświat ciemnej materii, *Zdzisław Musielak* (5)10
Teoria i obserwacje, *Krzysztof Gęsicki* (6)10
Wracamy na Księżyc?, *Rafał Grabiański* (4)24
Zakręcone gwiazdy, *Leszek Błaszkiewicz i Wojciech Lewandowski* (2)18
Zapomniany epizod historii polskiej astronomii, *Krzysztof Ziołkowski* (5)28

Urania – nasza muza (1)3, (2)3, (3)3, (4)3, (5)3, (6)3

Dawno temu w „Uranii"
Bardzo odległa gromada gwiazd (1)5
Ciemna materia a dynamika rotacji galaktyk (5)5
Dwa nowe księżyce Jowisza (1)4
Fotograficzne obserwacje zorzy polarnej (2)4
Galaktyczna i międzygalaktyczna ciemna materia (5)4
Gwiazda podwójna z orbitą paraboliczną (2)5
Kalendarz Ilustrowanego Kuryera Codziennego na rok 1939 (6)5
Koncentracje masy pod powierzchnią Księżyca (4)4
Krater Rangera 8 (4)4
Księżyc oddycha (4)4
Materia międzygwiazdowa — fragment artykułu (6)5
Narodziny (?) nowej gwiazdy pulsującej (3)4
Nowy rodzaj systemów gwiazdowych (6)4
Odkrycie bliskiej gwiazdy (1)5
Popularyzacja astronomii w Ameryce (2)4
Spadek wielkiego meteorytu w Rosji (2)5
Światło zwierzyńcowe (1)4
Zmiany w przejrzystości atmosfery na Marsie (3)4
Zorza północna w dniu 28 września br. (3)5

Pod patronatem Uranii
Kosmicznie we Wrocławiu (6)26
Marsjańsko w Kielcach (6)27

100 lat Uranii i PTMA
„Urania – Postępy Astronomii" z lat 1998–2011 (1)29
Astrowspomnienia Janusza Wilanda (I). Kosmografia (2)29
Początki PTMA jakich nie znacie (2)26
Święto Astronomii w Krakowie, czyli 100 lat Polskiego Towarzystwa Miłośników Astronomii (4)43
Wspomnienia pierwszego redaktora (1)30
Z zamiłowania astronom (II). Moja księga gwiazd (3)27
Z zamiłowania astronom (III). Pierwsze kroki w PTMA (4)35
Z zamiłowania astronom (IV). UFO nad Polską (5)25
Z zamiłowania astronom (V). Zbudowałem teleskop! (6)23

Astropodróże
Astronomia afrykańskiej pustyni (3)50
Centrum astronomii „Al-Suraja" w Dubaju (6)42
Dlaczego warto chodzić po górach? (4)54
Kijów oczami młodego astronoma (1)54
Paryska dynastia (5)54
Rodopskie kopuły (2)52

Astronomia na świecie
Amatorska astronomia w Szwajcarii (5)31
Astronomia ponad podziałami (6)28

Historia astronomii
Obserwatorium Kokino (5)44

Sylwetki Uranii / In memoriam
Hans Joachim Bode (4)61
Wspomnienie o Januszu Płeszce (1)56

Młodzi badacze
50 lat obozu astronomicznego IAYC (1)62
Eclipse de Sol 2019 (6)34
Moje własne kółko astronomiczne (1)58
Nagrody rozdane! Ogólnopolskie Młodzieżowe Seminarium Astronomiczne (4)58
Spod polskiego nieba nad Balaton (4)59
Szkolna przygoda z astronomią w Bielsku-Białej (1)60

Kącik olimpijczyka
Rozwiązanie zadania drugiej serii I stopnia LX Olimpiady Astronomicznej (1)78
Rozwiązanie zadania nr 4 zawodów finałowych LVII Olimpiady Astronomicznej (5)63
Rozwiązanie zadania nr 5 zawodów finałowych LXII Olimpiady Astronomicznej (2)68
Rozwiązanie zadania zawodów finałowych LXVII Olimpiady Astronomicznej (4)60
Rozwiązanie zadania zawodów II stopnia LIV Olimpiady Astronomicznej (6)55

Ciekawe adresy internetowe…
A ty, jak się nazywasz? (5)43
Jeszcze raz kosmiczne szumy i piski, a może tym razem wibracje? (3)45
Księżyc, Księżyc, Księżyc… (4)53
Małe krople wody, ciekawe sprawy na niebie… (1)49
Tak daleko, a tak blisko (2)37
Życie codzienne na Marsie (6)41

W skrócie
150 lat czasopisma „Nature" (6)49
Blue Origin odpala pierwszy raz księżycowy silnik BE-7 (4)28

Ciemna materia rozpędza najmasywniejsze galaktyki spiralne (5)17
Cztery nowe detekcje fal grawitacyjnych (2)46
Czy podróże kosmiczne są niebezpieczne dla układu krążenia? (4)29
Dwie galaktyki bez ciemnej materii (5)17
Geralt i Ciri, a może Twardowski i Boruta? (5)67
Gęsta atmosfera dawnego Księżyca? (4)28
Gwiazda kierująca się ku Słońcu przyniesie ze sobą komety i asteroidy (2)47
Indie wystrzeliły sondę Chandrayaan-2 na Księżyc (4)28
Magazyn „Sky & Telescope" bankrutuje, ale będzie uratowany (3)65
NASA potwierdza obecność pary wodnej w atmosferze Europy (6)51
Naukowcy wyznaczyli kształt Drogi Mlecznej (1)71
Nieudane lądowanie indyjskiej sondy Chandrayaan 2 na Księżycu (5)66
Otwarto nowy oddział CBK PAN w Zielonej Górze (3)64
Pierścienie Saturna powoli zanikają (2)46
Pierwsze 60 operacyjnych satelitów Starlink na orbicie (6)51
Polacy tworzą gry o podboju Marsa (6)50
Polacy zwyciężają w zawodach łazików marsjańskich w USA (3)64
Polak nagrodzony za wkład w astronomię kulturową (1)70
Polska wyśle misję na Marsa! (6)50
Polski satelita ScanSAT coraz bliżej ziemskiej orbity (6)50
Prehistoryczne malarstwo jaskiniowe dowodem dawnej wiedzy astronomicznej (1)70
Premiera cyklu telewizyjnego o historii polskich obserwatoriów (1)71
Rusza European Rover Challenge 2019 (1)70
Sonda OSIRIS-REx dotarła do planetoidy Bennu (2)46
Sól kuchenna na powierzchni Europy (3)65
Sukces studentów AGH w Indian Rover Challenge 2019 (1)70
W próbkach z Księżyca wykryto najstarszą ziemską skałę (1)71
Wyślij swoje imię na Marsa na łaziku Mars 2020 (3)64
Zmarł Aleksiej Leonow — pierwszy człowiek, który odbył spacer kosmiczny (5)66
Znaczek pocztowy na 50 lat od lądowania na Księżycu (4)29

W kraju
Następcy Hermaszewskiego (1)61

Kronika (odkrycia i wydarzenia astronomiczne)
Październik, listopad 2018 (1)6
Grudzień 2018, styczeń 2019 (2)6
Luty, marzec 2019 (3)6
Kwiecień, maj 2019 (4)6
Czerwiec, lipiec 2019 (5)6
Sierpień, wrzesień 2019 (6)6

Kronika (misje i badania kosmiczne)
Październik, listopad 2018 (1)8
Grudzień 2018, styczeń 2019 (2)8
Luty, marzec 2019 (3)8
Kwiecień, maj 2019 (4)8
Czerwiec, lipiec 2019 (5)8
Sierpień, wrzesień 2019 (6)8

Kronika PTMA
Na Wałach Chrobrego (4)56
Przeżyjmy to jeszcze raz — 100-lecie PTMA (6)52
Solar Eclipse Conference (3)40
W krótkich spodenkach za zorzą (5)56

Ciemne niebo
Projekt „Dark Sky Poland" (5)20
Zaproszenie na konferencję EALPO 2019 (3)26

Kalendarzyk astronomiczny
Marzec – kwiecień 2019 (1)72
Maj – czerwiec 2019 (2)60
Lipiec – sierpień 2019 (3)66
Wrzesień — październik 2019 (4)66
Listopad – grudzień 2019 (5)68
Styczeń – luty 2020 (6)62

Spójrz w niebo
Gdy Słońce wędruje niżej (5)72
Letnie zgromadzenie gwiazd (2)64
Łucznik kule nosi? (3)70
Rozmaitości jesiennego nieba (4)70
Wiosenne galaktyki (1)76
Zima z odciskiem niedźwiedziej łapy na niebie (6)66

Przeczytanie w Nature i Science
Ciemna materia (1)50
Drobiazgi Układu Słonecznego (3)46
Powstawanie pierwiastków (2)48
Problem stałej Hubble'a (5)48
Saturn i okolice (4)40
Trochę o radioastronomii (6)46

CYRQLARZ
Alfa Monocerotydy 2019 (6)56
Nowości ze świata meteorów (3)59
Stacja bolidowa PFN 76 ZS nr 1 Kozienice (2)57
Wiadomości ze świata meteorów (4)62
Współczesne obserwacje wizualne — część 2 (1)64

KOMECIARZ
30 lat Sekcji Obserwatorów Komet PTMA (3)62
Komety obserwowane w 2018 r. (2)54
Komety widoczne z Polski w 2019 r. (1)68
XI Konferencja SOK PTMA (6)60
Zbliża się kometa spoza Układu Słonecznego (5)64

Obserwator Słońca
Drugi zjazd sekcji (5)74
Historia Sekcji Obserwacji Słońca PTMA cz. III (3)72
II Zjazd Sekcji Obserwacji Słońca PTMA (2)70
Natura Słońca (cz. 2) (1)80
Natura Słońca (cz. 3) (2)70
Natura Słońca (cz. 4) (3)72
Natura Słońca (cz. 5) (4)72
Natura Słońca (cz. 6) (5)76
Natura Słońca (cz. 7) (6)70
Podsumowanie roku 2018 i plany Sekcji SOS PTMA na rok 2019 (1)80
Raport: lipiec – sierpień 2019 (5)77
Raport: listopad – grudzień 2018 (1)81
Raport: maj – czerwiec 2019 (4)73
Raport: marzec – kwiecień 2019 (3)73
Raport: styczeń – luty 2019 (2)71
Raport: wrzesień – październik 2019 (6)71
Współczynnik „k" cz.I (4)72

Astronomia w szkole
Dlaczego należy uczyć astronomii? (4)45
W cieniu Malaperta (2)66
Wiedza jak plastik (3)52

Astronomia i muzyka
Blaski i cienie Mare Tranquillitatis, czyli powrót na Ziemię (6)69
Dźwięki kosmosu po raz trzeci (1)79
Grek, fortepian i gwiazdy (2)65
Piosenka, która poleciała na Księżyc! (3)71
Podróż na Księżyc sprzed wieku (4)71
W poszukiwaniu (muzycznej) ciemnej materii (5)73

Mała Urania
Przygody Uranii w kosmicznej otchłani 5. Narodziny „Uranii" (1)34
Przygody Uranii w kosmicznej otchłani 6. Liczby astronomiczne (2)32
Przygody Uranii w kosmicznej otchłani 7. Czarna dziura (3)30
Przygody Uranii w kosmicznej otchłani 8. Co widać na Księżycu? (4)44
Przygody Uranii w kosmicznej otchłani 9. Ciemna materia (5)18

Biblioteka Uranii
Almanach astronomiczny na rok 2019 (1)77
Człowiek — istota kosmiczna (4)74, (5)62
Jubileuszowe wydanie „Dzieł" Kopernika (2)15

Galeria Uranii (2)74, (3)43, (5)40, (6)33

Astrofotografia
Szlakiem gwiazd (5)36

Zaproszenia: zloty, obozy, konkursy, spotkania, wykłady, wystawy (1)83, (2)73, (3)74, (5)79, (6)75

Poczta (1), (4)75, (5)79, (6)75

Krzyżówka (1)82, (2)72, (3)74, (4)78, (5)78, (6)74

Astrożarty Jacka D. (1)82, (2)72, (5)78, (6)74

Inne
Astrocamera 2018 (1)38
AstroShow 2019 (5)34
Broszury o zastosowaniach astronomii i zanieczyszczeniu świetlnym (5)24
Galaktyki i asocjacje Wiktora Ambarcumiana (6)30
Konferencja Studenckich Astronomicznych Kół Naukowych (2)73
Konkurs–zabawa: Napisz wiersz na cześć misji Apollo! (4)27
Księżycowe „Uranie" (4)22
Oscary w kosmosie (4)23
Pierwsze lądowanie na niewidocznej stronie Księżyca (1)25
Pierwszy w historii obraz czarnej dziury! (2)51
Spis treści rocznika 2019 (6)72
Sześć załóg na Księżycu. Kiedy następni? (4)38
Widoczność planet i Księżyca w centralnej Polsce w 2019 r. (1)42
Wizyty astronomów w szkołach (3)74, (4)74
Wymyśl nazwę dla polskiej egzoplanety! (3)10
Rozstrzygnięcie konkursu na cześć misji Apollo (6)68

Konkurs na fotki z Uranią (1)79, (2)65, (3)71, (4)71, (5)73, (6)69

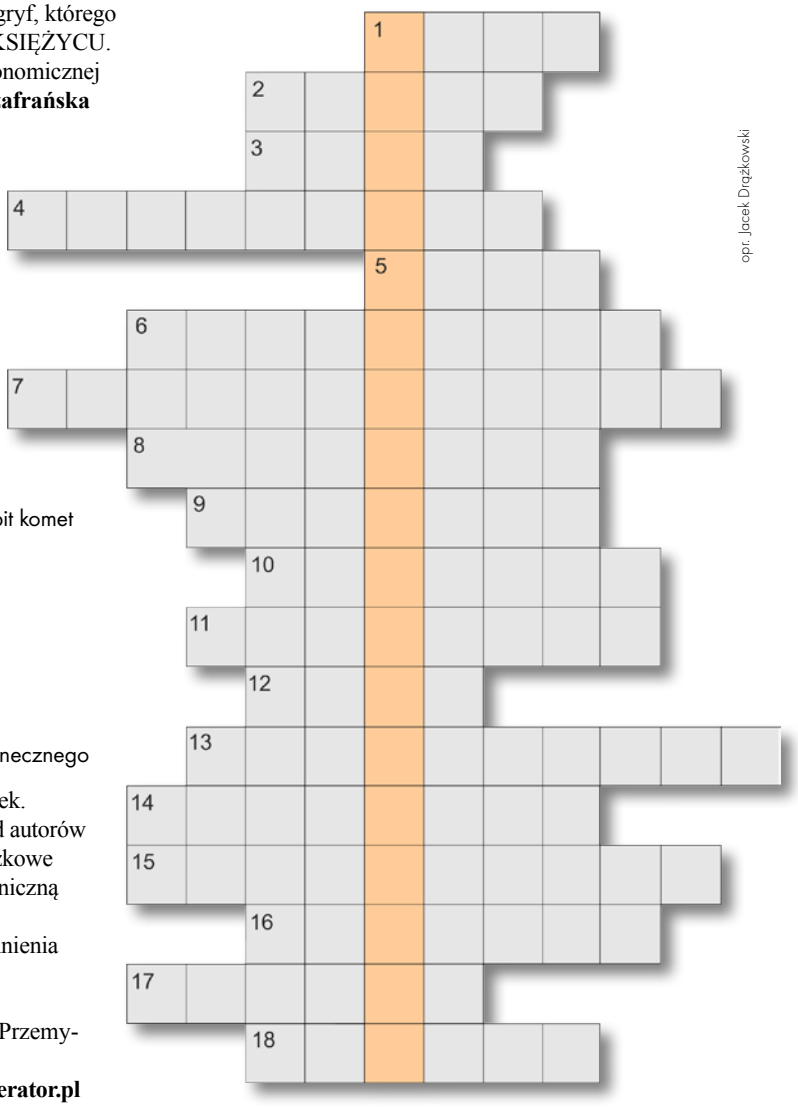
W „Uranii–PA” nr 4/2019 zamieściliśmy logogryf, którego rozwiązaniem jest hasło CZŁOWIEK NA KSIĘŻYCU. Nagrody w postaci książek o tematyce astronomicznej wylosowali **Andrzej Gajewski** z Bełchowa i **Kamila Szafrańska** z Warszawy. Nagrody zostaną wysłane pocztą.

1. Miejsce spoczynku łazika Opportunity
2. Jedna z gwiazd Oriona
3. Ponoć ma jego kształt mgławica w Wielkim Psie
4. Sculptor
5. Na jowiszowej Europie jej nie brakuje
6. Mechaniczny kalkulator tak popularnie zwano
7. Złączenie się, np. dwóch czarnych dziur
8. Ambarcumian założył tam obserwatorium
9. Jeden z teleskopów Janusza Wilanda
10. Tegoroczny laureat Nagrody Młodych PTA
11. Warszawski astronom, który wyznaczał elementy orbit komet
12. Aktualnie sztuczny satelita Jowisza
13. Symulacje pozwalające poznać życie gwiazd
14. Rakieta wystrzeliwana w Nowej Zelandii
15. Korygował ormiańskie nazwy gwiazdozbiorów
16. Drugi znany przybysz spoza Układu Słonecznego
17. Pozwala ją ujrzeć całkowite zaćmienie Słońca
18. Badacz obiektów przybywających spoza Układu Słonecznego

Rozwiązanie utworzą kolejne litery z wyróżnionych kratek. Na rozwiązania czekamy do końca grudnia 2019 r. Wśród autorów poprawnych odpowiedzi rozlosujemy dwie nagrody książkowe o tematyce astronomicznej i płytę kompaktową z elektroniczną muzyką kosmiczną.

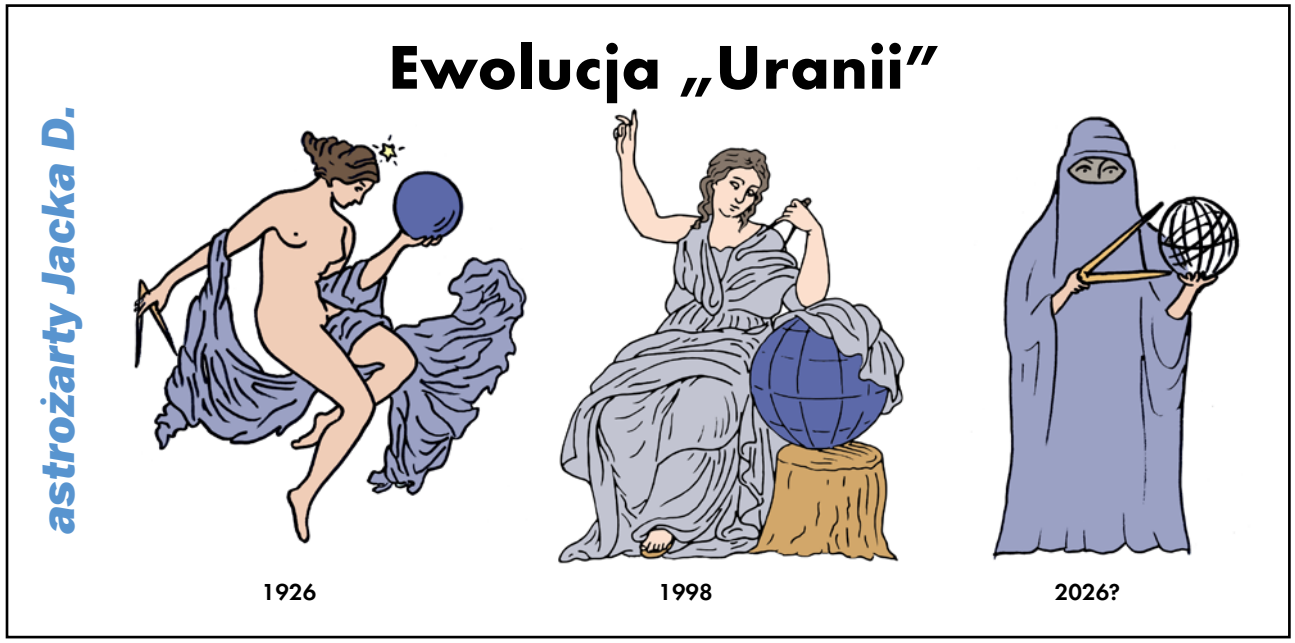
1. „Nowe opowiadania starego astronoma”, czyli wspomnienia i eseje profesora Józefa Smaka;
2. „Planeta Mars” Hieronima Hurnika;
3. „Jak to działa? Ziemia”, książka dla dzieci autorstwa Przemysława Rudzia;
4. Płyta muzyczna CD ufundowana przez sklep **www.generator.pl**

Rozwiązania można przesyłać pocztą tradycyjną, mailowo na adres urania@urania.edu.pl, lub sms-em na nr 600 663 640, podając hasło, nr nagrody, nazwisko i adres wysyłki. Podanie danych adresowych jest dobrowolne i konieczne do otrzymania nagrody.



opr. Jacek Drążkowski

Słowa kluczowe do rozwiązania krzyżówki zamieszczonej w „Uranii–PA” 4/2019: 1. Enceladus, 2. Bezos, 3. Łuna, 4. Kourou, 5. Heweliusz, 6. InSight, 7. Beresheet, 8. Maskony, 9. Ranger, 10. Gault, 11. Vikram, 12. Ostaszewski, 13. Gaia, 14. Wewnętrzne, 15. Księżyce, 16. Owczynin, 17. Bielicki, 18. Oumuamua.



Mam pewne propozycje dotyczące „Kalendarza Astronomicznego". Proponując innowacje, kieruję się głównie potrzebami tych, którzy rozpoczynają swoją przygodę z astronomia i nie dysponują jeszcze ani głębszą wiedzą, ani odpowiednimi materiałami naukowymi. Wśród nich bardzo często pojawiają się pytania typu: „O której Słońce dzisiaj wschodzi i zachodzi?"

Zetknąłem się z bardzo zabawną sytuacją, gdy młody człowiek zapytał, dlaczego zupełnie nie zgadzają się jego obserwacje wschodów i zachodów Słońca i faz Księżyca z podanymi w pewnym kalendarzu. Okazało się, że redaktor tego kalendarza przepisał dane wprost z... poprzedniego roku. Proponuję zatem, aby nowe wydanie „Kalendarza Astronomicznego" zawierało szerszy zakres informacji dla każdego dnia:
– momenty wschodów i zachodów Słońca;
– wysokość górowania Słońca;
– momenty wschodu i zachodu Księżyca;
– wysokość górowania Księżyca;
– procentowy udział oświetlonej tarczy Księżyca.

Chcę jeszcze pogratulować astronomowi, który tak precyzyjnie obliczył parametry uderzenia pierwszokwietniowej planetoidy w Ziemię, że potrafił przewidzieć jego skutki w odniesieniu do ruchu Księżyca, który będzie obiegał Ziemię po „zwariowanej" orbicie, zbliżając się maksymalnie do nas w odstępie ośmiu dni!

Stanisław Szymczak

Red. Jak widać po załączonym do „Uranii" Kalendarzu, akurat odstąpiliśmy od wydania własnego Kalendarza. Wydawca zaproponował nam bardzo korzystne warunki, udostępniając nam część nakładu i zapewniając promocje „Uranii" w całym, ponadstutysięcznym wydaniu. Mieliśmy wątpliwości, bo w poprzednich wydaniach Kalendarza Gazety Wyborczej roiło się od wpadek, z niezauważeniem listopadowego tranzytu Merkurego na czele. Tym razem mieliśmy możliwość sprawdzenia kalendarium i w zasadzie błędów nie zauważyliśmy, stąd decyzja o współpracy. Być może w kolejnych latach będziemy mogli jeszcze wpłynąć na uwypuklenie najważniejszych zjawisk.

Z proponowanych przez Czytelnika codziennych zjawisk typu wschodu i zachody rezygnujemy świadomie. W tak małych kratkach, gdzie cały miesiąc jest na jednej stronie, zagmatwałoby to obraz i utrudniło wyszukanie zjawisk naprawdę niepowtarzalnych. To wszystko będzie można łatwo odczytać z wykresu-klepsydry, który już tradycyjnie w formie plakatu na rozkładówce postaramy się dołączyć do numeru 1/2020.

Miło nam, że ktoś zauważył dowcip, który co roku staraliśmy się przygotować na 1 kwietnia. Tym razem towarzyszył mu chochlik drukarski.

* * *

Gwiazda Cudowna, czyli Mira Ceti (o Cet) w tegorocznym maksimum blasku osiągnęła blisko 2,5 mag! To najlepszy wynik od niemal dekady! Raporty obserwatorów wskazują, że maksimum pokryło się z przewidywanym terminem (24.10.2019). Dwa dni później Piotrowi Majewskiemu (www.radio-teleskop.pl) udało się sfotografować gwiazdę nad nad Jeziorem Gopło

ZAPROSZENIA
zloty, obozy, konkursy, spotkania, odczyty, wykłady, wydarzenia...

Polskie Towarzystwo Miłośników Astronomii

- 16 grudnia 2019: Prelekcja w O/Warszawa
- 23 grudnia 2019: Prelekcja w O/Kraków
- 23 grudnia 2019: Prelekcja w O/Warszawa
- 13 stycznia 2020: dr hab. Tomasz Ściężor – Astrowspomnienia 2019 (pokaz najciekawszych zdjęć astronomicznych minionego roku), PTMA O/Kraków
- 20 stycznia 2020: Spotkanie w PTMA O/Warszawa
- 27 stycznia 2020: mgr Marcin Filipek – Co obserwowaliśmy w 2019 r., a co zobaczymy w 2020 r.?, PTMA O/Kraków
- 27 stycznia 2020: Spotkanie w PTMA O/Warszawa
- 3 lutego 2020: Spotkanie w PTMA O/Warszawa
- 10 lutego 2020: Spotkanie w PTMA O/Warszawa
- 17 lutego 2020: Spotkanie w PTMA O/Warszawa
- 24 lutego 2020: Spotkanie w PTMA O/Warszawa

Centrum Astronomiczne im. M. Kopernika w Warszawie

- 16 grudnia 2019: Alexey Pamyatnykh – Ciekawostki astronomiczne, widziane z roweru w Polsce i innych krajach

CAMK w Warszawie

- 13 stycznia 2020: Filiz Kahraman Alicavus – What does a stellar spectrum tell us?
- 20 stycznia 2020: Wojciech Pych – Polskie Obserwatorium Astronomiczne w Chile

100 lat URANII

w promocyjnych cenach w naszym sklepie internetowym sklep.pta.edu.pl

koszulki

„URANIA – cała prawda o Wszechświecie" – na plecach „100 lat pod wspólnym niebem z Międzynarodową Unią Astronomiczną", na rękawach logotypy wydawców, PTA i PTMA, kolor czarny;

„URANIA – naga prawda o Wszechświecie" z historycznym obrazem muzy Uranii z okładki czasopisma w roku 1926, na plecach historyczne winiety Uranii z ostatnich 100 lat, kolor czerwony/ceglasty;

kubki

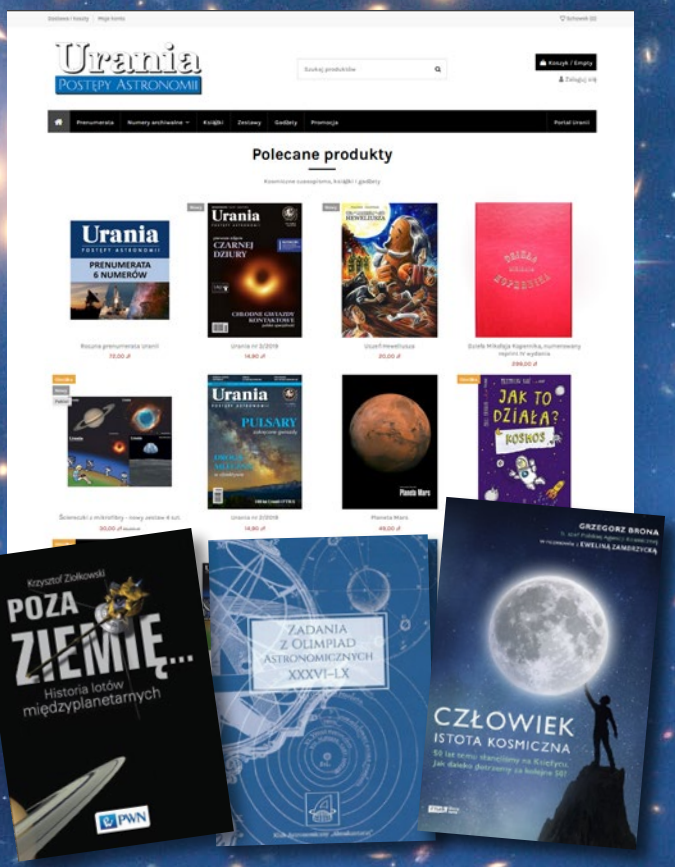
100-lat pod wspólnym niebem – jubileusz Uranii i Międzynarodowej Unii Astronomicznej;

seria książeczek dla dzieci „Mała Urania"

Literacki komiks twórców Uranii z ofertą własnych twórczych interpretacji (kolorowanka, wierszyk) dla dzieci. Pierwsza taka propozycja od czasu „Dzieci pana astronoma" Wandy Chotomskiej;

ściereczki w mikrofibry

do czyszczenia optyki i okularów (nowe wzory);



Ponadto jak zawsze **prenumeraty** i **numery archiwalne** Uranii oraz najciekawsze astronomiczne **książki** dostępne na polskim rynku.