

Dla prenumeratorów w prezencie kalendarz astronomiczny na rok 2016

# Urania

POSTĘPY ASTRONOMII

1/2016 (781) styczeń-luty

Tom LXXXVII

ukazuje się od 1920 r.

Cena 12,90 zł  
w tym 5% VAT

[www.urania.edu.pl](http://www.urania.edu.pl)



Michelson  
– mistrz światła

Zapoluj  
na ISS



Porozmawiaj  
z astronautą!



AstroCamera 2015 – wyniki

**Termin nadsyłania dokumentacji przedłużony do 30 kwietnia 2016**

# **KONKURS „URANII” 2015/2016**

## **„Nasza szkolna przygoda z astronomią”**

Konkurs przeznaczony jest dla szkół, które prenumerują w bieżącym roku „Uranię–Postępy Astronomii”, w tym również w ramach dofinansowania otrzymanego z Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego. Skorzystać z dofinasowania może każda szkoła, wystarczy wypełnić formularz zgłoszeniowy na stronie [www.urania.edu.pl/prenumerata](http://www.urania.edu.pl/prenumerata)

Zadanie konkursowe polega na przedstawieniu dokumentacji dowolnej, związanej z astronomią aktywności całej szkoły lub dowolnego zespołu albo grupy uczniów danej placówki. Przykładami aktywności dzieci i młodzieży mogą być pokazy nieba, regularne obserwacje, prace badawcze, organizacja astropikniku lub astrofestiwalu, spektakl teatralny, film popularnonaukowy, poszukiwanie astronomicznych artefaktów w okolicy itp. Dopuszczalne formy pracy konkursowej to dokumentacja działalności w postaci albumu, pokazu multimedialnego, filmu lub pisemnego raportu. Jedna szkoła może przedstawić wiele różnych rodzajów aktywności i kilka form jej dokumentacji, które będą oceniane jak całokształt. Szkołę może zgłosić do konkursu nauczyciel-opiekun, samorząd szkolny, uczeń lub grupa uczniów za wiedzą dyrekcji szkoły. Do nadesłanej dokumentacji należy dołączyć wypełniony formularz konkursowy.

Redakcja „Uranii” spośród swoich współpracowników powoła jury konkursu, które będzie w ocenie nadesłanej dokumentacji brało pod uwagę (1) merytoryczną wartość i po prawność działalności uczniów, (2) stopień zaangażowania społeczności szkolnej w realizację projektu, (3) oddziaływanie popularyzatorskie w środowisku lokalnym, (4) pomysły

wość i oryginalność przestawionych aktywności, (5) jakość i wyczerpujący charakter nadesłanej dokumentacji.

Na nagrody chcemy przeznaczyć w sumie do 10 tys. złotych. Ponieważ w konkursie mogą brać udział wszelkiego rodzaju szkoły o różnym stopniu wyposażenia (np. posiadające własne obserwatoria), nagrodzone szkoły będą same wybierały nagrody, wskazując na potrzebny im sprzęt obserwacyjny za ok. 3 000 zł — I miejsce, ok. 2 000 zł — miejsce II i ok. 1 000 zł — miejsce III, rezerwując pozostałą kwotę na ewentualne Grand Prix i wyróżnienia w konkursie. Główne nagrody, za zgodą dyrekcji szkół, podobnie jak w poprzedniej edycji, będą wręczane osobiście przez przedstawiciela Redakcji.

**Postanowiliśmy przedłużyć termin nadsyłania dokumentacji** z aktywności szkoły do kwietnia 2016 r., ponieważ będzie on lepiej pasował do pracy szkół w trybie roku szkolnego a nie kalendarzowego. Jednocześnie do Konkursu dopuszcza się szkoły, które będą miały wykupioną prenumeratę sponsorowaną w wysokości 30 zł: a) na rok 2015; b) na rok 2016 (w przypadku braku dotacji MNiSW gwarantujemy 5 zeszytów); c) na rok szkolny 2015/2016 (numery 5/2015–3/2016). O nadsyłanie dokumentacji prosimy w nieprzekraczalnym terminie **do 30 kwietnia** (stemper pocztowy) na adres: „Urania”, CA UMK, ul. Gagarina 11, 87-100 Toruń z dopiskiem „Szkolna przygoda z astronomią”. Szczegółowy regulamin konkursu i formularz konkursowy znajduje się na stronie [www.urania.edu.pl/konkursy](http://www.urania.edu.pl/konkursy).

Wszelkie zapytania odnośnie konkursu można kierować do Sekretarza Redakcji [redakcja@urania.edu.pl](mailto:redakcja@urania.edu.pl) lub bezpośrednio do Redaktora Naczelnego: tel. 509 44 17 17



Grand Prix 2014 – Gimnazjum w Pokoju wraz z nagrodami: refraktorem 12 cm (z montażem i napędem paralaktycznym) i 8" Newtonem na montażu Dobsona



I miejsce w roku 2014 – Gimnazjum w Porąbce Ușevskiej w kosmicznej scenografii i nagrodą na pierwszym planie: teleskopem Newtona 15 cm na montażu paralaktycznym



II Miejsce 2014 – Zespół Szkół w Brzeszczach: nagroda Maksutow z montażem VIRTUOSO. Na wielu uczniów czekały nagrody pozaregulaminowe – prenumerata „Uranii” i „czapka niewidka – Urania”, a na nauczycieli pamiątkowe „parasole–planetarium URANIA”



Spotkania w nagrodzonych szkołach kończyły się oglądaniem meteorytów i protuberancji na Słońcu

# URANIA — NASZA MUZA

dla szkół, uczelni oraz miłośników astronomii i amatorów nocnego nieba

**W**szechświat jest ogromny, ale świat — bardzo mały! A już ludzi na nim można na palcach dwóch dloni zliczyć... Sami znajomi albo znajomi znajomych, wszyscy związani z upowszechnianiem astronomii. W połowie grudnia spotkaliśmy się w gościnie u wicepremiera Jarosława Gowina w Ministerstwie Nauki i Szkolnictwa Wyższego. Wszyscy byli trochę spięci, poza nami, nominowaną do Tytułu „Popularyzator Nauki 2015” ekipą telewizyjnego programu ASTRONARIUM. Jako doświadczony, ubiegłoroczny laureat, kiedy tytuł otrzymywała URANIA, wiedziałem już, że jego przyznanie — przy całkowitym zachowaniu tajemnicy — wiąże się z siedemdziesięcioma telefonicznymi i mailowymi zapytaniem „czy aby na pewno będziemy mieli odpowiednio wysoką rangę reprezentację”, a w imponerabiliach uwagi „by ewentualna przemowa nie zajęła więcej niż jedną minutę!” Tym razem tylu telefonów i maili nie było, więc spokojnie mogliśmy się rozejrzeć za innymi nominowanymi kolegami.

Wśród kolegów i znajomych oczywiście prym wiódł czochraty fryz Karola Wójcickiego — Tytuł w kategorii „Popularyzator Indywidualny, Animator Popularyzacji” — więc mogliśmy sobie wreszcie osobiście podziękować za uwolnienie z kajdanów patentu Nocy Spadających Gwiazd, którą Karol dla tysięcy warszawiaków od lat organizuje podczas maksimum Perseidów. Jakże miło wśród innych nominowanych było spotkać współodkrywcę komety Polonia, współpracownika i autora „Uranii”, Michała Kusiaka. Z kolei autor z tego numeru, Piotr Nawalkowski, reprezentował swoje Stowarzyszenie POLARIS — OPP nominowane w kategorii „Instytucji Poznaukowych”. Może ciemność Sopotni Wielkiej... oświeci resztę Polski w którejś z kolejnych edycji. Tym razem Tytuł w tej kategorii odebrało Centrum Nauki EXPERYMENT z Gdyni, gdzie jednym z autorów fantastycznych wystaw ze świata optyki jest Krzysztof Horodecki, pomysłodawca i założyciel obserwatorium astronomicznego w Gdańskich Szkolach Autonomicznych.

Szczególną satysfakcję sprawił mi Tytuł w kategorii „Instytucje Naukowe” dla Centrum Kopernika Badań Interdyscyplinarnych w Krakowie! Osobą, która powołała Centrum do życia, jest oczywiście jeden z naszych najznakomitszych PT. Kolegów, Michał Heller! Pod auspicjami Centrum działa fenomenalne wydawnictwo, Copernicus Center Press. To nie tylko wznawiane i nowe książki księdza profesora, ale wiele innych związanych z CKBI autorów, a nade wszystko tłumaczenia najważniejszych intelektualnie książek na świecie. Nagroda przypominała mi, że trochę zaniebaliśmy ostatnio promocję tych książek w „Uranii”.

Kilką lat temu nominację do Nagrody uzyskał tzw. Instytut B-61, krejący inspirowane nauką wydarzenia, stanowiące specyficzną mieszankę spektaklu teatralnego, piosenki aktorskiej, performance'u i koncertu estradowego. To autorskie dzieło astronoma, mojego byłego magistranta, grane w... pociągu na stacjach od Tallina do Lizbony. W grudniu, w Urzędzie Marszałkowskim w Toruniu — dzień wcześniej również we Włocławku — wystartowała „Misja na Gwiazdkę”. Dotychczasowa slowotwórcza inwencja w regionie raczej kazałaby oczekiwać jakiejś „astro-wigili” lub „astro-choinki”, więc pełen złośliwej pasji na pierwszy ogień wzajem, wypiekającego na ulicy pierniki, samego Kujawsko-Pomorskiego Marszałka: „Coś tu poza tymi gwiazdkami nie widzę kosmicznych pierników?”. Nie docenilem przeciwnika: „Jak to? Tu są księżyce, tu słoneczka, komety, tu ufoludki, to oczywiście rakieta (rybka) i rakieta trzystopniowa (choinka), a tu mamy... Wielkie Wybuchy!”. Dalem za wygraną i pożarem „Wielki Wybuch” — pysznego, niestety, piernikowego grzybka! Wewnątrz budynku setki rodzin! Zwiedzają instalacje, odwiedzają prowadzone przez znanego ze zdjęć w „Uranii” Marka Nikodema dmuchane planetarium. Coś mi to wszystko przypomina! Jakby B61, jakby „Ewolucja Gwiazd”, ale dla grzeczych dzieci... Okazało się, że wspólnie z ceremonią jest Olga Marcinkiewicz, zawodowy animator kultury. Kiedyś wybawiała mnie od pewnej samobójczej misji w mieście, potem wymyśliła SKYWAY, festiwal światła będący dziś promocyjną lokomotywą Torunia. Pierwsze dwie edycje były ścisłe astronomiczne, ale jak odeszła, jakoś o tym zapomniano. Na kreatywności Janka i Olgi pewnie wiele jeszcze będzie można zbudować. Tym razem uświadomili nam, że święto Trzech Króli, to tak naprawdę nasze święto, Trzech Astronomów! A nadworny artysta Instytutu, Dominik Smużny, przydzielił ich w godne naszych czasów „korony”. No bo to Kujawsko-Pomorskie! Lubię tu być:

[https://www.youtube.com/watch?v=6\\_at4ztKUkY!](https://www.youtube.com/watch?v=6_at4ztKUkY)

06 stycznia

Maciej Mikołajewski



# Urania

POSTĘPY ASTRONOMII

(PL ISSN 1689-6009)

Dwumiesięcznik poświęcony upowszechnianiu wiedzy astronomicznej. Czasopismo powstało w roku 1998 z połączenia „Uranii” (ISSN 0042-0794) — dotychczasowego miesięcznika Polskiego Towarzystwa Miłośników Astronomii, ukazującego się od 1920 r. i „Postępów Astronomicznych” (ISSN 0032-5414) — dotychczasowego kwartalnika Polskiego Towarzystwa Astronomicznego, wychodzącego od 1953 r. Zachowana zostaje dotychczasowa numeracja „Uranii”. Pismo częściowo finansowane przez:



Nakład: 3000 egz.

## Zespół Redakcyjny:

Krzysztof Czart (serwis www, redaktor)  
Jan Desselberger (kalendarz astronomiczny)  
Jacek Drążkowski (red. techniczny, skład)  
Mateusz Krakowczyk (kącik olimpijski)  
Maciej Mikołajewski (redaktor naczelny)  
Marek Muciek (redaktor)  
Sebastian Soberski (sekretarz redakcji)  
Roman Schreiber (redaktor)  
Marek Substyk (z-ca red. naczelnego)  
Bożena Wyrzykowska (korekta językowa)  
Karolina Zawada (orion.pta.edu.pl)

## Współpraca:

Marek Abramowicz, Tadeusz Figiel,  
Sylwester Kołomański, Michał Kusiak, Robert Szaj, Janusz Wiland, Łukasz Woźniak, Przemysław Żoładek

## Adres Redakcji:

Urania, Centrum Astronomii UMK  
ul. Gagarina 11, 87-100 TORUŃ  
tel. 509 44 17 17  
fax. (56) 611 30 08  
e-mail: redakcja@urania.edu.pl

## Adres WWW:

<http://www.urania.edu.pl>

**Dystrybucja, marketing, sekretariat:**  
Ernest Świerczyński, tel. 698 55 61 61  
e-mail: urania@urania.edu.pl

Cena Uranii w prenumeracie 10 zł  
Prenumerata roczna 60 zł

**Bank Millennium S.A. o/Toruń**  
**Nr 44 1160 2202 0000 0000 5530 5241**

## Wydawcy:

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

**Polskie Towarzystwo Miłośników Astronomii**  
ul. Miodowa 13a m. 35,  
31-055 Kraków  
tel. (0-12) 422 38 92  
e-mail: zarzad@ptma.pl  
WWW: [www.ptma.pl](http://www.ptma.pl)

\* MATERIALÓW NIE ZAMÓWIONYCH REDAKCJA NIE ZWRACA \* ZASTRZEGA SIĘ PRAWO DO REDAGOWANIA ISKRACANIA TEKSTÓW \* PRZEDRUK MATERIAŁÓW TYLKO ZA ZGODĄ REDAKCJI \* OPINIE I POGLĄDY FORMUŁOWANE PRZEZ REDAKCJĘ I AUTORÓW NIE REPREZENTUJĄ OFICJALNEGO STANOWISKA WYDAWCÓW \*

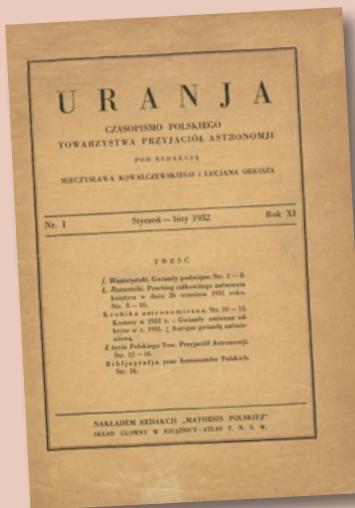
DRUKARNIA

GRAFFITI BC

Toruń, ul. Równinna 11/13

[www.graffitibc.pl](http://www.graffitibc.pl)  
drukarnia@graffitibc.pl  
tel. 56 654 47 14

## Dawno temu w... „Uranii”



### Ciekawe komety w roku 1931

Prof. Van Biesbroeck donosi o ciekawych zmianach, jakie zauważał w wyglądzie komety 1927 11 Schwassmann-Wachmann, która obserwuje już podczas trzeciej jej opozycji, licząc od roku odkrycia. Mianowicie 11.II.1931 kometa była niezwykle jasna ( $13^m5$ ), gdy miesiąc przedtem miała jasność tylko  $17^m5$ . To tak znaczne (40-krotnie) pojaśnienie komety nie trwało długo, gdyż na zdjęciu, dokonanem 21.II.1931 r. wykazała ona blask  $16^m$ . Przyczyną tych zmian było prawdopodobnie nie promieniowanie Słońca, od którego odległość w tym czasie była prawie stała i wynosiła 7 jedn. astronom., lecz raczej pewne zmiany wewnętrzne w samej komecie. Kometa ta jest dla narzędzi obserwatorium Yerkes'a dostępna podczas każdej opozycji w czasie jej, 16 lat trwającego, obiegu naokoło Słońca.

Ten sam obserwator 12.III.1931 dokonał zdjęcia komety 1927 IV Stearns'a w postaci bladej plamki światelnej o średnicy niewielu sekund luku, o jasności  $17^m$  do  $18^m$ . Obserwacja powyższa miała miejsce 4 lata po odkryciu komety. Jeszcze nigdy nie udawało się dotychczas sfotografować komety z tak wielkiej odległości, która wynosi 11 jednostek astronomicznych.

### Gwiazdy zmienne odkryte w r. 1931

W r. 1931 odkryto ogółem 873 gwiazdy zmiennej, tak że ilość ich w katalogu R. Pragera osiągnęła liczbę 5461. W stosunku do r. 1930 przyrost ten wynosi 19%. Z podanej liczby gwiazd olbrzymią ich większość odkryto przy pomocy fotografii; jedynie 14 wykryto wizualnie. Dla dwóch konstelacji ilość kombinacji dwóch wielkich liter alfabetu łacińskiego, używanych do oznaczania gwiazd zmiennej w obrębie gwiazdozbioru została wyczerpana. Ponadliczbowe gwiazdy zmienne są obecnie oznaczone literą V oraz numerem porządkowym, poczynając od 335. W ten sposób ostatnia gwiazda zmienia odkryta w gwiazdozbiorze Strzelca w r. 1931, nosi nazwę: V<sub>363</sub> Sagittarii, zaś analogiczna gwiazda w gwiazdozbiorze Wężownika: V<sub>437</sub> Ophiuchi.

J. G. (Kronika astronomiczna), Urania 1, 1932,

## W AKTUALNYM NUMERZE

### Dawno temu w... „Uranii”

4

### Kronika

### październik — listopad 2015

6

8

Tomasz Kardaś

## Mistrz światła

Autor znakomitej biografii Alberta A. Michelsona opowiada o dokonaniach amerykańskiego noblisty (rodem ze Strzelna) na polu astronomii.

16

Armand Budzianowski, Tomasz Ciepielowski

## Kosmos, łączność radiowa i szkolne lekcje

Okazja dla polskich szkół na niecodzienny projekt edukacyjny dla uczniów: rozmowa na żywo z astronautą lub kosmonautą przebywającym w czasie połączenia w przestrzeni kosmicznej transmitowana na falach radiowych. O łączności radioamatorskiej i jej wykorzystaniu w ramach projektu ARISS do kontaktu ze stacją ISS.

20

Lidia Kosiorek

## Olsztyńska Akademia Dzieci

W każdym większym mieście istnieje uniwersytet trzeciego wieku. Czemu nie pierwszego? Taka właśnie „akademia”, której nie tylko słuchacze, ale i wykładowcy nie zdawali jeszcze nawet testu szóstoklasisty, od lat działa przy olsztyńskim planetarium.

### Nature i Science

### Bliskie badania odległego Wszechświata

24

### Astronawigacja

26

Józef Gawłowicz

## Szerokość geograficzna z kulminacji Słońca

Współczesna technika pozwala na określenie pozycji dowolnego punktu na powierzchni Ziemi bez spoglądania na niebo. Nie zawsze tak było. Jak np. określić szerokość geograficzną statku na półkuli południowej, gdzie nie widać Gwiazdy Polarnej...?

### Ciemne niebo

### Bioastronomia ciemnego nieba

29

### Czy prawie 100 latarni zgasi światło nad Ostrowikiem?

30

## W kraju

- W Łodzi otwarto nowe planetarium  
W Chorzowie wyznaczono południk 019° E

# AstroCamera 2015 – wyniki

## 100 lat Uranii

- Elektroniczna wersja Uranii

## W skrócie

- Przegląd XXL — polowanie na gromady galaktyk  
Kosmiczna „czkawka” pobliskiej czarnej dziury  
Radioteleskop LOFAR będzie jeszcze większy  
Na niebie będzie gwiazda Copernicus  
Astronomowie szukają planety wokół gwiazdy Proxima Centauri  
Kosmiczne grudy na celowniku teleskopu Compact Array CSIRO

## Szkoła astropejzażu

- Fotografia gwiazd w formie punktów na niebie

## Spacerkiem po Księżyco

- Janssen i sąsiedzi

## CYRQLARZ № 214

- Kalendarz meteorowy 2016

## Kącik olimpijski

- Zadanie II stopnia LVI Olimpiady Astronomicznej

## Kalendarz astronomiczny: styczeń — luty 2016

## Niebo nad Polską w marcu i kwietniu 2016

## Obserwator Słońca

- Maksimum 24 cyklu słonecznego  
Początki obserwacji plam słonecznych w Polsce  
Raport: listopad — grudzień 2015

## Poradnik obserwatora

- ISS Transit Finder

## Ciekawe strony internetowe:

*Twinkle, twinkle, little star...*

## Poczta

## Zaproszenia (zloty, obozy, konkursy etc.)

## Krzyżówka

## Astrożarty Jacka D.

## Astrofotografia amatorska

## Fragmenty sprawozdania z działalności Oddziału Warszawskiego P. T. P. A. za rok 1931

- 32  
32  
33  
40  
15  
15  
42  
42  
44  
44

Niezależnie od prac objętych akcją Oddziału członkowie Zarządu zajmowali się propagandą popularyzacyjną przez radio i w prasie, Ponadto b. prezes Oddziału Warszawskiego in. Z. Chelmoński, przetłumaczył z angielskiego książkę astronoma kanadyjskiego C. A. Chanta p. t. „Cuda Wszechświata”, wydaną przez księgarnię Trzaski, Everta i Michalskiego. W ten sposób naszej ubogiej literaturze astronomicznej przybyło nowe dzieło, umożliwiające zapoznanie się z dalekimi światami.

Biblioteka Oddziału prenumeruje wydawnictwa zagraniczne „Weltall”, „Die Sterne”, „L’Astronomie” oraz wymienia „Uranię” z pokrewnemi stowarzyszeniami zagranicznemi, otrzymując wzamian ich publikacje, jak „Rise Hvezd”, „Russkij Astronomiczeskij Kalendar”, Rocznik Obserwatorium w Tacubaya w Meksyku, z krajowych zaś „Przyrodę i Technikę” oraz „Mathesis Polską”.

W celu rozbudzenia zainteresowania do astronomii wśród młodzieży Zarząd zwracał się do szeregu osób z propozycją współpracy przy prowadzeniu kół szkolnych. O ile szkoły miskie nie podjęły inicjatywy w tym kierunku, o tyle podkreślić należy zainteresowanie wśród młodzieży zefińskiej, o czem świadczy, że już w trzech gimnazjach powstały kolka astronomiczne, a mianowicie w gimn. im. Slowackiego. w gimn. p. Labusiewicz-Majewskiej i gimn. p. Statkowskiej.

*M. Białecki, Kierownik Obserwatorium, Urania 1, 1932*

(pisownia oryginału)

## NA OKŁADCE



Przelot Międzynarodowej Stacji Kosmicznej (ISS) na tle tarczy Księżyca sfotografowany 20 grudnia 2015 r. o godz. 16.08 UT w Pyrzowicach przez Marka Substyka. Na s. 66 opisuje on program wyliczający momenty podobnych zjawisk widocznych z określonego miejsca

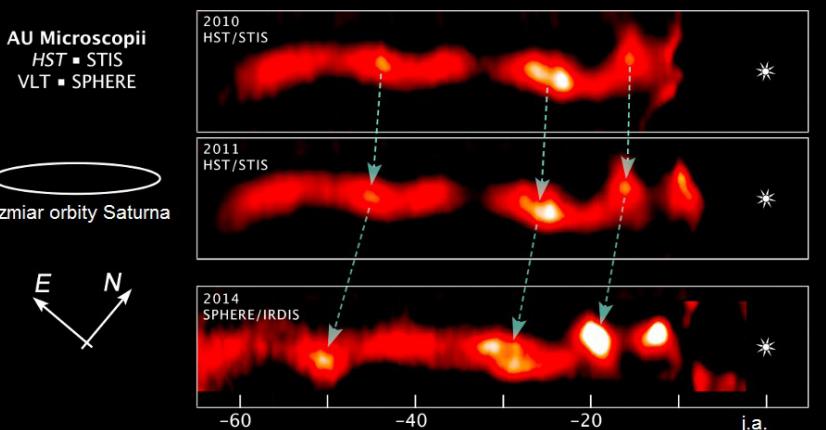
## Kronika

### PAŹDZIERNIK 2015

**7 X** — Choć słaby i chylący się ku końcowi, 24. cykl aktywności słonecznej uraczył nas zorzą polarną (fot. obok) widoczną nawet w południowej Polsce (zob. „Urania” 6/2015 s. 66).



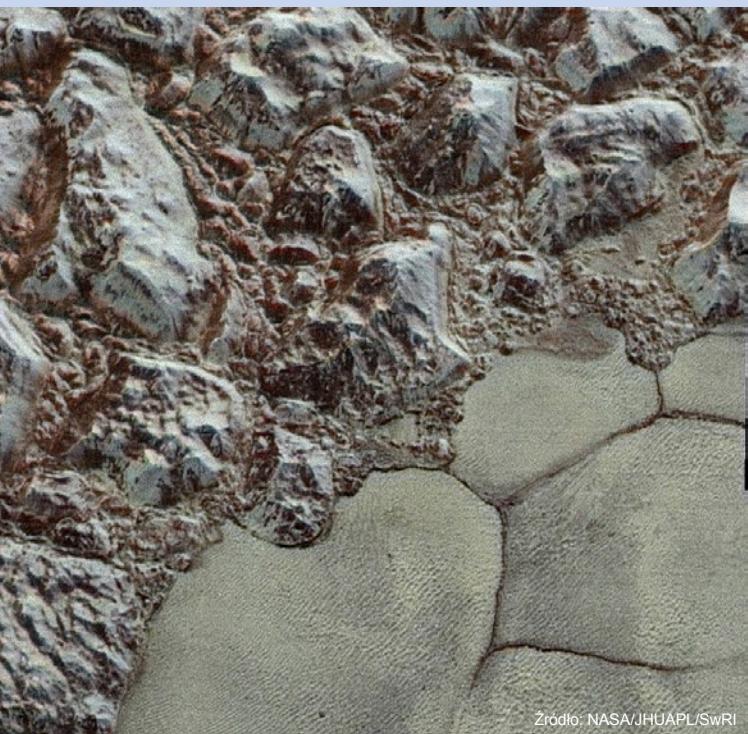
**8 X** — AU Microscopii jest młodą gwiazdą otoczoną gazowo-pyłowym dyskiem protoplanetarnym. Znamy już sporo takich dysków, ale ten okazał się niezwykły. Z jednej strony gwiazda gładki, z drugiej jest mocno pofałowany. Co więcej, fala ta oddala się od gwiazdy i to z szybkością tym większą, im dalej od gwiazdy, w zewnętrznych częściach przekraczając prędkość ucieczki (fot. niżej). Młode gwiazdy bywają wybuchowe, więc może całe to zamieszanie spowodował jakiś silny wyrzut materii z gwiazdy?



Źródło: NASA, ESA, ESO, and A. Boccaletti (Obserwatorium Paryskie)

**16 X** — Opublikowano wstępne opracowanie pierwszej partii danych, nadesłanych przez próbnik New Horizons, zebrańych podczas jego przelotu koło Plutona 14 VII br. (por. „Urana” 4/2015, s. 14, s. 17). Najbardziej zaskakujące wyniki:

— Na znacznych obszarach Plutona w ogóle nie ma kraterów (zdjęcie niżej). Zostały więc pokryte świeżym materiałem nie dawniej niż 100 mln lat temu, a może nawet całkiem ostatnio. Skąd wzięła się potrzebna na to energia? Przecież nie ze Słońca, nie z pływów i nie z wnętrza.



Źródło: NASA/JHUAPL/SwRI

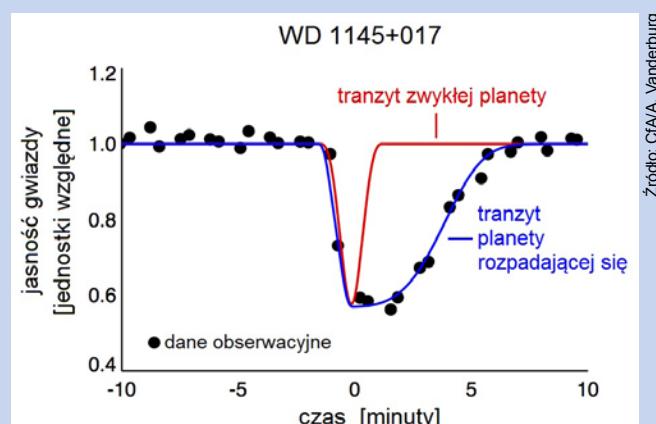
— Dostrzeżono coś, jakby wydmy. Skąd wydmy, skoro atmosfera jest zdecydowanie zbyt rzadka, by wiąć wiatr?

— Nie odkryto żadnych nowych księżyców Plutona. A zatem znana nam od pewnego czasu piątka (Charon, Nix, Hydra, Styks i Cerber) to już komplet?

**17 X** — Satelita Kepler, poszukując planet pozasłonecznych, znalazł przy okazji mnóstwo gwiazd zmiennych. Wśród nich prawdziwą zagadkę: obiekt KIC 8462852 (przezwany już „gwiazdą Tabby”), zwykłą gwiazdę typu F3V, w której nic ciekawego działać się nie powinno. I zazwyczaj nic się nie dzieje. Ale niekiedy, całkowicie nieregularnie, jej blask przygasa nawet o ponad 20%. Trwa to czasem kilka dni, a czasem kilkadesiąt (zob. „Urana” 6/15 s. 43). Nie znamy żadnego powodu, dla którego ta gwiazda miałaby się tak zachowywać, dlatego przyczyna musi znajdować się poza nią. Być może jedna z komet krążących wokół niej rozpadła się w nieregularną chmurę komet, pochłaniających jej blask. A może... bardzo zaawansowana cywilizacja, zamieszkująca jedną z okolicznych planet, potrzebując mnóstwa energii „obstawiła” gwiazdę gigantycznymi kolektorami światła. Hmm..., wykluczyć tego nie można...

**19 X** — W Borówcu k. Kórniku otwarto drugą (po Bałdach — zob. „Urana” 6/2015 s. 6) polską stację systemu LOFAR, europejskiej sieci radioteleskopów, pracujących na niskich częstotliwościach.

**22 X** — Biały karzeł WD 1145+017 to kolejny ciekawy kwiatek z ogródka satelity Kepler. Nie tylko jest pierwszą gwiazdą tego gatunku, o której na pewno wiemy, że ma planetę. Planeta ta co 4,5<sup>h</sup> defiluje przed tarczą gwiazdy (jej orbita jest więc bardzo ciasna), osłabiając jej blask. Ale zjawisko to nie jest symetryczne, jak to zwykle bywa (czerwona linia na ry-



Źródło: CfAA, Vanderburg

sunku) — po szybkim spadku następuje powolny powrót do normalności (czarne kropki i niebieska linia). Wygląda na to, że planeta jest właśnie rozszarpywana przez siły pływowe i wlecze za sobą ogon pylistego gruzu.

**31 X** — Obok Ziemi, w odległości zaledwie 486 tys. km, śmiągnął obiekt 2015 TB<sub>145</sub> — ciało całkiem spore, bo o średnicy ok. 600 m (jego radarowy portret obok). Jest prawie czarne (albedo 6%), co razem z jego bardzo wydłużoną i nachyloną orbitą sugeruje, że to wypalona kometa.

**31 X** — Nad Polską rozbłysł potężny bolid. Zaświecił jaśniej niż Księżyc w pełni i pozostawił po sobie smugę dymu, utrzymującą się przez kilkadziesiąt minut. Analiza obserwacji zebranych przez Polską Sieć Bolidową pokazała, że to meteor z roju Taurydów Południowych, a więc niegdyś był częścią komety 2P/Encke („Urania” 6/2015 s. 52).

## LISTOPAD 2015

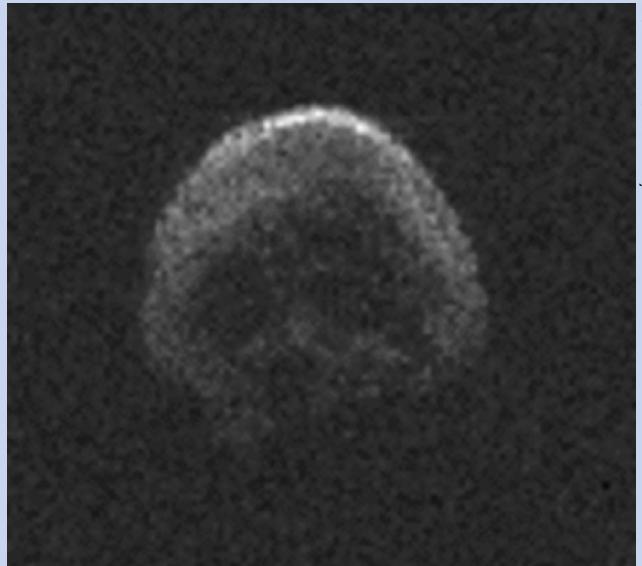
**10 XI** — Planeta karłowata Eris (obecnie 96 j.a. od Słońca) nie jest już najdalszym znanym ciałem Układu Słonecznego. Ten tytuł należy teraz do obiektu o tymczasowej nazwie V774104, odkrytego w odległości 103 j.a. Jego jasność (24<sup>m</sup>) pozwala się domyślać, że ma średnicę kilkuset km. To na razie wszystko, co o nim wiemy. Na pierwsze przybliżenie orbity trzeba poczekać rok.

**11 XI** — Na górze Las Campanas w Chile uroczyste zainaugurowano budowę Wielkiego Teleskopu Magellana (*Giant Magellan Telescope*). Gdy za 6 lat (i 0,5 mld USD) ujrzy pierwsze światło, będzie największym teleskopem optycznym na świecie. Siedem 8,4-m luster, na wspólnym montażu i ze wspólnym ogniskiem utworzy zwierciadło o średnicy 27 m (choć z niecałkowicie wypełnioną aperturą), dające obrazy 10-krotnie ostrzejsze niż kosmiczny teleskop Hubble'a.

**11 XI** — W marcu br. planetoidzie 493 Griseldis na kilka dni wyrósł „ogon”. Wydaje się, że właśnie zaobserwowaliśmy bezpośredni skutek kolizji dwóch planetoid. Niestety, sam moment uderzenia przegapiliśmy. Podobne zjawiska wydarzyły się w 2010 r. planetoidom P/2010 A2 i 596 Scheila.

**13 XI** — Gdyby nie chmury, mieszkańcy Sri Lankieliby niezwykłe widowisko — jasny bolid, widoczny gołym okiem niemal w południe. Tak widowiskowo splonął w atmosferze obiekt WT1190F, odkryty miesiąc wcześniej. Zjawisko zostało przewidziane zawczasu i obserwowane z samolotu. Tym razem nie był to meteoroid, lecz dzieło człowieka. Ten efektowny błysk okazał się ostatnim aktem misji Apollo 10, która 46 lat temu pozostała w okolicach Księżyca zasadny moduł. Właśnie powrócił na rodzinną Ziemię.

**13 XI** — Satelita Fermi, rejestrujący promieniowanie γ, znalazł pierwszego pulsara pozagalaktycznego świecącego w tym zakresie widma. PSR J0540—6919 znajduje się w Wielkim Obłoku Magellana. Od dawna znane było jego świecenie w innych dziedzinach widma, od fal radiowych po rentgena, ale po raz pierwszy zarejestrowano pochodzące od niego脉sy γ. Okazało się przy tym, że w tym zakresie jest najsilniejszym pulsarem na niebie, 20-krotnie przewyższając dotychczasowego rekordzistę — słynnego pulsara w mgławicy Krab. Tę potęgę zawdzięcza swemu wciąż szybkiemu wirowaniu (20 razy na sekundę), które z kolei jest skutkiem jego młodości (ok. 1700 lat).



Źródło: NAIC-Arecibo/NSF

**13 XI** — Znany od 20 lat jako źródło rentgenowskie biały karzeł RXJ0439.8–6809 okazał się najgorętszą gwiazdą tego typu. Temperatura powierzchni wynosi aż 250 000 K. Gdy ok. tysiąca lat temu rozpoczęła się ta faza jej ewolucji, musiała być jeszcze gorętsza — ok. 400 000 K. Na początku swoego żywota, na ciągu głównym, gwiazda ta musiała być ok. 5-krotnie masywniejsza od Słońca.

**23 XI** — Księżyca Marsa Fobos znany jest z dużego krateru Stickney, zajmującego 1/6 jego obwodu (z prawej strony na zdjęciu niżej). Jak to się stało, że uderzenie, które doprowadziło do jego powstania, nie rozbilo całą bryły? Ta i inne wskazówki prowadzą do wniosku, że Fobos nie jest litą skałą, lecz raczej miękkim skupiskiem luźnego gruzu, z wierzchu tylko przykrytego warstwą pyłu. Tymczasem powoli, ale stale księżyca ten opada na Marsa. Za 20–40 mln lat zbliży się na tyle, że zostanie rozerwany. Większe bryły spadną na powierzchnię planety, a reszta utworzy pierścień (raczej ciemny, bo pyłowy). Szkoda, że tego nie dożyjemy.

Wybrał i skomentował Marek Muciek



Źródło: NASA/JPL-Caltech/University of Arizona

# Michelson i jego wkład w rozwój astronomii

# Mistrz

Tomasz Kardaś

# światła

*Albert Abraham Michelson, urodzony 19 grudnia 1852 r. w kujawskim Strzelnie, wybitny naukowiec, niezrównany eksperymentator, dla rozwoju astronomii zrobił bardzo wiele. A mimo to, np. w „Historii astronomii” M. Hoskina, wspomniany jest tylko raz, wyłącznie w kontekście próby wykrycia eteru.*

Całe naukowe życie od 1878 r. aż do 1931 r. mierzył prędkość światła. Między innymi spektroskopia, metrologia i konstrukcja przyrządów optycznych niezbędnych do badania widm, doprowadziły go do Nagrody Nobla z fizyki w 1907 r. Co dla astronomów znaczy znajomość wartości prędkości światła oraz jego skład widmowy, nie musimy nikogo uświadamiać. Właściwie o otaczającym nas świecie wszystkiego dowiadujemy się na podstawie docierającego do nas światła, a Michelsona nie bez kozery nazywano *Master of Light*.

## Od Strzelna do Chicago

Samuel i Rozalia (z domu Przyłbska) Michelsonowie z trójką małych dzieci: Pauliną, Joanną i najstarszym 3,5-letnim Albertem opuścili Strzelno w 1856 r. i po niezwykle trudnej podróży przez Nowy Jork i Panamę dotarli do Kalifornii. Rodzina Michelsonów utrzymywała się ze sprzedaży narzędzi i materiałów potrzebnych poszukiwaczom złota i srebra.

Albert po ukończeniu szkoły średniej w San Francisco postanowił kształcić się dalej. Ponieważ tylko w szkole



Rys. 1. Albert Abraham Michelson – marzec 1915 r.

wojskowej nauka była bezpłatna, wybrał Akademię Morską w Annapolis. Wstąpił do niej w 1869 r., a ukończył w 1873 r. To tam po raz pierwszy zetknął się z obserwacjami astronomicznymi, bowiem kadeci mieli do dyspozycji w pełni wyposażone obserwatorium astronomiczne.

Po odbyciu dwuletniej służby na morzu zatrudniono go w marynarce Akademii Morskiej na stanowisku wykładowcy fizyki i chemii. Przełożony polecił mu, aby dla zain-

teresowanych kadetów powtórzył pomiar prędkości światła metodą J. Foucaulta. Eksperyment na tyle się udał, że postanowiono wysłać go na dalszą naukę do Europy, głównie do Berlina. Jego podróż po europejskich ośrodkach naukowych trwała w latach 1880–1882. Właśnie podczas studiów doktoranckich w Berlinie zbudował swój interferometr, który dzisiaj astronomowie nazywają „nadzieją XXI wieku”.

Po powrocie z Europy nie wrócił już do Akademii Morskiej, ale w maju 1882 r. został dyrektorem wydziału fizycznego w Case School of Applied Science w Cleveland. To tam wspólnie z E. Morleyem wykonał w 1887 r. słynny eksperyment, który wykazał, że hipotetyczny eter, rzekomo potrzebny do propagacji światła, nie istnieje. Doświadczenie to, jedno z najważniejszych w historii fizyki, zdaniem wielu stało się impulsem do sformułowania Szczególnej Teorii Względności. Także z Morleyem opracował metodę wzorcowania metra przy pomocy interferometru.

W 1889 r. zakończył współpracę z Morleyem i przeniósł się do Clark University w Worcester. Tam też zbyt

długo nie zagrzał miejsca. W 1892 r., objął katedrę fizyki na nowo powstającym uniwersytecie w Chicago, z którym związał się już do końca swojej naukowej działalności (z przerwą w czasie I wojny światowej, gdy powrócił do służby w marynarce wojennej — noblista w stopniu komandora porucznika!).

### Pomiar średnic galileuszowych księżyców Jowisza

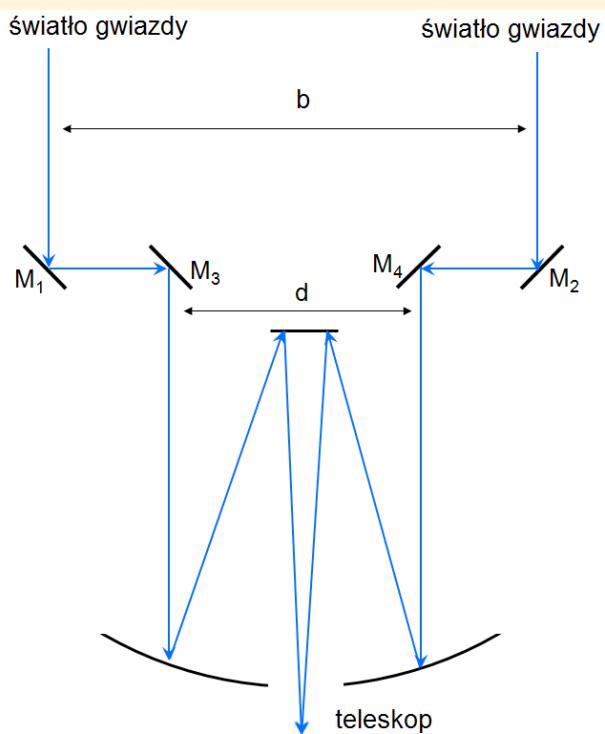
Podeczas swoich wojazdy edukacyjnych w Paryżu zetknął się z sugestiami Hippolyte'a Fizeau, jak zmierzyć średnice gwiazd. Nie wiemy, czy Michelson dotarł do notatek wykonanych ołówkiem przez Fizeau w 1851 r., ilustrujących ideę tego pomiaru (rys. 2), bowiem zostały one opublikowane dopiero w lipcu 2014 r. Już побieżna analiza tych rysunków uderza podobieństwem do zestawu eksperymentalnego, który Michelson zbudował w 1890 r. Pierwsze próby takich pomiarów zostały wykonane w 1874 r. przez Edouarda Stephana, dyrektora obserwatorium astronomicznego w Marsylii. Stephano nie udało się zmierzyć średnic gwiazd. Skonstatował tylko, że muszą być poniżej  $0,158''$  i dlatego przy pomocy dostępnej mu wówczas aparatury ich pomiar jest niemożliwy. Nic tak nie mobilizowało Michelsona jak stwierdzenie, że czegoś nie da się zmierzyć.

6 marca 1890 r. Michelson pisał do Morleya: *Rozpoczęłem prace nad zastosowaniem metod interferencyjnych do pomiarów astronomicznych i jestem*

*przekonany, że będę mógł zmierzyć średnice [gwiazd] z dokładnością od 1 do 2 procent, chociaż teleskopy zaledwie widzą powierzchnię.* Pisząc ten list, miał już wcześniej przeanalizowany problem, bowiem lutowy numer *The American Journal of Science* zamieścił jego artykuł pt. *Measurement by light-waves*. Pełną teoretyczną analizę problemu przedstawił w fundamentalnej pracy zatytułowanej *On the Application of Interference Methods to Astronomical*

*Measurements (O zastosowaniu metod interferencyjnych w pomiarach astronomicznych)*, opublikowanej w lipcu 1890 r. O jej znaczeniu świadczy fakt, że jest to najczęściej cytowana praca Michelsona poświęcona astronomii. Artykuł ten jest bardzo długi, choć nie najdłuższy w jego dorobku, ale co najważniejsze naszpikowany matematyką jak żadna inna jego wcześniejsza i późniejsza praca. Zadaje to kłam twierdzeniom niektórych, że Michelson miał problemy z matematyką wyższą. Taka

analiza matematyczna była niezbędna do wykazania, że metoda interferencyjna zastosowana przez niego jest fantastycznym narzędziem do pomiarów astronomicznych. Na wstępnie napisał, że połączenie teleskopu i refraktometru (takiej nazwy pierwotnie używały określone interferometr użyły dopiero w 1897 r.) może dać od 10 do 50 razy dokładniejszy obraz gwiazdy niż w tradycyjnym teleskopie. Następnie opisał zestaw symulacyjny,



Rys. 3. Schemat interferometru gwiazdowego Michelsona

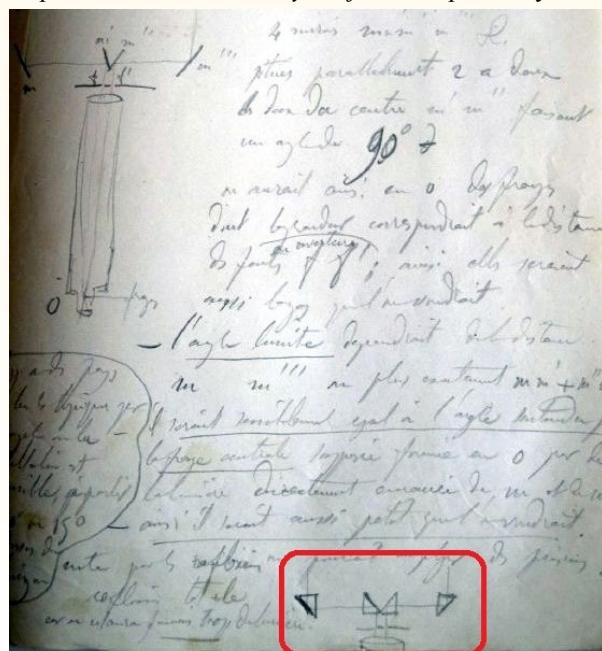
w którym zasadniczą częścią był układ szczelin z możliwością regulowania odległości między nimi. Źródło światła umieścił 10 metrów przed układem tych szczelin i następnie oglądał prążki interferencyjne. Zauważył, że gdy między szczelinami była odległość 0,08 mm, to nastąpiło pierwsze wygaszenie fal, a kolejne przy odległości 0,14 mm. W dalszej części pracy rozważał cztery przypadki obrazu otrzymywianego przy pomocy refraktometru i teleskopu, gdy źródłem światła są:

- jednolicie świecąca szczelina,
- jednolicie świecący krążek (tarcza),
- niejednolicie świecące źródło,
- podwójne źródło światła.

Analiza tego czwartego przypadku była najdłuższa, ale zarazem najbogatsza w wykresy, tabele i obliczenia. Następnie przedstawił na rysunkach dwa różne schematy połączenia teleskopu z refraktometrem. Widzimy tam dwa rozstawione na odległości  $b$  zwierciadła, odbijające światło gwiazdy i skierujące je do teleskopu (rys. 3). Pod koniec pojawił się wzór, który zawierał związek między średnicą kątową pojedynczej gwiazdy  $\alpha$ , odległością między zwierciadłami  $b$  i długością fal padających światła  $\lambda$ :

$$\alpha = 1,22 \frac{\lambda}{b}$$

Odległość między zwierciadłami  $b$  jest tak dobrana, by jasne prążki jednego układu pokryły się z ciemnymi prążkami drugiego. Znając zatem



Rys. 2. Kartka z notatnika Hippolyte'a Fizeau, ze szkicem przypominającym przyszły interferometr gwiazdowy Michelsona (ze zbiorów archiwum francuskiej Académie des Sciences)

długość fali światła i mając wyznaczoną odległość  $b$ , możemy wyliczyć średnicę kątową gwiazdy. Z drugiej strony możemy ją również wyliczyć ze związku:

$$a = D/L$$

Tu  $D$  to średnica liniowa gwiazdy, a  $L$  to jej odległość od Ziemi. Porównując te dwa wzory, otrzymujemy wzór na obliczenie średnicy gwiazdy:

$$D = 1,22 \lambda L/b$$

Jest to bardzo ciekawy wzór. Wynika z niego, że stosunek długości światła wysyłanego przez gwiazdę do jej średnicy jest równy stosunkowi pewnej odległości między lustrami znajdującymi się na Ziemi i odległości do tej gwiazdy z dokładnością do czynnika o wartości 1,22! Proszę zauważyc, jak mała jest długość fali w stosunku do średnicy gwiazdy lub odległość między zwierciadłami a odlegością do gwiazdy. To przecież są wielkości trudno porównywane, różniące się o wiele rzędów wielkości! A jednak to działa, bo jest tam ten wspaniały refraktometr. Najciekawsze są cztery wnioski, jaki wyciągnął Michelson z tej analizy:

- opisana metoda się sprawdza,
- daje lepsze wyniki niż metody dotychczas stosowane,
- można ją zastosować do pojedynczych świecących obiektów,
- ale również do gwiazd podwójnych.

Teraz te przewidywania teoretyczne poparte symulacjami należało sprawdzić w rzeczywistości na prawdziwym obiekcie astronomicznym, przy pomocy teleskopu uzbrojonego w refraktometr. W sierpniu 1890 r. Michelson połączył refraktometr z 15-calowym teleskopem w obserwatorium w Cambridge (Massachusetts). Jednak ten układ doświadczalny do października nie dawał pożądanych efektów. Doprzedziło to Michelsona do przekonania, że z pomiarów na wschodnim wybrzeżu Stanów Zjednoczonych nic nie wyjdzie i postanowił zmienić miejsce eksperymentu.

11 kwietnia 1891 r. napisał list do Edwarda Holdena z Lick Observatory na Mount Hamilton w Kalifornii, w którym donosił adresatowi, że wszystko jest gotowe do przeprowadzenia pomiarów, problemem są tylko

niekorzystne warunki atmosferyczne. Dlaczego zwrócił się do Holdena? Otóż w Kalifornii przez wiele dni w roku panują korzystne warunki do obserwacji, a po wtóre na Mount Hamilton znajdował się największy wówczas teleskop ze zwierciadłem o średnicy 36 cali (91,5 cm).

Holden odpowiedział bardzo szybko. Był tak zainteresowany tymi pomiarami, że nie tylko udostępnił Michelsonowi teleskopy obserwatorium (12-calowy i 36-calowy), ale obiecał skierować do pomocy kilku swoich asystentów.

Na Mount Hamilton Michelson planował wykonać pomiary średnic księżyców Jowisza w lipcu 1891 r. Do tego czasu z Holdenem wymieniały korespondencję, w której Michelson prosił o wymiary 12-calowego teleskopu, jego masę itd., wszystko po to, aby niezbędne rzeczy przygotować na miejscu w Worcester, a na Mount Hamilton tylko je zamontować. Najpierw chciał spróbować na mniejszym teleskopie, a gdy pomiary będą obiecujące, planował przenieść się na 36-calowy. W lipcu z 29 kwietnia 1891 r. Michelson objął Holdenowi w prostych słowach, co i jak zamierza zmierzyć. Po częściowo zamiar był taki, aby pomiary średnic planet i ich księżyków potraktować jako sprawdzenie metody, poprzez porównanie wyników tych pomiarów ze znany skądiną. Dopiero po takim sprawdzeniu Michelson planował zmierzyć średnice jasnych gwiazd i to traktował jako główny swój cel.

Zestaw na Mount Hamilton był podobny do tego w Cambridge. Niestety, na pogodzie Michelson znów się zawiódł. Z trzech tygodni, które tam spędził, tylko trzy noce były na tyle pogodne, że mógł prowadzić pomiary, ale tylko podczas jednej pogody była idealna. Relację z przebiegu pomiarów znajdziemy w artykule pt. *Measurement of Jupiter's satellites by interference (Pomiar satelitów Jowisza poprzez interferencję)*. Cóż dowiadujemy się z tego sprawozdania? Pomiary średnic kątowych wykonano 2, 3, 6 i 7 sierpnia 1891 r., choć tylko 7 sierpnia była dobra pogoda do obserwacji. Pomiary dla wszystkich satelitów Jowi-

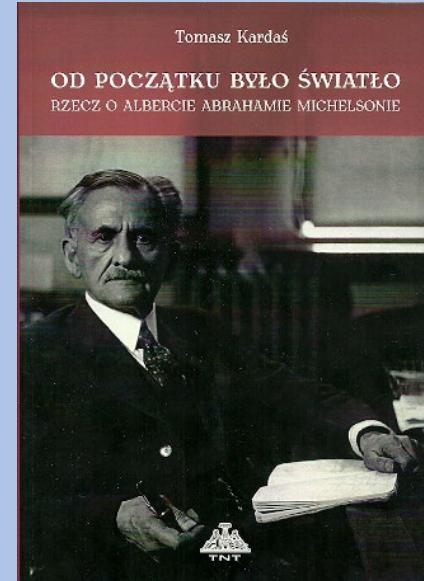
sza wykonywali: Michelson (A.A.M.), Engelmann (ENG.), Struve (St.) i Hough (Ho.), a 7 sierpnia na teleskopie 36-calowym również profesor Burnham (Bu.). Wyniki poszczególnych badaczy trochę różnią się od siebie, ale jako ostateczne przyjęto wyniki Michelsona. I tak dla Io otrzymano średnicę kątową 1°02', dla Europy 0°94', Ganimedes 1°37', a dla Kallisto 1°31' (patrz tabela poniżej).

Michelson oszacował, że błąd nie powinien przekraczać 10%. Wyniki te były na tyle interesujące, że po wykonaniu niezbędnych instrumentów optycznych przez firmę Warner & Swasey i umocowaniu ich na 36-calowym teleskopie planowano pomierzyć jeszcze średnice małych satelitów czy planetoid i gwiazd. Ale na planach się skończyło.

### **Badanie widm różnych pierwiastków**

W następnym roku Michelson postanowił skorzystać z zaproszenia do Międzynarodowego Biura Miar i Wag pod Paryżem, aby zbadać, ile długości wybranej fali świetlnej mieści się na słynnym wzorcu metra w Sèvres. Po rozpoczęciu przygotowań w Sèvres udał się na konferencję do Edynburga, gdzie wygłosił wykład pt. *On the Application of Interference Methods to Spectroscopic Measurements (O zastosowaniu metod interferencyjnych w pomiarach spektroskopowych)*. Na jego podstawie powstał jeden z ważniejszych artykułów, jaki napisał Michelson, opublikowany we wrześniu 1892 r. Michelson zauważył, że linie widmowe nigdy nie są dokładnie monochromatyczne. Zaobserwował linie podwójne, potrójne a czasem jeszcze bardziej skomplikowane. Obserwując widma pierwiastków, widział zamiast wąskich, ostrzych linii pewne kontury. Przeanalizował zatem rozkłady natężenia światła wewnętrz danego konturu. Natężenie to przyjmowało maksimum w środku konturu, a po jego obu stronach stopniowo malało. Michelson zauważył, że szybkość spadku natężenia od środka konturu jest różna dla różnych linii widmowych. Wobec tego wprowadził parametr, który charakteryzował szybkość tego spadku. Jest to tzw. szerokość połówkowa linii widmowej. Zdefiniował ją jako odległość między dwiema takimi długościami

Satelita	A.A.M.	ENG.	ST.	Ho.	Bu.
Io	1,02	1,08	1,02	1,11	1,11
Europa	0,94	0,91	0,91	0,98	1,00
Ganimedes	1,37	1,54	1,49	1,78	1,78
Kallisto	1,31	1,28	1,27	1,46	1,61



Postać A.A. Michelsona warta jest bliższego poznania. Zachęcamy do lektury napisanej przez Autora artykułu książki „Od początku było światło. Rzecz o Albercie Abrahamie Michelsonie”, wydanej w 2014 r. nakładem Towarzystwa Naukowego w Toruniu. To unikat w skali światowej! Na ponad 700 stronach autor zawał znakomicie udokumentowany, szczegółowy opis drogi życiowej i naukowej bohatera. Znajdziemy tam również liczne anegdoty i ciekawostki ze świata fizyki i astronomii przełomu XIX i XX w. — świata, w którego centrum Michelson znajdował się przez ponad pół wieku. A był to przecież czas rewolucyjnych przemian w nauce.

W konkursie im. Jana Walerego Jędrzejewicza na najlepszą książkę historyczną, książka została uhonorowana wyróżnieniem. Jest dostępna np. w księgarni internetowej wydawnictwa.

A jeśli w czasie wiosennych i letnich wędrówek znajdziemy się w okolicach Inowrocławia, warto wstąpić do Strzelna — miejscowości rodzinnej A.A. Michelsona. Co prawda od jego narodzin minęło już ponad 160 lat, więc nie znajdziemy tam pamiątek po noblisie, ale na budynku biblioteki przy rynku jest tablica jemu poświęcona, ufundowana przez Polskie Towarzystwo Fizyczne w 1963 r.

Będziemy również mogli zwiedzić poświęcone mu muzeum, którego otwarcie (również staraniem Autora artykułu) planowane jest na maj 2016 r. Znajdziemy je w budynku liceum. Będziemy mogli tam zobaczyć wszystkie jego prace naukowe i ponad 500 artykułów o nim. Mnóstwo oryginalnych zdjęć Michelsona, jego rodziny i przyrządów, które dostarczył Steve Michelson, wnuk młodszego brata Alberta A. Michelsona, Charlesa. Można wreszcie zobaczyć na filmie samego Michelsona i posłuchać nawet jego głosu. Nadto medale, widokówki, znaczki i komiksy z Michelsonem.

fal po obu stronach środka linii widmowej, dla których odpowiadające im natężenie jest równe dokładnie połowie natężenia maksymalnego linii — tego w samym środku konturu. Parametr ten okazał się doskonałym narzędziem do porównywania różnych linii widmowych. Michelson przeanalizował dwie linie wodoru, jedną tlenu, pięć sodu, dwie cynku, trzy kadmu, jedną talu i cztery rtęci. Zauważył, że szerokość połówkowa zależy między innymi od temperatury (sprawdził to dla wodoru) i ciśnienia (też dla wodoru) w ten sposób, że gdy oba parametry rosną, to kontur linii widmowej się rozszerza, a gdy ciśnienie i temperatura spadają, to zmniejsza się też szerokość połówkowa. Te obserwacje doprowadziły go do kilku wniosków. Najważniejszy z nich był ten, że szerokość linii widmowej zależy od temperatury, czyli od termicznego ruchu cząsteczek emittujących lub absorbowujących światło, który wskutek efektu Dopplera powoduje przesunięcie częstotliwości emitowanego światła. Michelson zauważył, że ten problem był już analizowany w oparciu o rozkład Maxwella przez Lorda Rayleigha i jego obserwacje na dość licznym materiale badawczym to potwierdzają. Na końcu też wspomniał, że kolejną ważną przyczyną wpływającą na szerokość linii widmowych jest przyjęty przez Michelsona model

cząsteczkę emitującą światło jako klasyczny oscylator harmoniczny thumiony. Energia wysyłana w postaci światła przez cząsteczkę w tym modelu zanika w sposób wykładniczy i nie jest to promieniowanie monochromatyczne, co wpływa na szerokość linii widmowej. Michelson stwierdził też, że do wzorcowania standardu metra najbardziej nadaje się czerwona lina kadmu.

### Badania Słońca

2 listopada 1894 r. George Ellery Hale zwołał nieformalne spotkanie w hotelu przy 5. Alei w Nowym Jorku w sprawie powstania nowego periodyku naukowego poświęconego astrofizyce i spektroskopii. Tak powstał *The Astrophysical Journal*. Pierwszy numer tego czasopisma otwierał artykuł Michelsona. Jego treścią była analiza obrazu widma słonecznego otrzymanego za pomocą przyrządu skonstruowanego przez Hale'a. Chodzi o spektrohelioskop, który Hale zbudował w latach 1889–1894, niezależnie od francuskiego astronoma Henri Deslandresa, który uczynił to w 1892 r. Michelson wspomniał na początku tego artykułu o obu naukowcach. Przyrząd ten niejako wytwarza nam sztuczne zaćmienie Słońca, przez co pozwala obserwować widmo światła korony słonecznej i obserwować zjawiska w niej zachodzące, np. protube-

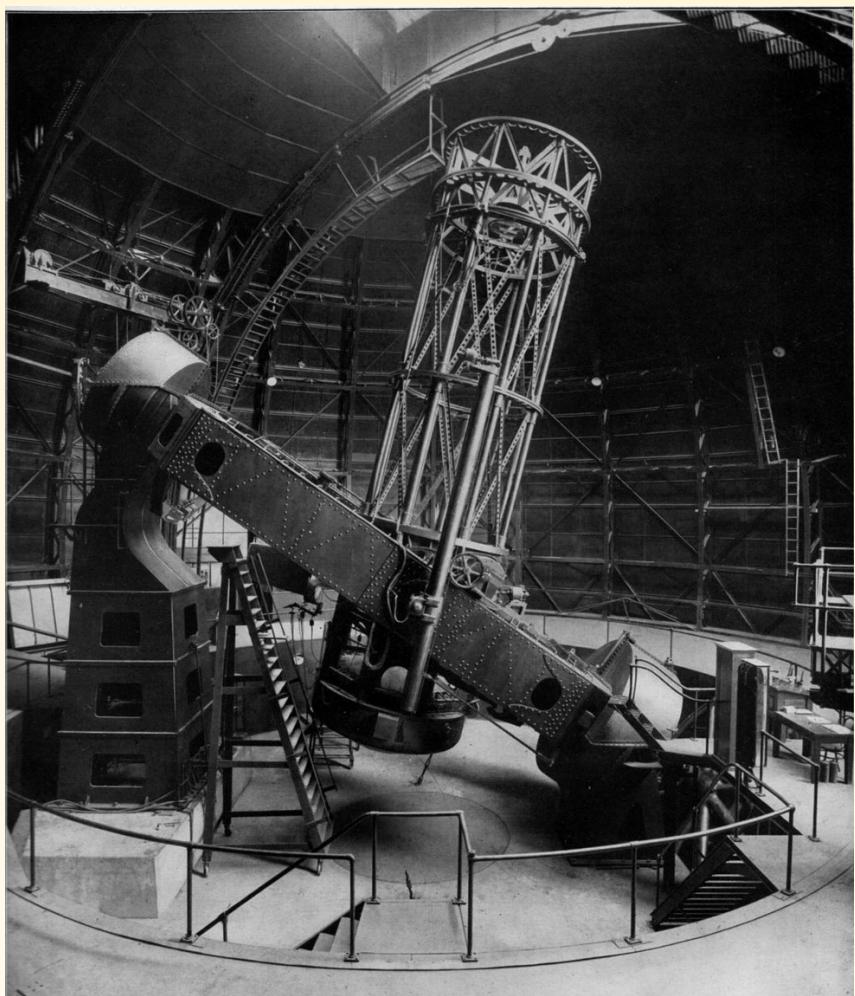
rancje. Działa w ten sposób, że światło słoneczne po przejściu przez szczelinę pada na rozszczepiający je pryzmat lub siatkę dyfrakcyjną, a w miejscu, gdzie powstaje widmo, umieszcza się drugą szczelinę, wybierającą z otrzymanego widma bardzo wąski przedział, zawierający linię wodoru lub zjonizowanego wapnia. Michelson poddał analizie fizycznej obraz tego widma w spektrohelioskopie Hale'a. Porównywał kolejno jakość otrzymywanego widma, jeżeli w spektrohelioskopie światło rozszczepiał pryzmat, później szereg pryzmatów a na końcu siatkę dyfrakcyjną. Z jego obliczeń wynikało, że siatka dyfrakcyjna o 400 liniach na jednym milimetrze daje takie samo rozszczepienie widma jak 10 pryzmatów, a siatka o 800 liniach/mm zastąpi 7 pryzmatów. Na koniec przytoczył porównanie siatki o 1200 liniach/mm z trzema pryzmatami.

W następnym tomie tego pisma ukazał się drugi artykuł Michelsona, w którym zastanawiał się on nad związkiem między jasnością obiektu a jasnością obrazu w teleskopie w zależności od odległości kątowej świecącego obiektu od środka pola widzenia teleskopu. Michelson przez wiele lat współpracował z redakcją tego niezwykle szacownego czasopisma, szczególnie przy wydawaniu pierwszych 14 tomów.

W październiku 1913 r. ukazał się niewielki artykuł Michelsona na temat okresowości występowania plam na Słońcu. Impusem do napisania tego artykułu była praca na ten temat Hisashi Kimury. Aby ustosunkować się do wyników otrzymanych przez Kimurę, Michelson wykorzystał swój kolejny ciekawy przyrząd, analizator harmoniczny, do znalezienia ewentualnego stałego okresu tych zmian. Porównywał zarówno amplitudę, jak i okresowość występowania plam w latach od 1750 do 1850 r., od 1800 do 1900 r. oraz od 1750 do 1910 r. W konkluzji wyraził swój sceptyczyzm wobec tego, że ten okres mieści się w granicach od 11,11 do 11,33 lat, jak sugerował Kimura. Jego zdaniem w dłuższym przedziale czasowym okres ten zmienia się i nie jest stały.

### Pomiar średnic gwiazd

Największy astronomiczny sukces Michelson miał jeszcze przed sobą. Nastąpił on na przełomie 1919 i 1920 roku. Prawie trzydzieści lat upłynęło od momentu, kiedy na Mount Hamilton zmierzył średnice księżycołów Jowisza. Teraz wrócił do myśli zastosowania tej samej metody, ale tym razem do pomiaru średnic odległych gwiazd. Najbardziej odpowiedni instrument do tego zadania od 1917 r. znajdował się na Mount Wilson — 100-calowy teleskop Hookera (rys. 4) był wówczas największym teleskopem na świecie. Szczyt Mount Wilson znajduje się 1742 m n.p.m., w górkowatym paśmie San Gabriel, w pobliżu Pasadeny, na północny wschód od Los Angeles. W Pasadena dodatkowo znajdowały się wielkie zakłady optyczne, dobrze wyposażone w różne potrzebne sprzęty. To miejsce idealnie nadawało się do obser-

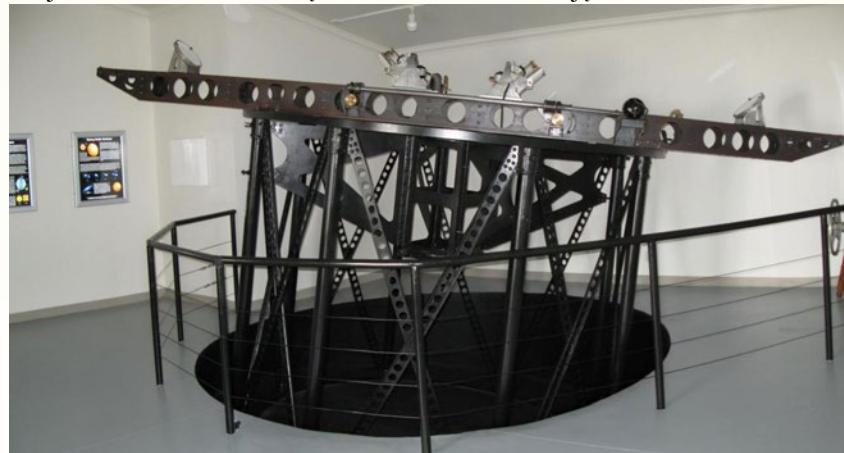


Rys. 4. 100-calowy (średnica zwierciadła głównego 2,5 m) teleskop Hookera na Mt. Wilson w Kalifornii (karta pocztowa z 1930 r.). Oddany do użytku 2 listopada 1917 r., do 1948 r. pozostawał największym teleskopem na świecie

wacji astronomicznych. Miał bardzo stabilne warunki atmosferyczne, zarówno ze względu na małą amplitudę temperatur, jak i łagodne wiatry przez znaczną część roku. Przede wszystkim zaś rocznie ponad 300 pogodnych nocy z czystym, bezchmurnym niebem.

Michelson w liście do Hale'a z 8 maja 1919 r. napisał, że otrzymał informacje, iż Carnegie Institution zatwierdziło dotację na zmierzenie średnic

gwiazd na Mount Wilson. Podstawy teoretyczne tego pomiaru zostały już przez niego opisane we wspomnianej pracy z 1890 r. Teraz, mając do dyspozycji tak duży teleskop i swój niezawodny interferometr, mógł ponownie spróbować. Sam teleskop, nawet 100-calowy, byłby bezsilny. Tarcze nawet wielkich gwiazd, ze względu na ich ogromne oddalenie od Ziemi, jawią się nam tylko jako świecące punkty. Co zatem zlecił Michelson wykonać, aby zrealizować swój zamiar? Otwór wejściowy tubusa teleskopu przykryto nieprzezroczystym materiałem, a na nim położono stalowy dźwigar o ponad dwudziestometrowej długości. Na jego przeciwnieństwowych końcach umieszczono dwa płaskie, okrągłe zwierciadła o średnicy 152 mm każde, pod kątem 45° do kierunku ku obserwowanej gwiazdzie. Odległość pomiędzy tymi zwierciadłami można było zmieniać. Identyczne dwa zwierciadła ustawiono na dźwigarze w pobliżu wlotu do tubusa, w odległości 114,2 cm od siebie. Odbijały one światło w kierunku głównego zwierciadła telesko-



Rys. 5. Oryginalny interferometr gwiazdowy Michelsona, który był zainstalowany na teleskopie Hookera (Muzeum na Mount Wilson, fot. B. Mollier)

pu o ogniskowej 40,48 m i dalej już typową drogą do okularu (rys. 5). Po skierowaniu teleskopu na obserwowaną gwiazdę wiązki światła z obu krańcowych zwierciadeł nakładają się na siebie, dając charakterystyczne prążki. Gdy zwierciadła rozsuwano, rozkład prążków się zmieniał. Czyniono to dopóty, dopóki nie natrafiono na taką odległość, przy której prążki zanikały. Tę właśnie odległość należy wstawić jako „b” do wzoru przedstawionego przez Michelsona w pracy z lipca z 1890 r., by obliczyć średnicę kątową obserwowanej gwiazdy. Znając ten kąt i odległość gwiazdy od Ziemi, można obliczyć średnicę liniową gwiazdy.

Po skonstruowaniu instrumentu i zainstalowaniu go na teleskopie 60-calowym (na 100-calowym będzie gotowy dopiero 1 września 1920 r.) Michelson wrócił do Chicago, a J.A. Anderson i F.G. Pease zajęli się testowaniem metody. Na początek wypróbowali ją na Kapelli, gwiazdzie podwójnej, przeprowadzając obserwacje 30 grudnia 1919 r., 13, 14, 15 lutego, 15 marca i 23 kwietnia 1920 r. Otrzymali średnią odległość kątową składników tego układu 0,05249”, co dawało ich odległość od siebie 130,924 mln km (obecnie przyjmowana wartość: 0,05647”).

Michelson zaprezentował te wyniki po raz pierwszy podczas posiedzenia Narodowej Akademii Nauk w Waszyngtonie 26 kwietnia 1920 r., podając nieco inną odległość między składnikami: 83,277 mln km. Co ciekawe, oddzielne artykuły Andersona i Michelsona ukazały się w dwóch kolejnych numerach *Contributions from the Mount Wilson Observatory*. Obaj się doskonale uzupełniają, Anderson zamieścił świetne zdjęcia prążków interferencyjnych i mnóstwo ciekawych szczegółów technicznych, natomiast Michelson więcej uwagi poświęcił aspektom czysto teoretycznym. Niestety, nie dowiadujemy się, w jakiej odległości znajdowały się podczas testu zewnętrzne zwierciadła. Tylko w ostatnim zdaniu Michelson wyraził nadzieję, że będzie można je rozsunąć nawet na odległość 18–20 stóp (5,5–6,1 m), co znacznie zwiększy możliwości teleskopu.

W owym czasie ani Michelson, Hale, ani inni astronomowie nie do końca zdawali sobie sprawę, jakie naprawdę rozmiary mają gwiazdy. Zastanawiano się, od której gwiazdy zacząć:

Syriusa, Antaresa czy Betelgezy. Co prawda H.N. Russell i A.S. Eddington oszacowali teoretycznie średnice kilku-nastu gwiazd. Eddington podał, że według jego obliczeń Betelgeza ma średnicę 0,051”, Antares 0,043”, Aldebaran 0,022”, Arktur 0,020”, Pollux 0,013” a Syriusz 0,007”. Pewności jednak nie było, należało to sprawdzić. Michelson postanowił najpierw zmierzyć średnicę Betelgezy, później kolejno Antaresa, Aldebarana i Arktury.

Latem 1920 r. Michelson powrócił na Mount Wilson i 10 lipca rozpoczął kolejne próby pomiarów. Jednak pierwszej nocy nie uzyskał pozytywnych rezultatów. Następnej nocy postanowił skierować teleskop na Węgę. Wybrał ją, ponieważ była to jedna z pierwszych gwiazd, dla których zmierzono paralaksę i znano jej teoretyczną średnicę: około 3,6 razy większa od Słońca. Niestety i tym razem nie udało się zaobserwować momentu zniknięcia prążków interferencyjnych. Dokonano więc pewnych poprawek, zarówno w ustawnieniu luster, jak i przez wstawienie dodatkowych kompensatorów w pobliżu okularu, w celu wyrównania ścieżek promieni świetlnych. Ponowne obserwacje Węgi rozpoczęto 6 sierpnia 1920 r. Zakończyły się one pełnym sukcesem 8 sierpnia. Przy rozsunięciu zwierciadeł na odległość 7 stóp Michelson i współpracownicy zobaczyli po raz pierwszy prążki interferencyjne. Dopiero jednak 17 października 1920 r., już przy pomocy teleskopu

Hookera, udało się uzyskać zanikanie prążków interferencyjnych podczas obserwacji a Andromedy i Aldebarana, przy odległości 6 stóp między zewnętrznymi lustrami. Po rozsunięciu na odległość 7 stóp znikły również prążki dla Betelgezy. Zestaw działał i można było próbować rozsuwać zwierciadła na coraz większe odległości.

Po tym pierwszym sukcesie Michelson musiał opuścić Mount Wilson, a dalsze obserwacje kontynuowali Anderson i Pease. 12 grudnia ogromne doświadczenie Andersona, związane z jego wcześniejszymi obserwacjami Kapelli, pozwoliło im zaobserwować wygaszenie prążków interferencyjnych przy przesuwaniu elementów kompensacyjnych dla Polluksa, ale niestety nie przy przesuwaniu zewnętrznych skrajnych zwierciadeł. Pełny sukces nastąpił następnej nocy, 13 grudnia 1920 r., gdy uzyskali piękne, pomarańczowe i czarne zerowe prążki dla Betelgezy, o czym natychmiast zawiadomili telegraficznie Michelsona. Od 14 do 17 grudnia zmierzono również średnice Procjona, α Ceti, Aldebarana i Polluksa.

Michelson osobiste poinformował amerykański świat naukowy o tych wynikach podczas konferencji na Uniwersytecie w Chicago 29 grudnia 1920 r. Podał, że przy średniej długości fali świetlnej 575 nm średnica kątowa Betelgezy wynosi 0,047”, co pozwoliło mu obliczyć średnicę liniową tej gwiazdy: 436 mln km (nieco mniej niż średnica orbity Marsa), przy szacowa-



Rys. 6. Pierwsza strona The New York Timesa z 30 grudnia 1920 r. z notatką o pomiarze średnicy Betelgezy przez Michelsona. Tytuł głosi: „Olbrzymia gwiazda równa 27 mln naszych Słońc”

nym błędzie około 10% (dziś otrzymuje się wartości od 0,042" do 0,069"). Promień tej gwiazdy okazał się około 300 razy większy od promienia Słońca, co daje objętość 27 mln razy większą.

Ta liczba zadziałała na wyobraźnię wielu zwykłych ludzi i stąd prasa nazywająca podchwyciła ten temat. Największy i bardzo prestiżowy dziennik *The New York Times* zamieścił artykuł 30 grudnia, było to najobszerniejsze doniesienie na ten temat. Artykuł rozpoczęto już na pierwszej stronie — dużymi literami, wythuszczoną czcionką (rys. 6). Na drugiej stronie zamieszczono rysunek ilustrujący rozmiar Betelgezy porównany ze średnicą orbity Marsa. Niezwykle rzadko zdarza się, aby odkrycie naukowe wywołało taki rezonans w całym społeczeństwie. Na cześć tej wielkiej gwiazdy pisano wówczas wiersze. Jeden z takich wierszy, zatytułowany *Inhabitants of Betelgeuse* (*Mieszkańcy Betelgezy*), zamieścił miesięcznik *Popular Astronomy*.

W maju 1921 r. w *The Astrophysical Journal* ukazał się napisany wspólnie z F.G. Pease artykuł Michelsona na temat tych pomiarów. Sprawozdanie jest bardzo precyzyjne, zawiera dokładne

schematy całej aparatury, zdjęcia interferometru nałożonego na 100-calowego Hookera, a także zdjęcia korekторów, które założono na jego okular. Ta pionierska praca znalazła się na liście 100 najbardziej fundamentalnych artykułów opublikowanych na łamach

*The Astrophysical Journal*, zestawionej z okazji 100-lecia tego czasopisma.

Sukces sprowadził na Michelsona kolejny deszcz nagród i zaszczytów. Jego metodzie wrózono świetlaną przyszłość w astronomii. Nie mylono się, bowiem jej tryumf trwa do dzisiaj.



Tomasz Kardaś (na zdjęciu po lewej) jest emerytowanym nauczycielem fizyki, autorem kilkudziesięciu artykułów z zakresu dydaktyki i historii fizyki. Za zaprojektowanie i zbudowanie oryginalnej pracowni fizycznej otrzymał nagrodę redakcji „Fizyki w Szkole”. Oprócz nauczania młodzieży w strzeleckim liceum, całe życie poświęcił zgłębianiu życia i dokonań A.A. Michelsona i popularyzowaniu jego sylwetki. Jest autorem kilkunastu artykułów, popularyzujących postać tego wielkiego fizyka w czasopismach polskich i amerykańskich, oraz dwóch książek.

# MK-Astro



ZDJĘCIE WYKONANE Z POMOCĄ NASZYCH URZĄDZEŃ:

M1 - MGŁAWICA KRABA, ŁĄCZNIE 34H EKSPOZYCJI

H-ALFA, OIII ORAZ SII

## SIĘGNIJ DALEJ Elektronika w astronomii

Perfekcyjnie wyostrz swoje zdjęcia, w pełni kontroluj ekspozycje w lustrzance albo pozbądź się uporczywej rosy z obiektywów - to tylko niektóre z propozycji w naszej ofercie.

Produkty MK-Astro zostały stworzone z myślą o potrzebach astronomów i astrofotografów – ciesz się czystym niebem i pozwól nam zadbać o szczegóły.

WSZYSTKIE NASZE URZĄDZENIA PRODUKOWANE SĄ W POLSCE.

**GORĄCO POLECAM**  
**MICHał KLIMASZEWSKI**



MK AstroShooter



MK Focus mark II



MK DewHeater

ZAPOZNAJ SIĘ Z KOMPLETNĄ OFERTĄ NASZYCH PRODUKTÓW NA [WWW.MK-ASTRO.COM](http://WWW.MK-ASTRO.COM)

## Przegląd XXL – polowanie na gromady galaktyk

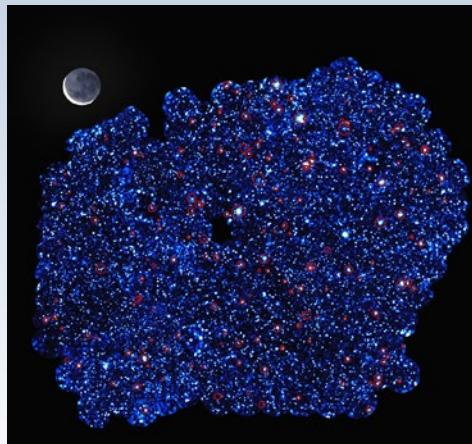
Gromady to ogromne zbiory galaktyk, które zawierają oprócz nich samych duże ilości gorącego gazu o temperaturze tak wysokiej, że emitemie on promieniowanie rentgenowskie. Struktury te są przydatne dla astronomów, bowiem na ich budowę i ewolucję teoretycznie powinna mieć duży wpływ ciemna materia i ciemna energia – niewidzialne składniki Wszechświata.

Zespół składający się z ponad 100 astronomów rozpoczął nowe poszukiwania gromad galaktyk w roku 2011. Choć silne promieniowanie rentgenowskie, które pokazuje ich położenia na niebie, jest pochłaniane w ziemskiej atmosferze, bez trudu wykrywają je obserwatoria orbitalne, takie jak teleskop XMM-Newton. Z tego też powodu naukowcy zdecydowali się połączyć przegląd nieba na falach rentgenowskich – XMM-Newton survey – z obserwacjami optycznymi nieba prowadzonymi przez Europejskie Obserwatorium Południowe (ESO) i inne teleskopy naziemne. Wynik takich połączonych obserwacji przyniósł olbrzymie ilości nowych danych. Znany jest on dziś jako przegląd XXL.

Główym celem tego nowatorskiego przeglądu było zebranie reprezentatywnej próbki około 500 gromad galaktyk leżących w odległości odpowiadającej taktemu momentowi w historii Kosmosu, gdy liczył on sobie mniej więcej połowę swego obecnego wieku. Astronomowie przypuszczają, że przegląd XXL da im niebawem wiele nowych, ciekawych rezultatów, ale już teraz, w swych początkach, przyniósł on kilka spektakularnych odkryć.

Należy do nich między innymi znalezienie pięciu nowych supergromad – czyli gromad gromad galaktyk. Dotychczas znano ich tylko kilka, a najsłynniejszą z nich jest ta, w której leży nasza Droga Mleczna – czyli Laniakea. Inne ciekawe „znanisko” to zaobserwowanie gromady XLSSC-116, która leży około 6 mld lat świetlnych od nas i świeci niezwykle jasno. Po raz pierwszy mamy technologiczne możliwości dokładnego zbadania tak jasnego świecenia dyfuzyjnego w odległej gromadzie galaktyk.

Dane zebrane w przeglądzie XXL posłużyły także do dodatkowego potwierdzenia wcześniejszych obserwacji zdających się sugerować, że na dużych odległościach od nas jest mniej gromad, niż wynikało by to z przewidywań dla parametrów kosmologicznych wyliczonych na podstawie obserwacji nieba Teleskopem Placka. Na-



Południowe pole przeglądu XXL. Gdyby nanieść je na niebo, obszar ten miałby rozmiary stu Księżyków w pełni. Czerwone okręgi zaznaczają pozycje gromad galaktyk odkrytych w ramach tego przeglądu. Źródło: ESA/XMM-Newton/XXL survey consortium/ (S. Snowden, L. Faccioli, F. Pacaud)

ukowcy nie wiedzą jeszcze, dlaczego tak jest, ale wierzą, że w wyjaśnieniu tego faktu może pomóc skompletowanie pełnej próbki gromad galaktyk w ramach XXL. Ma to mieć miejsce około 2017 r.

Elżbieta Kuligowska

## Kosmiczna „czkawka” pobliskiej czarnej dziury

Zespół astronomów korzystający z danych otrzymanych z teleskopu Chandra odnalazł dowody na wybuby supermasywnej czarnej dziury znajdującej się w centrum małej galaktyki NGC 5195. Łączy się ona z dużą galaktyką spiralną NGC 5194, znaną również jako galaktyka Wir. Obydwie stanowią układ Messier 51, który leży w odległości około 26 mln lat świetlnych od Ziemi.

Supermaszynna czarna dziura znajdująca się w NGC 5195 jest jedną z najbliższych nam, jednocześnie będących w trakcie gwałtownych wybuchów. Na podstawie danych z teleskopu Chandra, Eric Schlegel z University of Texas w San Antonio wraz ze swoimi współpracownikami, wykrył dwa łuki emisji rentgenowskiej blisko centrum NGC 5195. Astronomowie uważają, że owe łuki są pozostałością dwóch ogromnych wybuchów, podczas których czarna dziu-

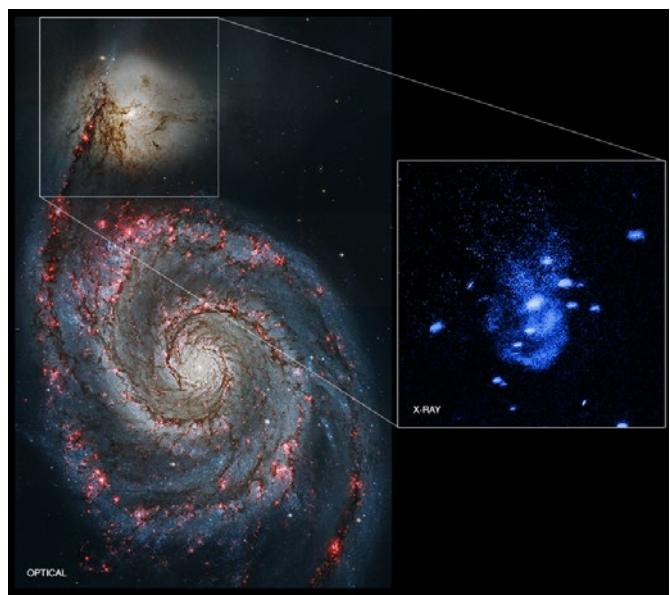
ra wyrzuciła materię na zewnątrz, do galaktyki. Zdarzenie to mogło mieć duży wpływ na jej obecny wygląd.

Nad zewnętrznym łukiem rentgenowskim astronomowie zaobserwowały cienki region emisji stosunkowo chłodnego gazu wodorowego, w obrazie optycznym 0,9-metrowego teleskopu Kitt Peak National Observatory. Obserwacja ta może sugerować, że gaz emitujący promieniowanie X wypchnął gaz wodorowy z centrum galaktyki. Takie zdarzenie, gdzie supermaszynna czarna dziura wpływa na swoją macierzystą galaktykę, astronomowie nazywają sprzężeniem zwrotnym (ang. feedback).

Właściwości gazu wokół łuków w NGC 5195 sugerują, że ten zewnętrzny „wypchnął z drogi” wystarczającą ilość materii, aby mógł się rozpoczęć proces powstawania nowych gwiazd. Naukowcy sądzą, że owo sprzężenie zwrotne uniemożliwia galaktykom zbytne rozrastanie się i jednocześnie może pozwalać na powstanie niektórych gwiazd. Proces ten pokazuje, że czarne dziury nie tylko niszą, ale też coś tworzą.

Astronomowie uważają, że wybuby supermasywnej czarnej dziury w galaktyce NGC 5195 mogą być wywołane przez oddziaływanie mniejszej galaktyki z większą towarzyszącą galaktyką spiralną, wskutek czego do czarnej dziury dostarczana jest duża ilość gazu. Energia generowana przez materię opadającą na czarną dziurę doprowadza do powstania wybuchu. Zespół szacuje, że potrzeba od 1 do 3 mln lat dla zewnętrznego oraz od 3 do 6 mln lat dla wewnętrznego łuku, aby mogły osiągnąć obecne położenie.

Agnieszka Nowak



M 51 w świetle widzialnym oraz rejon czarnej dziury i łuki widziane w promieniach rentgenowskich. Źródło: X-ray: NASA/CXC/Univ of Texas/E.Schlegel i inni; Optyczne: NASA/STScI

**Szansa na rozmowy uczniów z astronautami  
za pomocą fal radiowych**

# **Kosmos, łączność radiowa i szkolne lekcje**

Armand Budzianowski, Tomasz Ciepielowski

*„Wyobraźnia jest ważniejsza od wiedzy, ponieważ wiedza jest ograniczona” — powiedział prawdopodobnie Albert Einstein. Słynny inżynier i wynalazca Nikola Tesla marzył o tym, aby przekazywać energię bezprzewodowo. Prace ludzi takich jak Augusto Righi, Nikola Tesla, Andrew Carnegie, Thomas Alva Edison, Guglielmo Marconi, Reginald Aubrey Fessenden, James Maxwell, Oliver Lodge, Aleksandr Popow doprowadziły w końcu do odkrycia przesyłania informacji bezprzewodową drogą radiową. Senator Marconi nie wynalazł radiowej transmisji bezprzewodowej. Jest to dzieło wielu autorów — jednak składając znane wynalazki, uczynił tę technikę użyteczną praktycznie, tworząc działające systemy łączności dalekiego zasięgu.*



Międzynarodowa Stacja Kosmiczna (ISS) nad Ziemią.  
Zdjęcie wykonano 20 lutego 2010 r. z wahadłowca  
Endeavour w ramach misji STS-130. Źródło: NASA

## Polskie początki

Próby związane z falami radiowymi były również prowadzone w Polsce. Pierwszą próbną audycję w historii polskiej radiofonii była emisja na fali 385 m przygotowana przez Polskie Towarzystwo Radiotechniczne w lutym 1925 r. W tym samym roku w Paryżu, dzięki zaangażowaniu wielu Polaków, powstała międzynarodowa organizacja IARU (International Amateur Radio Union), natomiast 22 lutego 1930 r. powstał Polski Związek Krótkofałowców (PZK). W latach 1934–1935 członkiem władz PZK był inż. Stanisław Manczarski (poźniej profesor) — twórca patentu „Sposób telewizyjnego przesyłania obrazów za pośrednictwem drutu i radia” zgłoszonego w 1929 r. W 1935 r. inż. Manczarski za swoją działalność otrzymał tytuł Członka Honorowego PZK.

Na świecie wiele osób pracowało nad eksperymentalnym poznaniem fal radiowych, budowano nowe odbiorniki i urządzenia nadawczo-odbiorcze, tworzono anteny (prof. Hidetsugu Yagi i Shintaro Uda). Z punktu widzenia astronomii to Karl Jansky i Grote Reber (krótkofałowiec o znaku W9GFZ) zaobserwowali zakłócenia radioowe pochodzenia pozaziemskiego. Pionierem radioastronomii w Polsce był prof. Tadeusz Banachiewicz, który w 1954 r. prowadził radiowe obserwacje Słońca i jego zaćmienia w paśmie 90 cm. Po śmierci Banachiewicza badania wstrzymano, jednak dzięki zaangażowaniu prof. Stefana Manczarskiego ponownie od 1956 r. rozpoczęto stałe obserwacje Słońca na pasmach 47 i 94 cm. Domyślano się, że fala radiowa odbija się od warstw otaczających Ziemię i nie jest w stanie „wydostać się w przestrzeń kosmiczną”. Wiedza w tej dziedzinie jednak nie zmieniała się. Przełomem okazał się eksperiment radiowy w październiku 1957 r. związany ze Sputnikiem 1.

## Służba radiokomunikacyjna amatorska

Współcześnie radioamatorzy mają dostępnych w Polsce 26 pasm radiowych od setek kiloherców do setek gigaherców. Są to zazwyczaj pasma elektromagnetyczne, na wykorzystanie których nie było pomysłu i nie pokrywają się z tymi zakresami, na których prowadzone są obserwacje Wszechświata przez astronomów. Każde z tych pasm

radioamatorskich ma inną specyfikę. Rozchodzenie się fal radiowych (propagacja) zależy od wielu czynników, m.in. od aktywności Słońca, a tym samym od pory dnia i roku. Są pasma, na których można prowadzić łączności o określonych porach dnia, są też takie, które pozwalają na pracę przez całą dobę. Są pasma radiowe, na których rozmawia się głównie lokalnie, i takie, które służą do łączności dalekiego zasięgu, czyli w slangu krótkofałarskim — DX. W przypadku tych drugich może się okazać, że stacje A i B pracują w niewielkiej od siebie odległości, np. na dwóch krańcach Warszawy i wzajemnie się nie słyszą, natomiast obie doskonale mogą rozmawiać z tym samym korespondentem odległym o setki czy tysiące kilometrów.

Obecnie już wiemy, że fale radiowe mogą odbijać się od różnych warstw atmosfery Ziemi. Zjawisko to krótkofałowcy wykorzystują do zwiększenia zasięgu radiowego poza swój horyzont. Czasami zamiast warstw atmosfery wykorzystują zorze i meteory. Radioamatorzy wykorzystują te zjawiska do komunikacji, astronomowie natomiast do obserwacji rojów meteorytowych lub pomiarów zorzy.

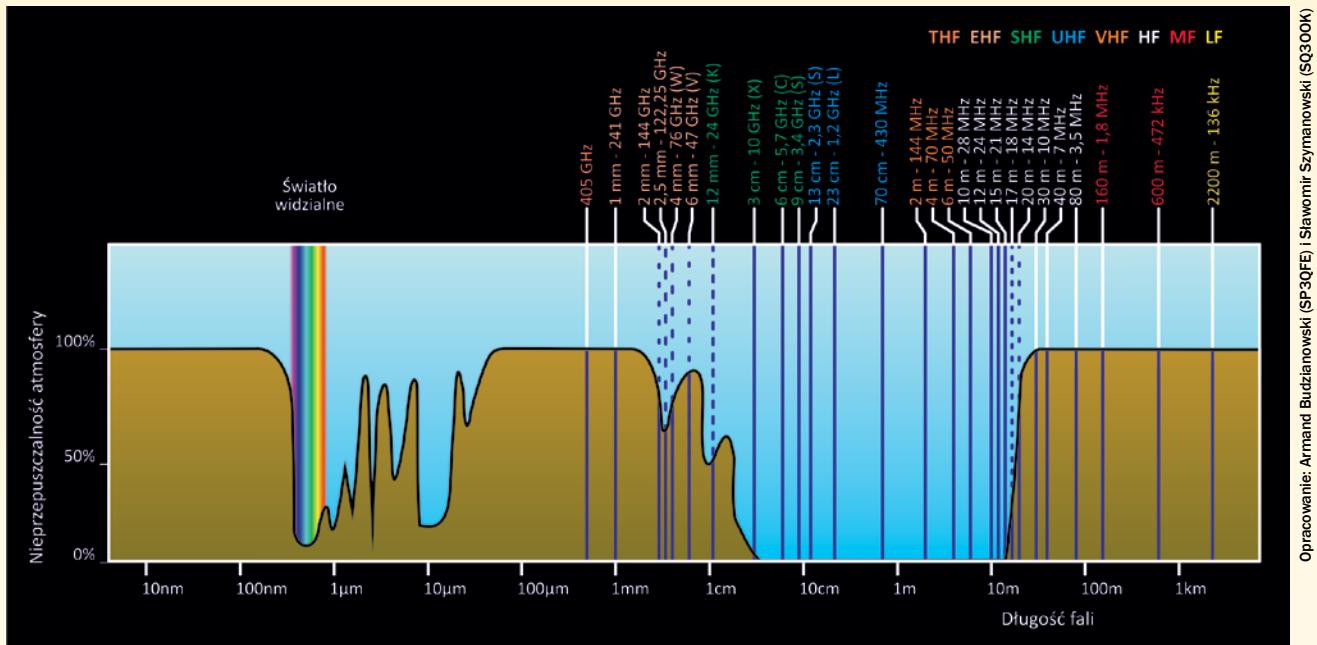
Z falą radiową jest jak z puszczeniem kaczkę na wodzie. Gdy jest odpowiedni kąt, to kamień wielokrotnie odbije się, natomiast w niesprzyjających warunkach szybko przeniknie do dru-

giego ośrodka. Z oddziaływaniem fal radiowych na warstwy wokół Ziemi jest podobnie, a doświadczeni radiooperatorzy wiedzą, kiedy i w którym kierunku ustawić swoje anteny, aby uzyskać najlepszy efekt.

Najważniejszym elementem stacji jest antena (a nie duża moc, jak zazwyczaj myślą początkujący radioamatorzy), która odpowiednio uformuje wiązkę radiową. Wyobraźmy sobie zadanie, że żarówką żarową o mocy 40 W chcemy, nie ruszając się z miejsca, oświetlić bardzo mocno jakiś ciemny punkt w pokoju, na przykład dziurkę od klucza, a na drodze pomiędzy dziurką a żarówką nie ma żadnych przeszkód. Zamiast zwiększać moc żarówki, wystarczy zastosować lustra odpowiednio skupiące światło z żarówkami na dziurce od klucza. Przyciemni się wówczas ogólne oświetlenie pokoju, ale cel oświetlenia obiektu osiągniemy. W podobny sposób działają anteny radiowe, zwiększając stosunek sygnału pożądanego z danego kierunku (lub w danym kierunku) do szumu tła. Obecna wiedza pozwala na analizowanie widma promieniowania różnych obiektów we Wszechświecie oraz na wytwarzanie i kształtowanie fal elektromagnetycznych o konkretnym kierunku (nadawanie i odbieranie), a także na przesyłanie informacji drogą radiową w dowolny punkt Ziemi.



Astronauta NASA, Gregory (Reid) Wiseman KF5LKT, podczas radiowej rozmowy przez amatorską radiostację satelitarną, przez którą w drugiej połowie 2015 r. przeprowadził 14 szkolnych łączności ARISS ze szkołami w USA, Japonii, Szwajcarii, Wielkiej Brytanii, Malezji, Kuwejcie, Bułgarii i Kanadzie. Źródło: NASA



Przepuszczalność ziemskiej atmosfery dla amatorskich pasm radiowych

## EME

Od kilkudziesięciu lat można więc tak ukształtować wiązkę radiową, aby wykorzystać powierzchnię Księżyca jako naturalnego satelitę telekomunikacyjnego Ziemi. Są to tak zwane łączności Earth–Moon–Earth (EME). Warto dodać, że Polacy w 2012 r. w paśmie 23 cm w ramach Globalnego Miesiąca Astronomii i dzięki współpracy z prof. Lechem Mankiewiczem (PAN) i Danielą de Paulis nadali w stronę Księżyca ponad 70 obrazów nadesłanych ze świata, ale głównie namalowanych przez dzieci z Polski, a współpracujący z polskimi radioamatorami radioteleskop CAM-RAS w Holandii odebrał odbite od powierzchni Księżyca obrazy.

## Radio na orbicie

Czy możemy sobie obecnie wyobrazić jakiekolwiek operacje w przestrzeni kosmicznej bez radiokomunikacji, która pozwala przesyłać nam dźwięk, obraz i dane?

„Wizja” Nikoli Tesli bezprzewodowego przekazywania energii elektrycznej też zaczyna być wprowadzana komercyjnie w życie (ładowarki bezprzewodowe). Jak widać, radioastronomia i radiokomunikacja są bardzo do siebie zbliżone. Nadal na ziemi jest wielu pasjonatów fal radiowych — kiedyś krótkofałowców, a obecnie radioamatorów, którzy nieustannie prowadzą prace eksperymentalne w ramach swojego hobbystycznego. Kto wie, może doprowadzą znów do nowych odkryć? Ich pasja jest tak wielka, że swoje amatorskie radiosta-

cje i możliwość komunikacji wszędzie ze sobą zabierają. Tak kiedyś zrobili kosmonauci i astronauci, zabierając ze sobą w przestrzeń kosmiczną ręczne radia do komunikacji amatorskiej. Pasja ta pochłonęła wielu radioamatorów, którzy jako wolontariusze od lat pracowali w ramach projektów lub grup roboczych, m.in. MIREX, SAREX, a obecnie ARISS, czyli Amateur Radio on the International Space Station.

posiadających pozwolenia radiowego w amatorskiej służbie komunikacyjnej. W ramach projektu szkolnych łączności ARISS zainteresowane szkoły i organizacje młodzieżowe mogą zgłaszać się do przeprowadzenia edukacyjnych rozmów z astronautą przebywającym w czasie połączenia na pokładzie Międzynarodowej Stacji Kosmicznej ISS. Najbliższy termin zgłoszeń otwiera się 1 lutego 2016 r.



Logo ARISS

ARISS jest organizacją non-profit, która współpracuje z agencjami kosmicznymi w ramach umieszczania i wykorzystania na orbicie sprzętu radioamatorskiego do prowadzenia łączności głosowych, cyfrowych oraz przesyłania obrazu. Praca wolontariuszy w ramach ARISS koncentruje się na budowaniu i umieszczaniu na pokładzie Międzynarodowej Stacji Kosmicznej (ang. ISS, pl. MSK) sprzętu radioamatorskiego, satelitów ARISS oraz przygotowywaniu i realizacji projektów przy wykorzystaniu tego sprzętu. Mało tego, sprzęt ten dzięki klubom radioamatorskim może być również „oddany” do używania przez ludzi nie

## Porozmawiajmy

Rozmowa na żywo z astronautą lub kosmonautą przebywającym w czasie połączenia w przestrzeni kosmicznej jest transmitowana w pasmach radiowej służby amatorskiej pomiędzy szkołą a Międzynarodową Stacją Kosmiczną znajdującą się na orbicie okołoziemskiej. Jest to na pewno duże przeżycie dla wielu uczniów. Przygotowanie do takiego wydarzenia stanowi dla szkoły duży i długoterminowy projekt edukacyjny. Trzeba się więc uzbroić w cierpliwość i czekając na termin łączności systematycznie pracować z uczniami. Przygotowania do rozmowy z astronautą otwierają nowe możliwości na lekcjach fizyki, chemii, geografii, matematyki, języka angielskiego etc.

Od kilku lat działa Polska Agencja Kosmiczna zajmująca się rozwojem polskiego sektora kosmicznego w przemyśle, edukacji i badaniu naukowych. Uczniowie, którzy uczestniczą w projekcie ARISS, mają możliwość osobistego udziału w technicznych przygotowaniach do łączności.

Mają możliwość poznania w praktyce sprzętu najwyższej technologii do prowadzenia komunikacji satelitarnej. Są to na pewno interesujące spotkania z technologią, która być może zachęci młodych adeptów do dalszej edukacji o kierunkach politechnicznych, inżynierijnych i eksploracji Kosmosu.

Łączność z Międzynarodową Stacją Kosmiczną wymaga przygotowania. Idea jest prosta, jednak należy przygotować się do łączności precyzyjnie i zadbać o szczegóły. ISS to obiekt, który porusza się z prędkością 28 tys. km/h, czyli około 7–8 km/s. W przypadku odbioru telewizji satelitarnej — satelity są geostacjonarne — antena „patrzy” w stały punkt nieba. Stacja kosmiczna to obiekt, który pojawia się nad horyzontem w różnych miejscach (w Polsce pomiędzy północnym zachodem a południem), a jego orbity są rzadko powtarzalne. Czas połączenia jest ograniczony czasem przelotu stacji w zasięgu stacji naziemnej i może dochodzić do 10 minut. Aby uzyskać najlepszy efekt, należy dysponować systemem antenowym o kierunkowej charakterystyce i dużym wzmacnieniu do odbieranego sygnału. Anteny te muszą poruszać się synchronicznie z przemieszczającym się po orbicie ISS i dodatkowo precyzyjnie „trafiąć” w stację kosmiczną. Dla niektórych orbit stacja może przemieszczać się nawet o 4,5 stopnia w ciągu 1 sekundy! Dodatkowym utrudnieniem (który może znacznie wydłużyć czas połączenia radiowego) jest korygowanie efektu Dopplera przez stację naziemną jednocześnie na częstotliwości nadawczej i odbiorczej.

#### **Własny projekt edukacyjny**

Szkoła zainteresowana udziałem w takiej kosmicznej rozmowie powinna najpierw opracować związane z Kosmem działania edukacyjne, które będzie realizowała przez rok lub dłużej w ramach przygotowania uczniów do łączności, a następnie opisać je we wniosku składanym do Amateur Radio on the International Space Station (ARISS). Zgłoszenia dokonuje się za pomocą formularza dostępnego do pobrania na stronie <http://www.ariss-eu.org/school-contacts>. Po wypełnieniu formularza należy wysłać e-mailem do ARISS. Najbliższy termin przyjmowania wniosków dla Europy, w tym dla Polski, rozpoczął się 1 lutego 2016 r. i zakończy 30 kwiet-

## **ARISS DLA SZKÓŁ**

# **Zadaj pytanie astronaucie w Kosmosie**

Od 1.02 do 30.04.2016 r. polskie szkoły, we współpracy z radioamatorami, mogą zgłaszać do projektu ARISS własne wnioski edukacyjne, w ramach których w 2017 r. będzie okazja do przeprowadzenia kosmicznych telekonferencji pomiędzy uczniami a astronautami przebywającymi na stacji ISS przelatującą w trakcie rozmowy nad naziemną amatorską stacją radiową.

Więcej informacji: <http://ariss.pzk.org.pl> oraz <http://www.ariss-eu.org/>

Kontakt: [koordynator.ariss@gmail.com](mailto:koordynator.ariss@gmail.com)

nia 2016 r. Termin ten dotyczy kosmicznych rozmów przeprowadzanych w okresie od lutego do czerwca 2017 r.

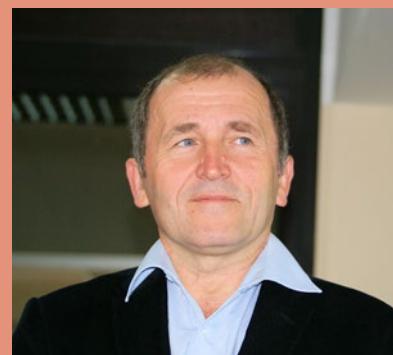
Możliwe są dwa rodzaje kontaktu z astronautami. Kontakt bezpośredni, w którym amatorzy krótkofalarstwa organizują w szkole stację do kontaktu z ISS przelatującą nad szkołą. Drugi rodzaj to telemost: ARISS posiada sieć dedykowanych stacji naziemnych przeznaczonych do tego zadania i pokrywających zasięgiem cały świat. Stacjami tymi zarządzają doświadczeni radioamatorzy. Kontakt ze szkołą jest ustanawiany w momencie, gdy stacja ISS przelatuje nad naziemną stacją ARISS. Sygnał pomiędzy szkołą a stacją ARISS jest przekazywany telefonicznie. Przy opcji telemostu szkoła nie płaci za połączenie telefoniczne z naziemną stacją radiową. Statystyki z ubiegłych lat wskazują, że możliwych jest od 20 do 30 szkolnych łączności ARISS w ciągu roku w regionie europejskim.

Szczegóły udziału w ARISS są wyjaśnione na stronie projektu, razem z wymaganiami technicznymi i organizacyjnymi dla szkoły. Od kilku lat PZK wraz ze Stowarzyszeniem Krótkofałowców i Radioamatorów „Delta” organizuje ogólnopolskie konferencje dla nauczycieli i uczniów. Ich celem jest przekazanie wiedzy na temat przygotowania programu edukacyjnego oraz wniosku o łączność z astronautą. Przedstawiane są też możliwości współpracy szkół i radioamatorów z innymi stowarzyszeniami i fundacjami w celu realizacji projektu edukacyjnego przygotowującego do łączności z astronautą, np. miniSAT.

Dzięki uczestnikom, którzy zrealizowali łączność ARISS, te coroczne konferencje są też forum wymiany doświadczeń. Zachęcamy nauczycieli i radioamatorów do zainteresowania się udziałem swoich szkół w tym ciekawym projekcie i współpracy z krótkofałowcami.



Dr Armand Budzianowski jest pracownikiem Narodowego Centrum Badań Jądrowych oraz krótkofałowcem o znaku radioamatorskim: SP3QFE. Od pięciu lat jest mentorem ds. szkolnych łączności ARISS w Europie.



Tomasz Ciepielowski (znak radioamatorski SP5CCC). Inżynier elektrotechnik, krótkofałowiec i pasjonat historii ruchu radioamatorskiego w Polsce. Autor książki „Lwowski Klub Krótkofałowców. Zarys Dziejów.”

# Olsztyńska Akademia Dzieci

Lidia Kosiorek

*Kilka razy w roku sala projekcyjna Olsztyńskiego Planetarium i Obserwatorium Astronomicznego przeobraża się w akademicką salę wykładową. Nie byłoby w tym nic dziwnego, bo wykłady to u nas codzienność, zdumiewający jest tylko wiek wykładowców i słuchaczy — 6 do 12 lat!*

Olsztyńska Akademia Dzieci (OAD) przy Olsztyńskim Planetarium i Obserwatorium Astronomicznym jest jedną z filii Polskiej Akademii Dzieci (PAD). Pomyślodawczynią i założycielką PAD jest dr Agata Hofman — pracownik naukowy Instytutu Psychologii Uniwersytetu Gdańskiego, mama piątki dzieci, która razem z mężem Maciejem zajmuje się edukacją swoich dzieci w domu. I to z jakimi sukcesami! PAD to pierwszy w skali światowej uniwersytet prowadzony przez dzieci — dla dzieci. To one wybierają interesujące ich zagadnienia i zakres treści, jakie chcą zawiązać w swoich wykładach, a dorosły pomagają im tylko w wyborze wiarygodnych źródeł informacji naukowej oraz w kwestiach technicznych — na przykład w przygotowaniu prezentacji multimedialnej.

W Polsce jest coraz więcej propozycji zdobywania wiedzy, skierowanych do dzieci — niestety odpłatnie. Udział w wykładach PAD jest bezpłatny. Opiekunowie słuchaczy nie płacą za naukę, dorosli i mali wykładowcy nie pobierają honorariów. To uniwersytet bez księgowej. Jego działalność jest

wspierana przez instytucje macierzyste i pracę wolontariuszy, tak jak w Olsztyńskim Planetarium i Obserwatorium Astronomicznym.

Po raz pierwszy zetknęłam się z Polską Akademią Dzieci wiosną 2013 r. Zauważałam w sieci zaproszenie do wygłoszenia wykładów na Politechnice Gdańskiej, skierowane do dzieci w wieku 6–12 lat. W kołach astronomicznych istniejących przy Planetarium mieliśmy wielu uczestników, dla których przygotowanie wykładu byłoby wielką frajdą. I tak, z trójką świetnie przygotowanych wykładowców „w krótkich spodenkach”, pojechałam do Gdańska na IV Międzynarodową Konferencję PAD. W sekcji astrofizyki prof. Lecha Mankiewicza Maciej Cygański (9 lat) i Wojtek Cygański (7 lat) wygłosili wykład na temat ewolucji gwiazd, a Daniel Sokołowski (lat 12) o testowaniu hipotez powstania Układu Słonecznego. Gościem specjalnym był prof. Arvind Gupta z Uniwersytetu w Bombaju — wynalazca, popularyzator nauki i ekspert UNESCO. Zademonstrował, jak za pomocą niezwykle prostych, powszechnie dostępnych materiałów można wykonać niemal każde doświadczenie. Jego

strona internetowa warta jest poleceńna nauczycielom i pasjonatom nauki: [www.arvindguptatoys.com](http://www.arvindguptatoys.com). W drugiej części spotkania odbywały się wykłady w sekcjach; słuchacze mogli wybierać interesujące ich zagadnienia. Wszystkiego ciekawa, krążyłam po salach i korytarzach wielkiego gmachu. Panowała tam niezwykła atmosfera — działało się coś wznowionego. Oczywiście zdumiewające było to tylko dla dorosłych, bo dla dzieciaków było normalką! Na zakończenie, w pięknym atrium politechniki organizatorzy poczęstowali wszystkich pizzą i „fontannami czekolady”.

W Olsztyńskim Planetarium postanowiliśmy dać szansę udziału w tak zorganizowanym uniwersytecie również dzieciom z Olsztyna i okolic. Liczbę studentów, jaką mogliśmy przyjąć ograniczała tylko liczba miejsc w sali projekcyjnej planetarium — 160. Uroczystość inauguracji roku akademickiego została objęta honorowym patronatem prezydenta Olsztyna. Otworzyły ją i prowadziły oczywiście dzieci. Mali studenci odśpiewali hymn „Gaudeamus Igitur” — by poznać studencką tradycję i brzmienie łaciny, a przede wszystkim, aby nadać spotkaniu podniosły

charakter. Wszyscy studenci otrzymali indeksy. Większość wykładowców stanowili „absolwenci” kół astronomicznych prowadzonych w Olsztyńskim Planetarium. Ich wykłady nie dotyczyły jednak wyłącznie astronomii, lecz również innych dziedzin nauki. Wykład inauguracyjny „W świecie strasznych jaszczurów” wygłosiła 7-letnia Lena Tasak. Sprawiała wrażenie, jakby miała już sporą rutynę w realizacji tego typu zadań. Dziewięcioletni Kacper Wiśniewski opowiedział o własnych badaniach aktywności Słońca. Na podstawie obserwacji plam słonecznych w olsztyńskim obserwatorium zobaczyła dzieciom, w jakim tempie obraca się Słońce. Zasypyany gradem pytań odpowiadał „jak z dubeltówki”. Oczywiście wzbudził podziw rówieśników i otrzymał wielkie brawa. Dla odmiany nastroju Marika Miotk (8 lat) przedstawiła budowę skrzypiec i nastrojową grą zademonstrowała, czym jest „dusza skrzypiec”. Po tym wykładzie konferansjerzy: Wiktoria Grzegorczyk i Daniel Sokalski udzielili głosu jedynemu dorosłemu wykładowcy. Dr hab. Tomasz Kwiatkowski z Instytutu Obserwatorium Astronomicznego UAM w fantastyczny sposób uczył i zabawiał dzieciaki wykładem „O pryszczatym Księżyku i kakaowych kraterach”. Tomkowi bardzo dziękuję za bezinteresowne poświęcenie nam swojego czasu i gratuluję talentu dydaktycznego!

Choć dzieciaki nie przejawiali najmniejszych oznak zmęczenia, przeciwnie — pytaniami nie było końca,



Lena Tasak prowadzi wykład inauguracyjny. Fot. Robert Orłowski

zgodnie z planem nastąpiła przerwa na słodki poczęstunek i obejrzenie prac w Galerii Sztuki Współczesnej BWA. Po przerwie studenci obejrzaeli seans astronomiczny „Ziemia, Księżyc i Słońce”, a po nim wysłuchali jeszcze trzech krótkich wykładów. Maciej Cygański, lat 9, z wielką swobodą i wspaniałym doborem słów objaśniał „Jak działa ewolucja”, a siedmioletni Wojciech Cygański, z poczuciem humoru opowiadał o „Mojej przygodzie z Mikołajem Kopernikiem”. Na zakończenie nasz student — erudyta, 12-letni Daniel Sokalski wygłosił wykład „Ziemia. Nieznana historia. Część 1: Początki legendy”. A co z następnymi częściami? Daniel zaproponował, by słuchacze sami poszukali jej w polecanych książkach. Z treści późniejszej

korespondencji wynika, że wielu z nich to zrobiło... I o to przecież chodziło! Wykładowcy mogli podzielić się swoją wiedzą i swoimi pasjami, a to zainspirowało słuchaczy do przemyśleń typu: „o czym ja mógłbym przedstawić wykład podczas następnego spotkania Akademii”. I tak dzieci zdobywały odwagę i wiarę w to, że mogą być twórcze, a nawet w przyszłości podjąć pracę naukową.

Przedstawiłem dla przykładu przebieg pierwszego spotkania Olsztyńskiej Akademii Dzieci w październiku 2013 r. Wykłady prowadzone są już od ponad dwóch lat i wciąż towarzyszy im nie mniejszy entuzjazm studentów-słuchaczy i studentów-wykładowców oraz zachwyt rodziców nad umiejętnościami dzieci. Zapraszani goście pozostają pod wrażeniem wiedzy, sposobu przekazu, bogatego słownictwa i swobody wypowiedzi dzieci. Inicjatywa cieszy się poparciem władz miasta. Spotkania odbywają się 4 razy w roku. Na każdej „konferencji naukowej” wygłasza wykład 4–5 dzieci i jeden dorosły wykładowca — najczęściej pracownik naszego planetarium lub Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego. Ostatnio do bezinteresownych działań na rzecz dzieci dołączył Instytut Rozrodu Zwierząt i Badań Żywności Polskiej Akademii Nauk w Olsztynie. Naukowcy z PAN-u również prowadzą wykłady dla OAD i udostępniają nam swoją salę wykładową.

Po każdej konferencji zgłasza się coraz więcej dzieci, które chcą studiować z nami i wygłosić wykład. O tym, jak wielkie jest zainteresowanie, świadczy fakt, że po ogłoszeniu zapisów na ko-



Po każdym wykładzie jest wiele pytań. Fot. Robert Orłowski



Sala projekcyjna planetarium nadaje niepowtarzalny klimat spotkaniom. Fot. Robert Orłowski



„Naszezęby” – wykład Hani i Adama Gears. Fot. Robert Orłowski

lejny rok akademicki limit miejsc zostaje wyczerpany w ciągu dwóch dni. Wykłady potwierdzają, że 7-latki (to przeciętny wiek naszych studentów), mają sporą wiedzę, są jej żądne i imponują im ci, którzy się nią dzielą. Polska Akademia Dzieci daje im szansę zdobywania wiedzy w gronie rówieśników i to w najlepszy z możliwych sposobów — promuje naukę poprzez zabawę w studiowanie. Jest przecież mnóstwo dzieci, które już w tym wieku opanowane są pasją badacza. Do nich właśnie skierowana jest nasza propozycja. Gdy przeprowadziliśmy sondaż wśród studentów, o czym chcą wysłuchać wykładowów, najczęstsze odpowiedzi brzmiały: „o Wszechświecie”, „o robotach”, „wykład, gdzie będą fajne doświadczenia z chemią”. A zatem wśród zainteresowań dzieci prym wiodą nauki ścisłe. Jak to się dzieje, że potem uczniowie nie wybierają już tych nauk jako kierunku studiów? Odpowiedź

sama się nasuwa. Zainteresowania dzieci kształtują się bardzo wcześnie, a w szkole astronomii, fizyki i chemii uczy się dopiero podczas dalszych lat edukacji (i to w coraz węższym zakresie!), a zatem wtedy, gdy zainteresowania zostały już ugruntowane. Dlatego edukacja, jaką proponuje Polska Akademia Dzieci, z pewnością sprzyja rozwojowi zainteresowań w kierunku zgodnym z potrzebami rynku pracy. Co więcej, nasi studenci zdobywają cenne przeswiadczenie o tym, że nauka to nie tylko szkolny obowiązek, ale także przyjemność i wspaniała przygoda, a inwestycja w naukę jest najlepszą z możliwych na całe życie. Przekaz wiedzy od dziecka do dziecka niezwykle silnie motywuje do jej zdobywania.

Więcej informacji o OAD znaleźć można na naszym blogu: <http://padolsztyn.blogspot.com>. Przedstawiona forma pracy z dziećmi daje organizatorom i wspierającym ich

wolontariuszom dużą satysfakcję. Zathroom do podjęcia tego typu pracy edukacyjnej. Sprzyjające warunki do takiego przedsięwzięcia mają nie tylko ośrodki naukowe i planetaria, ale również placówki szkolne i opiekuńcze, czy też nauczyciele prowadzący koła zainteresowań. Niewielkim nakładem kosztów, choćby tylko na nagrody dla wykładowców, można zorganizować np. szkolną akademię dzieci. Rzecznik Praw Dziecka Marek Michałak powiedział: *Powołanie Polskiej Akademii Dzieci jest pomysłem istotnie wizjonerskim. Sztuką jest bowiem dostrzeżenie potencjału dziecka na samym początku jego naukowego rozwoju. (...) Człowiek uczy się przez całe życie, niekiedy od starszych, z pewnością od mądrzejszych.*

Polska Akademia Dzieci jest objęta patronatem Ministerstwa Edukacji Narodowej i Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego. Za swoje dokonania zdobyła główną nagrodę w IX edycji konkursu Popularyzator Nauki 2013, organizowanym przez PAP i MNiSW w kategorii „instytucja pozanaukowa”. Jak wiemy, w tym samym konkursie wyróżnienie specjalne za rok 2014 otrzymała redakcja naszego czasopisma „Urania – Postępy Astronomii”.

Gdy wysyłam zdjęcia z naszej inauguracji redaktorowi czasopisma „Planetarian”, doktorowi Dale Smith, ten odpowiedział mi: *The future is in good hands!* I ja też tak myślę! ■

Fot. Dariusz Prokopczyk

Lidia Kosiorek jest astronomem; pracuje w Olsztyńskim Planetarium i Obserwatorium Astronomicznym. Jest koordynatorem Olsztyńskiej Akademii Dzieci przy OPIOA.

# OGŁASZAMY KONKURS NA KRÓTKI SCENARIUSZ POKAZU ASTRONOMICZNEGO W PLANETARIUM ADRESOWANY DO MIŁOŚNIKÓW ASTRONOMII W KAŻDYM WIEKU.



Zadanie konkursowe polega na wymyśleniu oraz przedstawieniu



krótkiego scenariusza pokazu astronomicznego

dedykowanego dla niedawno otwartego Planetarium Wenus w Zielonej Górze.

Prace będą rozpatrywane w różnych kategoriach wiekowych.

Na zwycięzców czekają ciekawe nagrody, w tym lornetki, książki o tematyce astronomicznej, prenumeraty dwumiesięcznika *Urania – Postępy Astronomii*.

Regulamin konkursu jest dostępny na stronie: [http://astro.ia.uz.zgora.pl/~aga/engage\\_fnp/](http://astro.ia.uz.zgora.pl/~aga/engage_fnp/).

Organizatorem konkursu jest dr Agnieszka Słowińska  
z Instytutu Astronomii im. prof. Janusza Gila Uniwersytetu Zielonogórskiego.



Wydatek jest finansowany ze środków przyznanych przez Fundację na rzecz Nauki Polskiej na podstawie umowy nr 100/UD/SKILSS/2015 o wykorzystanie nagrody przyznanej w konkursie eNgage w ramach projektu SKILLS współfinansowanego z Europejskiego Funduszu Społecznego.



KAPITAŁ LUDZKI  
NARODOWA STRATEGIA SPÓŁNOŚCI



Fundacja na rzecz Nauki Polskiej

UNIA EUROPEJSKA  
EUROPEJSKI  
FUNDUSZ SPOŁECZNY



## Bliskie badania odległego Wszechświata

Badania kosmologiczne kojarzą się nam z obserwacjami dalekich krańców Wszechświata. Ale naukowcy próbują znaleźć obiekty znajdujące się bliżej, które mogłyby w pewnym stopniu odpowiadać warunkom panującym w dawnych etapach ewolucji Wszechświata. Trwają też poszukiwania gwiazd trzeciej populacji — hipotetycznego pierwszego pokolenia gwiazd we Wszechświecie. Potencjalne kandydatki na nie są czasem wskazywane wśród niezwykle ubogich w metale gwiazd.

**K**osmologia, czyli nauka o Wszechświecie, z zasady wymaga badania bardzo odległych obiektów. Po prostu najistotniejsze zdarzenia w naszym Wszechświecie wydarzyły się na początku jego istnienia, a to oznacza, że aby je badać, trzeba obserwować bardzo odległe obiekty. Z zasady, bo w niektórych przypadkach da się tego uniknąć — albo w naszym otoczeniu przetrwały obiekty charakterystyczne dla wczesnego Wszechświata, albo, co częstsze, mechanizmy działające bliżej współczesności są bardzo podobne czy wręcz identyczne z tymi spodziewanymi we wczesnym Wszechświecie. W rzeczywistości ta ostatnia sytuacja jest wręcz kluczem do badań kosmologicznych. W końcu zasadą umożliwiającą wszelkie badania astronomiczne jest założenie, że prawa fizyczne obowiązujące na Ziemi są identyczne z tymi działającymi w Kosmosie. Zasada zasada, ale w różnych zakątkach i momentach we Wszechświecie są często zupełnie różne warunki i w praktyce znalezienie w pobliżu układu realizującego warunki, o których można sądzić, że odpowiadają interesującym nas układom z przeszłości, nie jest łatwe. Nie jest łatwe, ale też nie jest niemożliwe. A jeżeli się uda, to korzyści są ogromne. Przede wszystkim obserwacja bliższych obiektów oznacza dużo więcej światła do dyspozycji. Tym samym łatwiejsze, dokładniejsze i tańsze badania (mniejsze teleskopy i czasy ekspozycji). Do tego umożliwia badania tego samego rodzaju światła, które nas interesuje. Warto bowiem pamiętać, że przesunięcie ku czerwieni rzędu kilku oznacza, że światło wyemitowane jako nadfiolet przychodzi do nas jako daleka podczerwień, często poza obszarem przejrzystości atmosfery. Dlatego warto szukać takich układów.

Pod koniec 2015 i na początku 2016 roku ukazało się w *Nature* i *Science* kilka artykułów relacjonujących takie właśnie ba-

dania. Zanim spróbujemy się z nimi zapoznać, przypomnijmy, jak według standardowego obrazu wygląda historia pierwszych kilkuset milionów lat istnienia Wszechświata. Otóż na początku Wszechświat był bardzo ciepły. Na tyle, by wyprodukowany w pierwotnej nukleosyntezie wodór był zjonizowany. Jednak Wszechświat szybko styg i w końcu nastąpiła rekombinacja — elektryny połączyły się z protonami i powstał neutralny wodór. Jednak około dwusetnego miliona lat zaczęły powstawać gwiazdy i galaktyki. Wszechświat nadal styg, ale tak około czterechsetnego miliona lat międzygalaktyczny wodór stał się znowu zjonizowany. O tym ostatnim przekonuje nas fakt, że obecnie właśnie taki wodór stanowi większość barionowej masy Wszechświata. Oczywiście coś musi go zjonizować. Może, a przynajmniej powinno, dokonać tego promieniowanie pierwszych gwiazd — ogromnych, jasnych i gorących gwiazd trzeciej populacji. I to zjawisko zwane rejonizacją, wraz z powstaniem gwiazd, stanowi „ostatnie globalne zjawisko w historii Wszechświata”. Rejonizacja to jednak dość poważny problem. Obserwowane w zbliżonym czasie („zett” w okolicach sześciu) stosunkowo niewielkie i ciemne galaktyki wysyłają zbyt mało światła, by zjonizować większość międzygalaktycznego wodoru. Do tego próba zmierzenia promieniowania jonizującego wodór, czyli tzw. promieniowania z kontynuum Lymana (promieniowania o energii większej lub równej 13,6 eV), wydaje się z góry skazana na niepowodzenia. Fotony o tej energii, napotykając neutralny wodór, ulegają dość szybko absorpcji, po prostu jonizując pozostałe jeszcze atomy neutralnego wodoru. Zbyt daleko więc nie doleć. D.K. Erb, komentujący takie badania (*Nature* z 14 stycznia 2016 r., t. 529 s. 159) twierdzi, że w najlepszym przypadku można się spodziewać zarejestrowania promieniowania z kontynuum Ly-

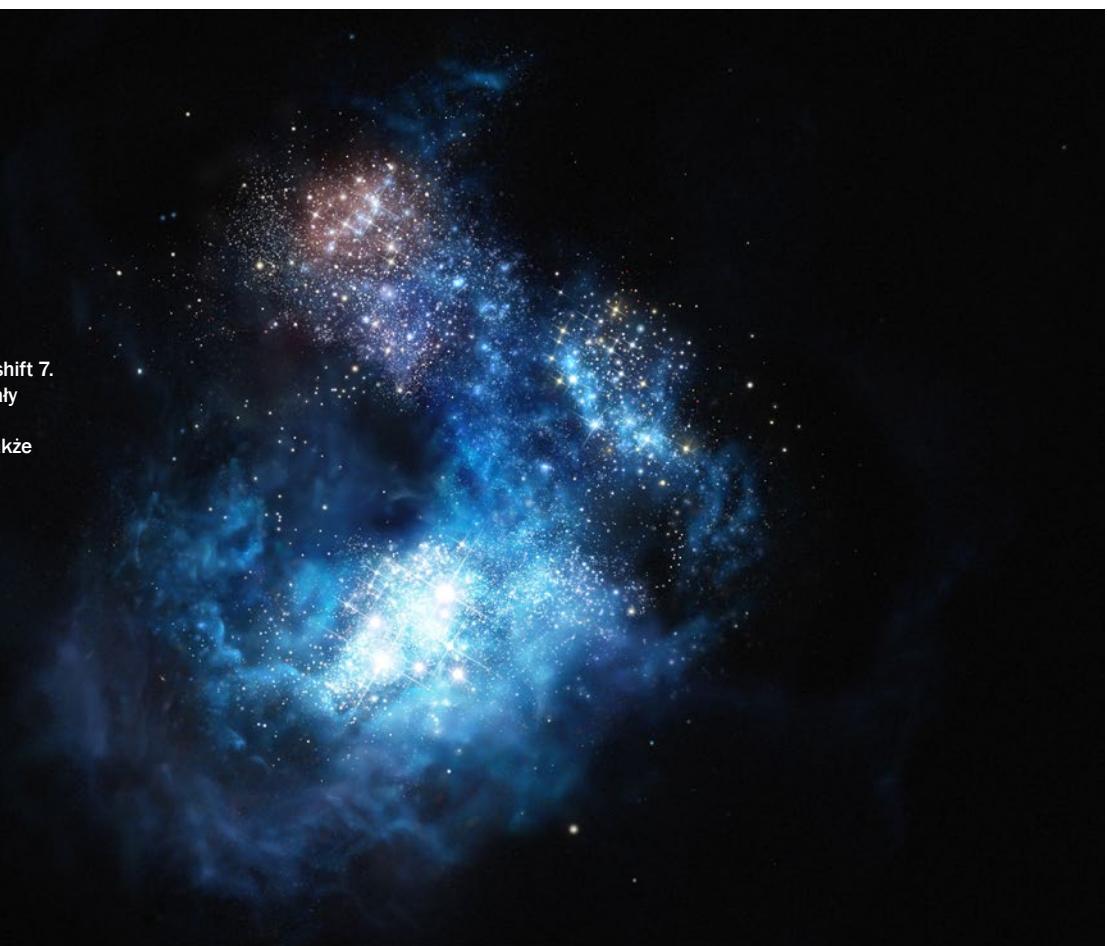
### Artystyczna wizja obiektu

CR7 — najjaśniejszej galaktyki we wczesnym Wszechświecie.

CR7 to skrót od COSMOS Redshift 7.

Inspiracją dla skrótu były inicjały Cristiano Ronaldo, słynnego piłkarza, który posługuje się także pseudonimem CR7.

Źródło: ESO/M. Kornmesser



mana wyemitowanego w okresie 1,6 – 2 mld lat po Wielkim Wybuchu, czyli dużo później od czasu rejonizacji. I nawet wówczas nie ma żadnej gwarancji, że rejestrujemy te właśnie fotony. Identyczne własności będą miały fotony dużo mniej energetyczne, ale wyemitowane odpowiednio później. To ostatnie z powodu przesunięcia ku czerwieni – foton wyemitowany z energią około 14 eV rejestrowany na Ziemi jest identyczny jak foton wyemitowany z energią 7 eV, ale przy dwukrotnie mniejszym „z”. Dlatego próba poszukania możliwie bliskiej galaktyki, która umożliwiłaby zbadanie mechanizmu rejonizacji, wydaje się być bardzo uzasadniona.

Doniesienie o takim odkryciu pojawiło się w *Nature* z 14 stycznia 2016 r. (Y.I. Izotov i in. – w sumie siedmioro autorów; właśnie to doniesienie komentuje D.K. Erb) i dotyczy galaktyki karłowatej J0925+1403 zwanej Zielonym Groszkiem. Galaktyka ma przesunięcie ku czerwieni 0,301, co odpowiada odległości 930 Mpc dla modelu kosmologicznego  $H_0 = 67,1 \text{ km/sMpc}$ ,  $\Omega_\Lambda = 0,682$ ,  $\Omega_m = 0,318$  i ma jasność około 20,7 mag. Jak widać, nie jest to bardzo blisko i bardzo jasno, jednak w tym problemie to raczej korzystne parametry. Sama galaktyka jest niewielka i raczej zwarta. Ma rozmiar kątowy (promień półświątła) 0,2 sekundy kątowej, co się przekłada na około kiloparseka rozmiaru liniowego (przy wspomnianym modelu). Zielony Groszek wykazuje intensywną gwiazdogenezę oszacowaną na 52,2 masy Słońca na rok. Gwiazdogeneza zachodzi w dwo różnych, choć bliskich sobie, obszarach i dotyczy znacznej części masy galaktyki. Całkowita masa powstała w ciągu  $2,6 \pm 0,2 \text{ My}$  (czyli nowo powstała) gwiazd to około  $(2,4 \pm 0,3) \times 10^8 \text{ M}_\odot$  przy całkowitej masie gwiazd Zielonego Groszku około  $(8,2 \pm 0,7) \times 10^8 \text{ M}_\odot$ . Tym samym Zielony Groszek to bardzo zwarta i bardzo intensywnie tworząca nowe gwiazdy galaktyka. Może więc dość dobrze oddawać warunki, jakie panowały w galaktykach tworzących pierwsze pokolenie gwiazd. Tym bardziej że metaliczność tej galaktyki jest raczej niewielka (około 0,2 słonecznej), a wśród nowo powstała gwiazd jest sporo bardzo gorących typu O, emitujących duże ilości promieniowania należącego do kontynuum Lymana. Problemem jest, jaki procent tego promieniowania opuszcza galaktykę i tym samym może mieć udział w jonizacji wodoru międzygalaktycznego. Bo oczywiście obszary gwiazdogenezy są zanurzone w obłokach gazu i zaledwie niewielki procent wyprodukowanego w młodych gwiazdach wysokoenergetycznego promieniowania może galaktykę opuścić. W wyniku analizy widma i po uwzględnieniu odpowiednich poprawek autorzy omawianej pracy oszacowali, że strumień energii emitowanej w zakresie kontynuum Lymana wynosi około  $4,4 \times 10^{-16} \text{ erg/(s cm}^2 \text{ Å)}$ . Natomiast strumień opuszczający tę galaktykę wynosi około  $3,43 \times 10^{-17} \text{ erg/(s cm}^2 \text{ Å)}$ . Z ilorazu tych wielkości widać, że galaktykę opuszcza około 7,8% produkowanego promieniowania mogącego jonizować wodór. Konkretnie około  $3,86 \times 10^{53}$  fotonów na sekundę. Uwzględniając czas trwania gwiazdogenezy otrzymujemy liczbę  $3,6 \times 10^{67}$  mogących zjonizować wodór międzygalaktyczny. Ta liczba odpowiada masie zjonizowanego wodoru około 40 razy większej od całkowitej masy Zielonego Groszka. Wydaje się więc, że galaktyki tego typu mogą odpowiadać za rejonizację Wszechświata. Jeżeli leżą wystarczająco blisko siebie, to obszary jonizacji wynikające z promieniowania tych galaktyk mogą się nakładać i w efekcie dostaniemy obserwowany fakt – jonizację ośrodka międzygalaktycznego. Jakiś krok w kierunku wyjaśnienia zjawiska rejonizacji został więc wykonany, choć... pamiętajmy, że jedna jaskółka wiosny nie czyni, a galaktyki inne niż Zielony Groszek emittują znacznie mniej promieniowania z odpowiedniego zakresu. A dokładniej, dotychczas zbadane ga-



laktyki (D.E. Erb) emitują w międzygalaktyczną przestrzeń od jednego do trzech procent tego typu promieniowania, czyli raczej zbyt mało, by zjonizować większość wchodzącej w grę wodoru.

Łatwo zauważać, że powyżej opisany problem w dużej mierze obraca się wokół pierwszego pokolenia gwiazd. Ich własności i moc promieniowania (czyli w praktyce rozkład mas) ma zasadniczy wpływ na barionową materię międzygalaktyczną. 15 stycznia 2016 r. ukazał się w *Science* (t. 351 s. 211) krótki tekst podsumowujący poszukiwania śladów gwiazd III populacji. Wydaje się, że w szybkim tempie zbliżamy się do uzyskania bliższych informacji o tych gwiazdach. I znowu chodzi o materię międzygwiazdną. Kilka lat temu O'Meara (*Science* 02.12. 2011 s. 1245) donosił o znalezieniu chmur gazu składających się wyłącznie z wodoru. W zeszłym roku D. Sobral i in. (ośmiu autorów z Portugalii, Holandii, Szwajcarii, USA i Francji) zamieścił w sieci 4 czerwca 2015 r. preprint (<http://arxiv.org/abs/1504.01734;2015>), warto dodać: prawie natychmiast zaakceptowany do publikacji w APJ, w którym sugeruje, że gwiazdy te udało się zarejestrować. A konkretne: zaobserwowano bardzo jasny obiekt CR7 (COSMOS Redshift 7, skrót podobno na cześć Cristiano Ronaldo). Obiekt wykazuje przesunięcie ku czerwieni 6,604 i ma jasność 1037,93 W (około  $2 \times 10^{10}$  promieniowania Słońca) w okolicach linii alfa Lymana. Właściwie w obiekcie prawie nic nie widać poza tą linią z nadfioletu. To ostatnie oczywiście w układzie spoczynkowym CR7, bo na Ziemi to daleka podczerwień. Poza tym udało się znaleźć jedynie linie zjonizowanego helu świadczące, że obiekt jest bardzo gorący. Powinien więc też zawierać linie zjonizowanych metali. Niczego takiego jednak nie stwierdzono, więc pojawia się silna sugestia, że chodzi o gwiazdy III populacji.

Wydaje się więc, że może już niedługo będziemy o tych gwiazdach wiedzieć więcej. Choć najlepiej byłoby je zobaczyć gdzieś blisko. To ostatnie wymagałoby spełnienia jednego z dwóch warunków. Albo musiałaby przetrwać\* w niezmienionym stanie jakaś chmura pierwotnego gazu po to, by „pierwotne pozbawione metali gwiazdy” mogły z niej powstać „prawie współcześnie”. Druga możliwość to istnienie gwiazd III populacji o bardzo małych masach umożliwiających przetrwanie do czasów współczesnych. Pod koniec ubiegłego roku coś takiego zasugerowano w *Nature* (26 listopada 2015 r., s. 484), pisząc o ekstremalnie ubogich w metale gwiazdach (nawet jedna dziesięciotsięcienna wartość słonecznej) w centrum (bulge) naszej Galaktyki. To niewątpliwie bardzo ciekawy artykuł i na dodatek odpowiadający tytułu tego tekstu lecz... około połowy autorów to Polacy, więc może sami o tym coś w „Uranii” napiszą.

Jerzy Kuczyński

\* Oczywiście mógłaby też powstać współcześnie. Ale to wymagałoby współczesnego mechanizmu tworzenia wodoru, czego chwilowo kosmologia raczej nie stawi!



# Szerokość geograficzna z kulminacji Słońca

Józef Gawłowicz

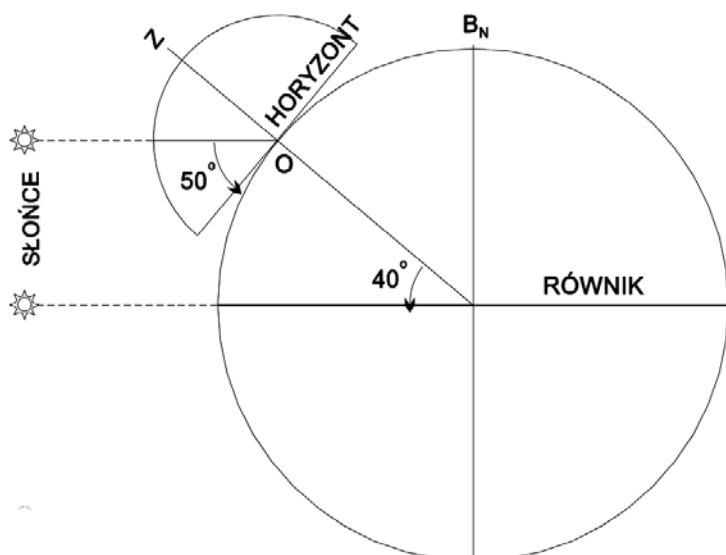
*Astronawigacja, najstarsza córa astronomii, była od starożytności do lat 70. ubiegłego wieku głównym sposobem prowadzenia okrętu po obszarach wodnych Ziemi w warunkach oderwania się od lądu. Sceneria tego działu nawigacji jest urzekająca. Oto ciemny aksamit olbrzymiej kopuły nieba skrzącego się gwiazdnym pyłem. Na jego tle rozsypane klejnoty migocących w nieskończonej dali gwiazd. Dookoła bezmiar oceanu i pusta linia widnokręgu. Samotny okręt, odległy o setki i tysiące mil od lądu, podąża do celu. Prowadzi go człowiek według tych właśnie gwiazd... Jak? Czy można to opisać językiem prostym, zrozumiałym i jednocześnie wystarczająco ścisłym?*

Uprogu wielkich odkryć geograficznych, kiedy posuwający się w kierunku równika żeglarze portugalscy donieśli, że nie mogą obserwować już Gwiazdy Polarnej, zaczęto używać drugiego sposobu określania pozycji: szerokość z kulminacji Słońca.

W samo południe, na nieznanej szerokości geograficznej okrętu obserwator zmierzył wysokość Słońca, która wynosi  $50^\circ$ . Aby obliczyć szerokość geograficzną, na której jest okręt, należy tę wysokość odjąć od kąta prostego, otrzymując  $40^\circ$ . I tutaj równoleżnik czterdziesty (nie zaznaczony na rysunku) jest astronomicznym kołem pozytyjnym — wszyscy znajdujący się na nim obserwatorzy w południe zmierzzą taką samą wysokość Słońca. Ten sposób pomiaru Słońca ma miejsce tylko dwa razy w roku — podczas pozostałych dni należy jeszcze uwzględnić odchylenie Słońca na północ lub południe (zwane deklinacją), ale to tylko jedno

dodatkowe działanie arytmetyczne. Stworzono do tego celu tablice deklinacyjne Słońca — najstarsze Abrahama Zacute (1060 r.), ulepszone Alfonsońskie (1252 r.) oraz Pruskie (1551 r.)

opracowane zgodnie z teorią kopernikańską. Dzisiejszy Morski Rocznik Astronomiczny zawiera kolumnę dokładnych wartości deklinacji na każdą minutę pomiaru w ciągu całej doby.

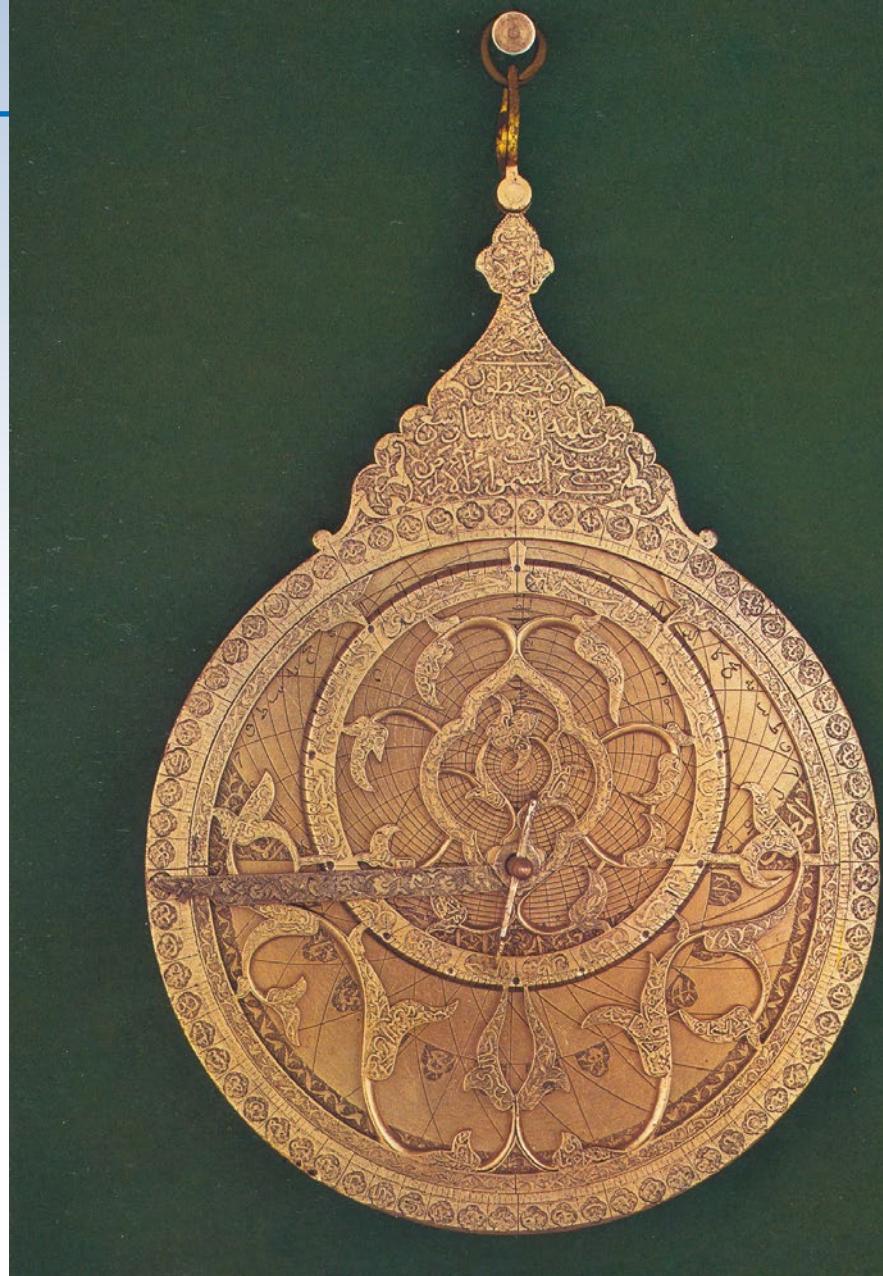


Rys. 1. Szerokość geograficzna wyznaczona z pomiaru wysokości Słońca nad horyzontem

Opisane w poprzednim numerze astrolabium, chociaż tak znaczące i piękne, zmieniało właścicieli, gdyż było datowane, ale nie było sygnowane. Według dzisiejszej wiedzy zachowało się w światowym muzealnictwie jeszcze tylko jedno niemal identyczne astrolabium Arseniusa tej klasy (datowane na 1554 r., aktualnie w zbiorach Museo Archeologico w Mexico City). Słynny warsztat w Louvain, otwarty przez Gaspara a Myrica rozwinał się znaczco pod kierunkiem profesora Gemmy Frisia (1508–1555). Gemma zaadoptował znany w średniowieczu rzut stereograficzny **saphaea arzachelis** opracowany w Hiszpanii Muzułmańskiej przez Ibn-az-Zarqellu z Toledo w XI wieku (prawdopodobnie ze źródeł ptolemejskich), znany dziś jako **astrolabium catholicum** lub jako rzut Gemmy. W tymże warsztacie wielki Gerard Mercator, twórca mapy morskiej i jeden z uniwersalnych umysłów XVI wieku wykonywał instrumenty według projektów Gemmy. Po przeprowadzce Mercatora w roku 1552 do Duisburga szwagier Gemmy mistrz Gualterius Arsenius objął warsztat w Louvain, a wykonywane przezeń astrolabia, globusy, zegary słoneczne, Laski Jakuba i sfery armilarne były sprzedawane w całej Europie i są dzisiaj wielkimi rarytasami muzealnymi i kolekcjonerskimi.

Miałem przyjemność oglądać wspomniane astrolabium z 1554 r. podczas rejsów szkolnym czternastotysięczniakiem w 1966 r. do Vera Cruz, gdy byłem kierownikiem praktyk studenckich, a kapitan tej jednostki Józef Miłobędzki (najwybitniejszy intelektualista polskiej floty, tłumacz Conrada i pisarz) poznał mnie z ówczesnym bożyszczem artystów Ameryki Południowej, malarzem Dawidem Alfaro Siqueirosem. Z nim właśnie odwiedziłem stolicę Meksyku i kustosza Ignacio Bernala, który pozwolił to słynne astrolabium oglądać.

W tych seansach brał także udział najwybitniejszy polski powieściopisarz historyczny Teodor Parnicki, który postanowił wówczas opuścić Meksyk i wrócić na stałe do Polski, gdzie miał duże grono czytelników. Parnicki przypomniał, że w 1554 r. miał miejsce ślub Marii Tudor z Filipem II, więc



Rys. 2. Awers astrolabium perskiego

to późniejsze o dwa lata astrolabium z herbami Tudorów i Królów Katolickich mogło być planowane jako prezent ślubny dla królewskiej pary, ale z powodu opóźnienia (taki instrument wykonywano ręcznie kilkanaście miesięcy) zostało prezentem z okazji wyniesienia Filipa II na tron Niderlandów Hiszpańskich. Podobnego zdania był ekspert, nieodążałowej pamięci Alain Brieux, który przygotowała wspomnianą, niezwykłą aukcję paryską.

Dla porównania pokazujemy perskie fascynujące astrolabium, które poszło pod młotek na tej samej aukcji, podczas której sprzedano opisane astrolabium europejskie.

Ażurowa **rete** wyróżnia się spośród tego typu map nieba pięknymi motywami kwiatowymi, których zakończenia są oznaczone nazwami 22 gwiazd

a ekiptyka ozdobiona diamencikami na początku każdego znaku zodiaku (nazwy znaków zodiakalnych są wygrawerowane na obwodzie ekiptyki).

Zewnętrzny pierścień korpusu jest bardzo dokładnie podzielony na pięciostopniowe, ponumerowane sektory. Na stylizowanym trójkącie zawieszenia wygrawerowano ozdobnie wersety z Koranu.

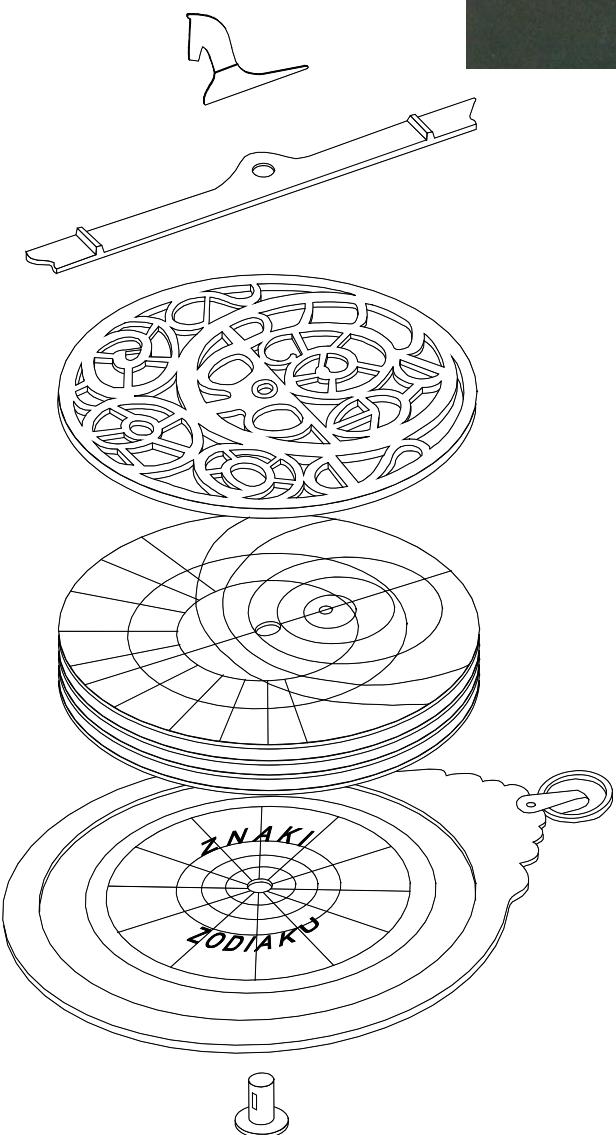
W dolnej połowie rewersu, pod „prostokątem cienia” widnieje sygnatura twórcy: „Dzieło Abd al-Ghafura” a na tzw. trójkącie zawieszenia, u góry datowanie: „W sto dziewięćdziesiątym ósmym roku hidży” (tj. w 1783/4). Pod płytka **rete** znajdują się wymienne płytki dla różnych szerokości geograficznych obserwatora.

Na zakończenie pokażemy zasady konstrukcji astrolabium aktualne dla

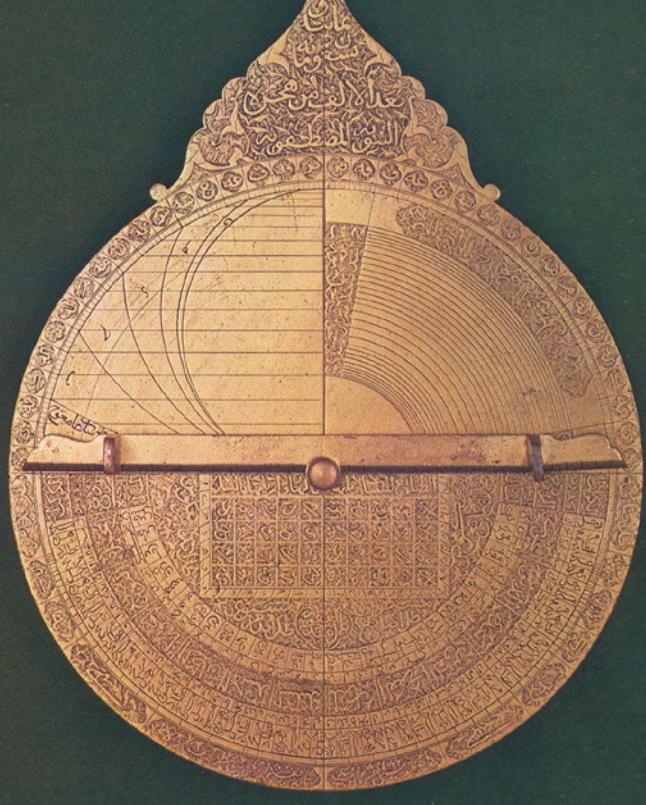
## Astronawigacja (2)

obu instrumentów — europejskiego i perskiego (rys. 4 i 5).

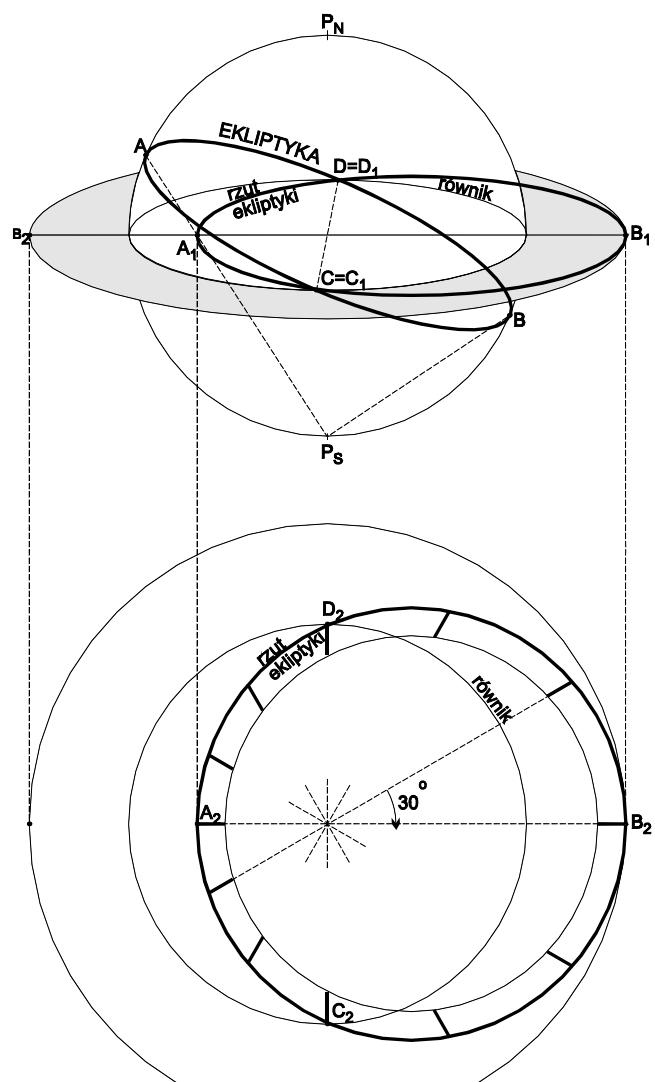
Astrolabia zapewniały dokładność pomiaru zaledwie do  $\frac{1}{2}$  stopnia, czyli do 30 mil morskich. Pomimo ich niewątpliwej urody szukano sposobu na zwiększenie dokładności pomiaru, aby statki nie wpadały na podwodne skały czy osiądały na mieliźnie. O tych próbach powiemy w następnym odcinku.



Rys. 4. (poniżej) Astrolabium rozłożone. Od góry: przyczepka w kształcie głowy konia, alidada, płytka rete, płytki szerokościowe, korpus i trzpień służący do spięcia instrumentu dla obserwacji. Konstrukcja płytka rete nadaje jej charakter retro, gdyż przypomina tarcze starych zegarów wieżowych



Rys. 3. Rewers astrolabium perskiego



Rys. 5. Konstrukcja płytka „rete”

# Bioastronomia ciemnego nieba

**W**numerach 4/2015 i 5/2015 „Uranii” ukazał się dwuczęściowy artykuł „Ciemne niebo cz.1 — podstawy fizjologii” i „Ciemne niebo cz.2 — biochemia nocy” autorstwa pary Krystyny Skwarło-Sońty i Krystyny Zużewicz. Nasi czytelnicy mogą zadawać sobie pytanie, czemu artykuł biologiczny pojawił się w czasopiśmie astronomicznym? Czyżby redakcja miała problem ze zdobyciem odpowiedniej ilości artykułów o tematyce astronomicznej?

Z pewnym opóźnieniem, chcemy uspokoić naszych czytelników, że artykuł ten opublikowaliśmy nieprzypadkowo i nie z braku innych możliwości. Chcemy, aby na łamach „Uranii” pojawiały się artykuły dotyczące „ciemnego nieba”, zanieczyszczenia światłem. To jeden z najważniejszych problemów współczesnej astronomii, zarówno tej profesjonalnej, jak i miłośniczej. Nie jest to jednak problem czysto astronomiczny. Zanieczyszczenie światłem to nie tylko rozjaśnione nocne niebo. Jest to forma zanieczyszczenia środowiska naturalnego o zasięgu globalnym i interdyscyplinarnym. Ta interdyscyplinarność jest jednocześnie utrudnieniem i ułatwieniem na drodze do redukcji zanieczyszczenia światłem. Trudność polega na koniecz-

ności prowadzenia badań naukowych w wielu dziedzinach, jeśli chcemy w pełni zrozumieć, jak sztuczne światło w nocy wpływa na nas i nasze otoczenie. A ułatwienie? Astronomowie w staraniach o ciemne nocne niebo nie są osamotnieni. Nie tylko oni potrzebują ciemności w nocy. Potrzebuje jej każdy człowiek i otaczające go środowisko. Dzięki temu astronomia zyskuje wsparcie np. biologii i medycyny.

Oczywiście współczesny człowiek nie chce żyć bez sztucznego świata. Ono jest nam potrzebne (również najbardziej zapalonym obserwatorom nocnego nieba). Rozwiążanie problemu zanieczyszczenia światłem nie polega na całkowitym zaprzestaniu używania sztucznego światła. Rozwiążaniem jest racjonalne jego wykorzystanie, minimalizujące skutki negatywne i maksymalizujące pozytywne. I tu znajdujemy dalszych sprzymierzeńców redukcji zanieczyszczenia światłem — architekturę, urbanistykę, a nawet technikę oświetleniową. Mając takie wsparcie, możemy skutecznie chronić tak ważne dla astronomii ciemne niebo. Jak pokazują pozytywne przykłady, również z Polski, działania na rzecz „ciemnego nieba” nie są walką z wiatrakami. Przykładów takich nie ma

jeszcze wystarczająco dużo, ale może być ich więcej. Każdy z nas może coś zrobić dla „ciemnego nieba”. Wystarczy odrobinę wytrwałości i wiedzy, dzięki którym przekonamy nasze otoczenie, że zanieczyszczenie światłem jest poważnym, ale racjonalnie rozwiązywalnym problemem. Przeszkodą tu może być jednak fakt, że wciąż brakuje artykułów popularnych na temat zanieczyszczenia światłem, szczególnie pisanych w języku polskim. „Przegrywanie się” przez naukowe teksty opisujące np. wpływ światła nocą na organizm człowieka jest dla niebiologa czasochłonne i bardzo trudne. Jednak taka wiedza może dać nam dodatkowe, ważne argumenty, kiedy np. zechcemy przekonać samorząd lokalny do wymiany oświetlenia na przyjazne człowiekowi i nocnemu niebu. Z tego powodu chcemy na łamach „Uranii”, w dziale Ciemne Niebo, zamieszczać również ciekawe artykuły nieastronomiczne dotyczące zanieczyszczenia światłem i napisane językiem popularnonaukowym.

Mamy nadzieję, że dając Wam, drodzy Czytelnicy, „dawkę” ciekowej wiedzy i pozytywnych przykładów działań (takich jak opisany w tym numerze przypadek obserwatorium w Ostrowiku), uda nam się zachęcić Was do starań o „ciemne niebo”.

Sylwester Kołomański

Prawidłowe

Wybieraj prawidłowe lampy i unikaj zanieczyszczenia nocnego nieba sztucznym światłem!

Przyłącz się!

1% na ochronę ciemnego nieba w Polsce  
KRS 0000076686

1% na astronomię

Barwa światła LED i inne:

prawidłowa	nieprawidłowa
ciepła	zimna
1800K	4000K
5500K	8000K
12000K	16000K

Opracowanie: Stowarzyszenie POLARIS-OPP Program Ciemne Niebo - Polska [www.ciemneniebo.pl](http://www.ciemneniebo.pl)

Nieprawidłowe

C  
N  
Program  
Ciemne Niebo  
[www.ciemneniebo.pl](http://www.ciemneniebo.pl)

**Ciemne niebo uratowane?**

# Czy prawie 100 latarni zgasi gwiazdy nad Ostrowikiem?

*Rozbudowa drogi Warszawa – Lublin może przyczynić się do pogorszenia jakości nieba nad Stacją Obserwacyjną w Ostrowiku. Dzięki współpracy miłośników astronomii i zawodowych astronomów sytuacja nie jest jednak beznadziejna.*

## Ostrowik – ważne miejsce dla polskiej astronomii

Stacja Obserwacyjna Obserwatorium Astronomicznego Uniwersytetu Warszawskiego w Ostrowiku działa nieprzerwanie od 1952 r. Jej zasadniczym wyposażeniem jest teleskop w systemie optycznym Cassegraina o średnicy lustra równej 60 cm, wyprodukowany w NRD-owskich zakładach Carl Zeiss Jena i zamontowany w roku 1973 pod 5-metrową kopułą na szczycie trzypiętrowej wieży. Stacja w Ostrowiku znajduje się w odległości 32 km w linii prostej od centrum Warszawy tuż przy drodze krajowej numer 17 w kierunku Lublina. Do obserwatorium można zatem bardzo łatwo i wygodnie dotrzeć. Niestety bliskość rozrastającej się Warszawy i przylegających gmin, ale przede

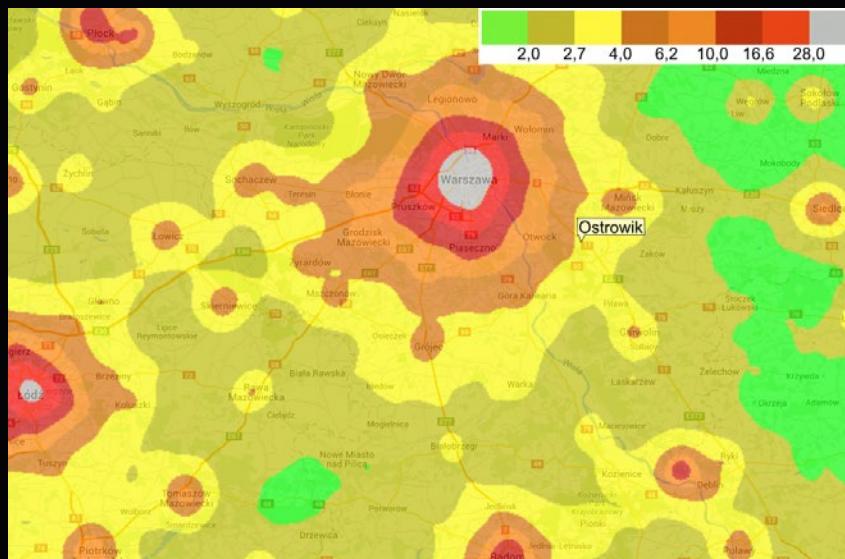
wszystkim plany rozbudowy drogi krajowej do rangi drogi ekspresowej, mogą drastycznie pogorszyć jakość nieba nad tym obserwatorium.

Ostrowik jest intensywnie wykorzystywany do celów naukowych oraz dydaktycznych przez pracowników oraz studentów Uniwersytetu Warszawskiego. Stąd obserwowano sławne nowe klasyczne drugiej połowy XX w., które zabłyśli w gwiazdozbiorze Łabędzia, takie jak Nova Cygni 1975 oraz Nova Cygni 1992. To stąd śledzono przebieg zmian jasności licznych gwiazd nowych karłowatych. Również gromady gwiazdowe (otwarte, ale także i kuliste) były częstym przedmiotem badań. W ostatnim czasie rozpoczęto obserwacje gwiazd supernowych ogłoszanych w ramach misji kosmicznej Gaia oraz wszelkich

słabych obiektów przejściowych, które pojawiają się na niebie dostępnym z Ostrowika. Wyniki wykonywanych obserwacji publikowane były w postaci artykułów w periodykach o zasięgu międzynarodowym, takich jak *Acta Astronomica* czy *Astronomy & Astrophysics*. Ostrowickie obserwatorium jest chlubą warszawskiej astronomii. Aby nadal dobrze spełniało swoją rolę, niezbędne jest utrzymanie jak najlepszych warunków do prowadzenia badań. Przede wszystkim zachodzi konieczność zachowania możliwie ciemnego nieba poprzez zmniejszenie do absolutnego minimum liczby sztucznych źródeł światła w okolicy.

## „Świetlna” przyszłość obserwatorium?

Teleskop w Ostrowiku znajduje się niespełna 400 m od obecnej drogi krajowej do Lublina. Według aktualnych planów Generalnej Dyrekcji Dróg Krajowych i Autostrad (GDDKiA) rozbudowa tej drogi do klasy drogi ekspresowej nastąpi po stronie obserwatorium. Jednak nie to wpłynie tak dramatycznie na pogorszenie jakości nieba w okolicy, jak budowa węzła „Ostrów” w odległości zaledwie 1 km od teleskopu. Według planów oświetlenia na węźle, najbliższa latarnia spośród stu miałaby znajdować się zaledwie około 600 m od serca obserwatorium. Na etapie opracowania Koncepcji Programowej zaproponowano trzy warianty układu jezdni węzła „Ostrów”. W każdym z nich jakaś jezdnia, czy to jezdnia dla ruchu lokalnego, czy też jezdnie główne trasy ekspresowej miałyby biec wiaduktem. Umieszczenie lamp wysoko na wiaduktach drastycznie rozświetliłoby okolicę. Aby znaczco zmniejszyć ilość emitowanego światła, na przyszłym wiadukcie i nasypie prowadzącym do tego wiaduktu oraz na końcach pasa włączającego po stronie Stacji Obserwacyjnej nie powinny być instalowane żadne



Z mapy zanieczyszczenia światłem wynika, że obecnie niebo nocne nad Ostrowikiem jest już około 4-krotnie jaśniejsze od nieba naturalnego. Są to wciąż dobre warunki obserwacyjne, ale dalszy wzrost poziomu zanieczyszczenia światłem w Ostrowiku stanowi poważne zagrożenie dla obserwacji astronomicznych. Mapa przedstawia model zanieczyszczenia światłem dla okolic Warszawy. Skala barwna opisuje poziom jasności nocnego nieba w zencie względem jasności naturalnego nieba w bezchmurną i bezksiężycową noc. Model został opracowany przez Davida Lorenza i dostępny jest pod adresem [dlorenz.github.io/astronomy/lp2006](https://dlorenz.github.io/astronomy/lp2006)



Obserwatorium w Ostrowiku w styczniu 2016 r. Fot. Paweł Pietrukowicz

lampy. Optymalnym rozwiązaniem byłoby obniżenie słupów pozostałych lamp oraz instalacja odpowiednich opraw i źródeł światła o niskiej temperaturze barbowej. Zmniejszenie natężenia oświetlenia powinno także dotyczyć planowanej kładki pieszo-rowerowej nad trasą ekspresową w okolicach bramy do obserwatorium.

### **Wspólne starania zawodowców i miłośników o ciemne niebo**

Dnia 20 września 2014 r. Obserwatorium Astronomiczne Uniwersytetu Warszawskiego wraz ze Stowarzyszeniem POLARIS — OPP w ramach Programu Ciemne Niebo złożyło wspólnie wniosek o modyfikację planów oświetlenia węzła „Ostrów” wg standardów stosowanych przez International Dark-Sky Association, a także zgodnie z normami CIE 150:2003 i PN-EN 12464-2. Za wzór zaproponowanych

rozwiązań mających na celu redukcję zanieczyszczenia sztucznym światłem wskazaliśmy m.in. oświetlenie drogi S79 w pobliżu lotniska Chopina w Warszawie. To przykład, który pokazuje, iż można stosować obniżone słupy czy oprawy zapewniające ograniczenie ucieczki światła powyżej linii horyzontu ( $ULOR^* = 0\%$ ) nie tylko punktowo, ale i na całym odcinku drogi ekspresowej włącznie ze zjazdami. To samo dotyczy ekranów dźwięko-chłonnych, które mogą być stosowane także do zatrzymania bocznej ucieczki światła w pobliżu obserwatorium.

W 2015 r. GDDKiA pracowała nad analizą zaproponowanych rozwiązań, przedstawiając wariant do zatwierdzenia przez Komisję Oceny Przedsięwzięć Inwestycyjnych (KOPI) przy Generalnym Dyrektorze Dróg Krajowych i Autostrad. Komisja podjęła pomyślną dla nas uchwałę. Obecnie inwestycja jest na etapie opracowywania Projektu Budowlanego. Pod koniec stycznia 2016 r., w oddziale GDDKiA w Lublinie została podpisana umowa z wykonawcą zarówno na opracowanie projektu, jak i wy-

konania całej inwestycji, która docelowo ma ruszyć w kwietniu 2017 r.

W rezultacie najnowszych konsultacji z wybranym już inżynierem kontraktu uzyskaliśmy informację, iż interesy środowisk związanych z astronomią zostały dostrzeżone przez GDDKiA i wszyscy zmierza ku dobremu rozstrzygnięciu tej sprawy. Jeśli tak się stanie, będzie to prawdopodobnie pierwsza tak duża inwestycja drogowa w Polsce, w której świadomie zostaną uwzględnione zasady ochrony ciemnego nieba. Jest to więc przykład, że można, a nawet trzeba działać na rzecz ochrony naturalnej ciemności nocy — przynajmniej w otoczeniu obserwatoriów astronomicznych czy też tzw. parków ciemnego nieba, do czego gorąco zachęcamy wszystkich pasjonatów jak i zawodowych astronomów. Porady w tym zakresie można znaleźć na stronie [www.ciemneniebo.pl](http://www.ciemneniebo.pl).

**Paweł Pietrukowicz** (Obserwatorium Astronomiczne Uniwersytetu Warszawskiego)

**Piotr Nawalkowski**  
(Stowarzyszenie POLARIS – OPP)

\* Upward Light Output Ratio ( $ULOR$ ) — współczynnik opisujący, jaka część strumienia światelnego emitowanego z oprawy oświetleniowej jest kierowana do górnej półprzestrzeni. Dla przykładu  $ULOR=20\%$  oznacza, że 20% z całego światła wysyłanego z oprawy trafia do góry („w niebo”), a 80% w dół („do ziemi”).



Część budynku EC1 Wschód, w którym znajduje się nowe planetarium w Łodzi. Fot. K. Czart

## W Łodzi otwarto nowe planetarium

Planetarium powstało w kompleksie EC1 Łódź — budynkach dawnej elektrowni, działającej od 1907 do 2000 r. Budynki wyremontowano i dostosowano do funkcjonowania jako przyszłe Centrum Nauki i Techniki. Łódzki odpowiednik Centrum Nauki Kopernik rozpoczęcie działalność w 2017 r., ale już teraz widzowie mogą przychodzić na seanse w nowoczesnym planetarium. Testowy pokaz odbył się 12 września 2015 r. w ramach imprezy popularnonaukowej SpiN-Day, a oficjalna inauguracja nastąpiła 8 stycznia 2016 r. i od tego momentu Planetarium EC1 w Łodzi jest już dostępne dla wszystkich widzów. Dodatkowo, 23 stycznia 2016 r., odbyły się specjalne pokazy dla pracowników planetariów, popularyzatorów nauki i naukowców, aby nawiązać ściślejszą współpracę z innymi placówkami w Polsce.

Kopuła planetarium ma średnicę 18 m, a ekran sferyczny znajdujący się pod nią rozciąga się na 14 m. Pod kopułą może usiąść 110 widzów, na fotelach rozmieszczonych w stylu kinowym (czyli nieokoła, jak w planetariach dawnych typów, tylko w rzędach o różnej wysokości, podobnie jak w salach kinowych). Planetarium dysponuje najnowocześniejszym systemem projekcyjnym o rozdzielczości 8K.

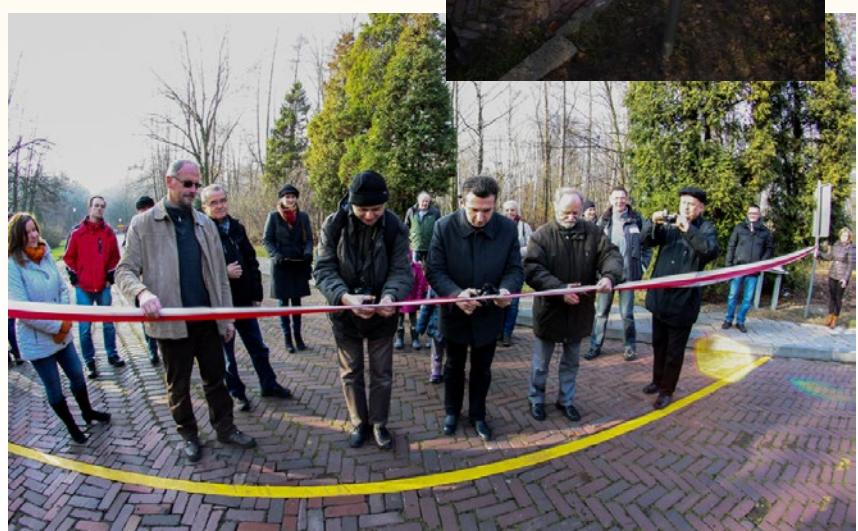
Placówka pochwaliła się, że w ciągu pierwszych dwóch tygodni od uruchomienia systemu rezerwacji za jego pomocą zarezerwowano 21 300 miejsc na pokazy i projekcje.

Krzysztof Czart

## W Chorzowie wyznaczono południk 019° E

Południk lokalny jest jednym z podstawowych pojęć w astronometrii i geodezji. Najbardziej znany południkiem świata jest południk „zero”, przechodzący przez teren Królewskiego Obserwatorium Astronomicznego w dzielnicy Londynu — Greenwich.

Od listopada 2015 r. także mieszkańcy Chorzowa mogą cieszyć się z „posiadania własnego południka”. Z inicjatywy i na podstawie pomiarów terenowych przeprowadzonych przez dr. inż. Miroslawa Dancha ze Śląskiego Oddziału Polskiego Towarzystwa Miłośników Astronomii w chorzowskim Parku Śląskim wyznaczono linię



południka lokalnego 19 stopni długości geograficznej wschodniej. Jej uroczyste udostępnienie odwiedzającym park odbyło się w sobotę, 28 listopada 2015 r.

W ramach promocji władze Parku Śląskiego zadecydowały o wbudowaniu w nawierzchnię jednej z alei parkowych, przez którą przebiega południk 019°E, szyny kolejowej (pomalowanej jaskrawym kolorem) oraz ustawienia obok niej tablicy informacyjnej o treści: „Przechodniu, stoisz w miejscu, przez które przebiega 19 południk długości geograficznej wschodniej. Linia południka została wyznaczona przez Śląski Oddział Polskiego Towarzystwa Miłośników Astronomii dla upamiętnienia 50-lecia utworzenia oddziału oraz 60-lecia Planetarium i Obserwatorium Astronomicznego im. Mikołaja Kopernika”.

Intencją pomysłodawcy było nie tylko utworzenie ciekawostki turystycznej, ale także popularyzacja wiedzy o roli południków w astronomii i geografii, a także w pomiarach czasu. Więcej informacji związanych z 19 południkiem można znaleźć na oficjalnej stronie projektu:

[www.facebook.com/Poludnik019E/](http://www.facebook.com/Poludnik019E/)

Mirosław Danch

Fot. Damian Jabieka

# Międzynarodowy konkurs astrofotograficzny

Dziękujemy wszystkim miłośnikom fotografowania nocnego nieba za udział w pierwszej edycji AstroCamery, obejmującej łącznie 5 konkursów ogłoszonych i rozstrzygniętych w latach 2011–2015, z czego ostatnie dwa o charakterze międzynarodowym pod patronatem European Southern Observatory (ESO).

Z przyjemnością informujemy, że spośród zdjęć nagrodzonych i wyróżnionych we wszystkich konkursach wybierzymy najciekawsze i stworzymy z nich album astrofotograficzny oraz wystawę podróżującą.

Podróż wystawy będzie możliwa śledzić na naszej stronie internetowej ([www.hewelianum.pl](http://www.hewelianum.pl)).

W dalszym ciągu zachęcamy wszystkich astrofotografów i nie tylko do kolekcjonowania zdjęć niepowtarzalnych zjawisk astronomicznych. Już w najbliższym czasie spodziewamy się **tranzytu Merkurego na tle tarczy Słońca** (9 maja 2016) oraz **zaćmienia Słońca** — tym razem niewidoczne z obszaru Polski: **9 marca 2016** (całkowite, widoczne np. z terytorium Indonezji) lub **1 września 2016** (obrączkowe, aby je zobaczyć, należy udać się na wycieczkę do Afryki Środkowej —

Gabon, Zair, Kongo, Tanzanii, Północny Mozambik lub Madagaskar)!

Jeśli ktoś lubi obserwować niebo z własnego podwórka, na sfotografowanie czekają tysiące niesamowitych obiektów, których jury AstroCamery nie miało jeszcze okazji podziwiać na swoich obradach.

Życzymy udanego astrofotografowania! Z kolejną edycją międzynarodowego konkursu AstroCamera powracamy 28 stycznia 2018 r.!

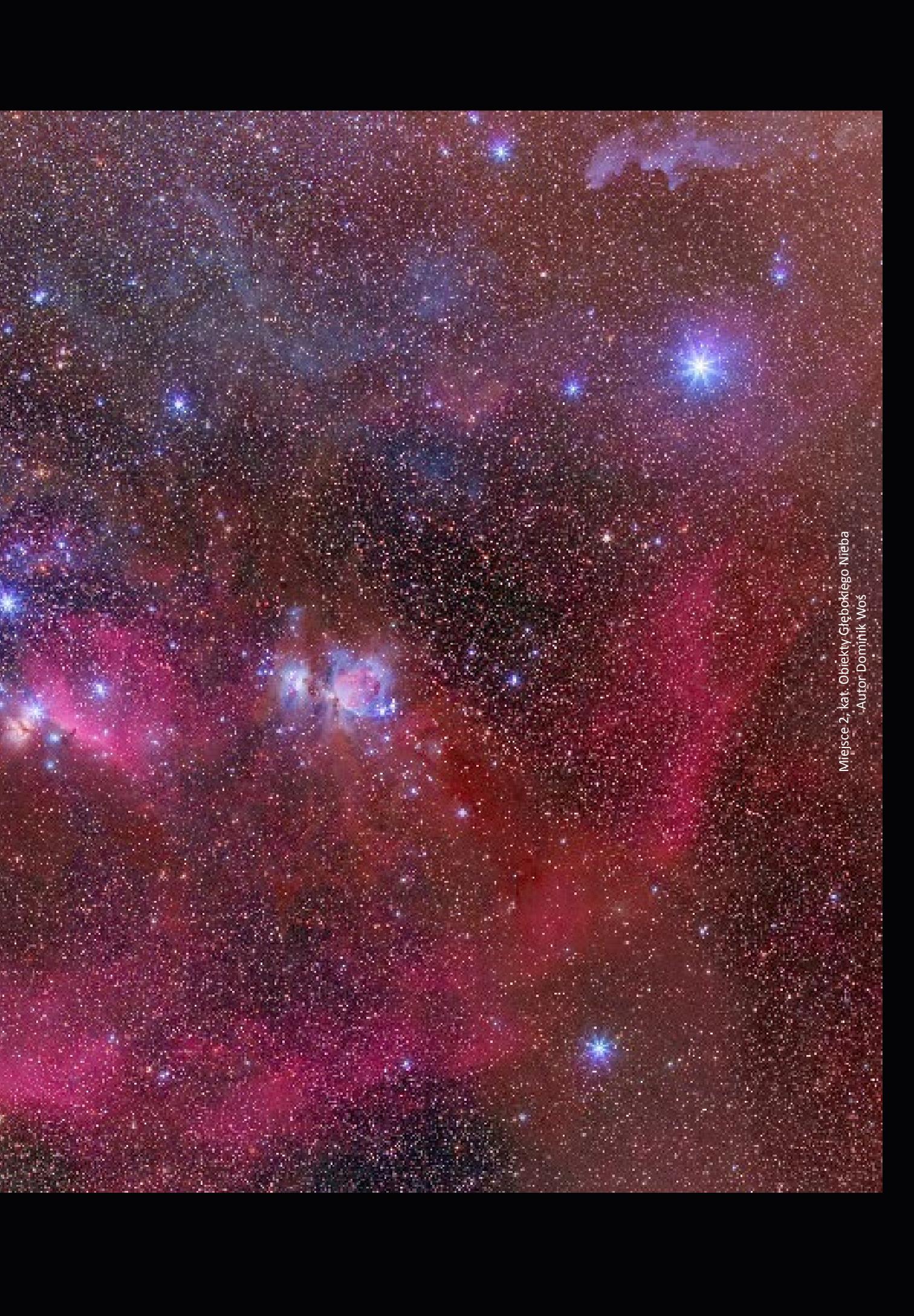
Organizatorzy i Jury konkursu  
AstroCamera



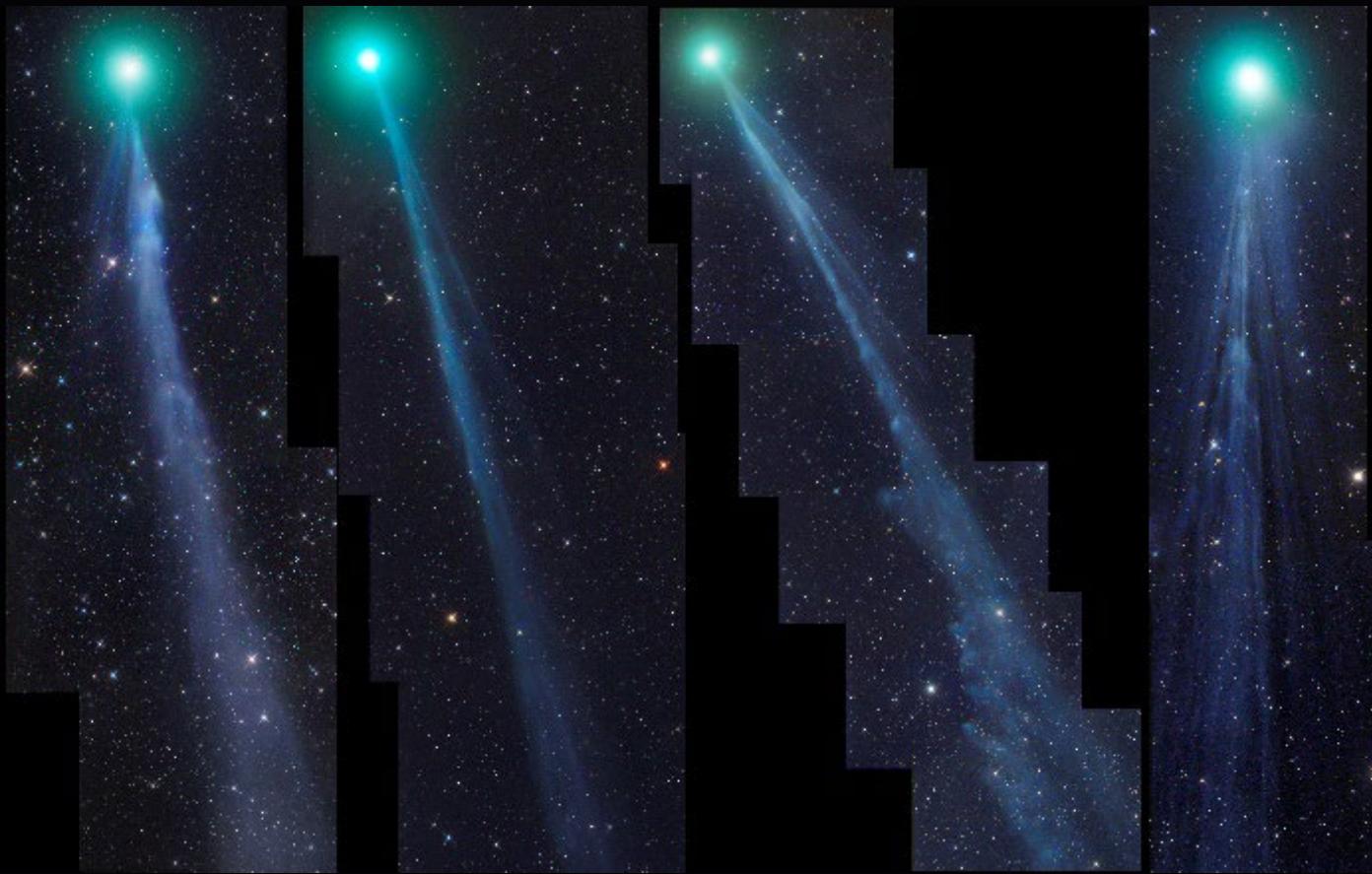
## Wyniki konkursu AstroCamera 2015!







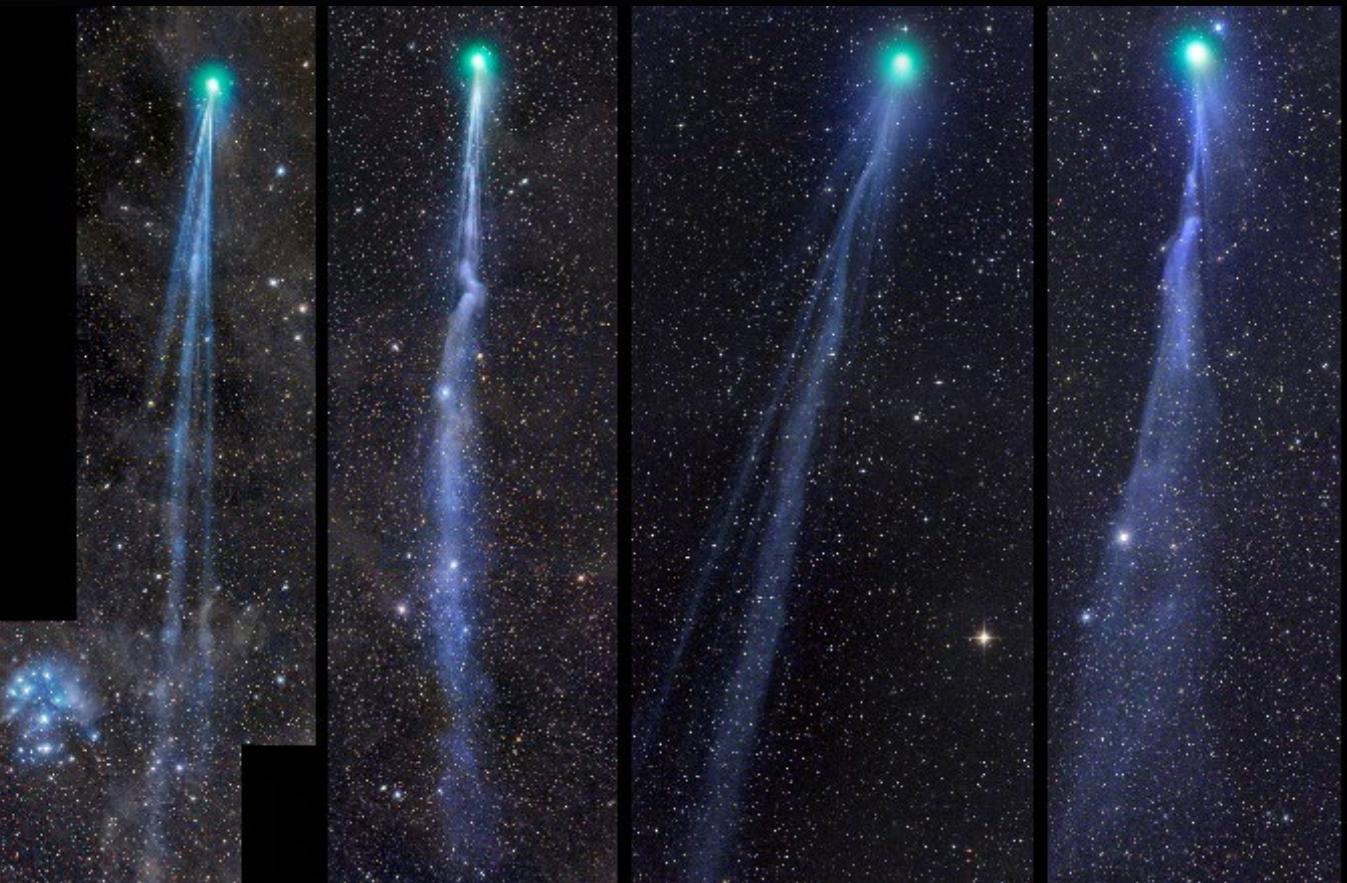
Miejsce 2, kat. Obiekty Gębokiego Nieba  
Autor Dominik Woś



Miejsce 1, kat. Obiekty Układu Słonecznego  
Autor Gerald Rhemann

Miejsce 3, kat. Obiekty Głębokiego Nieba  
Autor Oleg Bryzgalov

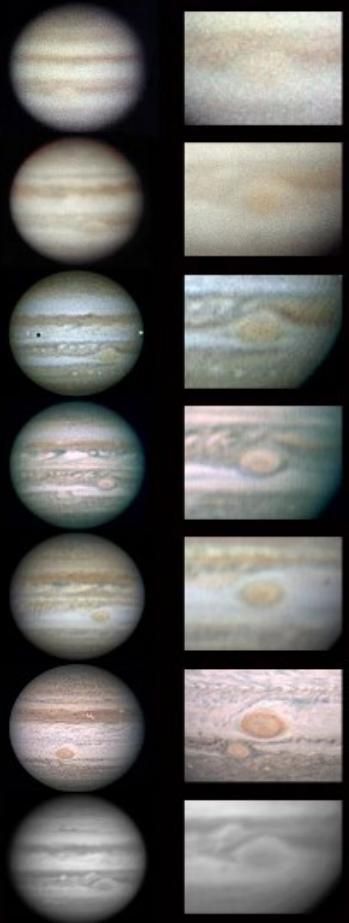




Miejsce 3, kat. Obiekty Głębokiego Nieba  
Autor Álvaro Ibáñez Pérez



Miejsce 3, kat. Obiekty Układu Słonecznego  
Autor Kai Nang Lau



 Astro Camera  
[www.hewelianum.pl](http://www.hewelianum.pl)

Miejsce 3, kat. Obiekty Układu Słonecznego  
Autor Eduard Garcia Ribera





Miejsce 1, kat. Astrokrajobraz  
Autor David Lane



Miejsce 2, kat. Astrokrajobraz  
Autor Maciej Winiarczyk

**Na tablety, smartfony i komputery**

# Elektroniczna wersja „Uranii”



Część Czytelników dopytuje się od jakiegoś czasu o elektroniczną wersję „Uranii”. Spełniamy to życzenie i właśnie udostępniliśmy cyfrową „Uranię”. Od teraz można mieć wiele numerów naszego czasopisma cały czas pod ręką, przykładowo na swoim smartfonie. Numery w wersji elektronicznej są identyczne w treści i wyglądzie z wersją papierową. Są to pliki w formacie PDF. Dystrybucja wersji elektronicznej odbywa się za pomocą sklepu Google Play. Ten sposób umożliwia wygodny dostęp w różnych krajach, przez 24 h na dobę, na urządzeniach bardzo wielu kategorii: komputerach stacjonarnych, laptopach, tabletach, smartfonach, telewizorach smart tv itp.

„Uranię” elektroniczną można kupić na stronie <https://play.google.com>, a w urządzeniach z systemem Android można wybrać ikonkę „Sklep Play”.

Sposób dostępu do „Uranii” jest różny w zależności od systemu operacyjnego na urządzeniu. Najprościej jest na urządzeniach z systemem Android, które stanowią zdecydowaną większość tabletów i smartfonów użytkowanych w Polsce. Wystarczy wybrać ikonkę „Sklep Play” i w sposób analogiczny jak w przypadku wszystkich innych programów, filmów czy książek wpisać po prostu „urania” w polu wyszukiwania. Można ewentualnie przed wyszukiwaniem przejść do kategorii „rozrywka” albo „książki”.

Z kolei na wszystkich urządzeniach z innymi systemami operacyjnymi do pobrania „Uranii” jest potrzebna przeglądarka internetowa oraz konto Google. Jeśli ktoś nie posiada konta Google (np. Gmail), może w każdym momencie je założyć, jest ono bezpłatne. W przeglądarce internetowej wchodzimy na stronę <https://play.google.com> i w polu wyszukiwania wpisujemy „urania”. Następnie aby nabyć dany numer, trzeba się zalogować na konto. Aby móc dokonać płatności, należy do konta przypisać kartę płatniczą.

Warto zwrócić uwagę, że wersji elektronicznej „Uranii” nie da się zaprenumerować (Google nie udostępnia jak na razie takiej usługi), można jedynie kupować pojedyncze numery. Czyli

gdy ukaże się kolejny numer, nie znajdzie się on automatycznie na naszym koncie, tylko trzeba dokonać nowego procesu zakupu.

Nie da się ukryć, że rozpoczęcie elektronicznej dystrybucji „Uranii” to krok ryzykowny. Dlatego mamy prośbę do Czytelników o wsparcie wobec zagrożeń nielegalnego rozpowszechniania treści cyfrowych („piractwa”). Jeśli natpotkacie osobę, która w ten sposób postępuje, uświadomcie jej lub jemu, że czyni źle, działa na niekorzyść całej społeczności miłośników astronomii w Polsce i czy na pewno chce, aby „Urania” zniknęła z rynku prasy i przestała się ukazywać. Prosimy zwrócić uwagę, że płatne są jedynie numery „Uranii” z ostatnich lat, natomiast bardzo wiele numerów archiwalnych udostępniamy za darmo.

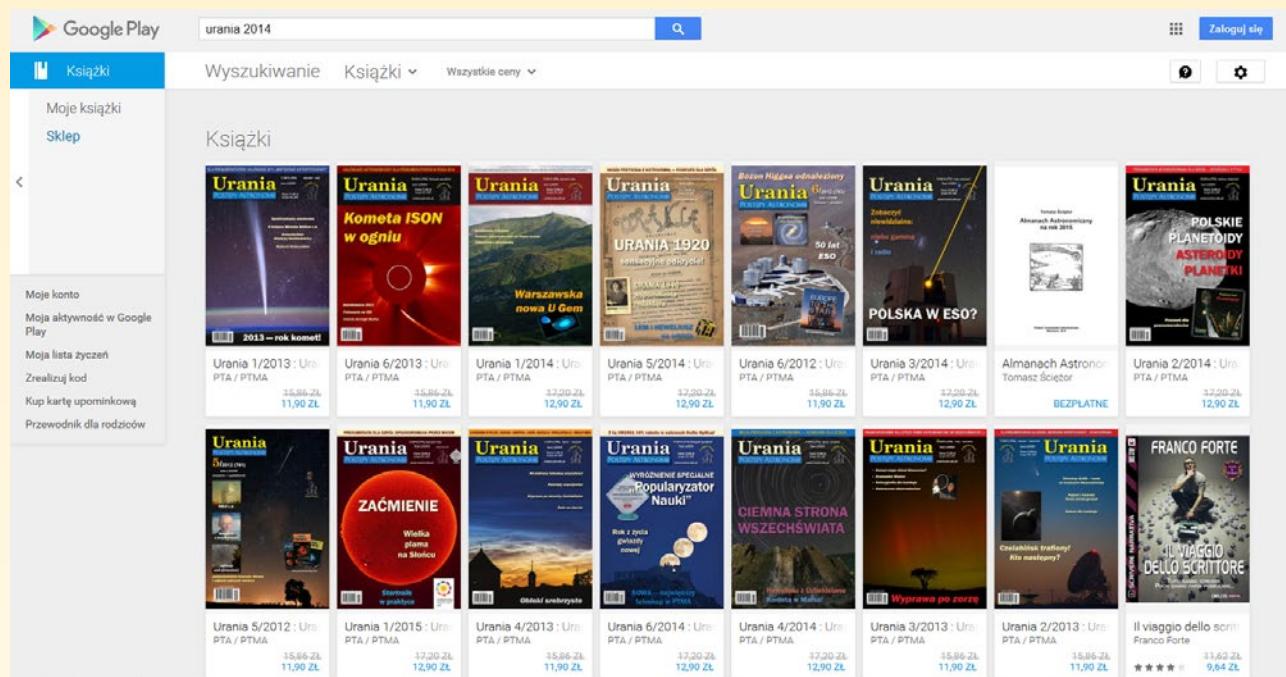
(kc)

Widok okna sklepu Google Play z „Uranią” — na tablecie



„Urania” w aplikacji Książki Play na smartfony

W wersji elektronicznej udostępniamy także dwie książki: „Nowe opowiadania starego astronoma” (odpłatnie) oraz „Almanach Astronomiczny 2016” (za darmo).



Sklep Google Play z „Uranią” w przeglądarce internetowej

## Wyjaśnienie najczęstszych wątpliwości

### Gdzie mogę kupić „Uranię” elektroniczną?

W sklepie Google Play (<https://play.google.com>). Wymaga to posiadania (lub założenia) konta w Google (np. Gmail), a płatności obsługiwane są za pomocą kart płatniczych.

### Jaki system operacyjny musi mieć moje urządzenie?

Dowolny. Co prawda sklep Google Play służy przede wszystkim użytkownikom tabletów, smartfonów i innych urządzeń z systemem Android, ale można z niego korzystać także z urządzeń pracujących pod kontrolą innych systemów operacyjnych (np. Windows, Linux czy iOS) — trzeba wtedy zalogować się poprzez przeglądarkę internetową.

### Czy mogę czytać „Uranię” na kilku swoich urządzeniach?

Tak. Zakup jest przypisany do konta Google. „Uranię” można przeczytać na różnych swoich urządzeniach (np. tablecie, smartfonie, laptopie, komputerze stacjonarnym), wystarczy zalogować się na nich na swoje konto Google.

### Czy „Urania” elektroniczna jest płatna?

Tak, numery z najnowszych lat są płatne (numery od 2012 roku, czyli tzw. „Urania kolorowa”). Natomiast archiwum starszych numerów „Uranii” jest udostępnione bezpłatnie, zarówno w naszym portalu ([www.urania.edu.pl/archiwum](http://www.urania.edu.pl/archiwum)), jak i poprzez systemy Google Play i Google Books.

### Czy mogę rozpowszechniać kupiony numer „Uranii” elektronicznej?

Nie. „Urania” chroniona jest prawami autorskimi, nie wolno jej (ani jej fragmentów) rozpowszechniać bez zgody wydawcy. W ramach tzw. dozwolonego użytku osobistego można zakupioną wersję elektroniczną udostępnić do przeczytania osobom ze swojego najbliższego kręgu, np. siostrze, bratu, rodicom czy osobom, z którymi mieszkamy, natomiast udostępnianie wielu osobom lub zamieszczanie

w internecie jest zabronione i może rodzić prawne oraz finansowe konsekwencje dla osoby, która tak postępuje.

### Czy jako prenumeratorka wersji papierowej dostanę wersję elektroniczną za darmo lub ze zniżką?

Nie. Aktualnie nie mamy możliwości technicznych, aby tak zrobić.

### Ile kosztuje wersja elektroniczna?

Obecnie tyle samo co wersja papierowa. Przy czym ceny i możliwość kupienia „Uranii” poza Polską mogą się różnić w zależności od kraju (aktualnie można nabywać w krajach Unii Europejskiej).

### Chcę pobrać numer bezpłatny, ale Google domaga się podania danych karty płatniczej

Takie są wymogi systemu Google Play — my nie mamy na to wpływu. Google wymaga przypisania karty do konta, jeśli chce się pobrać treść z kategorii książki, filmy lub muzyka, nawet jeśli jest to treść darmowa. Przypominamy, że bezpłatne numery archiwalne „Uranii” można też pobrać ze strony [www.urania.edu.pl/archiwum](http://www.urania.edu.pl/archiwum), gdzie nie trzeba podawać jakichkolwiek danych.

### Czy „Urania” będzie udostępniona też w innych sieciach dystrybucji prasy elektronicznej?

Nie wykluczamy takiej możliwości, ale zależy to w szczególności od popularności tej formy sprzedaży oraz od warunków oferowanych przez inne sieci dystrybucji.

### Czy „Urania” elektroniczna posiada zabezpieczenia DRM?

Numery płatne — tak, numery bezpłatne — nie. W szczególności istnieje ograniczenie liczby stron, które można skopiować albo wydrukować.

## Radioteleskop LOFAR będzie jeszcze większy

International LOFAR Telescope (ILT), czyli krócej mówiąc LOFAR, to międzynarodowa sieć radioteleskopów zainaugurowana w 2010 r. w Holandii. W projekcie brało do tej pory udział sześć krajów: 38 stacji znajduje się w Holandii, 6 w Niemczech, 3 w Polsce, 1 we Francji, 1 w Szwecji i 1 w Wielkiej Brytanii, przy czym każda ze stacji to nie pojedynczy instrument, a wiele elementów odbiorczych. Projektem kieruje holenderski instytut ASTRON.

Do projektu dołączyła właśnie Irlandia, gdzie zostanie wybudowana jedna stacja. Budowę zaplanowano na rok 2016 w okolicy zamku w miejscowości Birr. Irlandzcy wydadzą na budowę około 1,9 mln euro, w tym 1,4 mln euro z grantu od Science Foundation Ireland (SFI), a resztę ze środków uzyskanych od prywatnych sponsorów i od instytutów naukowych. Irlandzkie konsorcjum dla sieci LOFAR będzie mieć nazwę I-LOFAR (od Ireland LOFAR).

Dzięki budowie stacji w Irlandii wzrośnie możliwość całej sieci, bowiem zwiększy się maksymalna odległość pomiędzy antenami do około 2000 km. LOFAR obserwuje Kosmos w zakresie niskich częstotliwości radiowych (od 10 do 240 MHz) i działa na zasadzie interferometru, dlatego bardzo istotne jest szerokie rozmieszczenie anten. Przy obserwacjach interferometrycznych obserwuje się jeden obiekt na niebie jednocześnie wieloma teleskopami, co daje rozdzielcość odpowiadającą teleskopowi o średnicy równej odległości pomiędzy skrajnymi antenami. Z kolei im więcej teleskopów (odbiorników) w sieci, tym większą czułość można uzyskać.

W ramach projektu LOFAR naukowcy chcą obserwować wczesne fazy ewolucji Wszechświata, dokonywać przeglądów galaktyk, a także badać nieco bliższe zjawiska, m.in. pogodę kosmiczną. Polskie stacje LOFAR znajdują się w Bałdach, Borówcu i Łazach.

Krzysztof Czart

**Wybrano nazwy dla pozasłonecznych układów planetarnych!**

## Na niebie będzie gwiazda Copernicus

Międzynarodowa Unia Astronomiczna ogłosiła wyniki ogólnosławietowego plebiscytu NameExoWorlds na wybór nazw dla 19 pozasłonecznych układów planetarnych (gwiazd i ich planet). Polaków ucieszy wiadomość, że jedna z gwiazd z wieloma planetami otrzymała nazwę



Rozmieszczenie stacji LOFAR w Europie. Źródło: LOFAR

Copernicus, od Mikołaja Kopernika, naj słynniejszego polskiego astronoma.

Międzynarodowa Unia Astronomiczna (IAU) jako jedyny podmiot na świecie jest uprawniona do nadawania oficjalnych nazw obiektom w Kosmosie. Do tej pory planety pozasłoneczne miały jedynie oznaczenia generowane w taki sposób, że do nazwy (oznaczenia) gwiazd dodawano kolejne litery alfabetu, zaczynając od b, pisane małą literą. Przykładowo 51 Pegasi to planeta okrążająca gwiazdę 51 Pegasi. Na dodatek tylko najjaśniejsze gwiazdy miały nazwy słowne, zazwyczaj wywodzące się ze starożytności.

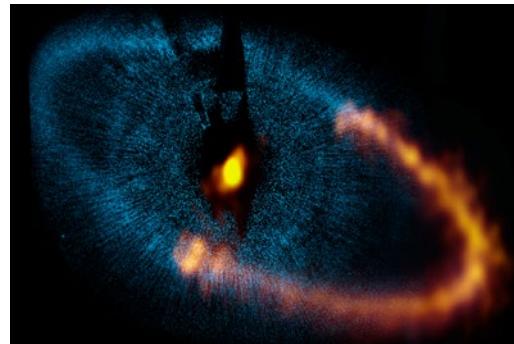
IAU postanowiła posłuchać głosów społeczeństwa z całego świata i pozwolić internautom zagłosować na nazwy dla 19 układów planetarnych (14 gwiazd i 31 planet). Zorganizowała w tym celu plebiscyt NameExoWorlds. W pierwszej fazie kluby astronomiczne, organizacje, instytucje czy planetaria z różnych krajów mogły zgłaszać propozycje nazw wraz z uzasadnieniami. Nazwy musiały spełniać pewne ogólne kryteria nazewnictwa obiektów w Kosmosie. Takie propozycje napłynęły z 45 krajów i były to łącznie 274 nazwy. W drugim etapie plebiscytu zbierano głosy od internautów – zagłosować mógł każdy chętny. Nadeszły 573 242 głosy. Potem Grupa Robocza ds. Nazw Planet i Księżyków przeanalizowała wszystkie nazwy, które wygrały w plebiscycie i z jednym wyjątkiem je zaakceptowała. Wyjątkiem jest nazwa dla gwiazdy tau Boötis, która okazała się nie spełniać kryteriów. IAU zapowiedziała przeprowadzenie nowego głosowania na nazwę dla tego obiektu.

W plebiscycie mamy wątki polskie. Po pierwsze do nazwania wybrano układ planetarny pulsara PSR 1257+12, z planetami odkrytymi przez polskiego astronoma prof. Aleksandra Wolszczańskiego. Od tej pory sam pulsar będzie miał

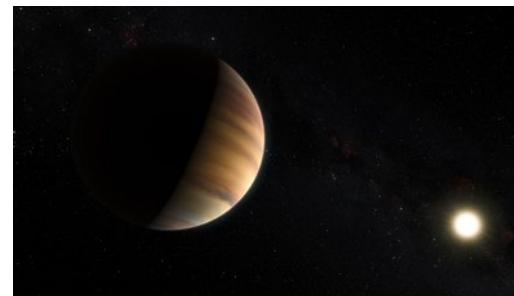
alternatywną nazwę Lich, a jego planety: Draugr, Poltergeist, Phobetor.

Drugim polskim wątkiem jest „Copernicus” od Mikołaja Kopernika, czyli najbardziej znanego na świecie polskiego astronoma, który żył w XV/XVI w. Taką nazwę będzie mieć gwiazda 55 Cancri, z kolei jej planety otrzymają imiona innych wielkich naukowców, m.in. Galileusza.

Prezentujemy pełen spis nowych nazw dla pozasłonecznych układów planetarnych. Kompletna lista wyników plebiscytu została ogłoszona na stronie internetowej <http://nameexoworlds.iau.org>



Obraz pyłowego pierścienia wokół gwiazdy Fomalhaut uzyskany za pomocą sieci radioteleskopów ALMA. Nałożono go na zdjęcie z Kosmicznego Teleskopu Hubble'a (kolor niebieski). Źródło: ALMA (ESO/NAOJ/NRAO). Zakres widzialny: NASA/ESA Hubble Space Telescope



Artystyczna wizja planety 51 Pegasi b (Dimidium). Źródło: ESO/M. Kornmesser/Nick R. singer (skysurvey.org)



## Nazwy gwiazd i planet pozasłonecznych wybrane w ramach plebiscytu NameExoWorlds

Obiekt	Rodzaj	Nazwa	Znaczenie nazwy
14 Andromedae	gwiazda	Veritate	Od łac. „veritas”, czyli „prawda”. W tej formie oznacza „tam, gdzie jest prawda”.
14 Andromedae b	planeta	Spe	Od łac. „spes”, czyli „nadzieja”. W tej formie oznacza „tam, gdzie jest nadzieja”.
18 Delphini	gwiazda	Musica	„Muzyka” po łacinie.
18 Delphini b	planeta	Arion	Półmityczny poeta i muzyk w starożytnej Grecji. Według legendy, uratował życie na morzu dzięki delfinom, które przyciągnęły jego gra na kitarze.
42 Draconis	gwiazda	Fafnir	W mitologii nordyckiej Fafnir był krasnoludem, który zamienił się w smoka
42 Draconis b	planeta	Orbital	Słowo wymyślone w ramach holdu dla lotów kosmicznych i operacji na orbicie.
47 Ursae Majoris	gwiazda	Chalawan	Król krokodyli z tajskiej opowieści ludowej.
47 Ursae Majoris b	planeta	Taphao Thong	Jedna z dwóch sióstr związanych z opowieścią o Chalawanie.
47 Ursae Majoris c	planeta	Taphao Kaew	Jedna z dwóch sióstr związanych z opowieścią o Chalawanie.
51 Pegasi	gwiazda	Helvetios	W łacinie oznacza „helwecki” i odnosi się do celtyckiego plemienia mieszkającego w średniowieczu w Szwajcarii
51 Pegasi b	planeta	Dimidium	W łacinie oznacza „połowa”, co ma odniesienie do masy planety równej co najmniej połowie masy Jowisza.
55 Cancri	planeta	Copernicus	Od Mikołaja Kopernika, najsłynniejszego polskiego astronoma (1473–1543).
55 Cancri b	planeta	Galileo	Od Galileusza, włoskiego astronoma i fizyka (1564–1642).
55 Cancri c	planeta	Brahe	Tycho Brahe (1546–1601) — astronom duński
55 Cancri d	planeta	Lippershey	Hans Lipperhey (1570–1619) — niemiecko-holenderski optyk, jeden z pierwszych wynalazców teleskopu.
55 Cancri e	planeta	Janssen	Zacharias Janssen (ok. 1580 – ok. 1630) — holenderski optyk, któremu przypisywane jest wynalezienie mikroskopu.
55 Cancri f	planeta	Harriot	Thomas Harriot (ok. 1560–1621) — angielski astronom i matematyk. Z jego imieniem związany jest pierwszy rysunek Księżyca wykonany na podstawie obserwacji teleskopem.
Ain (ε Tauri)	gwiazda	Ain	(*) Pozostaje dawna nazwa gwiazdy.
Ain b (ε Tauri b)	planeta	Amateru	Japońska nazwa dla sanktuariów związanych z Amaterasu, boginią Słońca.
Edasich (ι Draconis)	gwiazda	Edasich	(*) Pozostaje dawna nazwa gwiazdy.
Edasich b (ι Draconis b)	planeta	Hypatia	Grecka astronom, matematyczka i filozofka.
ε Eridani	gwiazda	Ran	Nordycka bogini morza, która wywołuje fale i łapie żeglarzy w sieci.
ε Eridani b	planeta	AEgir	Mąż Ran, nordycki bóg oceanu.
Errai (γ Cephei)	gwiazda	Errai	(*) Pozostaje dawna nazwa gwiazdy.
Errai b (γ Cephei b)	planeta	Tadmor	Starożytne semickie imię oraz współczesna arabska nazwa dla miasta Palmyra, znajdującego się na liście Światowego Dziedzictwa UNESCO.
Fomalhaut (α Piscis Austrini)	gwiazda	Fomalhaut	(*) Pozostaje dawna nazwa gwiazdy.
Fomalhaut b (α Piscis Austrini b)	planeta	Dagon	Semickie bóstwo często przedstawiane jako półczłowiek i półryba.
HD 104985	gwiazda	Tonatiuh	Aztecki bóg Słońca.
HD 104985 b	planeta	Meztli	Aztecka bogini Księżyca.
HD 149026	gwiazda	Ogma	W mitologii celtyckiej bóstwo elokwencji, pisania i wielkiej siły fizycznej.
HD 149026 b	planeta	Smertrios	Gaelickie bóstwo wojny.
HD 81688	gwiazda	Intercrus	Oznacza „pomiędzy nogami”, w odniesieniu do pozycji gwiazd w gwiazdozbiorze Wielkiej Niedźwiedzicy.
HD 81688 b	planeta	Arkas	W greckiej mitologii syn nimfy Kallisto, zamienionej po śmierci w gwiazdozbior Wielkiej Niedźwiedzicy.
μ Arae	gwiazda	Cervantes	Miguel de Cervantes Saavedra (1547–1616) — słynny hiszpański pisarz.
μ Arae b	planeta	Quijote	Don Kichot, tytułowa postać powieści Cervantesa.
μ Arae c	planeta	Dulcinea	Dulcinea, fikcyjna postać z powieści Cervantesa, dama serca Don Kichota.
μ Arae d	planeta	Rocinante	Koń Don Kichota z powieści Cervantesa.
μ Arae e	planeta	Sancho	Sancho Pancha, postać z powieści Cervantesa, giermek Don Kichota.
Pollux (β Geminorum)	gwiazda	Pollux	(*) Pozostaje dawna nazwa gwiazdy.
Pollux b (β Geminorum b)	planeta	Thestias	Nazwisko patronimiczne (na podstawie imienia ojca) Ledy i Altei, córek Testiosa. Leda była matką Kastora i Polluxa.
PSR 1257+12	gwiazda	Lich	Licz, fikcyjna istota nieumarła kontrolująca innych nieumarłych za pomocą magii.
PSR 1257+12 b	planeta	Draugr	Istota nieumarła z mitologii nordyckiej.
PSR 1257+12 c	planeta	Poltergeist	Złośliwy duch, który swoją obecność ujawnia hałasowaniem.
PSR 1257+12 d	planeta	Phobetor	Bóstwo w greckiej mitologii odpowiedzialne za nocne koszmary.
u Andromedae	gwiazda	Titawin	Osada w Maroku wpisana na listę Światowego Dziedzictwa UNESCO, kiedyś był to ważny punkt kontaktu pomiędzy dwiema cywilizacjami (hiszpańską i arabską).
u Andromedae b	planeta	Saffar	Ibn al-Saffar nauczał arytmetyki, geometrii i astronomii w XI wieku w Kordobie w Andaluzji.
u Andromedae c	planeta	Samh	Ibn al-Samh był w XI wieku astronosem i matematykiem w Kordobie.
u Andromedae d	planeta	Majriti	Al-Majriti był matematykiem, astronosem i nauczycielem w X/XI wieku w Andaluzji.
ξ Aquilae	gwiazda	Libertas	Łacińskie określenie dla słowa „wolność”. Orzeł (gwiazdozbiór, w którym znajduje się gwiazda) bywa przyjmowany jako symbol wolności.
ξ Aquilae b	planeta	Fortitudo	Łacińskie określenie oznaczające „hart ducha” — siłę emocjonalną i psychiczną w obliczu przeciwności.

Źródło: IAU

## Astronomowie szukają planety wokół gwiazdy Proxima Centauri

Naukowcy rozpoczęli niedawno kampanię obserwacyjną, w ramach której chcą znaleźć planetę okrążającą gwiazdę Proxima Centauri, czyli najbliższą gwiazdą sąsiadkę naszego Słońca. Odległość do tej gwiazdy to 4,2 roku świetlnego. Europejskie Obserwatorium Południowe (ESO) poinformowało, że poszukiwaniom planety będzie towarzyszyć akcja popularyzacji nauki nazwana Pale Red Dot.

Kampania wystartowała w połowie stycznia i potrwa do kwietnia 2016 r. Obserwacje prowadzone są za pomocą 3,6-metrowego teleskopu ESO w Obserwatorium La Silla w Chile i spektrografu HARPS — jednego z najdokładniejszych instrumentów pozwalających na pomiar prędkości radialnych linii widmowych. Taką metodą spektroskopową odkryto już wiele planet: gdy planeta okrąża gwiazdę, powoduje to, że gwiazda również się porusza na skutek oddziaływania grawitacyjnego planety, czyli zbliża się i oddala od nas. Taki ruch powoduje, że długość fali, na której obserwowana jest dana linia w widmie, zmienia się.

Gdy gwiazda się od nas oddala, linie przesuwają się w stronę fal dłuższych (czyli w stronę koloru czerwonego), a gdy się zbliża, wtedy mamy przesunięcie w stronę fal krótszych (w stronę koloru niebieskiego). Jeżeli przesunięcia wykazują okresowość, może to świadczyć o obecności innego obiektu w pobliżu gwiazdy, np. planety.

Dodatkowo uzyskiwane będą obserwacje z dwóch sieci teleskopów optycznych rozmieszczonych w różnych miejscach na świecie: Burst Optical Observer and Transient Exploring System (BOOTES) oraz Las Cumbres Observatory Global Telescope Network (LCOGT).

ESO zapowiada, że wszystkie zebrane dane zostaną upublicznione pod koniec roku. Aktualnie natomiast można na bieżąco śledzić postępy kampanii poszukiwawczej. Zamieszczane są informacje na blogu oraz w mediach społecznościowych. Nikt z naukowców biorących udział w projekcie nie wie, czy poszukiwania zakończą się sukcesem, ale pragną podzielić się swoją pasją badawczą i pokazać, jak przebiega proces badań naukowych.

Kampanię nazwano Pale Red Dot, czyli „blada czerwona kropka”. Ma to nawiązywać do terminu Pale Blue Dot,

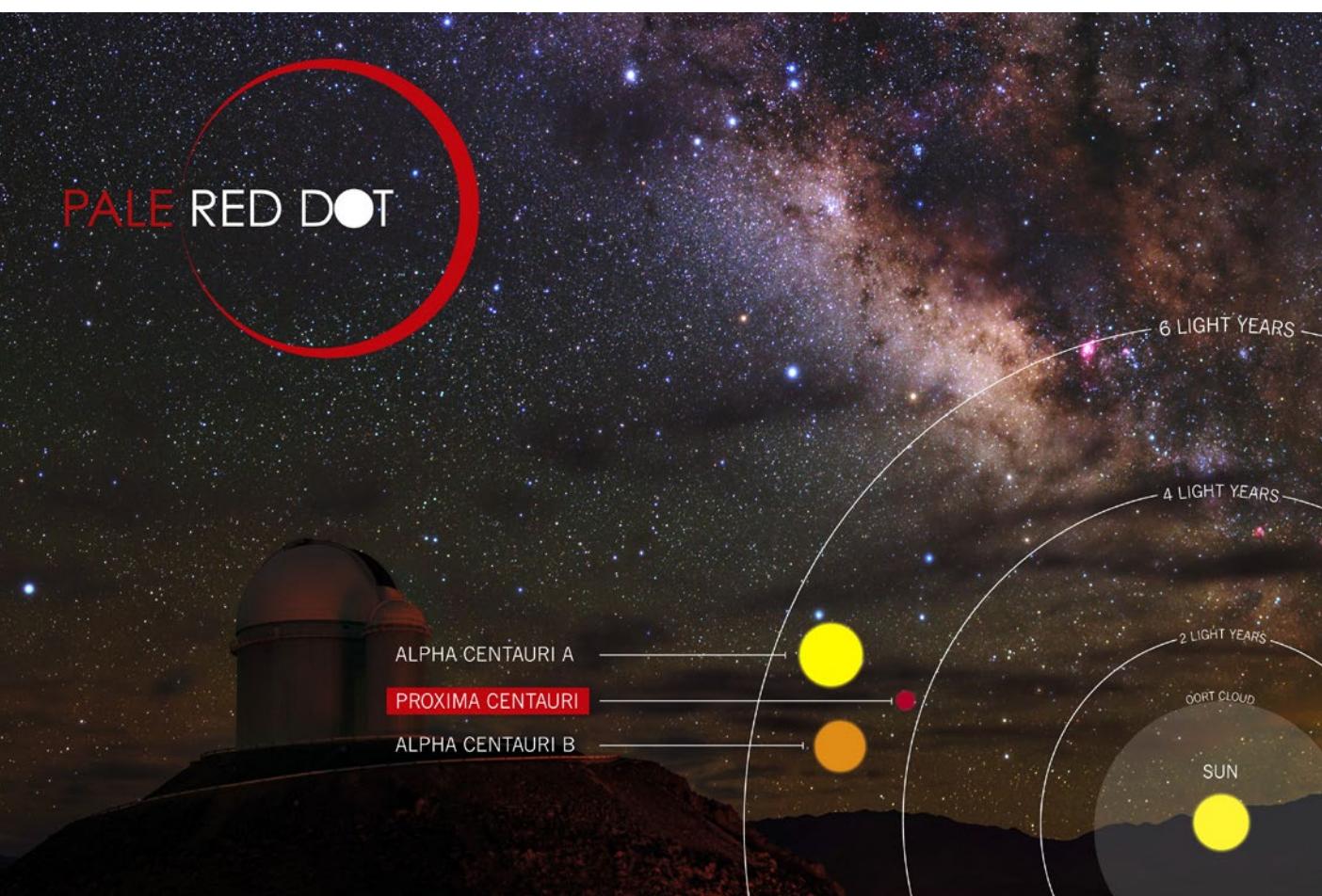
czyli „błękitna kropka”, kojarzonego ze słynnym zdjęciem wykonanym przez sondę Voyager 1 w 1990 r. Z krańców Układu Słonecznego sonda sfotografowała Ziemię, widoczną jako mała niebieska kropka. Terminu tego użył także Carl Sagan w książce pt. „Błękitna Kropka: wizja przyszłości ludzkości w kosmosie”. W przypadku potencjalnej planety przy gwiazdzie Proxima Centauri naukowcy przypuszczają, że jeśli istnieje, to może wydawać nam się nieco czerwona, bo wiem gwiazda jest czerwonym karłem i wypromieniuje większość energii w zakresie podczerwieni.

Witryna internetowa projektu ma adres [www.palereddot.org](http://www.palereddot.org), a na Twitterze można śledzić bieżące wiadomości pod hashtagiem #PaleRedDot.

Krzysztof Czart

## Kosmiczne grudy na celowniku teleskopu Compact Array CSIRO

Astronom Keith Bannister, autor niedawno opublikowanego w Science artykułu, uważa, że w cienkim gazio zająjącym pomiędzy gwiazdami w naszej Galaktyce istnieją pewne specyficzne



Położenie Słońca i gwiazd Proxima Centauri oraz Alfa Centauri A i Alfa Centauri B. Źródło: ESO / Pale Red Dot. Źródło: ESO/Pale Red Dot

struktury – kosmiczne „grudki”. Zmienia to dość poważnie naszą obecną wiedzę o międzygwiazdym środowisku gazowym Drogi Mlecznej.

Bannister i jego koledzy opisują przełomowe obserwacje jednej z takich „grudek”, które pozwoliły im na pierwsze oszacowanie jej kształtu. Obserwacje te były możliwe dzięki nowatorskiej technice zastosowanej w sieci Compact Array CSIRO we wschodniej Australii.

Astronomowie wpadli na pierwsze ślady tych tajemniczych obiektów już 30 lat temu, gdy odebrali fale radiowe pochodzące z jasnego i odlegiego kwazara. Fale te gwałtownie zmieniały swoją jasność. Naukowcy szybko zorientowali się, że takie ich zachowanie było dziełem niewidzialnej „atmosfery” naszej Galaktyki, na której może się składać gaz naładowanych elektrycznie cząstek, wypełniający przestrzeń pomiędzy gwiazdami. Zagęszczenia w tym gąziale działają niczym soczewki optyczne, w zależności od kształtu skupiające lub rozpraszające fale radiowe, dzięki czemu one same wydają się nam wzmacnione lub osłabione na przestrzeni dni, tygodni lub miesięcy.

Efekt ten był jeszcze do niedawna niezwykle trudny do wykrycia. Obecnie pomagają w tym nowoczesne radioteleskopy z CSIRO Compact Array. Anteny wycelowano w kwazar o nazwie PKS 1939-315, położony w gwiazdozbiorze Strzelca. Udało się zarejestrować efekt istnienia takiej soczewki, trwający aż rok. Astronomowie uważają, że soczewki te mają typowe rozmiary orbity Ziemi i leżą około 3000 lat świetlnych od niej, czyli 1000 razy dalej niż najbliższa nam gwiazda, Proxima Centauri. Do tej pory nie wiedzieliśmy nic na temat ich kształtów, jednak zespół Bannistera wykazał, że zaobserwowana soczewka mogła przyjąć formę podobną do solidnej grudy ziemi lub wygiętej blachy - zależnie od kąta, pod jakim ją widzimy. Aby lepiej ocenić ten kształt, potrzeba dużo więcej obserwacji.

Co ciekawsze, okazało się, że taka sama zmienność kwazara nie jest obserwowana na długościach światła widzialnego. Oznacza to, że takie soczewki nie mogły zostać wykryte w innych, wcześniejszych projektach poszukiwań zgrubień w gązach międzygwiazdowych.

Czym jednak są te soczewki? Jedna z propozycji są obłoki chłodniejszego gazu, które zbierają się razem pod wpływem swojej własnej grawitacji. Oznacza to jednak, że takie obłoki musiałyby stanowić znaczną część masy naszej Galaktyki. Nie wiadomo też na razie, jak dokładnie takie niewidzialne soczewki miałyby powstawać.

Elżbieta Kuligowska

## W kręgu Wielkiego Zderzacz Hadronów

Mamy za sobą kolejny wyjazd Polskiego Towarzystwa Miłośników Astronomii. Tym razem celem był CERN. Wycieczka odbyła się w dniach 2–6 października 2015 r. i wzięło w niej udział 20 członków m.in. z częstochowskiego, katowickiego, krakowskiego oraz warszawskiego oddziałów PTMA. Wszystko rozpoczęło się w Niepołomicach, skąd wyruszyliśmy autokarem o godz. 7.00. Pierwszą dłuższą przerwę mieliśmy w Czechach. Po obiedzie ruszyliśmy w dalszą drogę aż do Austrii, naszego miejsca noclegowego w Seefeld, 20 km od Innsbrucka. Ponieważ Niemcy wprowadziły kontrolę paszportową na granicy, przejazd trochę nam się wydłużył i do hotelu dotarliśmy w późnych godzinach wieczornych. Po kolacji wszyscy rozeszli się do pokoju, gdyż już rano czekała nas dalsza droga. Jakież było zaskoczenie uczestników, gdy wstając rano zobaczyli za oknem piękne, ogromne Alpy.

3 października przybyliśmy do Lucerny, by zwiedzić to piękne miasto. Przeszliśmy obok Jeziora Czterech Kantonów, do Altstadt i na słynny, ponad 600-letni drewniany most Kapellbrücke. Stamtąd udaliśmy się do Berna, miasta, w którym mieszkał i pracował Albert Einstein. Odwiedziliśmy dom Einsteina i zobaczyliśmy wieżę zegarową w bliskim sąsiedztwie byłego Urzędu Patentowego, w którym fizyk pracował i gdzie w 1905 r. opracował szczególną teorię względności. Na nocleg pojechaliśmy do szwajcarskiego Saint Maurice.

Trzeciego dnia udaliśmy się do miasteczka Zermatt, skąd wyjechaliśmy na górę Gornergrat, na której na wysokości 3089 m n.p.m. znajduje się stacja badawcza z dwiema kopułami, w których są umieszczone: 1,5-metrowy teleskop podczerwony oraz 3-metrowy radioteleskop. W stacji jest prowadzony projekt SONTEL — Solar Neutron Telescope at Gornergrat, służący do wykrywania wysokoenergetycznych neutronów pochodzących ze Słońca. Ponieważ w tym czasie obserwatorium nie było czynne, nie mieliśmy możliwości go zwiedzić. Jednak piękny widok na Alpy zrekompensował nam w pełni ten fakt. Tym razem nocleg mieliśmy we francuskim miasteczku Thonon-les-Bains.

Nadszedł czwarty dzień wycieczki i wyjazd do CERN-u. Najpierw w siedzibie CERN wysłuchaliśmy blisko godzinnej prelekcji na temat samej organizacji, jej działalności i badań. Potem przejechaliśmy do Francji, gdzie mieliśmy spotkanie z Piotrem Traczykiem, pracownikiem CERN. Wraz z dwoma innymi pracownikami pokazali nam detektor CMS (Compact Muon Solenoid) działający przy Wielkim Zderzaku Hadronów (LHC). Zjechaliśmy windą aż 100 m pod ziemię, gdzie za ścianą o grubości 10 m znajdował się Large Hadron Collider. Ponieważ urządzenie działa, nie mogliśmy zobaczyć go z bliska. Jednak wszędzie dało się wyczuć działające siły. Telefony, kamery i inne urządzenia elektroniczne po prostu wariowały.

I tą swoistą wiśnienką na torcie zakończyliśmy swoją przygodę ze Szwajcarią. Do Polski wróciliśmy nazajutrz w nocy, po drodze zwiedzając krótko Legnicę.

Podsumowując: wyjazd możemy zaliczyć do bardzo udanych. Przejechaliśmy w sumie ponad 3500 km przez 6 krajów, odwiedzając przy okazji kilka miasteczek. W kwietniu kolejna wyprawa PTMA, tym razem do Islandii <https://www.facebook.com/wyprawy.ptma>

Agnieszka Nowak



Fot. Robert Koziuch

Grupa na tle Obserwatorium Astronomicznego na górze Gornergrat w Alpach

# Fotografia gwiazd w formie punktów na niebie (cz. 1)

Fotografia gwiazd w formie punktów jest kolejnym rodzajem zdjęć astropejzażowych po fotografii *startrails*, na której zestawiamy rozgwieźdzone niebo z obiektywami na Ziemi.



W odróżnieniu od fotografii ruchu gwiazd tym razem będzie nam zależało na tym, aby pokazać nieboskłon, mniej więcej w takiej formie, w jakiej widzimy go w rzeczywistości. Gwiazdy i planety mają mieć formę punktów rozświetlających niebo nad naszymi głowami.

Takie podejście do fotografii wymaga zdecydowanie mniej czasu niż ma to miejsce w przypadku kręcenia tzw. „wirówek”. Jednak, jak to zwykle bywa, są też minusy. Główny to wymagania sprzętowe, a w szczególności jakość matrycy, jaką dysponuje nasz aparat. Wprawdzie zdjęcie zrobimy każdym aparatem, to jednak te z lepszymi sensorami dają dużo większe możliwości.

## Kiedy z gwiazd robią się kreski

To, czy uda nam się sfotografować gwiazdy w formie punktów, czy będziemy rejestrować ich ślady w formie łuków, zależy od kilku czynników.

Kluczowym parametrem jest czas naświetlania zdjęcia. To głównie od tego, ile czasu pozostawimy otwartą migawkę, zależy, jaką formę będą miały gwiazdy na zdjęciu. Drugim kluczowym czynnikiem jest kąt obracowania naszego obiektywu. Im będzie on szerszy, tym mniej zauważalny będzie ruch gwiazd w kadrze. Nie bez znaczenia jest również obszar nieba, w który wycelujemy nasz aparat. Przy tym samym czasie naświetlania rejestrowane ślady będą zdecydowanie dłuższe, gdy będziemy fotografować okolice równika niebieskiego, niż gdybyśmy robili zdjęcie okolicom Gwiazdy Polarnej. W końcu pozostaje kwestia rozmiaru odbitki oraz poziomu naszej tolerancji. W małym forma-

cie czy rozmiarze internetowym mniej będą doskierały lekkie przecinki niż w przypadku dużoformatowych wydruków.

Pora na konkrety.

## Sprzęt do fotografii gwiazd

Do fotografowania gwiazd będą potrzebne:

### Aparat

Musi umożliwiać pełną kontrolę nad parametrami ekspozycji. Im mniej obrazującą na wysokich czułościach matryca, tym lepiej. O szczegółowych wymaganiach mogliście już przeczytać w osobnym wpisie.

### Statyw

Praktycznie każdy trójnóg powinien się sprawdzić. Jedyny wymóg, jaki musi spełniać, to stabilne utrzy-

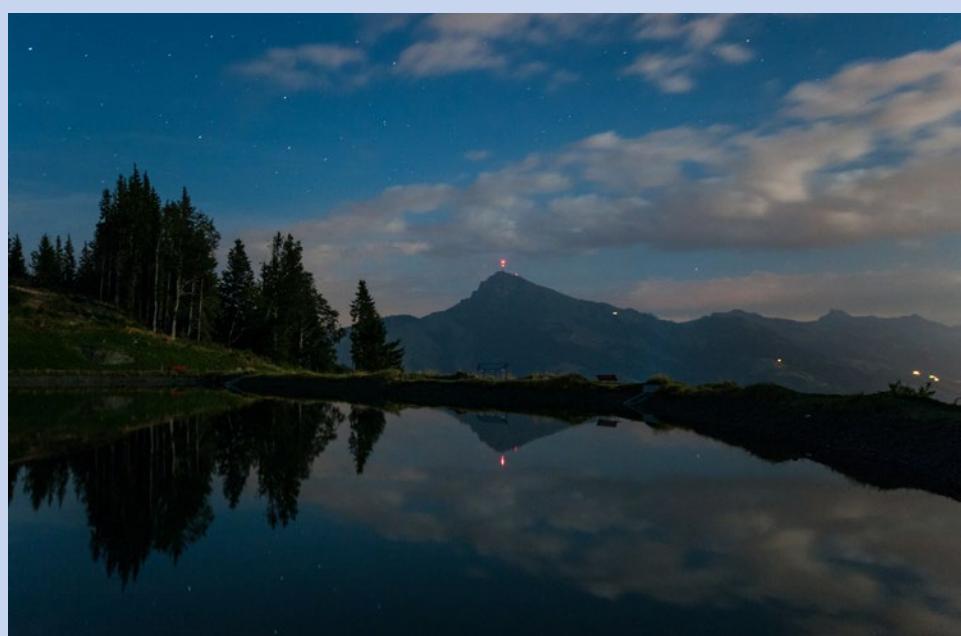
manie aparatu wraz z obiektywem. Możliwość dociążenia i poprawienia przez to stabilności jest mile widziana.

### Obiektyw

Druga po aparacie kluczowa rzecz w fotografii gwiazd. Zdecydowanie używamy najkrótszej ogniskowej, jaką posiadamy. Im szerszy kąt widzenia obiektywu, tym dłużej będziemy mogli naświetlać. Nie bez znaczenia jest też światłośila szkła. Oczywiście im jaśniejsze, tym lepsze.

### Latarki

O latarce zawsze warto pamiętać. Zalecam wyposażenie się w dwie sztuki, z czego jedna powinna pozwalać na zamontowanie na głowie. Dzięki temu będziemy mieć wolne ręce, a korzystając z drugiej latarki, bez problemu ustawić ostrość.



Gwiazdy nad Kitzbüheler Horn. Nikon D700, 35 mm, eksp. 25 s, F/4,0, ISO 800

## Pilot lub węzyk (opcjonalnie)

Wykorzystywane do zdalnego wyzwalania migawki.

## Ciepłe ubrania i termos

To takie oczywiste rzeczy, jednak bardzo często o nich zapominamy. W nocy jest zdecydowanie chłodniej niż w dzień, tym bardziej jeśli chwilę postoimy w bezruchu przy statwie. W zimie zwróćmy szczególną uwagę na rękawiczki. Sprawdźmy przed wyjściem z domu, czy będziemy w nich w stanie obsługiwać aparat.

## Kiedy i gdzie fotografujemy gwiazdy

Na obiekty na niebie niekoniecznie musimy połować podczas smolistej nocy. Są takie, które możemy dostrzec, gdy niebo wciąż ma kolor niebieski. Oczywiście są też takie kadry, dla których będziemy unikać nawet blasku Księżyca.

## O zmierzchu

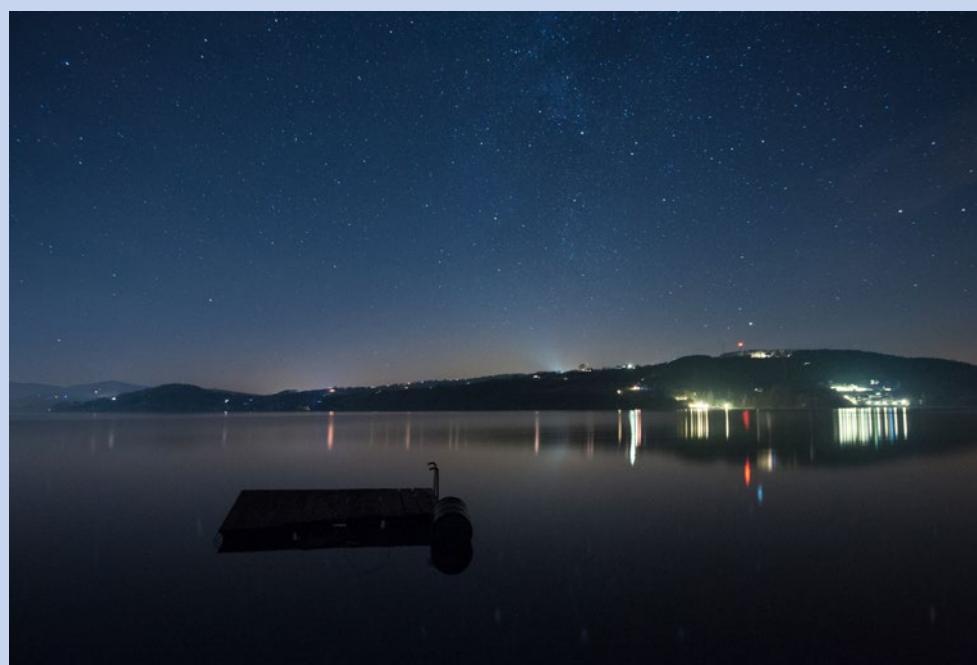
Pierwszymi obiekktami, jakie możemy fotografować, gdy jeszcze nie jest ciemno, są **planety**. O zmierzchu możemy je z powodzeniem zestawić w kadrze z oświetlonymi obiekttami takimi, jak chociażby miejskie budynki. Te bardzo jasne punkty uwiecznione w odpowiednim momencie na wieczornej lub porannej zorzy potrafią być niezwykle widowiskowe. Zwłaszcza jeśli uda się nam upolować jakąś koniunkcję Jowisza lub Wenus.

## W świetle Księżyca

Jasna rozświetlona światłem naszego satelity noc nie powinna być przeszkodą w fotografii gwiazd. Oczywiście nie będziemy w stanie zarejestrować tyle, co podczas ciemnej nocy. Jednak bez problemu będziemy mogli pokazać najjaśniejsze z nich tworzące **całe konstelacje**. Gdy na niebie króluje Księżyce, musimy zwrócić szczególną uwagę na kadr i to, co w nim umieścimy. Powinniśmy zadbać o prawidłową kompozycję, bo blask srebrnego globu może sprawić, że nasz pierwszy plan będzie idealnie naświetlony i nie uda nam się niczego ukryć pod osłoną nocy. Dlatego też bardzo dobrze jest zadbać o odpowiedni kadr jeszcze w dzień.



Przelot ISS wraz z podążającym za nią statkiem transportowym ATV-5. Nikon D700, 14 mm, eksp. 10 s, F/4,0, ISO 1600



Gwiazdy w bezksiężycową noc. Nikon D700, 20 mm, eksp. 30 s, F/4,5, ISO 3200

## Bezksiężycowa noc

Ciemna, bezksiężycowa noc to idealna para na fotografowanie słabszych obiektów na niebie, takich jak komety, zorze polarne, roje meteorów, a w szczególności pokazywanie piękna **Drogi Mlecznej**. Aby to osiągnąć, wybieramy ciemne miejsca z dala od miast i zanieczyszczenia światłem, jakie twarza człowiek. Im ciemniejsze miejsce znajdziemy, tym więcej gwiazd będziemy w stanie pokazać na zdjęciu.

Jest to szczególnie ważne, gdy planujemy fotografować Drogę Mleczną. Bez pomocy Księżyca lub bez użycia dodatkowego źródła światła raczej nie uda nam się poprawnie naświetlić pierwszego planu na zdjęciu. W takich warunkach dobrze jest się rozejrzeć za kadem, który będzie zbudowany w oparciu o kontury przedmiotów.

W następnym odcinku skupimy się na ustawniach ekspozycji.

Piotr Potępa

*Janssen zasłynął badaniami widma słonecznego, Fabricius odkrył pierwszą gwiazdę zmienną, Lockyer założył i był pierwszym redaktorem „Nature”, Steinheil produkował teleskopy, a Watt skonstruował maszynę parową. Choć żyli w różnych miejscach i czasach, na Srebrnym Globie znaleźli się bardzo blisko siebie...*

# Janssen i sąsiedzi

Tym razem omówię bardzo ciekawy region Księżyca znajdujący się na południowym wschodzie Srebrnego Globu: krater Janssen, Fabricius, Metius, Lockyer, Steinheil, Watt oraz kilka innych interesujących obiektów. Obszar ten nie zajmuje dużej powierzchni, jednak jest dość gęsto „upakowany” tworami puderzeniowymi. Najlepsze warunki do jego obserwacji mamy 1–3 dni po pełni a także 2–3 dni po nowiu. Księżyc jest wtedy oświetlony w ok. 90% – 80% (cień po wschodniej stronie) oraz ok. 20% – 30% (cień po zachodniej stronie).

Najbardziej charakterystycznym i jednocześnie największym kraterem w tych okolicach jest Janssen. Jego nazwa pochodzi od Pierre Janssena (1824–1907), słynnego francuskiego astronoma, który zajmował się badaniem widma słonecznego. To właśnie on jako pierwszy odkrył technikę obserwacji protuberancji (wybuchów) słonecznych bez konieczności wystąpienia całkowitego zaćmienia Słońca oraz jako pierwszy sfotografował granulację słoneczną. Krater ten ma 190 km średnicy i 2,9 km głębokości. Jest bardzo starym tworem, mocno zdegradowanym przez wiele mniejszych i późniejszych „impaktów”. Jego zewnętrzna ściana jest zniszczona w wielu miejscach, ale pomimo tego widać jego pierwotny zarys krawędzi. Tworzy ona charakterystyczny kształt sześciokąta, który przy odpowiednim oświetleniu rzuca się wyraźnie w oczy. Fantastycznie prezentuje się jego zachodnie zbocze, które w „krytycznym oświetleniu” rzuca szybko zmieniający się cień. Niezwykle ciekawym obiektem wewnątrz Janssena jest grupa rowów tektonicznych o nazwie Rimae Janssen. Ich średnica wynosi ok. 114 km, bez problemu można je zaobserwować nawet niezbyt dużym teleskopem, a przy dobrym *seeingu*

warto dokładnie przyjrzeć się ich strukturze.

W północno-wschodniej stronie Janssena leży inny duży krater — Fabricius, nazwany na część Davida Fabriciusa (1564–1617), holenderskiego astronoma i teologa, odkrywcy zmiorności Miry Ceti. Jego średnica wynosi ok. 78 km a głębokość ok. 2,5 km. Powstał najprawdopodobniej w okresie eratosteńskim, 3,2–1,1 mld lat temu. Posiada wiele centralnych szczytów rozciągających się w kierunku północno-wschodnim o maksymalnej wysokości 0,8 km. Obiekt ten świetnie prezentuje się w teleskopach, szczególnie tych większych, gdy możemy zastosować duże powiększenia. Wschodnie zbocze krateru rzuca niesamowity cień na wzniesienia i powoli je „pochłania”.

Tuż obok Fabriciusa, przy północno-wschodniej krawędzi leży Metius. Jego nazwa pochodzi od Adriaana Adriaanszoona nazywanego Metiusem. Był on holenderskim astronomem i geometrą żyjącym na przełomie XVI i XVII w. Nazwa Metius pochodzi od holenderskiego słowa „meten”, co dokładnie oznacza mierzyć, zmierzyć. Jest to krater o średnicy ok. 88 km i głębokości ok. 3 km. Nie wyróżnia się z otoczeniem, dno ma stosunkowo płaskie z kilkoma małymi szczytami centralnymi, wał również jest niewielki.

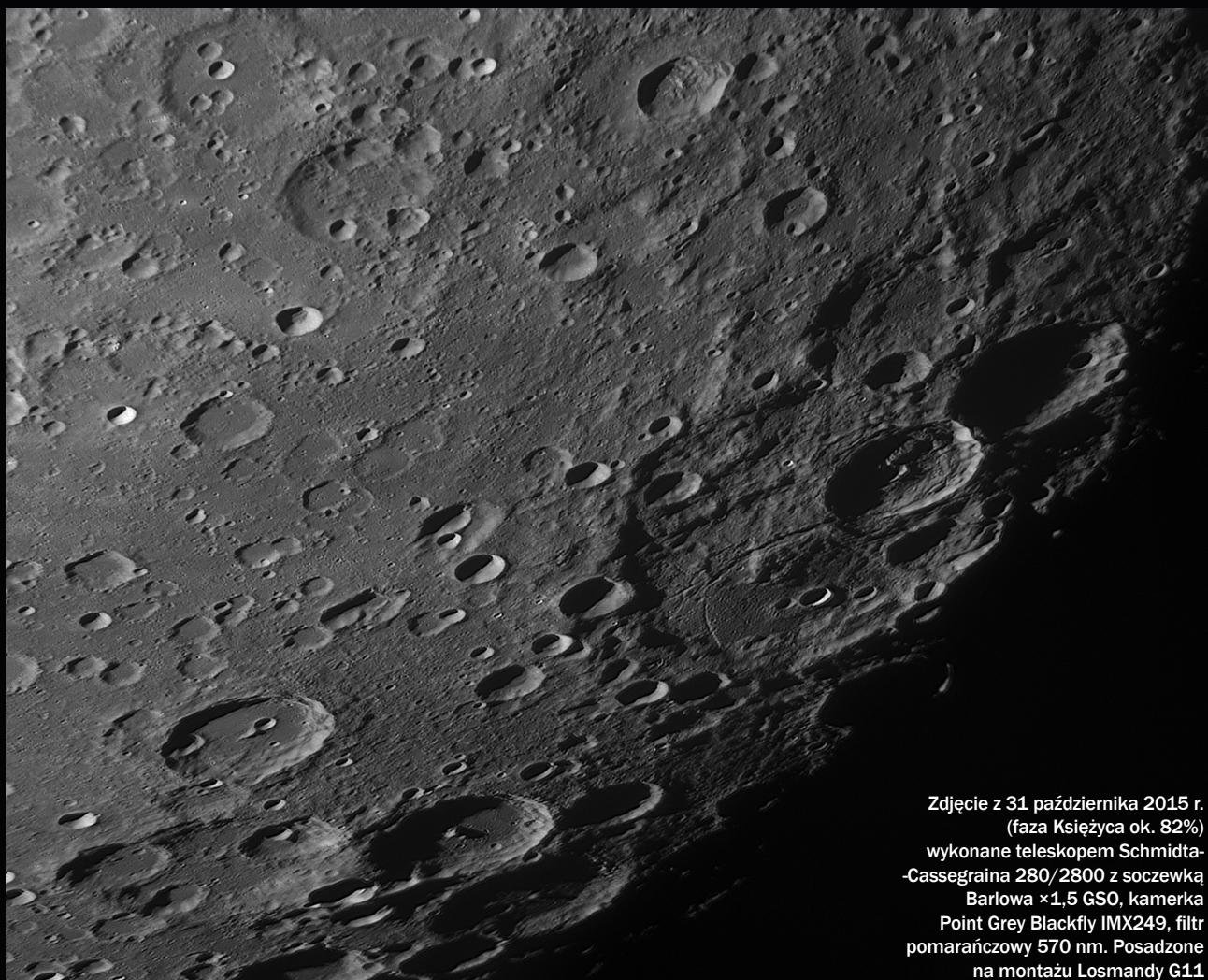
Kolejny ciekawy obiekt to Lockyer, leżący na południowo-zachodniej krawędzi Janssena. Nazwę swą zawdzięcza Sir Josephowi Norman Lockyerowi (1836–1920), angielskiemu astronomowi, który razem z Pierre Janssenem odkrył gazowy hel. Anglik został również zapamiętany jako założyciel i pierwszy redaktor naukowego czasopisma *Nature*. Lockyer nie jest zbyt dużym kraterem, jego średnica wynosi ok. 34 km a głębokość ok. 3,8 km. Jego dno jest płaskie, i nie posiada żadnych większych struktur.



Na południowy-wschód od Janssena leży Steinheil, nazwany na cześć Carla Augusta von Steinheila (1801–1870), niemieckiego astronoma, fizyka, wynalazcy i inżyniera. Był założycielem firmy produkującej teleskopy, spektroskopy i fotometry. Obiekt ten ma ok. 67 km średnicy i ok 3 km głębokości. Ze względu na położenie wydawać się może, że ma kształt owalny, jednak to złudzenie optyczne, w rzeczywistości jest okrągły. Jego ściana wewnętrzna jest szersza po stronie południowo-zachodniej, dno płaskie i nie posiada żadnego szczytu. Powstał najprawdopodobniej w okresie nektariańskim ok. 3,92–3,85 mld lat temu.

Od południowej strony Steinheil graniczy z kraterem Watt. Jego nazwa pochodzi od Jamesa Watta (1736–1819), słynnego szkockiego wynalazcy, inżyniera i chemika. Wpisał się na stałe w kartach historii dzięki ulepszeniom maszyny parowej, które zapoczątkowały rewolucję przemysłową na całym świecie. Średnica tego krateru wynosi ok. 66 km, a jego krawędzie są ostro zarysowane z wyjątkiem północnej, która została całkowicie „przykryta” przez Steinheila.

Na północny-wschód od Metiusa znajduje się Rheita. Nazwę swą zawdzięcza Antoninowi Maria Sirek z Reity, siedemnastowiecznemu astronomowi i optykowi, którego pochodzenie nie jest do końca znane. Najbardziej prawdopodobna wersja zakłada, że był Czechem. Ma on ok. 70 km średnicy i ok. 4,3 km głębokości. Jego brzegi są bardzo dobrze zachowane i charakteryzują się nieregularną krawędzią przypominającą tarasy. Dno krateru jest bardzo płaskie i posiada centralny szczyt. Na południowy-wschód od niego rozciąga się Vallis Rheita, dolina księżyca o łącznej długości ok. 445 km. W najszerzym

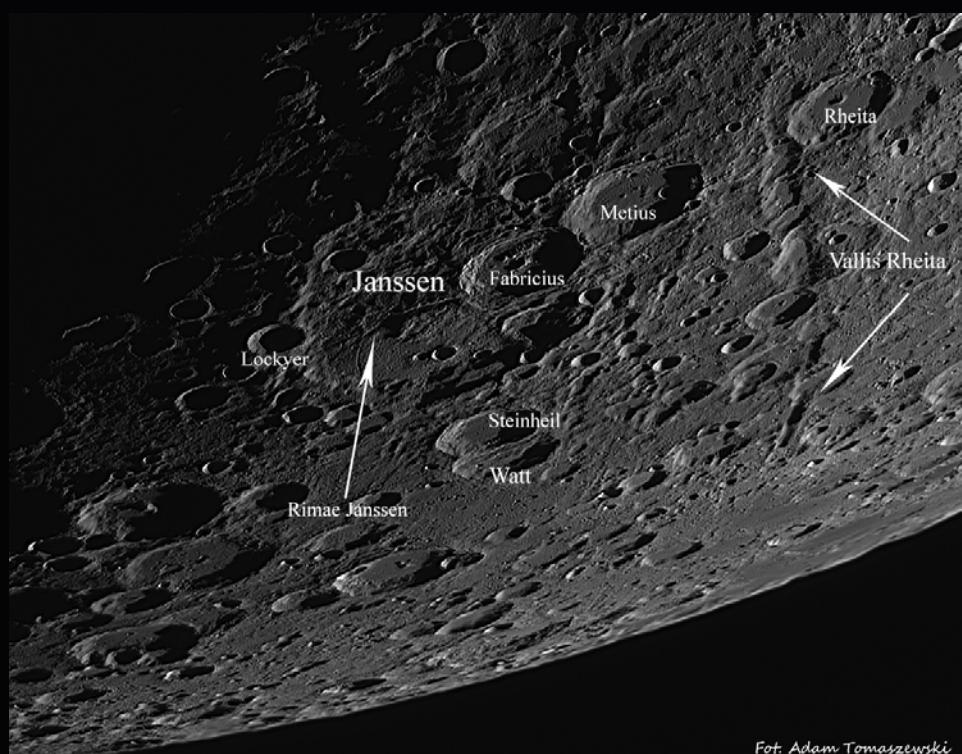


Zdjęcie z 31 października 2015 r.  
(faza Księżyca ok. 82%)  
wykonane teleskopem Schmidta-  
Cassegraina 280/2800 z soczewką  
Barlowa ×1,5 GSO, kamera  
Point Grey Blackfly IMX249, filtr  
pomarańczowy 570 nm. Posadzone  
na montażu Losmandy G11

miejscu ma ona ok. 30 km,  
a w najwęższym ok. 10 km  
szerokości. Jest to druga  
co do długości dolina po  
widocznej stronie Księżyca.  
Została ona dość mocno  
zniszczona przez uderzenia  
wielu meteorytów.

Adam Tomaszewski

Obok zdjęcie z 23 kwietnia  
2015 r. (faza Księżyca ok. 29%)  
wykonane teleskopem Schmidta-  
Cassegraina 280/2800,  
kamera Point Grey Blackfly  
IMX249, filtr pomarańczowy  
570 nm. Posadzone  
na montażu Losmandy G11



Fot. Adam Tomaszewski

# Kalendarz meteorowy 2016

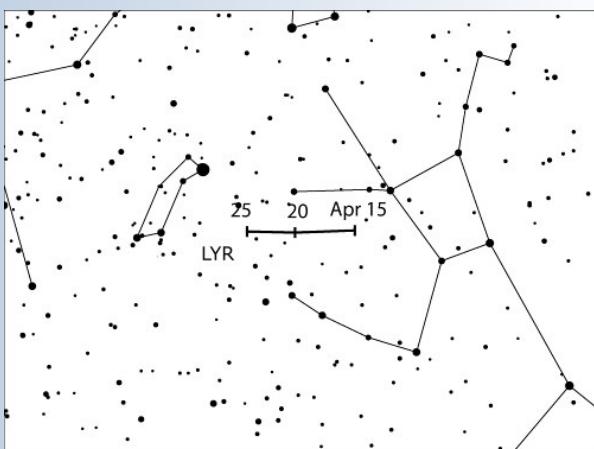
*W ciągu całego roku na półkuli północnej i południowej można zaobserwować aktywność około 700 rojów meteorowych. Przeważająca większość z nich, to prawdopodobnie pozostałości po rojach aktywnych w dawnych latach. Zostały one odkryte na podstawie analizy danych wideo z kilku lub kilkunastu lat, a ich aktywność wynosi od 1 do 2 zjawisk na godzinę. Roje te nie są więc żadną atrakcją i nie wyróżniają się na tle meteorów sporadycznych. W niniejszym opracowaniu przedstawiam wybrane roje meteorowe, których aktywność może zaciekać wszystkich miłośników nocnego nieba. Zwracam uwagę, przedstawiam w tym tekście przewidywania. Czas pokaże, czy były słuszne.*

## Pierwsze półrocze

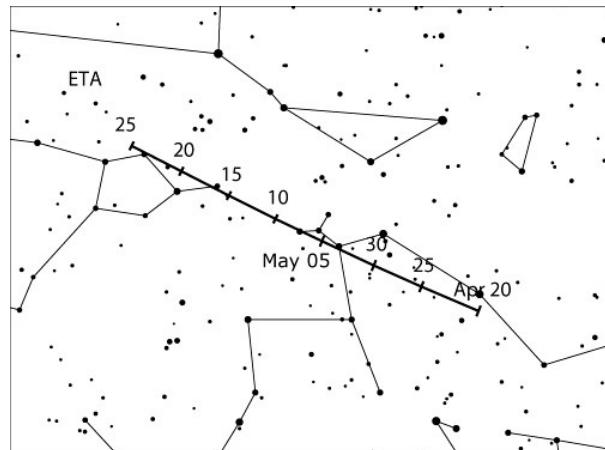
Pierwsze półrocze to okres o małej aktywności meteorowej. Oprócz aktywnych rojów Kwadrantydów ze stycznia i Lirydów z kwietnia niewiele dzieje się aż do maja. Również w tym okresie aktywność meteorów sporadycznych jest względnie niska.

Pod koniec stycznia na niebie półkuli południowej zawitały **α-Centaurydy**. Rój ten nie zachwyca swoją aktywnością. Z obserwacji w latach 1988–2007 wyznaczono ZHR = 6 zjawisk na godzinę (ilość meteorów widziana przy założeniu, że radiant znajduje się w zenicie i panują dobre warunki do obserwacji). Dawniej, w latach 1974 i 1980 obserwowano wzmożoną aktywność, która wynosiła nawet do 30 zjawisk na godzinę. Aktywność na 2016 rok nie jest do końca znana. Rój aktywny będzie między 21 stycznia a 21 lutego. Maksimum spodziewamy się 8 lutego o godzinie 18:30 UT. Radiant znajduje się w gwiazdozbiorze Centaura, niewidocznego z terenu Polski.

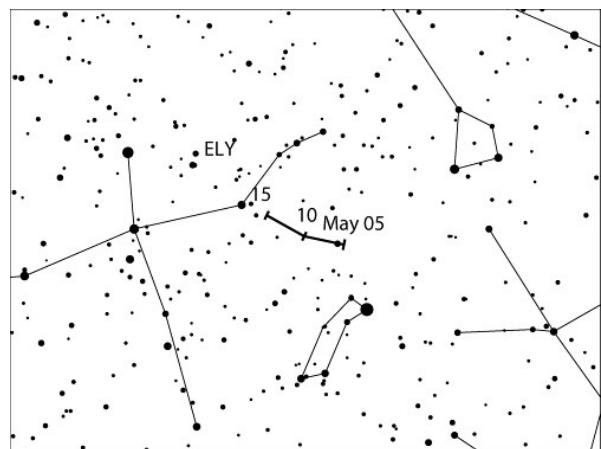
Pierwszy kwartał zamyka kolejny rój półkuli południowej – γ-Normidy. Jego aktywność bywa zwykle bardzo niska. Analiza danych z lat 1988 – 2007 pozwoliła określić ZHR na 6 zjawisk na godzinę. Obserwacje od roku 1999 sugerują możliwy krótkotrwały pik aktywności pomiędzy 7 a 17 marca 2016 r. Normidy, jak większość rojów półkuli południowej, nie są dobrze zbadanym strumieniem. Możemy mieć do czynienia ze wzmożoną aktywnością, ale równie dobrze ZHR może być tak niski jak w latach poprzednich.



Kwiecień, to miesiąc zwykle kojarzony z **Lirydami**, gdyż jest to drugi w tym roku po styczniowych Kwadrantydach rój, którego aktywność jest stała i można wyróżnić go na tle meteorów sporadycznych. Całkiem macierzystym jest kometa Thatcher C/1861 G1. Meteory z tego roju możemy obserwować od 16 do 25 kwietnia, zaś najwyższą aktywność osiągną 22 kwietnia około 6:00 UT rano. ZHR może sięgać do 18 zjawisk na godzinę. Niestety w noc maksimum obserwatorom będzie towarzyszył Księżyc w pełni, co znacznie obniży ilość obserwowanych zjawisk.



Jeszcze w trakcie trwania Lirydów na nocnym niebie uaktywni się rój η-Akwarydów, który związany jest ze słynną kometą Halleya. Meteory widoczne są głównie ze strefy równikowej i półkuli południowej. Udaże się je jednak obserwować również z Polski. Zjawiska z tego roju często bywają bardzo długie i jasne, są więc świetnymi obiektymi do obserwacji wizualnych. Akwarydy można obserwować od 19 kwietnia do 28 maja. Maksimum wystąpi prawdopodobnie 5 maja około godziny 20:00 UT. ZHR wyniesie około 40 zjawisk na godzinę. Możliwe są skoki aktywności sięgające nawet do 85 meteorów w ciągu godziny. Musimy jednak mieć świadomość, że przy niskim położeniu nad horyzontem radiancie ilość zjawisk będzie znacznie niższa. Warto również pamiętać, że to maksimum jest bardzo szerokie. W oparciu o dane z lat 1984–2001 wykazano, że ZHR na poziomie 30 utrzymuje się pomiędzy 3 a 10 maja.

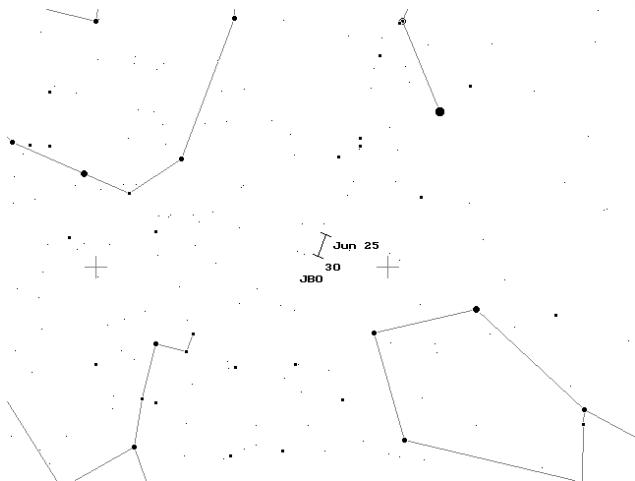


Razem z Akwarydami na nocnym niebie będądziemy gościć η-Lirydy. To słabo zbadany rój związany z kometą C/1983 H1 IRAS-Araki-Alcock, aktywny od 3 do 14 maja, zaś maksimum nie jest jasno określone. Przyjmuje się, że powinno wypaść

8 maja, jednak według najnowszych analiz wideo maksimum może przesunąć się na 10 maja. ZHR jest bardzo niski i wynosi zaledwie 3 zjawiska na godzinę.

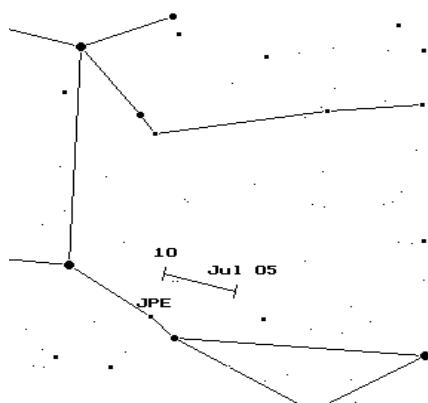
Wartym uwagi rojem są również **Arietydy** powstałe prawdopodobnie z asteroidy 1566 Ikar, której z kolei źródłem jest kometa należąca do komet muszących Słońce. Swoją aktywność Arietydy wykazują pomiędzy 22 maja a 2 lipca, zaś maksimum przypada na 7 czerwca. ZHR może sięgać aż 50 meteorów na godzinę.

Miejsce, z którego zdają się wylatywać Arietydy, znajduje się w gwiazdozbiorze Barana. Niestety trudno jest je obserwować, gdyż radiant znajduje się blisko Słońca. Najlepszym wyjściem są obserwacje radiowe.



Drugi kwartał zamykają **Bootydy Czerwcowe**, rój powiązany z kometą 7P/Pons-Winnecke. Bootydy nie mają stałej aktywności, do roku 1998 były raczej zapomniane. Dopiero wybuch aktywności sięgający 100 zjawisk na godzinę przywrócił je na listę obserwowanych rojów. Kolejny wybuch, choć mniej spektakularny, miał miejsce w 2004 r.

Bootydy są aktywne od 22 czerwca do 2 lipca. Maksimum wypada 27 czerwca o 3:00 UT. Jak dużo zjawisk uda się zaobserwować, dowiemy się dopiero w czerwcu. ZHR określany jest od 0 do 100 meteorów na godzinę. Prędkość, z jaką wpadają w atmosferę, wynosi zaledwie 18 km/s. Każdy tak wolny meteor jest pięknym zjawiskiem na niebie. Radiant znajduje się w gwiazdozbiorze Wolarza.



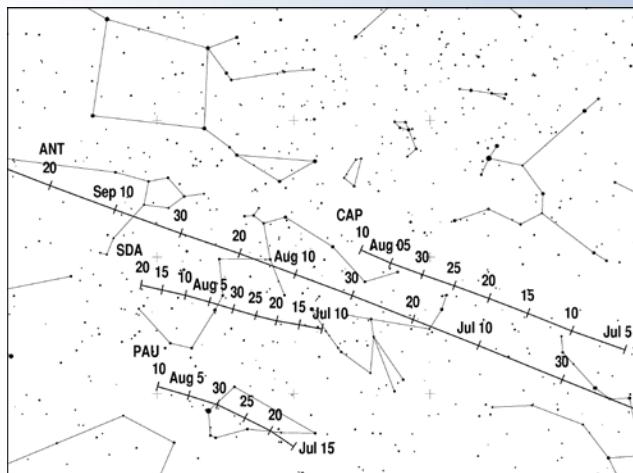
### Roje wakacyjne

Pierwsza połowa lipca jest okresem umiarkowanej aktywności meteorowej. Od 7 do 13 lipca na niebie można obserwować **Pegazydy Lipcowe**. Ciało macierzystym prawdopodobnie jest kometa C/1979 Y1. Maksimum aktywności

występuje 9 lipca, a ZHR wynosi 3 meteory na godzinę. Radiant znajduje się w gwiazdozbiorze Pegaza.

Wartym uwagi, lipcowym rojem są **Zeta Cassiopeidy** – odkryte dzięki analizie danych sieci PFN. Aktywny jest między 11 a 17 lipca. Jego aktywność może sięgać do 10–15 meteorów na godzinę. Radiant znajduje się w pobliżu miejsca, z którego wylatują Perseidy.

Mniej więcej od połowy lipca zaczynają się uaktywniać trzy roje meteorów, które mimo małej aktywności bardzo ładnie komponują się z krójącymi na letnim niebie Perseidami.

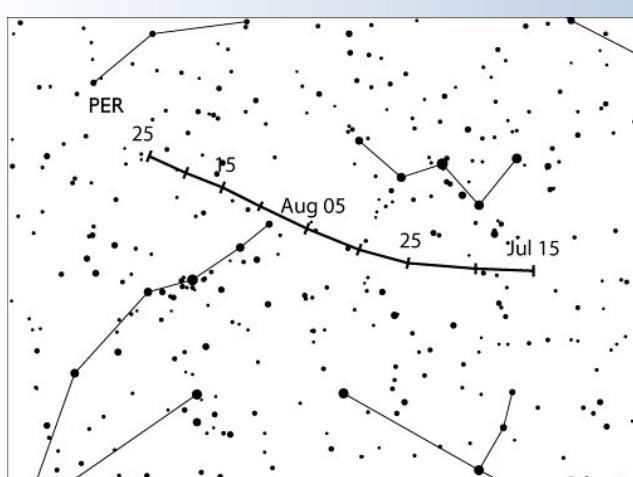


Od około 3 lipca do 15 sierpnia na niebie można podziwiać wolne i jasne meteory z roju α-Kaprikornidów. Maksimum przypada w nocy z 30 na 31 lipca, kiedy będziemy mogli obserwować do 5 zjawisk na godzinę.

Od 15 lipca uaktywniają się **Piscis Austrinidy**, które są rojem słabo zbadanym. Być może wynika to z faktu, że noce lipcowe są krótkie, a to nie sprzyja prowadzeniu obserwacji. Maksimum przypada 28 lipca, a ZHR wynosi 5 meteorów na godzinę. Ostatnie zjawiska z tego roju są obserwowane do 10 sierpnia.

Rojem, który swoją aktywność ma między 12 lipca a 23 sierpnia, są δ-Akwydy. Podwyższoną aktywnością można spodziewać się między 26 a 31 lipca, a ich maksimum przypada w nocy z 30 na 31 lipca. ZHR sięga 16 meteorów na godzinę.

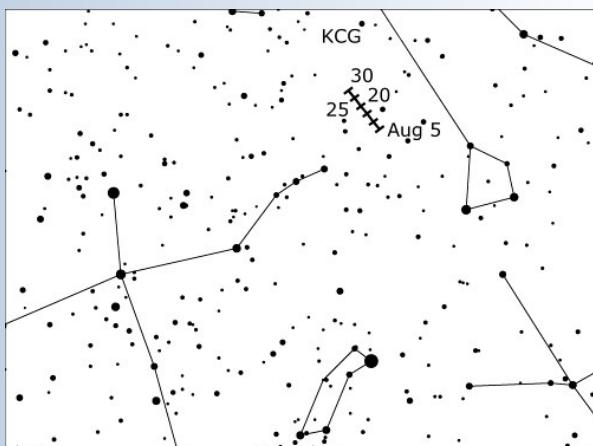
Od połowy lipca swoją aktywność rozpoczynają **Perseidy**. Bez wątpienia jest to najlepiej rozpoznawalny rój meteorowy. Ciepłe noce oraz utrzymująca się wysoka aktywność powodują, że każdego roku mnóstwo osób spędza noce pod rozgwieźdzonym niebem.



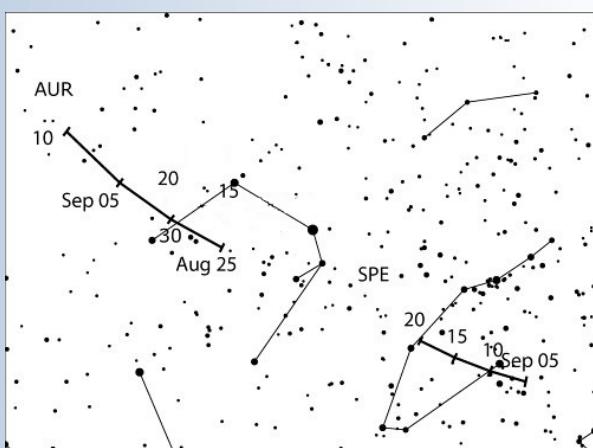
Perseidy swoje istnienie zawdzięczają kometie 109P/Swift-Tuttle. Pierwszych meteorów możemy wyglądać już 17

lipca, zaś ostatnie możemy zaobserwować 25 sierpnia. Maksimum jest bardzo szerokie i trwa od 11 do 13 sierpnia. Według modelu Michaiła Masłowa i Esko Lyytinen w 2016 roku Ziemia przejdzie przez część strumienia, który został przesunięty wskutek grawitacyjnych sił Jowisza. W rezultacie ZHR może sięgać nawet 150 – 160 zjawisk na godzinę. Wyraźny wzrost aktywności będzie zauważalny już 11 sierpnia od godziny 22:30UT. Według obliczeń Jeremiego Vaubaillona w najczęstszą część strumienia Ziemia wejdzie 12 sierpnia o godzinie 0:00 UT i potrwa to do 4:00 UT.

Obserwacje warto zacząć już na początku sierpnia. Doświadczenie pokazuje, że Perseidy potrafią generować piękne bolidy, nie tylko w maksimum, ale także na kilka nocy przed jego wystąpieniem.



Wraz z nadaniem największej aktywności Perseidów na niebie pojawiają się **Kappa-Cygnidy**. Jest to słabo aktywny rój utrzymujący się od 3 do 25 sierpnia. Jego maksimum wypada 17 sierpnia, a ZHR wynosi zaledwie 3 sztuki na godzinę. Mała prędkość wchodzących w atmosferę meteoroidów sprawia, że są to bardzo miłe dla oka obiekty.



Na kilka dni po Perseidach na moment pojawiają się **Aurygidy**. Ten rój przyniósł kilka niespodziewanych wybuchów w latach 1935, 1986 i 1994 i 2007.

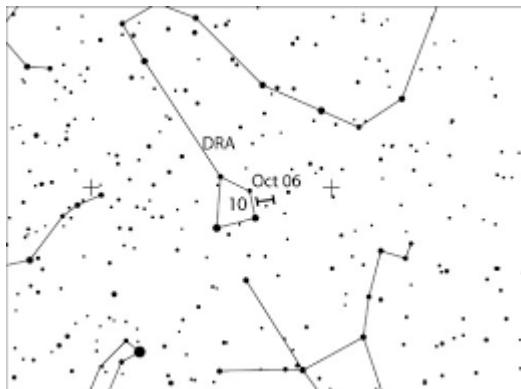
Aktywność Aurygidów trwa od 28 sierpnia do 5 września. Maksimum przypada na 31 sierpnia o godzinie 19:00 UT. Przewidziana aktywność wynosi 6 zjawisk na godzinę. Radiant znajduje się w konstelacji Woźnicy.

Oprócz wspomnianych wyżej Aurygidów na początku września, między 5 a 21, na niebie widoczne będą również **Wrześniowe Perseidy**, które nieraz zaskoczyły wybuchem aktywności. Według obliczeń Esko Lyytinen kolejny wybuch aktywności nie wystąpi przed rokiem 2040. Maksimum wypa-

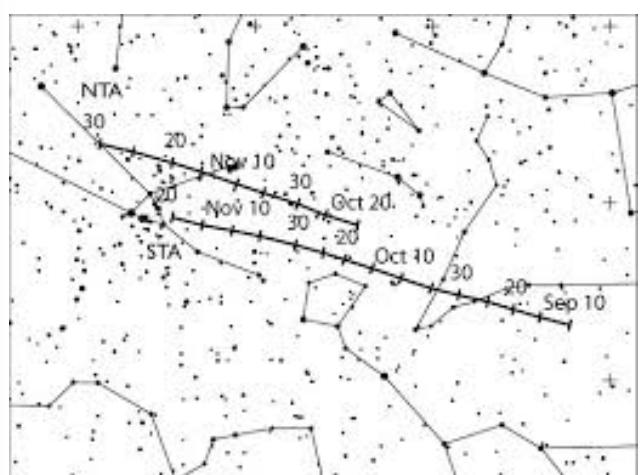
da 9 września około godziny 4:00 UT. ZHR wyniesie 5 zjawisk na godzinę.

### Obserwacje jesienne i zimowe

Na początku października (od 6 do 10) uaktywni się znany ze swoich ostatnich wybuchów rój **Drakonidów**. Swoje pochodzenie zawdzięcza kometę 21P/Giacobini-Zinner. Charakteryzuje się raczej ciemnymi zjawiskami, dostrzegalnymi pod dobrym niebem.

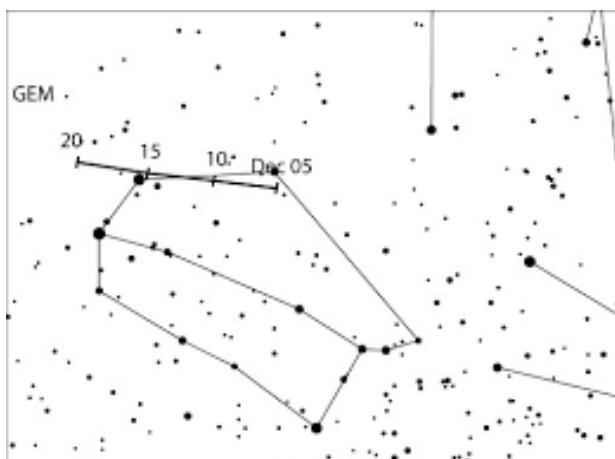


W 2011 r. nastąpił wybuch Drakonidów, a ich aktywność sięgała 300 zjawisk na godzinę. Rok później kompletnie niespodziewanie okazało się, że w noc maksimum, 8 października poleciało ich znacznie więcej. ZHR sięgał wtedy 350 zjawisk na godzinę. W roku 2016 nie spodziewamy się niczego specjalnego, ale jak wiemy, Drakonidy potrafią zaskakiwać.



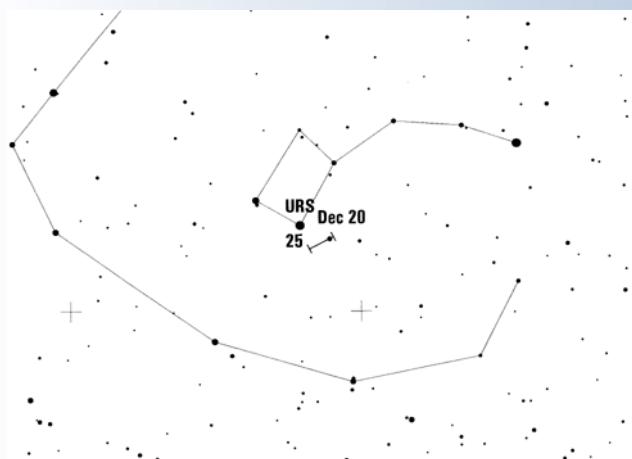
Wraz z Drakonidami na nocnym niebie będą się pokazywać meteory należące do kompleksu związanego z kometą 2P/Encke. Pierwsze **Tauridy Południowe** zauważalne powinny być już od połowy września. Ich maksimum przypada 10 października. Jest to słaby rój, którego ZHR wynosi do 5 zjawisk na godzinę, ale znany jest z bardzo jasnych i efektownych bolidów. Wypatrywać ich będziemy mogli aż do 20 listopada. W trakcie trwania ich aktywności, od 20 października pojawią się również **Tauridy Północne**, których maksimum przypada na 12 listopada. Radianty obu rojów znajdują się w gwiazdozbiorze Byka.

Jednym z bardziej rozpoznawalnych rojów na jesiennym niebie są z pewnością **Orionidy**. Jest to kolejny strumień należący do komety 1P/Halley, a obserwować go można od 2 października do 7 listopada. Maksimum przypada 21 października, a obserwować wtedy możemy do 20 – 30 zjawisk na godzinę. Orionidy potrafią popisywać się pięknymi bolidami.



Ostatni miesiąc roku, to czas tzw. Zimowych Perseidów. Geneza **Geminidów** nie jest do końca znana. Przypuszczamy, że pochodzą one od planetoidy 3200 Phaethon. Aktywność Geminidów przypada między 7 a 17 grudnia, zaś swoje maksimum osiągają 14 grudnia. Ich intensywność sięga nawet 100–120 zjawisk na godzinę.

Rok 2016 zamykają Ursydy – rój należący do komety 8P/Tuttle, który w przeszłości wyróżniał się całkiem wysoką aktywnością. W latach 1945 i 1986 ZHR sięgał 100 meteorów na godzinę, a ostatnia wzmożona aktywność miała miejsce w 2008 r. Wtedy obserwowano około 30 zjawisk na godzinę. Ursydy będą rozświetlały nasze niebo w drugiej połowie grudnia. Ich maksimum wystąpi 22 dnia tego miesiąca, około godziny 9:00 UT. Przewidywany ZHR to 10 zjawisk na godzinę.



Niżej zamieszczam tabelkę ze spisem wszystkich opisanych rojów. Wszystkim obserwatorom życzę pogodnego nieba i wielu niezapomnianych bolidów.

Przemysław Żoładek

**ZHR** – Zenitalna Liczba Godzinna – liczba meteorów, które można zaobserwować pod ciemnym niebem, o zasięgu granicznym gwiazd równym 6,5 mag oraz radiantem znajdującym się idealnie w zenicie. Nie powinniśmy się spodziewać, że podczas obserwacji zobaczymy tyle zjawisk, ile jest wskazanych w tabeli.

**V** – prędkość, z jaką meteoroidy wchodzą w atmosferę.

**R** – współczynnik masowy roju określający stosunek meteorów o jasności  $m$  do ilości meteorów o jasności  $m+1$ . Jeśli meteorów słabych jest znacznie więcej, to współczynnik R ma liczbowo większą wartość. Oznacza to, że strumień jest złożony głównie ze słabszej materii.

Faza Księżyca podana jest dla nocy maksimum.

Nazwa	Aktywność	Maksimum	ZHR	V[km/s]	R	Faza Księżyca
Kwadrantydy (QUA)	28.12–12.01	4.01	60–200	41	2,1	Trzecia kwadra
α-Centauryd (ACE)	21.01–21.02	08.02 (18:30 UT)	6	56	2,0	Nów
γ-Normidy (GNO)	7–17.03	14.03	6	56	2,4	Pierwsza kwadra
Lirydy (LYR)	16–25.04	22.04 (6:00 UT)	18	49	2,1	Pełnia
η-Akvarydy (ETA)	19.04–28.05	05.05 (20:00 UT)	40	66	2,4	Nów
η-Lirydy (ELY)	3–14.05	8.05 lub 10.05	3	43	3,0	Sierp przybywający
Arietydy (ARI)	14.05–24.06	07.06	50	38	2,8	Nów
Bootydy Czerwcowe (JBO)	22.06–02.07	27.06 (3:00 UT)	0–100	18	2,2	Trzecia kwadra
Pegazydy lipcowe (JPE)	7–13.07	09.07	3	70	2,0	Sierp przybywający
ζ-Cassiopedy (ZCS)	11–17.07	14/15.07	5	23	2,5	Pierwsza kwadra
α-Kaprikornidy (CAP)	03.07–15.08	30/31.07	5	23	2,5	Sierp ubywający
Piscis-Austrinidy (PAU)	15.07–10.08	28.07	5	35	3,2	Trzecia kwadra
δ-Akvarydy (SDA)	12.07–23.08	30/31.07	16	41	3,2	Sierp ubywający
Perseidy (PER)	17.07–25.08	11.08 – 13.08	150–160	59	2,2	Pierwsza kwadra
K-Cygnydy	3.08–25.08	17/18.08	3	25	3,0	Pełnia
Aurygydy (AUR)	28.08–05.09	31.08 (19:00 UT)	6	66	2,5	Nów
Wrześniowe Perseidy (SPE)	05.09–21.09	09.09 (4:00 UT)	5	64	3,0	Pierwsza kwadra
Drakonidy (DRA)	6.10 – 10.01	08/09.10	Nieokreślony	20	2,6	Pierwsza kwadra
Południowe Tauryd (STA)	17.09–20.11	10.09	5	27	2,3	Pierwsza kwadra
Północne Tauryd (NTA)	20.10–10.12	12.11	5	29	2,3	Pełnia
Orionidy (ORI)	02.10 – 07.11	21.10	15	60	2,5	Trzecia kwadra
Geminidy (GEM)	7.12 – 17.12	14/15.12	100–120	35	2,6	Pełnia
Ursydy (URS)	17.12 – 26.12	22/23.12	10	33	3,0	Trzecia kwadra

# PREZENTY DLA MŁODYCH ODKRYWCÓW!



TELESKOP  
Sky-Watcher  
BK1149EQ2

Jeden z najpopularniejszych teleskopów na montażu parabolaktycznym w swojej klasie cenowej. Sprawdzi się podczas obserwacji Układu Słonecznego a także wielu obiektów mgławicowych. Zobaczysz nim m.in. kratery na Księżycu oraz pierścienie Saturna.



LORNETKA  
Delta Optical Discovery 10x50

Discovery to lekkie lornetki o wytrzymałej konstrukcji. Powłoki antyodblaskowe oraz wysokiej jakości pryzmaty BaK4 zapewniają ostry i jasny obraz. Lornetki posiada centralną regulację ostrości wraz z regulacją dioptryczną na prawym okularze.



## MIKROSKOP

### Delta Optical BioLight 300 z kamerą 2 MP

- szklana optyka zapewnia jasny i ostry obraz
- solidny, metalowy korpus gwarantuje wieloletnią niezawodność
- współosiowa śruba mikro i makrometryczna
- podwójny system oświetlenia
- duży zakres powiększeń: od 40x do 400x
- możliwość zasilania z baterii AA lub z sieci
- w komplecie zestaw preparatów i narzędzi preparacyjnych oraz kamera o rozdzielcości 2MP do zapisu zdjęć i ujęć video



MIKROSKOP CYFROWY  
Delta Optical Smart 5MP Pro

Nowy mikroskop cyfrowy USB Delta Optical Smart 5MP PRO to bardzo intuicyjne w użyciu, praktyczne i uniwersalne narzędzie do wielorakich zastosowań. Matrycy o rozdzielcości 5 MP pozwala na podgląd obrazu na żywo, zapis statycznych obrazów oraz plików video. Zakres powiększeń 20x-300x. W wyposażeniu statyw, wzornik do kalibracji oraz oprogramowanie w języku polskim.



10% rabatu od podanych  
cen na hasło\*  
„Urania2016”

\*Promocja obowiązuje do 31.03.2016 r.



Infolinia: 801.011.337 lub 25 786.05.20

[www.deltaoptical.pl](http://www.deltaoptical.pl) \* [facebook.com/Delta.Optical.Polska](https://facebook.com/Delta.Optical.Polska)

## Zadanie II stopnia LVI Olimpiady Astronomicznej

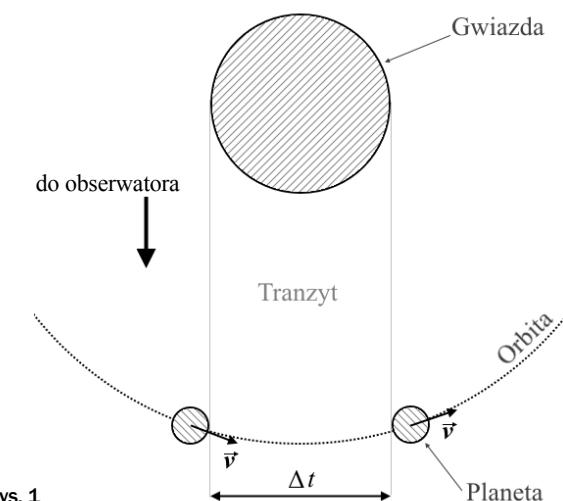
Zaobserwowano moment początkowy  $t_0$  oraz moment końcowy  $t$ , centralnego tranzytu planety na tle tarczy gwiazdy ciągu głównego o temperaturze efektywnej  $T_G = 6300\text{ K}$  oraz mocy promieniowania  $L_G = 1,4\text{ }L_\odot$ . Różnica momentów  $t_0$  i  $t$ , wynosiła  $\Delta t = 9^{\text{h}}\text{ }48^{\text{m}}$ . Podaj, kiedy należy spodziewać się kolejnego tranzytu planety. W obliczeniach przyjmij kołowość orbit.

**Uwaga.** Pomiędzy mocą promieniowania gwiazdy ( $L_G$ ) i masą gwiazdy ( $M_G$ ) ciągu głównego zachodzi następująca przybliżona zależność (zwana również zależnością Eddingtona):

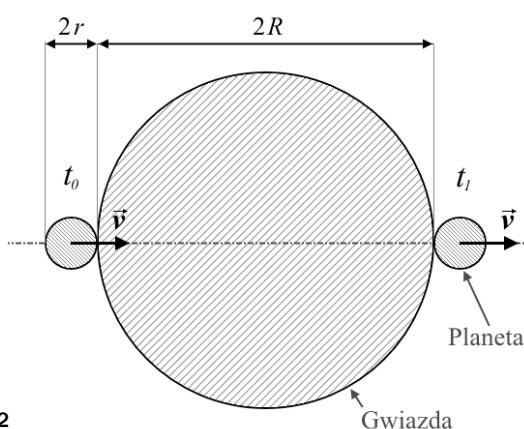
$$\log\left(\frac{L_G}{L_\odot}\right) = 3,8 \cdot \log\left(\frac{M_G}{M_\odot}\right) + 0,08$$

### Rozwiążanie

Tranzysto zjawisko, podczas którego obserwujemy spadek jasności gwiazdy na skutek jej częściowego przysłonięcia przez planetę krążącą wokół niej (rys. 1). W tym zadaniu mamy do czynienia z tranzytem centralnym, to znaczy, że planeta z perspektywy obserwatora ziemskiego przesuwa się wzdłuż średnic tarczy gwiazdy. Przedstawione zostało to na rys. 2.



Rys. 1



Rys. 2

Oczywistym jest, że następnego tranzytu należy się spodziewać w momencie  $t_0 + T$ , gdzie  $T$  jest okresem obiegu planety wokół gwiazdy. Jest to zatem jedyna niewiadoma w zadaniu. Znaleźć ją można, obliczając prędkość orbitalną planety oraz promień orbity. Pierwszą z nich znajdziemy, analizując dokładnie przebieg zjawiska.

Planeta podczas tranzytu porusza się po niewielkim wycinku swojej orbity. W związku z tym możemy założyć, że ruch ten jest ruchem jednostajnym prostoliniowym, a przebyta droga, co

łatwo wywnioskować z rys. 2, to suma średnic planety i gwiazdy. Zatem możemy zapisać prostą zależność:

$$v = \frac{2r + 2R}{\Delta t}$$

gdzie:  $r$  – promień planety,  $R$  – promień gwiazdy,  $v$  – prędkość orbitalna planety. Promień  $r$  pomijamy, gdyż rozmiary planet są dużo mniejsze niż rozmiary gwiazd. Dlatego korzystać będziemy z przybliżonej zależności:

$$v \approx \frac{2R}{\Delta t} \quad (1)$$

Teraz, aby znaleźć prędkość orbitalną, pozostało policzyć promień gwiazdy. W tym celu wykorzystamy dane z charakterystyki fizycznej gwiazdy, tj. temperaturę i moc promieniowania. Możemy założyć, że Słońce oraz dana gwiazda promieniują jak ciała doskonale czarne. Według prawa Stefana-Boltzmana moc promieniowania jest więc proporcjonalna do kwadratu promienia oraz temperatury w czwartej potędze. Prawdziwa w związku z tym jest równość:

$$\frac{L_G}{R^2 \cdot T_G^4} = \frac{L_\odot}{R_\odot^2 \cdot T_\odot^4}$$

Po przekształceniu i wstawieniu do zależności (1) otrzymujemy:

$$v = \frac{2R_\odot}{\Delta t} \cdot \sqrt{\frac{L_G}{L_\odot} \cdot \frac{T_\odot^2}{T_G^2}} \quad (2)$$

Pozostaje policzyć promień orbity planety. Najpierw jednak znajdźmy masę gwiazdy. Zrobimy to, używając zależności Eddingtona podanej w zadaniu. Po przekształceniu do interesującej nas postaci wygląda ona następująco:

$$M_G = 10^{\frac{\log(L_G) - 0,08}{3,8}} \cdot M_\odot \quad (3)$$

Wykorzystamy teraz wzór na prędkość na orbicie kołowej (a to promień orbity):

$$v = \sqrt{\frac{GM_G}{a}}$$

Po przekształceniu i wstawieniu  $M_G$  z zależności (3):

$$a = \frac{GM_G}{v^2} = \frac{GM_\odot}{v^2} \cdot 10^{\frac{\log(L_G) - 0,08}{3,8}} \quad (4)$$

Teraz, wykorzystując równania (2) oraz (4), możemy obliczyć okres obiegu planety:

$$T = \frac{2\pi a}{v} = \frac{2\pi GM_\odot}{v^3} \cdot 10^{\frac{\log(L_G) - 0,08}{3,8}}$$

co ostatecznie daje:

$$T = \frac{\pi GM_\odot}{4 \left( \frac{R_\odot}{\Delta t} \right)^3 \left( \frac{L_G}{L_\odot} \right)^{\frac{3}{2}} \left( \frac{T_\odot}{T_G} \right)^6} \cdot 10^{\frac{\log(L_G) - 0,08}{3,8}}$$

Po wstawieniu danych liczbowych ( $T_G = 5780\text{ K}$ ,  $M_\odot = 1,99 \times 10^{30}\text{ kg}$ ,  $R_\odot = 6,96 \times 10^8\text{ m}$ ) dostajemy wynik ok. 165 dni i 14 godzin. Mniej więcej po takim czasie należy się spodziewać następnego tranzytu.

Michał Grendysz

Autor rozwiązania to dwukrotny laureat Olimpiady Astronomicznej (LVII i LVIII), zdobywca brązowego medalu na ósmej oraz wyróżnienia na dziesiątej Międzynarodowej Olimpiadzie z Astronomii i Astrofizyką, miłośnik astronomii oraz sympatyk Klubu Astronomicznego „Almukantara”. Obecnie student I roku Lotnictwa i Kosmonautyki na Wydziale Mechanicznym Energetyki i Lotnictwa Politechniki Warszawskiej.

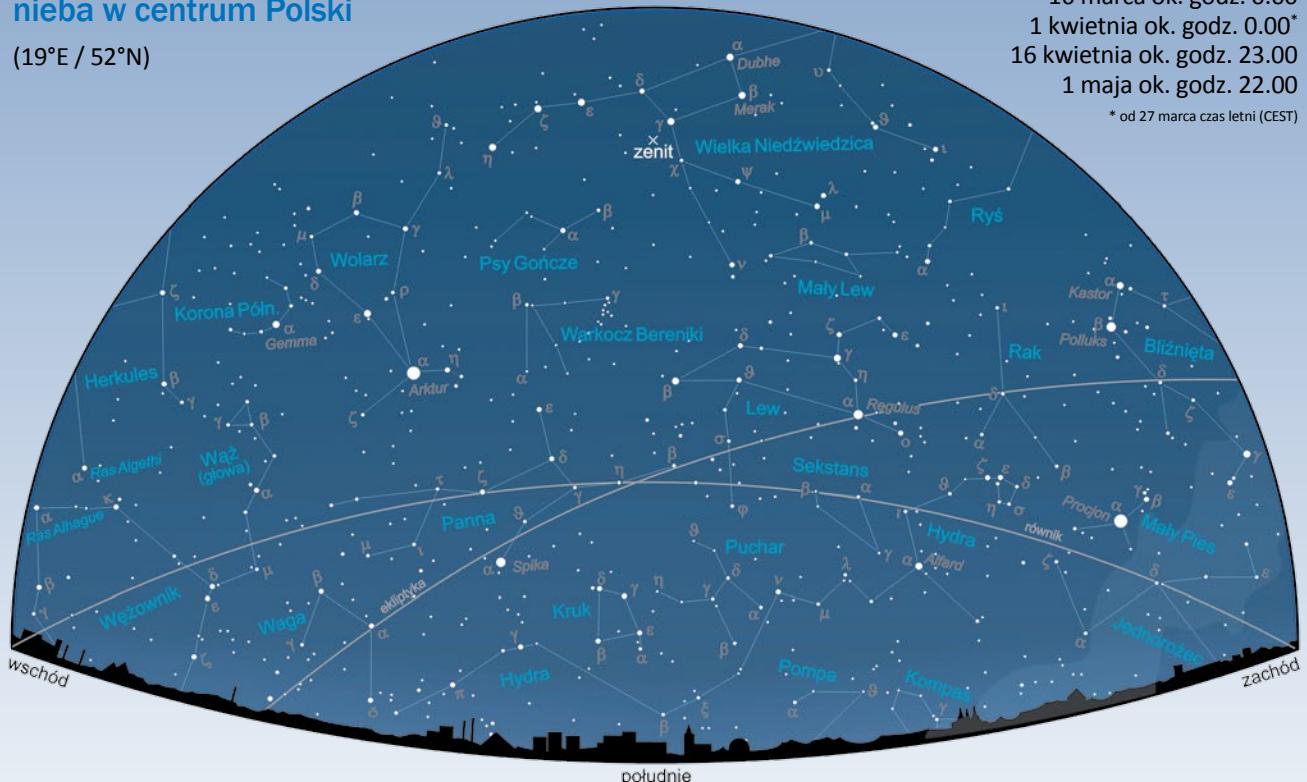
# Niebo nad Polską

## Widok południowej strony nieba w centrum Polski

(19°E / 52°N)

- 1 marca ok. godz. 1.00  
16 marca ok. godz. 0.00  
1 kwietnia ok. godz. 0.00\*  
16 kwietnia ok. godz. 23.00  
1 maja ok. godz. 22.00

\* od 27 marca czas letni (CEST)

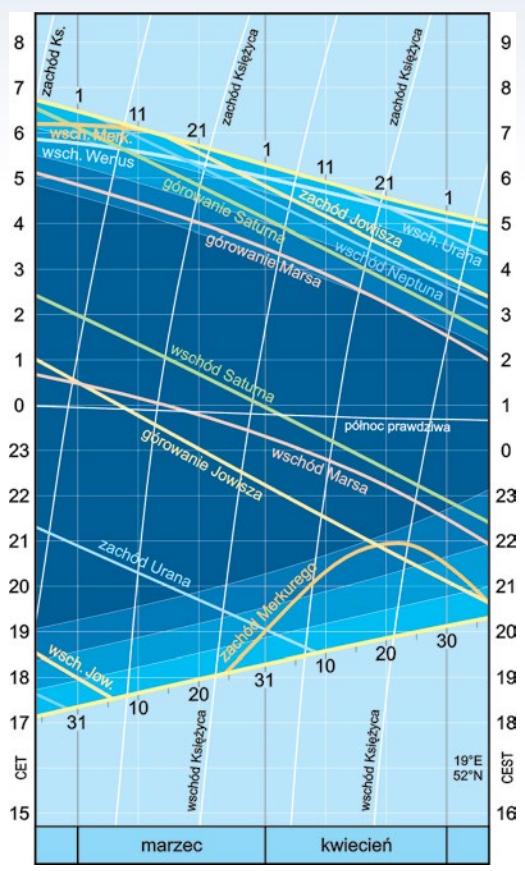


## Niebo w marcu i kwietniu 2016

Po dłuższym o dzień lutym, pozostałe miesiące roku, rzec można: odwiecznie, zachowują każdego roku przypisane im jeszcze w kalendarzu juliańskim długości. W sumie 61 dni marca i kwietnia, to okres przełomu zimy i wiosny, czas najszybszego wydłużania się dni i skracania nocy. Od przełomowego momentu wiosennej równonocy, w tym roku przypadającej wczesnym ranem 20 marca o godz. 5.30, aż do wrześniowego jesiennego zrównania dnia z nocą, dnie będą dłuższe od nocy. Różnice te, największe w czasie letniego przesilenia, wyraźnie zależą od szerokości geograficznej i na terenie Polski, z końcem kwietnia osiągają od 5 h 08 min na krańcach południowych do 6 h 22 min na północnych. Przez cały marzec i kwiecień dnia przybywa od 3 h 32 min na południu do 4 h 23 min na najdalej na północ wysuniętych terenach Polski.

Wciąż jednak noce są dostatecznie długie, by móc prowadzić obserwacje gwiazdozbiorów wszystkich pór roku. Z początkiem marca, po zmierzchu zobaczymy już tylko dwie, najwyższej usytuowane gwiazdy Trójkąta Letniego, świecące nisko nad północno-zachodnim horyzontem: Deneba z konstelacji Łabędzia i Węgę z Lutni. Na zachodzie niemal dotyka już horyzontu jesienny Pegaz, podczas gdy na południu – jak na trwającą jeszcze zimę przystało – wciąż króluje Zimowy Sześciokąt. Około północy Byk, Woźnica, Bliźnięta, Mały i Wielki Pies oraz wspaniały Orion zaczynają jednak kryć się pod horyzontem na południowym zachodzie. Druga połowa wczesnomarcowych nocy należy już do wiosennych konstelacji, których trzy najjaśniejsze gwiazdy – Regulus z Lwa, Arktur z Wolarza i najjaśniejsza w Pannie Spika – układają się w obszerny Trójkąt Wiosenny. Trzy godziny przed świtem, tym razem na wschodzie, błyszczy już znowu w komplecie Trójkąt Letni – wraz z najniższym wierzchołkiem, Altairem z gwiazdozbioru Orła, zaś krótko przed świtem, tym razem nad wschodnim horyzontem, ponownie błyszczy Pegaz.

W miarę skracania się nocy, gwiazdny asortyment ulega stopniowemu ograniczeniu i z końcem kwietnia już godzinę po zmierzchu pierwsze konstellacje Zimowego Sześciokąta – Wielki Pies i Orion zaczynają kryć się pod



## Wschody i zachody Słońca, Księżyca i planet

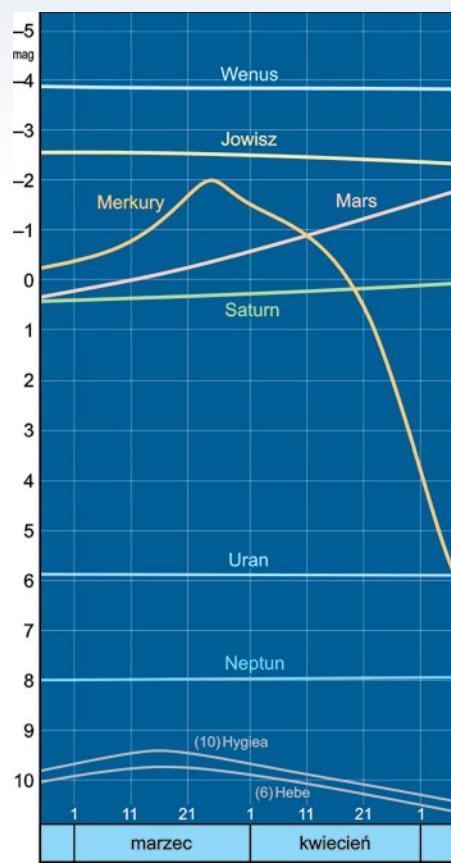
horyzontem, a południową stroną nieba władają wiosenne – Hydra, Lew, Wolarz i Panna. Przed świtem prawie zenitu sięga Wega z Lutni, a wraz z nią niemal góruje już cały Trójkąt Letni.

Marzec i kwiecień to najlepszy czas, by przyjrzeć się ciekawej konstelacji Hydry, pod kilkoma względami rekordzistce wśród wszystkich 88 gwiazdozbiorów całego nieba. Wprawdzie pośród blisko 130 gwiazd Hydry dostrzegalnych gołym okiem w istotnym stopniu wyróżnia się tylko jedna, Alford, zwana też Sercem Hydry, nie ma w tej konstelacji zbyt wielu jasnych gwiazd. A jednak nie ma ona konkurencji pod względem długości i zajmowanego obszaru nieba. Zachodnie krańce Hydry (głowa) od wschodnich krańców (ogon) dzieli ponad  $100^\circ$ , czyli prawie 7 godzin rektascensji, a jej rekordowa powierzchnia to  $1302$  stopnie kwadratowe.

Z wysoko uniesioną głową poniżej Raka, dalej Hydra rozciąga się pod wiosennymi konstelacjami Lwa i Panny, oddzielona od nich niewielkimi gwiazdozbiorami Sekstansu, Pucharu i Kruga, a końcem ogona sięga Wag, w ten sposób spinając niejako od południa obszar, który zwykliśmy nazywać niebem wiosennym.

Gdy w połowie nocy spod horyzontu wychylają się ostatnie gwiazdy Hydry (na przełomie marca i kwietnia około  $1.00$ ), na wschodzie błyśnieją już pierwsze gwiazdozbiory letnie: Herkules oraz (częściowo jeszcze pod horyzontem) Wężownik. Te dwie konstelacje też nie wyróżniają się zbyt jasnymi gwiazdami, choć wiele w nich interesujących obiektów. Niektórym z nich warto będzie bliżej przyjrzeć się za dwa miesiące. Ale wzrok przykuwają już trzy jasne gwiazdy Trójkąta Letniego.

Na uwagę zasługują – znane chyba każdemu, kto choć raz spoglądał w nocne niebo – najjaśniejsze gwiazdy Wielkiej Niedźwiedzicy. W środku marcowych i kwietniowych nocy możemy obserwować przemarsz siedmiu gwiazd Wielkiego Wozu przez zenit, dokładnie nad naszymi głowami.



Jasności, rozmiary kątowe i wygląd planet

## Ważniejsze wydarzenia marca i kwietnia 2016

### marzec

2	0.11	ostatnia kwadra Księżyca
2	8.18	koniunkcja Księżyca $3,6^\circ\text{N}$ z Saturnem
3	15.19	maksymalna deklinacja Księżyca, $\delta = -18^\circ 13'$
7	9.45	koniunkcja Księżyca $3,4^\circ\text{N}$ z Wenus
8	3.28	koniunkcja Księżyca $3,8^\circ\text{N}$ z Merkurym
8	11.56	Jowisz w opozycji do Słońca, $4,435$ au od Ziemi
8	12.10	koniunkcja Księżyca $1,9^\circ\text{N}$ z Neptunem
9	2.55	nów Księżyca
9	2.57	całkowite zaćmienie Słońca, w Polsce niewidoczne
9	7.30	Księżyca w węźle zstępującym, $\lambda = 351^\circ 34'$
10	8.04	perygeum Księżyca, $359\ 515,7$ km od Ziemi
11	2.42	koniunkcja Księżyca $1,8^\circ\text{S}$ z Uranem
11	7.00	koniunkcja Merkurego $1,4^\circ\text{S}$ z Neptunem
12	1.35	Słońce wkracza do gwiazdozbioru Ryb
15	15.31	opoz. planetoidy (10) Hygiea, $1,942$ au od Ziemi
15	18.03	pierwsza kwadra Księżyca
16	6.04	maksymalna deklinacja Księżyca, $\delta = +18^\circ 12'$
17	13.06	opoz. planetoidy (6) Hebe, $1,895$ au od Ziemi
20	5.30	Słońce w punkcie Barana – początek astr. wiosny
20	18.44	bliska koniunkcja Wenus $29^\circ\text{S}$ z Neptunem
22	3.26	koniunkcja Księżyca $2,0^\circ\text{S}$ z Jowiszem
22	14.00	Księżyca w węźle wstępującym, $\lambda = 171^\circ 37'$
23	12.47	półcień. zaćmienie Księżyca, w Polsce niewidoczne
23	13.01	pełnia Księżyca
24	0.57	koniunkcja górnego Merkurego ze Słońcem ( $1,3^\circ\text{S}$ )
25	9.35	Saturn rozpoczyna ruch wsteczny w długości eklipt.
25	15.17	apogeum Księżyca, $406\ 131,9$ km od Ziemi
28	22.11	koniunkcja Księżyca $4,1^\circ\text{N}$ z Marsem
29	17.17	koniunkcja Księżyca $3,5^\circ\text{N}$ z Saturnem
31	0.14	maksymalna deklinacja Księżyca, $\delta = -18^\circ 14'$
31	17.17	ostatnia kwadra Księżyca
31	22.49	bliska koniunkcja Merkurego $34^\circ\text{N}$ z Uranem

### kwiecień

5	1.41	koniunkcja Księżyca $1,8^\circ\text{N}$ z Neptunem
5	19.26	Księżyca w węźle zstępującym, $\lambda = 351^\circ 28'$
6	9.41	zakrycie Wenus przez Księżyca, odkrycie o $10.37$ nowów Księżyca
6	10.00	koniunkcja Księżyca $0,7^\circ\text{N}$ z Wenus
7	13.24	nów Księżyca
7	16.55	koniunkcja Księżyca $1,9^\circ\text{S}$ z Uranem
7	19.36	perygeum Księżyca, $357\ 168,9$ km od Ziemi
8	15.41	koniunkcja Księżyca $5,0^\circ\text{S}$ z Merkurem
9	23.26	Uran w koniunkcji ze Słońcem
10	22.05	zakrycie $3,8^\circ$ theta <sup>1</sup> Tau przez Księżyca, do $22.56$
10	22.07	zakrycie $3,4^\circ$ theta <sup>2</sup> Tau przez Księżyca, do $22.58$
12	14.14	maksymalna deklinacja Księżyca, $\delta = +18^\circ 17'$
14	5.59	pierwsza kwadra Księżyca
17	14.05	Mars rozpoczyna ruch wsteczny w długości eklipt.
18	5.04	koniunkcja Księżyca $2,1^\circ\text{S}$ z Jowiszem
18	13.39	Słońce wkracza do gwiazdozbioru Barana
18	15.59	maks. elongacja Merkurego, $19,9^\circ\text{E}$ od Słońca
18	20.24	Księżyca w węźle wstępującym, $\lambda = 171^\circ 21'$
19	17.29	Słońce wstępuje w znak Byka ( $\lambda = 30^\circ$ )
21	18.05	apogeum Księżyca, $406\ 357,6$ km od Ziemi
22	7.24	pełnia Księżyca
22	22.59	bliska koniunkcja Wenus $48^\circ\text{S}$ z Uranem
25	7.45	koniunkcja Księżyca $4,9^\circ\text{N}$ z Marsem
25	21.46	koniunkcja Księżyca $3,3^\circ\text{N}$ z Saturnem
27	6.48	maksymalna deklinacja Księżyca, $\delta = -18^\circ 23'$
28	19.20	Merkury rozpoczyna ruch wsteczny w dług. eklipt.
30	5.29	ostatnia kwadra Księżyca

Mapki i wykresy zamieszczone na pierwszych dwóch stronach Kalendarza pozwalają zorientować się w wyglądzie południowej części naszego nocnego nieba, widzianego z centrum Polski w marcowe i kwietniowe noce, wyznaczyć godziny wschódów i zachodów Słońca, Księżyca i planet, prześledzić zmiany obserwowanych jasności i rozmiarów kątowych planet, w tym również szczególnie szybko zmieniające się kształty oświetlonej części tarczy Merkurego i Wenus. Ostatnia, panoramiczna mapa ukazuje m. in. zmieniające się w tym czasie położenia planet na tle gwiazd. Wszystkie momenty podano w obowiązującym w Polsce czasie urzędowym — do 26 marca czasie środkowoeuropejskim (CET), a od 27 marca w środkowoeuropejskim letnim (CEST).

## Słońce

W marcu i kwietniu Słońce pozornie pokonuje na niebie dystans  $60,2^\circ$ . Oddalając się od peryhelium swej orbity, przez które przechodziła 3 stycznia, nasza planeta stopniowo zmniejszać będzie prędkość, aż do minimalnej w okolicy aphelium — 4 lipca. Z kolei 4 kwietnia, w środku dnia Ziemia znajdzie się w średniej odległości od Słońca — dokładnie 1 jednostkę astronomiczną (au) od naszej dziennej gwiazdy.

Marcowo-lutowa trasa Słońca rozpoczyna się w centralnych rejonach jesiennej konstelacji Wodnika, by po 11 dniach wkroczyć w granice Ryb. Tu przebiega najdłuższy w omawianym okresie, 37-stopniowy odcinek drogi Słońca. Przez ostatnie 12,5 doby kwietnia Słońce będzie wędrować w granicach Barana, docierając niemal do połowy odcinka ekiptyki przebiegającego przez południowe rejony tego gwiazdozbioru. Na wszelki wypadek przypomnijmy, że podstawą przypisania danej grupy gwiazdozbiorów zodiakalnych do pory roku jest ich najlepsza wówczas widoczność, zaś Słońce w tym czasie wędruje po przeciwnej stronie zodiaku. I tak, wiosną Słońce wędruje właśnie przez gwiazdozbiory jesienne.

Podczas tych dwóch miesięcy dzienny łuk zakreślany na niebie przez Słońce wznieśnie się o ponad  $22^\circ$ . W centrum Polski wysokość górowania Słońca w prawdziwe południe wzrośnie z prawie  $31^\circ$  do  $53^\circ$  nad horyzontem.

Całkowite zaćmienie Słońca 9 marca będzie miało miejsce w godzinach nocnych naszego czasu, a to oznacza, że będzie widoczne na antypodach — na wyspach Indonezji i Oceanii. Również efektowne obrączkowe zaćmienie Słońca 1 września nie będzie widoczne w Europie.

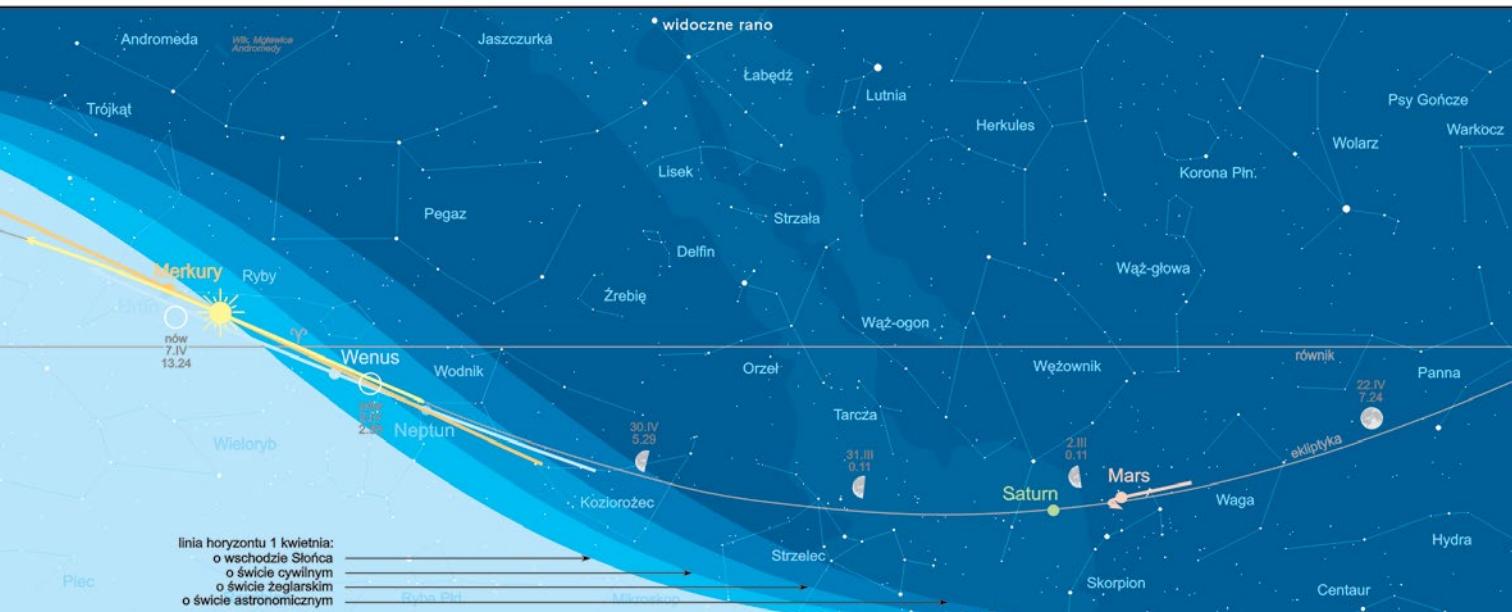
Ksieżyc

Marcową wędrówkę po niebie nasz naturalny satelita rozpoczęcie — dobę przed ostatnią kwadrą oświetlony w niemal 60% — blisko wschodniej granicy Wagi, by po 5 godzinach znaleźć się w wąskim północnym rejonie Skorpionie, na pokonanie którego wystarcza mu 11 godzin. Dokonawszy przez dwa miesiące ponad 2,2 okrążenia pasa zodiaku, pokonawszy w sumie dystans  $801^\circ$ , z końcem kwietnia 42-procentowy, malejący Księżyca dotrze do wschodnich rejonów Koziorożca.

Podczas 15 w omawianym czasie koniunkcji z planetami, tym razem trzykrotnie Księżyc spotka się z Saturnem w południowym rejonie gwiazdzbioru Wężownika – 2 marca za dnia, 29 marca głęboko pod horyzontem i 25 kwietnia krótko przed wschodem. I tym razem nie będą to zbyt duże zbliżenia na niebie Księżyca do planet, z jednym wszakże wyjątkiem. Podczas koniunkcji 6 kwietnia, geocentrycznie, a więc tak jakbyśmy oglądali to z kierunku od środka Ziemi, Księżyc zbliży się do Wenus na zaledwie 2/3 stopnia. Jednak z racji bliskości Księżyca, z różnych rejonów Ziemi jego koniunkcje z odległymi obiekttami wyglądają inaczej. Najbardziej dla nas interesująca może jednak być sytuacja oglądana z terenu Polski, a nawet na tak ograniczonym obszarze różnice mogą być dość wyraźne. Co ważne, nad Polską ta koniunkcja skutkuje zakryciem Wenus przez Księżyca, trwającym od 50 minut na północy do około godziny na południu. Ale co niesłychanie najważniejsze – zjawisko będzie miało miejsce około godz. 10.00, a więc w pełni dnia, co uniemożliwi jego bezpośrednią obserwację nieuzbrojonym okiem.

Oczywiście znacznie częściej na swej drodze Księżyc spotyka jasne gwiazdy pasa zodiakalnego, przy czym szczególnie efektowne są ich zakrycia przez księżycową tarczę. W marcu i kwietniu brak spektakularnych przesłonięć bardziej jasnych gwiazd. Warto jednak zwrócić uwagę na zakrycie 10 kwietnia wieczorem, w krótkim odstępie czasu, dwóch składników podwójnej gwiazdy theta Tauri w głowie Byka, należącej do otwartej gromady gwiazd Hiady. Łatwe do oddzielenia nawet przy obserwacji gołym okiem, odległe od siebie o 5,6', dość jasne gwiazdy 3,8 i 3,4 magnitudo, w centrum Polski młody Księżyc (3,5 doby po nowiu) zakryje kolejno o 22.05 i 22.07 ciemnym brzegiem tarczy, by po 51 minutach ponownie odsłonić z jasnej strony.

Dwa tygodnie po niewidocznym u nas całkowitym zaćmieniu Słońca, 23 marca będzie miało miejsce półciemione zaćmienie Księżyca — mało efektowne i na dodatek również niewidoczne z terenu Polski.



## Planety i planetoidy

Blisko pół roku po jesiennym zbliżeniu w konstelacji Lwa trzech jasnych planet — Wenus, Marsa i Jowisza na porannym niebie, na przełomie zimy i wiosny dzielą je już spore odległości. Wszystko za sprawą różnych okresów obiegu planet wokół Słońca, co wprost przekłada się na szybkość oglądanego z Ziemi pozornego ich ruchu na tle gwiazd. Do pierwszych dni marca, goszcząca w Koziorożu Wenus zdążyła wyprzedzić o  $78^\circ$  Marsa w Wadze, który z kolei wyprzedza o blisko  $70^\circ$  pozostającego nadal w Lwie Jowisza. Tym sposobem pomiędzy nimi znalazł się również Saturn, leniwie poruszający się w południowych rejonach gwiazdozbioru Wężownika. Pod koniec kwietnia odległości te wzrosną, odpowiednio do  $143^\circ$  i  $85^\circ$ , a Mars zbliży się na  $8^\circ$  do Saturna, z którym jednak spotka się dopiero pod koniec sierpnia.

W zasadzie kończy się już czas widoczności Wenus w roli Gwiazdy Porannej — w końcu omawianego okresu wschodzi zalewając 10 minut przed Słońcem. Zobaczmy ją znów najwcześniej pod koniec czerwca, tym razem jako Gwiazdę Wieczorną. Bardzo jasny Jowisz, dzięki opozycji 8 marca, przez cały miesiąc gości na niebie od zmierzchu do świtu. Pod koniec marca już przed północą wschodzi Mars, którego opozycje do Słońca mają miejsce średnio co 2,2 roku — na najbliższą musimy jeszcze poczekać do 22 maja. W drugiej połowie kwietnia również Saturna możemy oglądać już krótko przed północą. Tak więc po dłuższym czasie niemal planetarnej pustki na wieczornym niebie, mamy już okres w miarę równomiernego rozkładu jasnych planet.

W zasadzie niedostrzegalny gólem okiem Uran i jeszcze ciemniejszy Neptun są zbyt blisko Słońca, więc ambitniejsi obserwatorzy planet powinni poczekać kilka miesięcy na lepszy czas, najlepiej w pobliżu ich opozycji, odpowiednio 11 października i 2 września.

Każdego dnia mamy liczne opozycje planetoid, jednak ograniczając się jedynie do jaśniejszych, warto zwłaszcza wymienić, kolejno: znaną od 1849 r. (10) Hygiea i odkrytą 2 lata wcześniej (6) Hebe, których opozycje przypadają 15 i 17 marca.

## Roje meteorów

Każdego roku pomiędzy 16 a 25 kwietnia przypada okres aktywności roju meteorów Lirydy, związanych z okresową kometą C/1861 G1 (Thatcher), odwiedzającą okolice Słońca raz na 415 lat. Podczas przypadającego nocą z 21 na 22 kwietnia maksimum, po północy można obserwować średnio około 18

nieszybkich przelotów białych meteorów, pozornie wybiegających z obszaru gwiazdozbioru Lutni.

## Gwiazdy zmienne

1 kwietnia maksimum jasności osiąga Mira, (omicron Ceti), o okresie zmienności 331 dni, stanowiąca prototyp długookresowych gwiazd zmiennych, ogólnie zwanych mirydami.

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

Algol (β Persei), zmiana zaćmienna o okresie 2,8674 doby i zakresie zmian jasności od  $2,1^m$  do  $3,4^m$ . Tabela zawiera momenty głównych (głębszych) minimów jasności:

marzec		kwiecień	
13, 5.08	18, 22.46	5, 4.42	10, 22.20
16, 1.57		8, 1.31	28, 3.16

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

marzec		kwiecień	
2, 2.55	18, 5.17	14, 2.12	
12, 20.30	28, 23.51	30, 4.34	

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

marzec		kwiecień			
3, R Lep	6,8 <sup>m</sup>	1. o Cet	3,4 <sup>m</sup>	6, W Cet	7,6 <sup>m</sup>
12, R Tri	7,5 <sup>m</sup>	3, R Peg	7,8 <sup>m</sup>	13, RR Sgr	6,8 <sup>m</sup>
26, S Vir	7,0 <sup>m</sup>	5, R LMi	7,1 <sup>m</sup>	24, R Boo	7,2 <sup>m</sup>
31, U Ori	6,3 <sup>m</sup>	5, T Her	8,0 <sup>m</sup>	29, R And	6,9 <sup>m</sup>

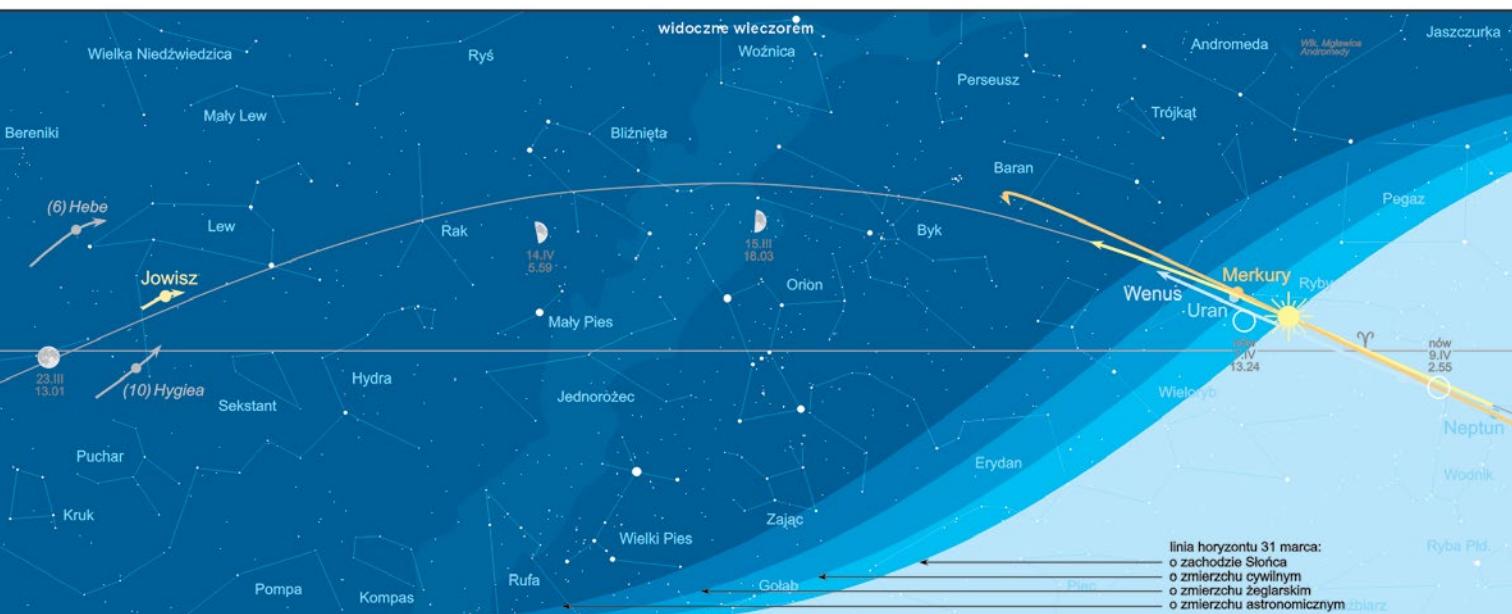
Opracował Jan Desselberger

Więcej informacji:

ALMANACH ASTRONOMICZNY  
TOMASZA ŚCIĘŻORA  
<http://www.urania.edu.pl/almanach>



ROCZNIK ASTRONOMICZNY  
INSTYTUTU GEODEZJI I KARTOGRAFII  
<http://www.igik.edu.pl/>



# Maksimum 24 cyklu słonecznego

Za nami siódmy rok obecnego cyklu słonecznego, a tak niedawno była mowa o podwójnym maksimum z 2013 r. Patrząc z perspektywy roku, porównując średnie liczby Wolfa za ostatnie miesiące, możemy śmiało stwierdzić, że zaczynamy jazd po równej pochyłej do najbliższego minimum, o którym ledwo zdążyliśmy zapomnieć po tak słabym maksimum.

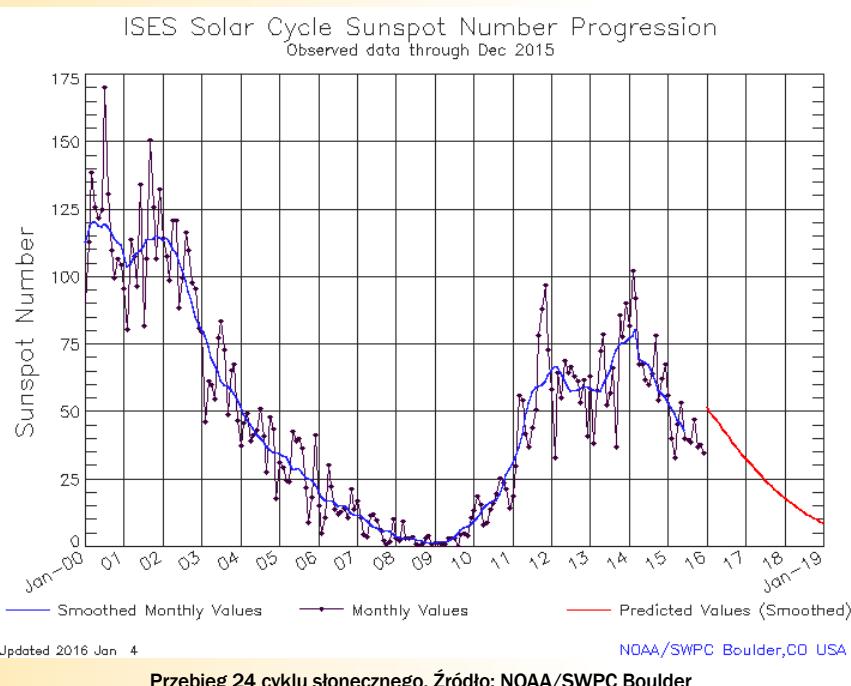
Przede wszystkim trzeba pamiętać, że okres maksymalnej aktywności słonecznej posiadał dwa szczyty. Mając podgląd ostatnich liczb Wolfa w ostatnich latach, możemy stwierdzić, że pierwsze maksimum miało miejsce w lutym 2012 r., gdzie średnia miesięczna liczba Wolfa wyniosła 66,9. Drugie zostało wyznaczone na kwiecień 2014 r. z liczbą Wolfa 81,9. Zatem ten okres możemy traktować jako oficjalne maksimum 24 cyklu aktywności słonecznej. Brnąc dalej, możemy wyciągnąć kolejną, istotną informację. Poprzednie cykle

charakteryzowały się maksimum o podwójnym szczytach, co było również jedną z przyczyn, z których i 24 cykl był prognozowany jako ten z podwójnym maksimum. Jednakże pierwszy raz w historii pomiarów doświadczaliśmy sytuacji, w której drugi szczyt charakteryzuje się wyższą aktywnością plamotwórczą od pierwszego. Liczba Wolfa za kwiecień 2014 r. jest dokładnie o 15 wyższa od tej za luty 2012.

Istotnie mieliśmy do czynienia z najsłabszym cyklem od ponad 100 lat, cofając się w przeszłość dochodzimy do 14 cyklu, który może równać się z obecnym, kolejne następujące do 23 cyklu są nieporównywalnie bardziej intensywne. Sprawdza się też kolejny raz odkryta przez heliofizyków prognoza między jednym a drugim cyklem. Zakłada ona uzależnienie wielkości maksimum cyklu następującego od długości trwania cyklu poprzedzającego. Wcale daleko nie trzeba się cofać w czasie, by zaobserwować tę zależność. Poprzedni 23 cykl słoneczny z maksimum w latach 2001–2003 był niezwykle intensywny, po czym doświadczaliśmy najgłębszego, najdłuższej trwającego minimum słonecznego od ponad 100 lat.

Mimo pożegnania z okresem maksymalnej aktywności słonecznej w tym cyklu, warto w dalszym ciągu monitorować nasze Słońce. Dlatego także w imieniu obserwatorów zapraszam czytelników „Uranii” do obserwacji i wysyłania ich wyników do Sekcji Obserwacji Słońca PTMA. Może i w tym roku będzie nam dana obserwacja pięknych zór polarnych z terenu Polski? Na duże obszary plam raczej bym nie liczył, ale kto wie?

Piotr Skorupski



Źródło: Jan Mergenthaler „Słońce-Ziemia”,  
polskiastroblogger.pl

## Początki obserwacji plam słonecznych w Polsce

Obserwacje Słońca należą do jednych z najprostszych pod kilkoma względami. Pierwszym ważnym atutem jest fakt niezarywania nocy. Innym to, że nie potrzeba teleskopu dużych rozmiarów. Mimo tych udogodnień w Polsce ludzie nie kwapią się do obserwacji Słońca. A jak to było kiedyś? Do najstarszych obserwacji Słońca w Polsce należy zaliczyć działalność jezuitów w Kaliszu w XVII w. oraz obserwacje Jana Heweliusza w Gdańsku.

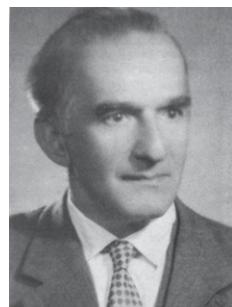
Takie obserwacje podejmowano na początku XX w., a także w okresie międzywojennym. Rezultaty opublikowano w „Uranii” nr 10 z 1925 r. (s. 89–92). Autorem artykułu jest J. Wasiutyński, który prowadził systematyczne obserwacje Słońca polegające na wyznaczaniu liczby Wolfa, rejestracji grup plam w okresie od maja do sierpnia 1925 r.,

czyli w maksymum aktywności 16 cyklu. Obserwacje tarczy słonecznej prowadzili również E. Stenz (1924) i M. Łobanow (1926). Największą liczbę obserwacji Słońca (642) w latach 1912–1939 przeprowadził A. Wilk. Dzięki PTMA dzisiaj są dostępne w archiwum w wersji elektronicznej. Po drugiej wojnie światowej obserwacje Słońca również odgrywały ważną rolę dla miłośników astronomii, o czym świadczą artykuły M. Mazura i A. Wróblewskiego, zamieszczone w „Uranii”: 5–6 1946 r. M. Mazura i 7–8 1951 r. A. Wróblewskiego. A. Wróblewski w tym tekście opublikował wyniki swoich obserwacji Słońca z lat 1949–1950. Jednak przełomową datą dla systematycznych polskich obserwacji Słońca jest rok 1951. Data wiąże się z apelem prof. Jana Mergentalera o zorganizowaniu systematycznych, jednoli-

tych i prowadzonych przez większą grupę osób obserwacji Słońca. Apel został opublikowany w Nr 7–8/1951.

Pozwolicie, że przytoczę słowa, które zaważyły na dalszej działalności obserwacyjnej Słońca przez polskich miłośników astronomii:

*Istnieje częściowo zrealizowany już projekt, by we Wrocławskim Obserwatorium zorganizować centralę obserwacji słonecznych podobną do tych, jakie istnieją w innych krajach. Dlatego zwracam się z gorącym apelem do miłośników, by chcieli wziąć udział w naszych pracach, udział nie tylko przyjemny, ale i pożyteczny, wyrażający się w obserwowaniu Słońca i nadsyłaniu do Wrocławia wyników swoich obserwacji. Na łamach „Uranii” znajdzie się w przyszłości miejsce dla stałego publikowania tak zebranych obserwacji, po opracowaniu ich we Wrocławskim Obserwatorium.*



Jan Mergenthaler

## Raport nr 11/2015

Pogoda nas nadal nie rozpieszcza. Po mało udanym październiku mamy jeszcze gorszy listopad. W listopadzie wykonaliśmy ogółem tylko 84 obserwacje plam słonecznych. Wszystkie dni zajęte dla liczby Wolfa to tylko dzięki obserwatorowi z Hiszpanii. Niestety w SN mamy aż 10 dniur obserwacyjnych. Średnia liczba Wolfa wyniosła 45,64, a średnia aktywność plamotwórcza SN 42,29. Swoje obserwacje przysiąło 9 członków sekcji. Bardzo wszystkim dziękuję za poświęcony czas na obserwacje.

### Obserwatorzy:

- |                         |                      |
|-------------------------|----------------------|
| 1. Jimenez Francisco 27 | 6. Skorupski Piotr 4 |
| 2. Zagrodnik Jerzy 13   | 7. Figiel Tadeusz 4  |
| 3. Bańkowski Janusz 13  | 8. Sidor Monika 3    |
| 4. Raczyński Łukasz 10  | 9. Bochusz Jerzy 1   |
| 5. Kucemba Łukasz 9     |                      |

Potem następuje kilka wskazówek, jak przeprowadzić takie naukowe obserwacje Słońca. Apel nie pozostał bez echa, a na wyniki nie musiano długo czekać. Jeszcze w 1951 r. grupa obserwatorów przeprowadziła 382 obserwacje, których wykonawcami byli: W. Lisiak (Poznań), J. Mergenthaler (Wrocław), M. Orlicz (Kasprowy Wierch), K. Sałasiński. W 1953 r. systematyczne obserwacje Słońca wykonywało już 12 obserwatorów. Najaktywniejszym z nich w tym czasie i przez jeszcze wiele lat był A. Barbacki z Nowego Sącza, wykorzystujący w ciągu roku 300 dni obserwacyjnych. Należy dodać, że w latach 1952–1961 wykonał 2931 obserwacji. Drugim z aktywniejszych obserwatorów był wspomniany już A. Wróblewski. 7 kwietnia 1956 r. odbył się I Zjazd Obserwatorów Słońca. Następne zjazdy były w latach 1960 i 1962. Na powstanie sekcji trzeba było poczekać jeszcze ponad 10 lat.

Cdn.

Opracował Tadeusz Figiel

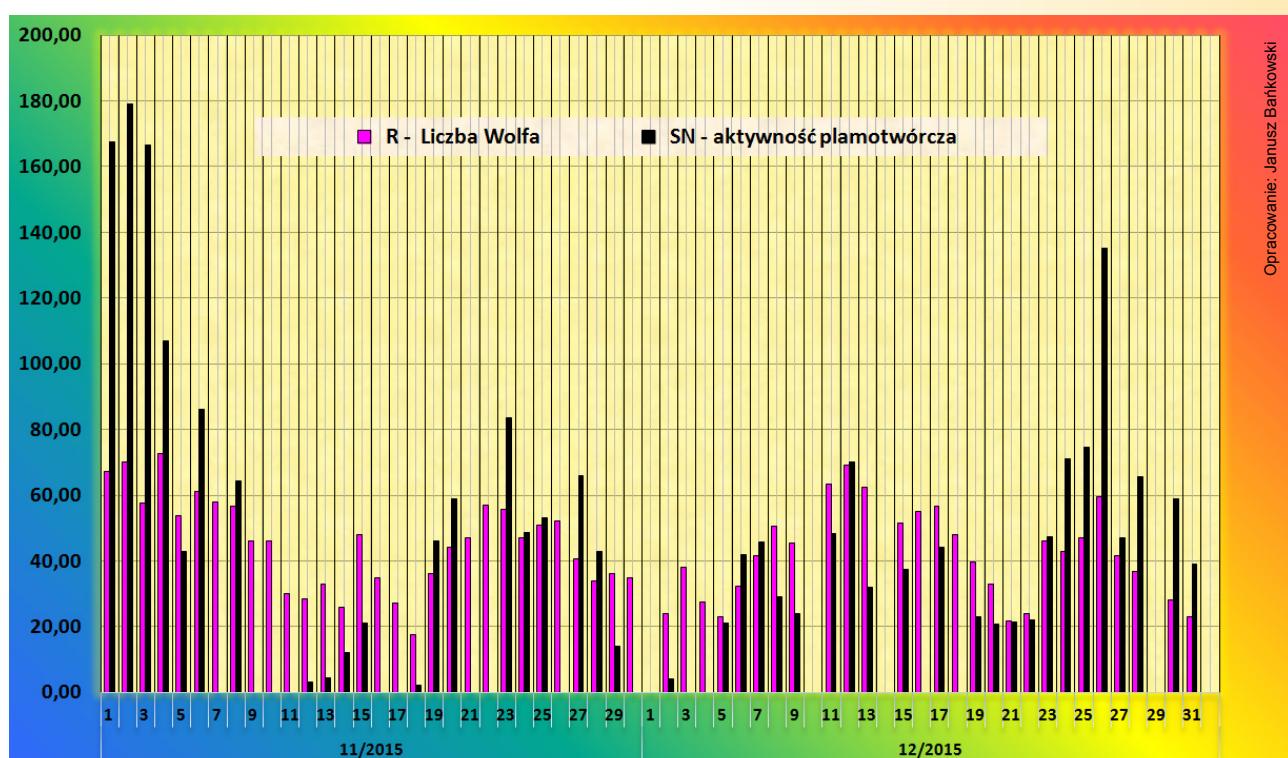
Wykorzystano materiały udostępnione przez J.W Kosiński

## Raport nr 12/2015

Grudzień pod względem pogody okazał się koszmarny. To sprawiło, że tylko 8 obserwatorów nadstawiło swoje raporty. Odnotowaliśmy dalszy spadek aktywności Słońca, co doskonale obrazują nasze wyniki. Jeśli chodzi o liczbę Wolfa to średnia za miesiąc grudzień wyniosła  $R = 36,97$ , a średnia aktywność plamotwórcza SN = 33,84. Za poświęcony czas i przesyłanie raportów indywidualnych wielkie dzięki.

### Obserwatorzy:

- |                         |                       |
|-------------------------|-----------------------|
| 1 Jimenez. Francisko 25 | 5. Zagrodnik Jerzy 11 |
| 2. Kucemba Łukasz 16    | 6. Skorupski Piotr 7  |
| 3. Bańkowski Janusz 13  | 7. Sidor Monika 6     |
| 4. Raczyński Łukasz 12  | 8. Figiel Tadeusz 5   |



Opracowanie: Janusz Bańkowski

# ISS Transit Finder

1 stycznia miała miejsce premiera nowej aplikacji internetowej dla miłośników astronomii, pod nazwą „ISS Transit Finder”. Na stronie <http://transit-finder.com> mamy możliwość przewidywania w bardzo prosty sposób momentów przejścia Międzynarodowej Stacji Kosmicznej na tle tarczy Słońca i Księżyca.

Odróżnia ją od podobnych prostota obsługi i prędkość otrzymywanych wyników. Wystarczy, że podamy współrzędne geograficzne (lub pozostawimy je autodetekcji), zakres obliczanych dat oraz promień odległości, w jakich interesują nas wyniki.

The screenshot shows the ISS TRANSIT FINDER website. At the top, it says "See the International Space Station in front of the Sun!". Below that are links for "Home", "How to use this website?", and "User gallery". The main form has three sections:

- 1. Set your location (latitude, longitude, elevation)**
  - φ = 50,26489
  - λ = 19,02378
  - h = 265 m
  - Auto-detect    Select from map
- 2. Set the time span of calculation (start and end dates)**
  - 2016-02-08   2016-03-08
- 3. Set your preferred travel distance (kilometers)**
  - 240 km
  - CALCULATE**

At the bottom, there are logos for Perapsis and Polskie Towarzystwo Miłośników Astronauki (PTMA). A copyright notice at the very bottom reads: "Copyright © 2016 Bartosz Wojczyński & PTMA. All rights reserved. Contact • Terms of Use • Privacy & Cookies".

W odpowiedzi otrzymujemy zestaw kilku, a nawet kilkunastu tranzytów, z podaniem wszelkich interesujących danych, które są niezbędne do prawidłowej obserwacji.

Każdy z tranzytów na pojawiającej się liście zawiera wszelkie niezbędne dane do obserwacji tego typu zjawiska. Z listy dowiadujemy się nie tylko, kiedy ono nastąpi, ale również poznamy rozmiary kątowe stacji, odległość do ISS w momencie tranzytu, odległość od środka tarczy Słońca czy Księżyca, azymut i wysokość nad horyzontem dla miejsca obserwacji, odległość od centralnej linii tranzytu oraz szerokość pasa. Jeśli ta ilość danych nam nie wystarcza, możemy wybrać opcję „More information”. Tam otrzymamy dodatkowe informacje o współrzędnych, prędkościach, kierunku ruchu itp.

Tranzyty na mapie są zaznaczane za pomocą odpowiednich kolorów. I tak

na mapie pojawiają się czerwone pasy oznaczające przejścia ISS na tle Słońca oraz niebieskie, które dotyczą Księżyca.

W przypadku tych drugich zjawiska mogą następować, gdy stacja jest oświetlona lub w cieniu Ziemi. Daje to możliwość obserwacji różnego typu tranzytów w przeróżnych fazach Księżyca.

Jeśli chcemy tylko na szybko przejrzeć zestaw zbliżających się zjawisk, warto skorzystać z systemu oceny „jakości” tranzytu. Za pomocą gwiazdek od 1 do 4 zaprezentowano „atrakcyjność” zjawiska.

Warto pamiętać, że zjawiska tego typu nie zachodzą powoli. Tranzyt trwa około 1 sekundy i dokładność przewidywania tego typu zjawisk jest bardzo istotna.

Program posiada zawsze najnowsze parametry orbity, a pozycje Słońca i Księżyca są ustalane w bardzo precyzyjny sposób. W połączeniu z prostą wydawały się aplikacją, efekt wyników jest wyjątkowo widowiskowy.

Po generowanych mapach widać również, jak wąskie są pasy tranzytów. Na ogół mają kilkanaście kilometrów. Oznacza to, że do wielu tego typu zjawisk będziemy zmuszeni często podróżować w najbliższej okolicy.

## Jak fotografować tranzyty?

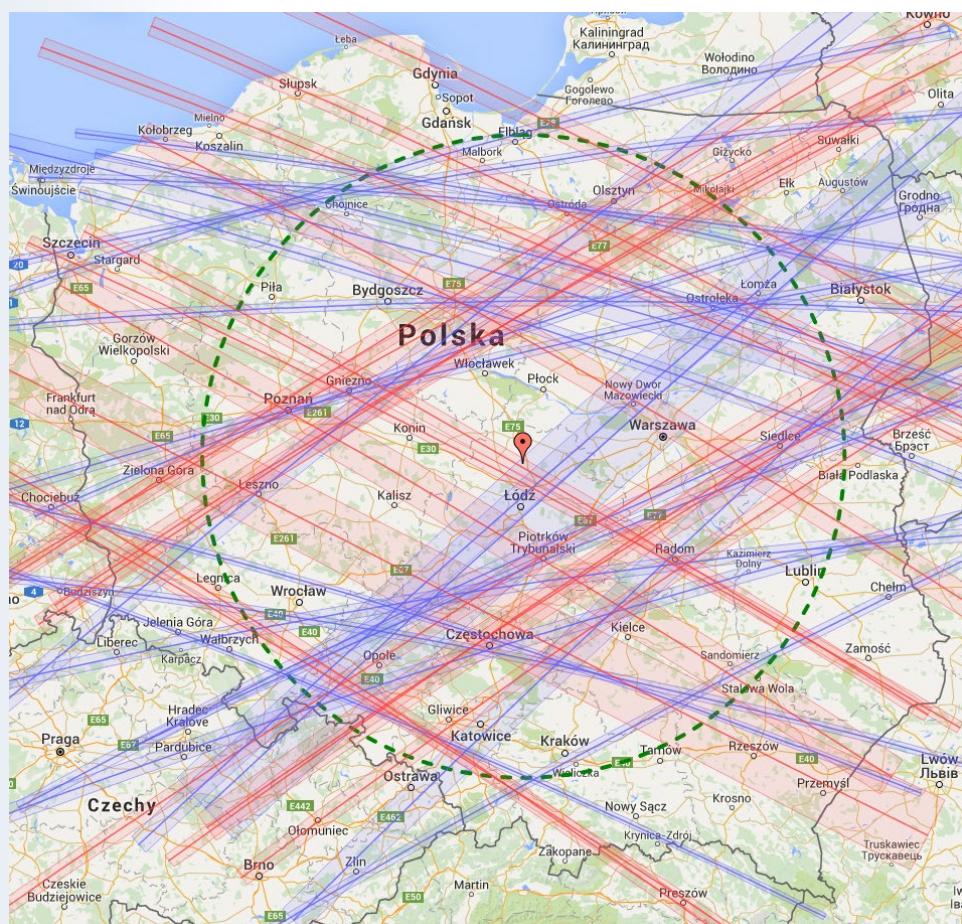
Po pierwsze musimy zdawać sobie sprawę, że nie jest to wyjątkowo trudne, pod warunkiem posiadania odpowiedniego sprzętu. Na ogół jest to teleskop sprzężony z lustrzanką cyfrową, który kierujemy na Słońce (**Uwaga: zawsze z odpowiednim filtrem ND**) lub na Księżyca.

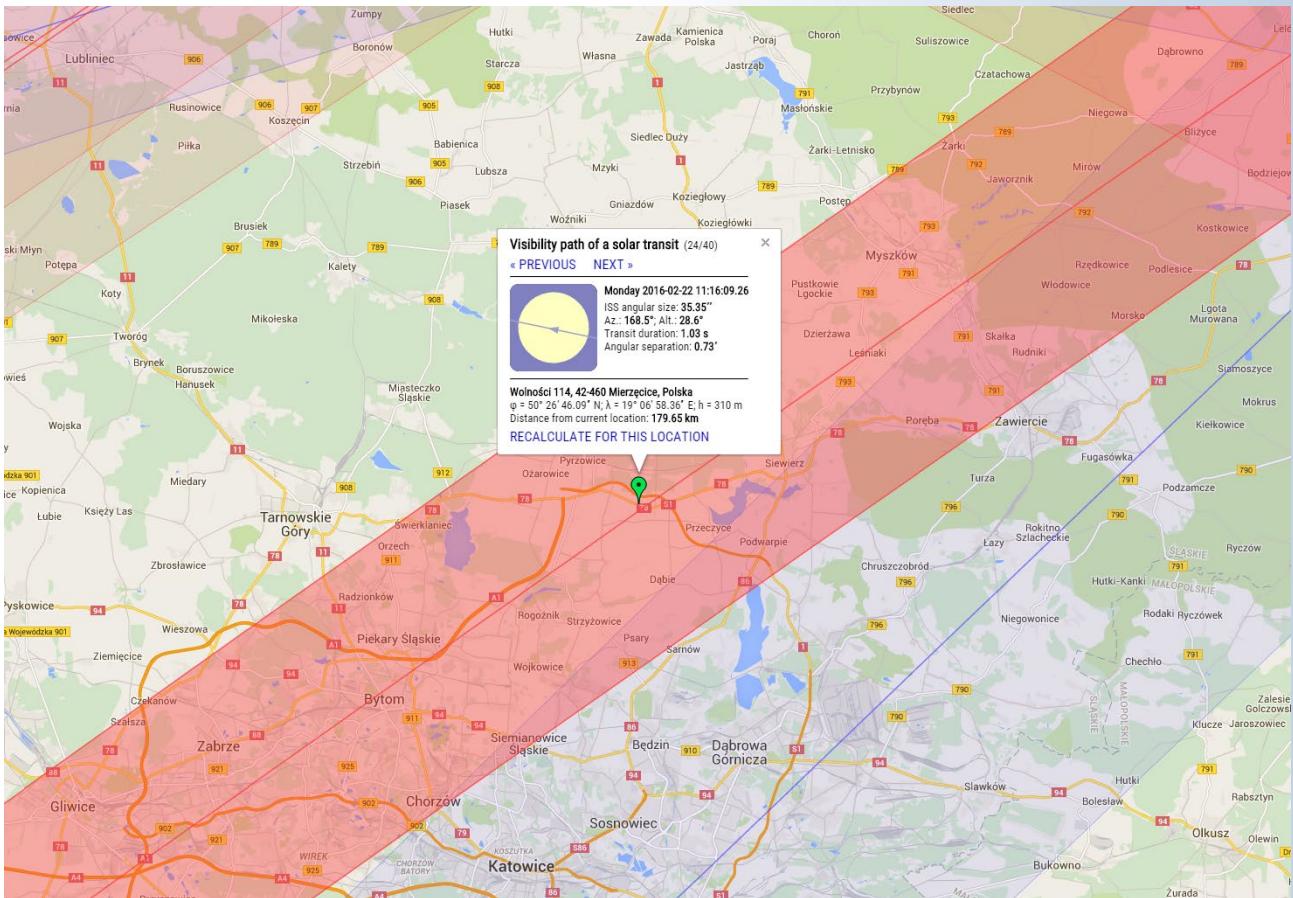
Za każdym razem czasy naświetlania nie mogą być zbyt długie, ponieważ Międzynarodowa Stacja Kosmiczna bardzo szybko się przemieszcza na tle tarczy.

Przymajemy, że czasy nie powinny być dłuższe niż 1/1000 s (przy ogniskowej ok. 1000 mm) i w związku z tym odpowiednio dopasujmy czułość ISO. Jeśli wydłużymy czasy naświetlania, stacja może się przemieścić o więcej niż piksel, powodując, że jej obraz będzie rozmarzany.

Przy ustaleniu ostrości warto popróbować kilku ekspozycji, tak aby uzyskać odpowiednie zdjęcie tarczy Księżyca. W przypadku Słońca zasada jest taka sama i tutaj bez problemu możemy pokuścić się o jeszcze krótsze czasy naświetlenie, nawet rzędu 1/4000 s.

W momencie tranzytu wystarczy wykonać serię zdjęć, rozpoczynając 1–2 sekundy przed tranzytem i skończywszy po zapełnieniu bufora aparatu. Jest to szcze-





górnio prosty w przypadku tranzytów oświetlonej stacji na tle Księżyca. Stację widzimy już kilka minut przed zjawiskiem i wystarczy w odpowiednim momencie uruchomić seryjny tryb zdjęć.

Trudnej jest natomiast w przypadku tranzytów ISS znajdującej się w cieniu Ziemi na tle Księżyca i tranzytów na tle tarczy Słońca. W tych przypadkach niezbędna jest odpowiednia służba czasu (zegar DCF, GPS). Musimy tutaj zachować małe margines błędu i uruchomić aparat 2–3 sekundy wcześniej, tak aby zarejestrować kilka ujęć stacji na tarczy. Zwykle jest to 4–6 udanych zdjęć na tarczy, ew. kilka, kilkanaście więcej, jeśli stacja jest oświetlona i przelatuje na tle Księżyca.

Warto przeprowadzić test prędkości swojego aparatu, ustawiając go na zdjęcia seryjne i wyłączaając tryb zapisywania plików RAW. Dowieśmy się w prosty sposób, ile zdjęć nasz aparat jest w stanie wykonać do momentu zapełnienia bufora.

Zdjęcia wykonujemy za pomocą podłączonego węzyka, tak aby nie doprowadzać do sytuacji, w której zbytecznie poruszamy aparat.

Tranzyty możemy również filmować za pomocą kamery, postępując w podobny sposób, jak fotografując.

Na koniec ważna uwaga: aplikacja nie daje 100% szansy na obserwacje zjawiska. Drobna korekta parametrów orbity Międzynarodowej Stacji Kosmicznej (na ogół uniesienie ISS) może spowodować zmianę wyników obliczeń i dużą zmianę po-

łożenia pasa tranzytu. Dane parametrów orbity są aktualizowane do kilku godzin i obliczenia warto dokonać bezpośrednio przed zjawiskiem.

Autorem aplikacji jest Bartosz Wojczyński. Aplikacja powstała przy współ-

pracy z Polskim Towarzystwem Miłośników Astronomii.

Zapraszam do obserwacji i przesyłania zdjęć na adres [m.substyk@urania.edu.pl](mailto:m.substyk@urania.edu.pl)

Marek Substyk



# Twinkle, twinkle, little star...



Niedawno, bo 20 stycznia br. w *The Astronomical Journal* ukazała się praca Konstantina Batygina i Michaela E. Browna na temat ewentualnej dziewiątej planety w Układzie Słonecznym — nie udało się jej dotychczas zaobserwować, ale na jej obecność wskazują orientacje orbit niektórych obiektów w Pasie Kuipera.

A tymczasem minęło już 20 lat od odkrycia pierwszej planety krążącej wokół gwiazdy (51 Pegasi), nie wspominając o trzy lata wcześniejszego odkrycia dwóch (a potem trzeciej) planet krążących wokół pulsara. Dlatego dziś proponuję odwiedzenie jednej z witryn internetowych Jet Propulsion Laboratory:  
<http://planetquest.jpl.nasa.gov/> poświęconej właśnie pozasłonecznym układom planetarnym.

Oprócz aktualizowanych na bieżąco nowości, również na temat wspomnianej na początku hipotetycznej, dziewiątej planety w Układzie Słonecznym, znajdziemy dużo interesujących odnośników prowadzących do różnorodnych źródeł informacji — poczynając od zwiędzych artykułów na wybrane tematy poprzez krótkie filmy do kolejnych witryn poświęconych konkretnym misjom czy projektom związanym z poszukiwaniem egzoplanet. Są też dostępne informacje na temat konferencji poświęconych poszukiwaniom egzoplanet. Pośród wielu adresów zgromadzonych na stronie  
<http://planetquest.jpl.nasa.gov/> trafiają się niekiedy też takie, które są nieaktualne czy prowadzą do nikąd. Ale reszcie warto poświęcić trochę czasu.

Roman Schreiber

The screenshot shows the homepage of the Jet Propulsion Laboratory's PlanetQuest website. At the top, the NASA logo and "Jet Propulsion Laboratory California Institute of Technology" are visible, along with links to JPL HOME, EARTH, SOLAR SYSTEM, STARS & GALAXIES, SCIENCE & TECHNOLOGY, and various social media icons. A prominent banner at the top right features the text "20 YEARS OF EXOPLANETS" with "5,638 DISCOVERIES" and "1,937 CONFIRMED". Below the banner, a large image of Stormtroopers from Star Wars is displayed. To the left of the image, a "TOP STORY" box reads: "8 alien planets that will make you believe Star Wars is real". The main content area includes sections for "NEWS", "FEATURED IMAGE", and "EXPLORE". The "NEWS" section lists several articles with thumbnails and dates. The "FEATURED IMAGE" section shows a spiral galaxy with the caption "MAYBE WE'RE THE WEIRD ONES". The "EXPLORE" section includes a "EYES ON EXOPLANETS" section with a visual database, an "Interstellar Trip Planner" featuring a futuristic train, and a "planethunters.org" section with a call to action "join the search for exoplanets". The bottom of the page includes links for PRIVACY, FAQ, FEEDBACK, and the EXOPLANET EXPLORATION PROGRAM, as well as a note that the Curator/Webmaster is Pat Brennan.

## Poczta

(...) co mam wpisać i co mam zrobić, żeby mieć podgląd na żywo z kamery z satelity na Ziemię. Błagam, pomóżcie!

Adam

**Red.** Niestety, nie wiemy nic o satelitach nadająccych na żywo obraz Ziemi. Eksperymentalnie zamontowano 4 kamery na Międzynarodowej Stacji Kosmicznej i obraz z nich można śledzić pod tym adresem: <http://eo1.sc.nasa.gov/HDEV/>. Niestety, obraz nie zawsze jest dostępny.

\*\*\*

Czy prowadziecie Państwo również równolegle, sprzedaż bieżących numerów przykładowo w formacie .pdf? Mam na myśli ostatni numer 5/2015. (...)

Michał

**Red.** Ponieważ podobnych pytań dostajemy wiele, obszerne wyjaśnienie tej kwestii zamieszczamy w bieżącym numerze na s. 40-41.

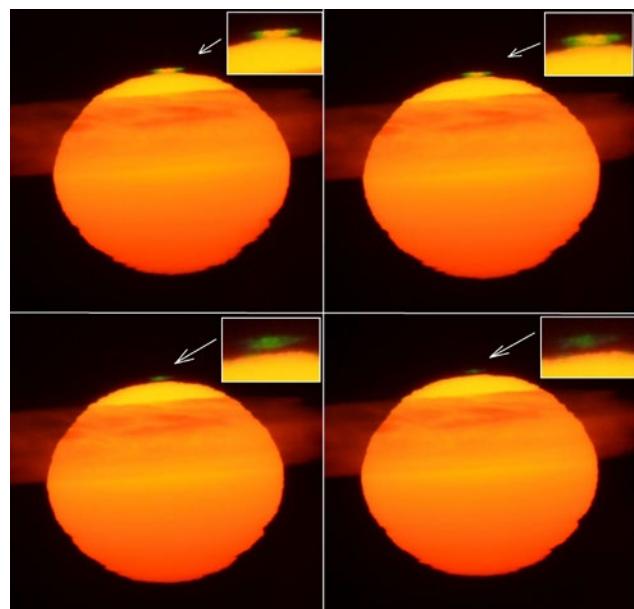
\*\*\*

(...) w załączniku przesyłam zdjęcia Zielonego Promienia widocznego przy zachodzie Słońca 3 stycznia 2016 r.

Zdjęcie wykonane w Inowrocławiu aparatem Nikon D5100 z obiektywem 500 mm. Zdjęcia nie były obrabiane programami i nie były retusowane ich kolory.

Eugeniusz Mikołajczak

**Red.** Gratulujemy udanej sesji fotograficznej. Niżej prezentujemy 4 z 8 przesyłanych kadrów.



## ZAPROSZENIA zloty, obozy, konkursy, spotkania, wykłady, wystawy



**Transmisja całkowitego zaćmienia Słońca na Pacyfiku** 9 marca od około godz. 1 w nocy. Obraz Słońca ze statku na oceanie spróbuje przekazać pod egidą Polskiego Towarzystwa Astronomicznego nasza specjalna ekipa z Grodudzią, z Planetarium i Obserwatorium Astronomicznego oraz grudziądzkiej telewizji TVK SM. Szczegóły na temat transmisji ukażą się na naszej stronie internetowej: [urania.edu.pl](http://urania.edu.pl)



**„Wiosenne spotkania z astronomią”  
CAMK, Warszawa, ul. Bartycka 18**

22 lutego 2016 – 30 maja 2016  
poniedziałki, godz. 17.00  
<http://www.camk.edu.pl>



**Cykl wykładów „Kosmiczne To-i-Owo”**  
OPIOA, Olsztyn, Al. J. Piłsudskiego 38  
26 lutego 2016 – 15 kwietnia 2016  
planetarium, piątki, godz. 17.00  
<http://planetarium.olsztyn.pl>



**„Wiosenne spotkania z astronomią”**  
Instytut Fizyki Uniwersytetu Śląskiego  
Katowice, ul. Uniwersytecka 4  
11 i 25 marca, 29 kwietnia 2016  
godz. 18.00, <http://ptma.pl>



**Złoty astronomiczne PTMA (zapisy)**  
Stęžnica, 5-8 maja 2016  
PTMA O/Lublin, <http://www.astrozloty.pl>  
Zwardoń, 12-15 maja 2016  
PTMA O/Katowice,  
<http://www.forum.astrocd.pl>

## WARUNKI PRENUMERATY

Prenumerata roczna (6 numerów) — 60 zł

Przedłużona (12 numerów) — 120 zł

Prenumerata zagraniczna jest 100% droższa

Dla członków Polskiego Towarzystwa Miłośników Astronomii cena prenumeraty wynosi 30 zł przy wysyłce na adres oddziału lub 40 zł przy wysyłce na adres indywidualny. Szczegóły i wpłaty w oddziałach PTMA. Skarbników lub prezesów prosimy o wpłaty zbiorcze oraz przesłanie imiennej listy prenumeratorów na adres [urania@urania.edu.pl](mailto:urania@urania.edu.pl).

Prenumeratę oraz zamówienia numerów poprzednich można opłacić na konto Polskiego Towarzystwa Astronomicznego

nr 44 1160 2202 0000 0000 5530 5241.

Prosimy o dokładne podanie adresu, na który ma być wysłane pismo, oraz numeru „Uranii”, od którego ma być realizowana prenumerata.

Zamówienia internetowe: [sklep.pta.edu.pl](http://sklep.pta.edu.pl)

W razie pytań kontakt:

[urania@urania.edu.pl](mailto:urania@urania.edu.pl) lub tel. 698 55 61 61

## PRENUMERATA SPONSOROWANA DLA SZKÓŁ 50% TANIEJ – TYLKO 30 ZŁ!

Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego oraz Polskie Towarzystwo Astronomiczne oferują szkołom i bibliotekom szkolnym specjalne warunki prenumeraty. Szkoły płacą jedynie 30 zł za prenumeratę na rok szkolny 2015/2016 albo cały rok 2016\*.

Prosimy o wpłaty z tytułem:  
„Urania” — prenumerata sponsorowana dla szkół

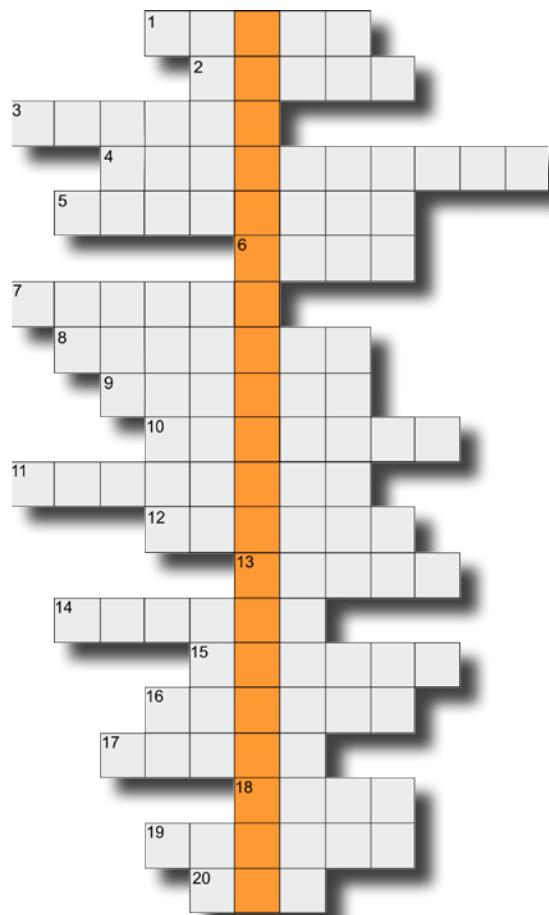
Szczegóły i formularz zgłoszeniowy  
na [www.urania.edu.pl](http://www.urania.edu.pl) w sekcji „prenumerata”.

\* Nadal czekamy na decyzję MNiSW w sprawie dopłat do prenumerat dla szkół. Jeśli będzie pozytywna, szkoły otrzymają pełen komplet 6 numerów, a w przypadku negatywnej gwarantujemy wysłanie 5 numerów.

**W** „Uranii-PA” nr 4/2015 zamieściliśmy krzyżówkę, której rozwiązaniem jest hasło ŁĄDOWANIE NA KOMECIE. Nagrody w postaci książek o tematyce astronomicznej wylosowali Ryszard Górecki z Będzina i Gabriel Murawski z Suwałk. Nagrody zostaną wysłane pocztą.

1. Była widoczna w październiku ub.r. w Polsce
2. Opada na Marsa
3. Obserwator Słońca z Kasprowego Wierchu
4. Nauka o Wszechświecie
5. Obserwatorium zagrożone światłami
6. Jeden z sąsiadów Janssena
7. Jeden z odkrywców kosmicznych fal radiowych
8. Leży na dziewiętnastym południu
9. Najjaśniejsza w Hydrze
10. Astronauta-krótkofałowiec
11. XVI-wieczny twórca map morskich
12. Księżyca Plutona
13. Wiosną pojawia się nad wschodnim horyzontem
14. Teleskop z dwoma detektorami rentgenowskimi
15. Niestrudzony badacz życia Michelsona
16. Był nim bolid z 23 października ub.r.
17. Gość z Bombaju w Olsztyńskiej Akademii Dzieci
18. Planeta przy HD81688
19. Catalina
20. Epsilon Tauri

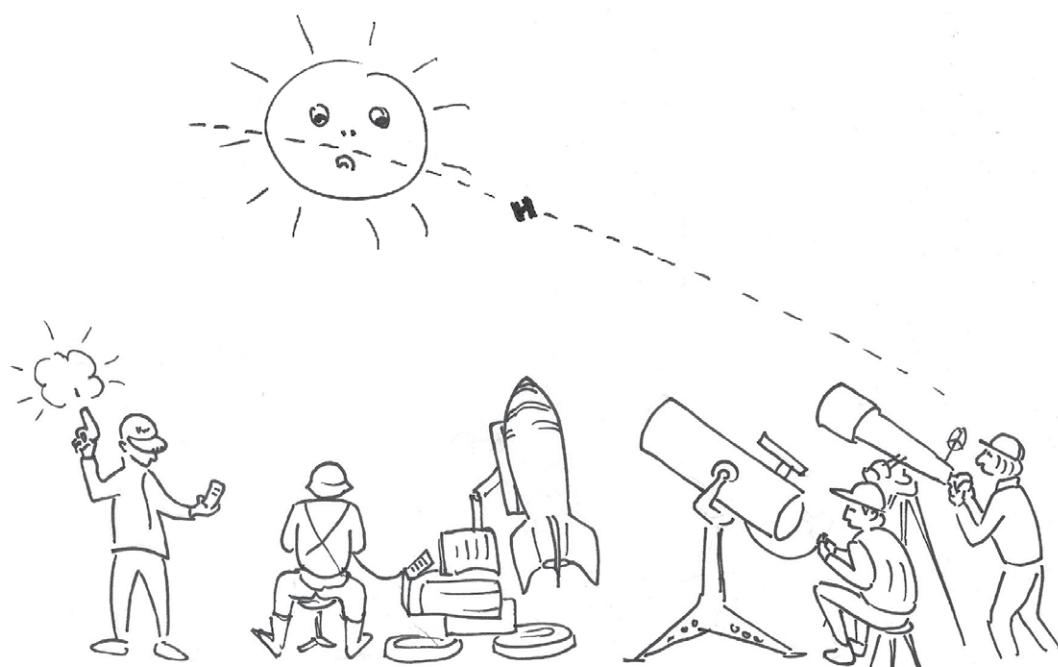
Rozwiązywanie utworzą kolejne litery z wyróżnionych kratek. Na rozwiązania czekamy do końca kwietnia 2016 r. Osoby nie będące prenumeratorem „Uranii-PA” muszą dołączyć do rozwiązania kupon umieszczony w lewym górnym rogu tej strony. Prenumeratorki mogą przesyłać rozwiązania drogą elektroniczną na adres: [urania@urania.edu.pl](mailto:urania@urania.edu.pl). Wśród autorów poprawnych odpowiedzi rozlosujemy dwie książki Józefa Smaka „Nowe opowiadania starego astronoma”



opr. Jacek Drążkowski

Słowa kluczowe do rozwiązywania krzyżówki zamieszczonej w „Uranii-PA” 5/2015: 1. WIELKI, 2. POCZĄTEK, 3. WODÓR, 4. TYCHO, 5. WIELKOŚĆ, 6. STARTRAILS, 7. PLANCKA, 8. SITARSKI, 9. METEORY, 10. HAWKING, 11. KAJITA, 12. KEPLER, 13. GUIZHOU, 14. MASA, 15. NEUTRINA, 16. GRAWITACJA, 17. SCHMITT, 18. MERKURY.

## astrożarty Jacka D.





W sylwestrową noc kometa Catalina przeszła w pobliżu najjaśniejszej gwiazdy okołobiegunowego gwiazdozbioru Wolarza — Arktura, a mijając pobliski asteryzm zwany Kapeluszem Napoleona stała się jego chwilowym dodatkiem — ozdobnym piórem. Sytuację tę uwieczniło wielu miłośników astrofotografii. Powyższą fotografię wykonał Janusz Zaparty z Zagórowa (Canon EOS 550D z obiektywem Tair-3s 300 mm na montażu FASTRON 5s, eksp. 31×61 s, ISO 800)



Tę samą sytuację sfotografował również nasz wierny czytelnik i autor wielu zdjęć zamieszczanych na łamach „Uranii”, Mariusz Świętnicki ze Zręcina (godz. 03.42 – 04.11 CSE. Teleskop Newton 205/907 + MPCC + Nikon D300. Eksp. 10×120 s., ISO1600)

nowy program telewizyjny  
o astronomii i badaniach kosmosu

# ASTRONARIUM

odcinki popremierowe  
[www.youtube.com/c/AstronariumPl](https://www.youtube.com/c/AstronariumPl)

emisje  
wg nowej ramówki  
w TVP3:  
soboty 5 i 19 marca,  
2, 16 i 30 kwietnia  
godz. 17.00 powt. 0.15  
środy 9 i 23 marca,  
6 i 20 kwietnia  
oraz 4 maja  
godz. 11.45

[www.astronarium.pl](http://www.astronarium.pl)

[facebook.com/AstronariumTVP](https://facebook.com/AstronariumTVP)

produci programu

partner medialny

dofinansowanie produkcji



TELEWIZJA POLSKA



BYDGOSZCZ



**Urania**  
POSTĘPY ASTRONOMII



Ministerstwo Nauki  
i Szkolnictwa Wyższego

DLA PRENUMERATORÓW: BIULETYN PTMA „KOMECIARZ”

# Urania

POSTĘPY ASTRONOMII

2/2016 (782) marzec–kwiecień

Tom LXXXVII

ukazuje się od 1920 r.

Cena 12,90 zł  
w tym 5% VAT

[www.urania.edu.pl](http://www.urania.edu.pl)



**Czarne dziury  
w twoim domu**

**Fale  
grawitacyjne**

**Tranzyt Merkurego!  
zjawisko roku**





# 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 głowicą paralaktyczną z szeregiem bardzo użytecznych cech.

- ⦿ 7 zaprogramowanych prędkości śledzenia
- ⦿ 72 godzin pracy na 4 bateriach AA
- ⦿ Podświetlana lunetka biegunowa
- ⦿ Wyzwalanie migawki lustrzanek
- ⦿ Dedykowany klin paralaktyczny
- ⦿ Wbudowany port guidera ST-4

**DLA CZYTELNIKÓW  
URANII 10% RABATU  
NA KOD ADV516 \***



**1599,-**

\* PROMOCJA WAŻNA DO 31.05.2016 LUB DO WYCZERPANIA AZAPASÓW, KOD „ADV516” NALEŻY PODAĆ W TRAKCIE SKŁADANIA ZAMÓWIENIA

**Infolinia: 801.011.337 lub 25 786.05.20**

[www.deltaoptical.pl](http://www.deltaoptical.pl) \* [facebook.com/Delta.Optical.Polska](https://facebook.com/Delta.Optical.Polska)

# URANIA — NASZA MUZA

dla szkół, uczelni oraz miłośników astronomii i amatorów nocnego nieba

P odróże kształcą, zwłaszcza w mądrym towarzystwie! Z dumą więc odpowiadzałem dziennikarzowi, który **dzwonił**, wypytując o Zosię Kaczmarek i moją rolę w jej sukcesach — ja jestem wyłącznie jej... kierowca! W ten sposób, rok w rok wiozę ją do naszego wspólnego Torunia, razem z wygranyimi na Olimpiadzie Astronomicznej teleskopami. W Chorzowie kręciliśmy część kolejnego odcinka *Astronarium*, o astronomii w szkole. Mialo być o tym jak to poprzez astronomię młodzież pcha się na politechniki, a Zosia tylko niebo i niebo... i że przez dziesięciocalową Synthę „to już naprawdę wszystko widać”. No i wygrała 10” Synthę, ale na Ogólnopolskim Młodzieżowym Seminarium Astronomicznym w Grudziądzu. Ponieważ jest w drugiej klasie, organizatorzy już sobie zanotowali, że w przyszłym roku ma być 12 cali! Zosia, zamiast odebrać wymarzoną nagrodę, pojechała na final Olimpiady Lingwistyki Matematycznej (IV miejsce), a więc po zwycięstwach w Chorzowie i Grudziądzu w jednym miesiącu prawie że **zlapała hat-tricka**. Jak nasz fotograf, który na grudziądzkim tarasie złapał w jednym kadrze troje zwycięzów Olimpiad: Zosie (LIX), Damiana Puchalskiego (LIII) i... niżej podpisanej (XVI). Towarzystwo miałyby jeszcze bardziej dobrorowe, gdyby się gdzieś nie zawieruszyły tryumfator IV Olimpiady, Henryk Brancewicz — 27 lat jurorowania na OMSie, prawie jak... pontyfikat!



Innym razem wiozłem do domu w Lidzbarku Warmińskim nieco starszą od Zosi,

córkę naszego redaktora Jacka Drażkowskiego, Julię. Ta sama co u Zosi pasja i zaangażowanie, tyle że nie w astronomii, ale biotechnologię i inżynierię genetyczną.

W moich szkolnych czasach uczyono astronomii z podręcznika Konrada Rudnickiego, ale jeszcze nie uczyono genetyki, bo jej prawie nie było.

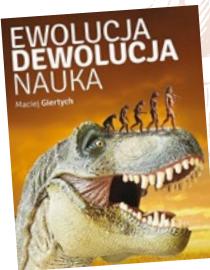
Wydawało się, że jakoś kumam, kiedy Julia opowiadała o fascynujących podmianach genów, których jako studentka dokonywała na moim uniwersytecie. Dzięki niej może lepiej pojarem problemy genetycznego dzielenia na czworo rzekomego włosa Kopernika przy okazji identyfikacji jego czaszki. Kiedy więc koledzy biolodzy, uczeni i nauczyciele pod-

nieśli larum, że do szkół dotarła — prywatnym sumptem autora — książka kwestionująca teorię ewolucji, ze zdziwieniem przeczytałem na skrzydełku okładki, że sędziwy profesor wykładał przez kilkanaście lat właśnie genetykę na moim UMK. Aby sprawdzić, na ile groźnego mamy przeciwnika, trzeba zobaczyć tzw. podstawę programową. Zajrzalem więc do podręcznika biologii z pierwszej klasy liceum. A tam wszystko, co najciekawsze, czili DNA, chromosomy i geny, opisane po... chińsku i w żaden sposób nie zrozumieć, jak się to przekłada na kolorowe paski po elektroforezie? Spoleczno-etyczna, druga część podręcznika zdaje się wyjaśniać, skąd się później biorą ekoterrorysti.

50 lat temu Zonn przetłumaczył, PWN wydało, a ja pokochalem sławną „Pseudonaukę i pseudouczonych” Martina Gardnера. Idealnym demaskatorem zwyczajnych oszustw (rózdzkarstwa, lewitacji, homeopatii etc.) okazał się kumpel Gardnera, oszust zawodowy, czyli iluzjonista, James Randi. Trudniej sobie poradzić z „teoretykami”, zwłaszcza jeśli mają akademickie przygotowanie w swojej dziedzinie. Jako redaktor „Uranii” otrzymuję od czasu do czasu różnieste „ogólne teorie wszystkiego”. Nawet pomyślałem, aby dwóm autorom posłać ich niedorzecznosci nawzajem do... recenzji! Czy byłyby jednak ładnie naigrawać się z kogoś, kto prosi o podanie numeru konta bankowego, na które przeleje stosowny procent Nagrody Nobla po publikacji „dzieli”? Prawdziwa gratka dla badacza i tępiciela pseudonauki zdarza się wtedy, kiedy autor sam wydaje dzieło pod swoim nazwiskiem. Pieczętowicie je zbieram. Marzę kiedyś przygotować o tym wykład, napisać artykuł, a może nawet książkę.

„Ewolucja, dewolucja, nauka” to klasyczny przykład kreacjonizmu „naukowego”. Nie mieści się w podstawie programowej, ale tak w „dewolucji”, jak i w nieszczęsnym podręczniku, mamy do czynienia prawie wyłącznie z przedmiotem przemyśleń. Nie ważne, dobrych czy złych? W obydwu przypadkach biologia — jako nauka — zatraciła swój podstawowy, empiryczny charakter.

A z teorią evolucji jest chyba tak jak z nukleosyntezą w gwiazdach. Nikt w nią nie związał, nawet wtedy, gdy słonecznych neutrin było 3 razy za mało. Po prostu nie było nic lepszego! Ale astronomii w podstawie programowej nie ma...



09 kwietnia, Planetarium w Grudziądzu

Maciej Mikołajewski

# Urania

POSTĘPY ASTRONOMII

(PL ISSN 1689-6009)

Dwumiesięcznik poświęcony upowszechnianiu wiedzy astronomicznej. Czasopismo powstałe w roku 1998 z połączenia „Uranii” (ISSN 0042-0794) — dotyczącego kwartalnika Polskiego Towarzystwa Miłośników Astronomii, ukazującego się od 1920 r. i „Postępów Astronomicznych” (ISSN 0032-5414) — dotyczącego kwartalnika Polskiego Towarzystwa Astronomicznego, wychodzącego od 1953 r. Zachowana zostaje dotycząca numeracja „Uranii”. Pismo częściowo finansowane przez:



Nakład: 3000 egz.

## Zespół Redakcyjny:

Krzysztof Czart (serwis www, redaktor)  
Jan Desselberger (kalendarz astronomiczny)  
Jacek Drażkowski (red. techniczny, skład)  
Mateusz Krakowczyk (kąciak olimpijski)  
Maciej Mikołajewski (redaktor naczelny)  
Marek Muciek (redaktor)  
Sebastian Soberski (sekretarz redakcji)  
Roman Schreiber (redaktor)  
Marek Substyk (z-ca red. naczelnego)  
Bożena Wyrzykowska (korekta językowa)  
Karolina Zawada (orion.pta.edu.pl)

## Współpraca:

Tadeusz Figiel, Sylwester Kołomański,  
Michał Kusiak, Robert Szaj, Adam Tomaszewski, Janusz Wiland, Łukasz Woźniak,  
Przemysław Żoładek

## Adres Redakcji:

Urania, Centrum Astronomii UMK  
ul. Gagarina 11, 87-100 TORUŃ  
tel. 509 44 17 17  
fax. (56) 611 30 08  
e-mail: redakcja@urania.edu.pl

## Adres WWW:

<http://www.urania.edu.pl>

## Dystrybucja, marketing, sekretariat:

Ernest Świeczyński, tel. 698 55 61 61  
e-mail: urania@urania.edu.pl

Cena Uranii w prenumeracie 10 zł  
Prenumerata roczna 60 zł

Bank Millennium S.A. o/Toruń  
Nr 44 1160 2202 0000 0000 5530 5241

## Wydawcy:

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

**Polskie Towarzystwo Miłośników Astronomii**  
ul. Miodowa 13a m. 35,  
31-055 Kraków  
tel. (0-12) 422 38 92  
e-mail: zarzad@ptma.pl  
WWW: [www.ptma.pl](http://www.ptma.pl)

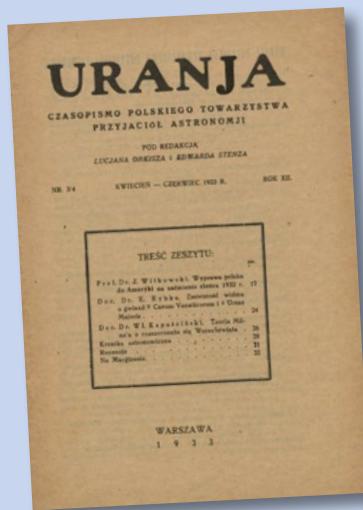
\* MATERIALÓW NIE ZAMÓWIONYCH REDAKCJA NIE ZWRACA \* ZASTRZEGA SIĘ PRAWO DO REDAGOWANIA ISKRACANIA TEKSTÓW \* PRZEDRUK MATERIAŁÓW TYLKO ZA ZGODĄ REDAKCJI \* OPINIE I POGLĄDY FORMUŁOWANE PRZEZ REDAKCJĘ I AUTORÓW NIE REPREZENTUJĄ OFICJALNEGO STANOWISKA WYDAWCÓW \*

## DRUKARNIA

GRAFFITI BC

Toruń, ul. Równinna 11/13

[www.graffitibc.pl](http://www.graffitibc.pl)  
drukarnia@graffitibc.pl  
tel. 56 654 47 14



Rocznego sprawozdanie Amerykańskiego Stowarzyszenia obserwatorów gwiazd zmiennych wykazuje, za czas: 1931 XI – 1932 X, 22 czynnych obserwatorów, którzy dokonali w sumie 33188 obserwacji. Najczynniejszym z nich był znany odkrywca komet, Peltier (4030 obserwacji). Wymienione stowarzyszenie istnieje od r. 1912, odkąd 417 różnych obserwatorów dokonalo ogółem 374543 obserwacji.

**Budowa nowego olbrzymiego teleskopu.**  
W. J. Mc Donald, zmarły w r. 1926 w Paryżu, w Stanie Texas, zostawił w spadku uniwersytegowi swego rodzinnego miasta sumę 840 000 dolarów, przeznaczoną na budowę nowego obserwatorium, które ma powstać w ciągu najbliższych 6 lat, na Górze Dawida w Texas. Głównym narzędziem nowej placówki astronomicznej ma być teleskop o średnicy 2 m, ogniskowej 9 m, który w przyszłości odciąży nieco wielki teleskop z Mt. Wilson, czynny każdej pogodnej nocy już od lat kilkunastu. Obserwatorium Mc Donalda organizuje się pod kierunkiem obserwatorium Yerkesa.

**Nowy typ teleskopu prof. G. W. Ritchey'a.**  
Twórca słynnego teleskopu z Mt. Wilson konstruuje obecnie w obserwatorium morskim w Waszyngtonie, nowy ulepszony typ tego narzędzia (średnica 1 m), który ma przewyższać co do dobroci 100 razy refraktor o tych samych rozmiarach. Innowacja polega na tem, że główne zwierciadło narzędzia, o średnicy 1 m, ogniskowej 4 metry, ma mieć kształt hyperboliczny, drugie zaś zwierciadło pomocnicze ma być zbliżone do parabolicznego. Całe narzędzie będzie bardzo krótkie, tak że wystarczy dla jego osłony niewielka stosunkowo kopuła o średnicy 7 m, co bardzo wydatnie zmniejszy koszt ogólny. Dla podniesienia dobroci zdjęć nieba zamierza prof. Ritchey, zamiast klisz płaskich, stosować klisze lekko sferyczne. 1/2 metrowy teleskop nowego typu, ustawiony prowizorycznie w Miami na Florydzie, spenili całkowicie pokładane w nim nadzieje.

J. G. (Kronika astronomiczna), *Urania* 3/4, 1933, piśmienna oryginalu.

**Dawno temu w... „Uranii”**

4

**Kronika**

**grudzień 2015 — styczeń 2016**

6

8

Grzegorz Karwasz

## Zadrżała czasoprzestrzeń

Oczekiwali na nią astrofizycy, fizycy teoretycy i fizycy doświadczalni. Gdy wreszcie nadeszła, blisko pół roku sprawdzali, czy aby nie jest artefaktem. Tak dokonało się największe jak dotąd odkrycie naukowe XXI wieku — fala grawitacyjna GW150914! To początek cyklu artykułów na jej — i może następnych — temat.

13

Grzegorz Wiktorowicz

## Czarne dziury w twoim domu

Astronomowie z Uniwersytetu Warszawskiego prowadzą ogromny program komputerowej symulacji ewolucji układów gwiazdowych. Obliczenia są prowadzone na prywatnych komputerach tysięcy uczestników z całego świata. Jest wśród nich również miejsce dla Ciebie.

## Tranzyst Merkurego — zjawisko roku 2016 18

21

Marek Zawilski

## Przejście Merkurego przed tarczą Słońca 3 maja 1661 r.

Zbliżający się tranzyst Merkurego był obserwowany już wielokrotnie. W 1661 r. obserwował je również słynny gdański astronom i matematyk — Jan Heweliusz, tworząc sam efemerydę zjawiska.

25

Agata Różańska

## Gorący Wszechświat w oku ATHENY

Prawie połowa obserwowanej materii we Wszechświecie występuje w postaci gorącego gazu o temperaturze rzędu milionów kelwinów. Dzięki teleskopowi kosmicznemu ATHENA możemy ten gaz obserwować na falach rentgenowskich między innymi w pobliżu czarnych dziur, w centrach pojedyńczych galaktyk oraz gromad galaktyk. Obserwacje rentgenowskie pozwalają niejako prześwietlać Wszechświat... a jest co prześwietlać!

### Przeczytane w *Nature* i *Science*

**Planetoidy bliskie Ziemi**

30

**Astronawigacja**

32

Józef Gawłowicz

## Sekstant: istotny wzrost dokładności

W XVIII wieku pojawił się sekstant — przyrząd, który wraz ze skonstruowanym mniej więcej w tym samym czasie chronometrem morskim umożliwił nawigowanie po morzach i oceanach z nieosiągalną wcześniej dokładnością.

## W skrócie

Nowe zdjęcia pokrytych śniegiem szczytów na Plutonie	24
Rozpoczął się konkurs Catch a Star 2016	24
Odkryto planetę w gromadzie Hiady	35
Zamontowano ostatni segment zwierciadła głównego teleskopu JWST	35
W Nowej Zelandii dostrzeżono nieznany rój meteorów	35
Nowa mapa Drogi Mlecznej na falach submilimetrowych	37
HST obserwuje najdalej położoną galaktykę we Wszechświecie	38
Zarejestrowano powtarzalne radiowe sygnały z Kosmosu	39

## Czy Kopernik obserwował Merkurego?

### Szkoła astropejzażu

Fotografia gwiazd w formie punktów na niebie (cz. 2)
--

### Spacerkiem po Księżycu

Apeniny i okolice
-------------------

### CYRQLARZ No 216

Podstawy nauki o meteorach
----------------------------

### Młodzi badacze

LIX Olimpiada Astronomiczna
-----------------------------

### Kącik olimpijczyka

Zadanie zawodów finałowych LIX Olimpiady Astronomicznej
---

### Kalendarz astronomiczny: styczeń — luty 2016

### Niebo nad Polską w maju i czerwcu 2016

Wolność zgromadzeń na niebie
------------------------------

### Obserwator Słońca

Kalendarz obserwatora Słońca na 2017 rok
--

Zjazd SOS PTMA
----------------

Raport: styczeń — luty 2016
-----------------------------

### Nie tylko teleskopy

Sundial Atlas Mobile v2.4
---------------------------

### Poradnik obserwatora

Astronomia w szkole: PIERWSZY TELESKOP
--

### Ciekawe strony internetowe:

#### Poczytaj mi mamo: Fale grawitacyjne

#### Poczta

#### Zaproszenia (zloty, obozy, konkursy etc.)

#### Krzyżówka

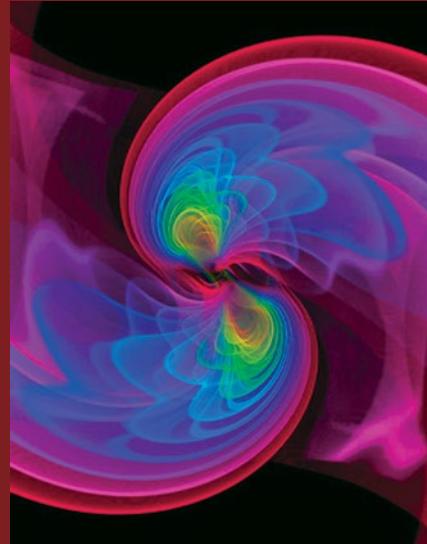
#### Astrożarty Jacka D.

#### Astrofotografia amatorska

## Obserwacje korony słonecznej poza zaćmieniem.

Czynione wielokrotnie próby obserwacji korony słonecznej poza zaćmieniem okazywały się dotychczas bezskutecznymi. Dopiero niedawno B. Lyot obserwując na górze Pic du Midi na wysokości 2877 m nad poziomem morza, zdolał wydzielić po raz pierwszy promieniowanie korony ze świata ubocznego, maskującego to promieniowanie. Okazało się przytem, że główną przeszkodę w obserwacji korony stanowi nie rozpraszanie światła przez cząsteczki gazowe naszej atmosfery, lecz rozpraszanie przez cząsteczki zawieszone w atmosferze oraz przez optykę narzędzi. Jest to fakt bardzo ważny, możemy się bowiem spodziewać, że ze szczytów wysokich gór, gdzie powietrze zawiera bardzo mało zawiesin, badania korony mogą być wykonywane w każdym czasie.	24
Przyrząd Lyota składał się z lunety o otworze obiektywu 4 cm, zaopatrzonej w krążek metalowy, zasłaniający tarczę słoneczną do odległości 30° poza brzeg Słońca. Lyot mógł obserwować zupełnie dogodnie okolice Słońca, widząc wysoki bez spektroskopu, a nawet bez barwnego filtru. Były one barwy różowej, tak samo, jak widoczne podczas zaćmień. Lyot mógł zaobserwować polaryzację promieniowania korony, pozatem zaobserwował i sfotografował promieniowanie korony w pobliżu prążków $\lambda=5303 \text{ Å}$ (zielony prążek) i $\lambda=6574 \text{ Å}$ (czerwony prążek). Prążek zielony mógł być śledzony aż do odległości 4° od brzegu tarczy Słońca. Również promienie korony dostrzeżone zostały przez Lyota.	42
E. R., <i>Urania 3/4, 1933, (według L'Astronomie, 1931, str. 485), pisownia oryginału.</i>	46

## NA OKŁADCE



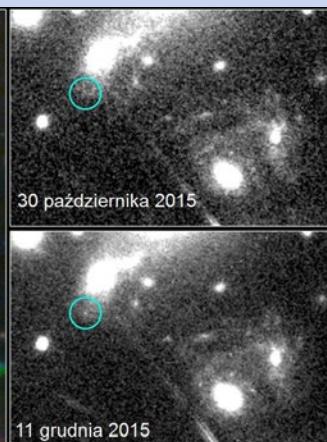
Artystyczna wizja fal grawitacyjnych powstających w trakcie zderzenia (a właściwie zapaści) dwóch czarnych dziur. Źródło: D. Castelvecchi, *Gravitational waves: How LIGO forged the path to victory*, *Nature*, 530 (2016) Issue 7590

### GRUDZIEŃ 2015

**3 XII** — Zaobserwowano silne spolaryzowane i szybko zmienne mikrofalowe promieniowanie, dochodzące z bezpośredniego sąsiedztwa (tylko 6 promieni Schwarzschilda) czarnej dziury, rezydującej w centrum Galaktyki. Jest to promieniowanie synchrotronowe, powstające gdy elektrony krążą wokół linii sił pola magnetycznego. A zatem pole tam jest! To wiadomość, na którą czekali teoretycy. Od dawna twierdzili, że właśnie pole magnetyczne umożliwia materii spływanie na czarną dziurę. Teraz mają obserwacyjne potwierdzenie, że są na właściwym tropie.

**7 XII** — CK Vulpeculae miałaby duże szanse zwycięstwa w konkursie na astrozagadkę z najdłuższą brodą. W miejscu, gdzie dziś znajduje się ten obiekt, w 1670 r. coś wybuchło (tzw. nowa Heweliusza) i było widoczne gołym okiem przez prawie 3 lata. Długo sądzono, że była to bardzo wolna nowa klasyczna, ale współczesne obserwacje wykluczyły tę i jeszcze parę innych możliwości. Niedawno wysunięto atrakcyjną hipotezę, że zjawisko z 1670 r. było efektem zlania się dwóch gwiazd w jedną. Niestety, ostatnie badania poddają wątpliwość i ten scenariusz. Czy kiedykolwiek poznamy prawdę?

**11 XII** — W listopadzie 2014 r. zaobserwowano cztery obrazy tej samej, odległej supernowej, wytworzone przez potężną soczewkę grawitacyjną, jaką jest gromada galaktyk MACS J1149.5+2223 („Urania” 2/2015 s. 43, 3/2015 s. 7). Obliczono wtedy, że w ciągu kilku lat gdzieś w okolicy pojawi się piąty obraz tej samej supernowej. I tak właśnie się stało (fot. poniżej — pozycja nowego obrazu w niebieskim kółku, strzałki wskazują 4 obrazy odkryte wcześniej). Można by dummie rzec, że po raz pierwszy w historii astronomowie przewidzieli pojawienie się supernowej, ale przecież nie jej wybuch.



Źródło: NASA, ESA and P. Kelly (University of California, Berkeley)

**15 XII** — Międzynarodowa Unia Astronomiczna zdecydowała się nadać nazwy 31 planetom pozasłonecznym. Przy okazji nazwano też niektóre z gwiazd, wokół których krążą te planety. O ile przypisanie gwiazdzie 55 Cancri imienia „Copernicus” jest miłe, a nazwanie HD 149026 „Ogma” sensowne, to już wymyślanie przewisk dla np. ε Eridani, u Andromedae czy ξ Aquilae wydaje się zbędnym słowotwórstwem (przynajmniej do czasu, gdy zaczniemy tam latać).

**16 XII** — Wolf 1061 jest niepozornym czerwonym karłem 10<sup>m</sup> w Wężowniku, ale jedną z najbliższych nam gwiazd — odległą zaledwie o 14 lat św. Teraz stała się szczególnie ważna, bo właśnie odkryto wokół niej 3 planety, z których środkowa, Wolf 1061c, znajduje się w ekosferze (strefie, w której może istnieć ciekła woda). Jest to najbliższe znane nam ciało nie-



Źródło: Malin Space Science Systems, MGS, JPL, NASA

bieskie, na którym być może dałoby się żyć, choć ważylibyśmy tam co najmniej 4 razy więcej niż na Ziemi, a rok trwa tylko 18 dni.

**17 XII** — Nie Goodricke w 1783 r. ani nie Montanari w 1699 r., lecz już starożytni Egipcjanie odkryli periodyczną zmienność Algola i wyznaczyli jej okres (2,85<sup>d</sup>; dzisiejsza wartość: 2,867<sup>d</sup>). Do takich wniosków doprowadziła analiza tzw. „Kalendarza Kairskiego”, papirusu powstałego ok. roku 1200 p.n.e. Gdzie byśmy dziś byli, gdyby nie 1000 lat mroków średniowiecza?

**21 XII** — Zdjęcie powyżej można by bez trudu zrobić na jednej z ziemskich pustyni, ale przedstawia fragment marsjańskiego basenu Newton. Kręte żleby na jego zboczu wyglądają, jakby zostały wyrzeźbione przez spływające strumienie. Ten dość pospolity widok przez lata dawał nadzieję, że na Marsie przynajmniej gdzieniegdzie i przynajmniej czasami płynie woda. Niestety, ostatnie, szczegółowe modele komputerowe dowodzą, że dokładnie taką samą robotę może wykonywać CO<sub>2</sub>, na przemian przytarzając i tając na zboczach kraterów. Co więcej, model ten tłumaczy również, dlaczego takie żleby pojawiają się tylko na pewnych szerokościach areograficznych. Marzenia o marsjańskich potokach należy więc raczej porzucić.

### STYCZEŃ 2016

**1 I** — Leżąca w pobliżu centrum Drogi Mlecznej chmura gazowa CO-0.40-0.22 zwróciła uwagę badaczy dużym rozrzutem prędkości radialnej różnych jej części, sięgającym 100 km/s. Co zmusza gaz do tak szybkiego ruchu. Wydaje się, że musi to być siedząca w obłoku czarna dziura, nie zdradzająca swego istnienia w żaden inny sposób. Zaskakującą jest masa, jaką musiałaby mieć — 100 000 M<sub>⊕</sub>! To tysiące razy więcej od typowej gwiazdowej czarnej dziury. Mielibyśmy więc przedstawiciela gatunku wypatrywanego od dawna — czarną dziurę o pośredniej masie, i to zaled-

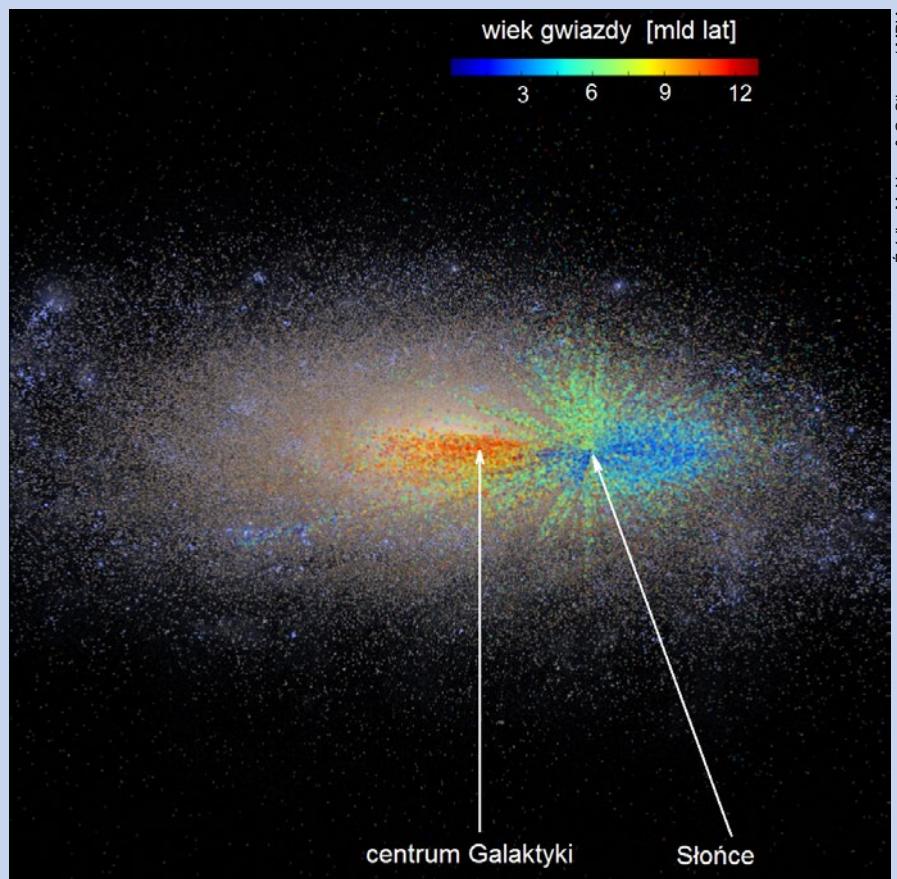
wie 200 lat św. od centralnej czarnej dziury naszej własnej Galaktyki (jej masa: 4 mln  $M_{\odot}$ ).

**6 I** — Zgasł kolejny kwazar (podobny przypadek opisywaliśmy rok temu — „Urania” 2/2015 s. 6). Strała niewielka, bo zostało ich jeszcze setki tysięcy, ale zagadka spora. Ok. roku 2010, w ciągu zaledwie kilku dni blask SDSS J1011+5442 osłabł 10-krotnie. Zmieniło się również widmo. Szerokie linie emisjne (miara aktywności kwazara) zmalały 50-krotnie, praktyczne znikły i dziś obserwujemy widmo normalnej galaktyki. Jedyne sensowne wyjaśnienie: spływ materii na centralną czarną dziurę galaktyki (sedno mechanizmu kwazara) został zastrzymany. Na zawsze czy tylko na chwilę? Czekamy na doniesienie o przebudzeniu któregoś z uśpionych kwazarów.

**8 I** — Powstał katalog wieku 70000 gwiazd Galaktyki, położonych w odległości nawet 20 kpc od jej centrum. Wiek określano pośrednio, na podstawie masy gwiazdy, uzyskiwanej z wyglądu widma w bliskiej podczerwieni. Metoda nie jest bardzo dokładna i działa tylko dla czerwonych olbrzymów, ale wielka liczba robi swoje. Oparta na tym katalogu mapa Galaktyki z zaznaczonym wiekiem gwiazd (rys. obok) pokazuje wyraźnie, jak Galaktyka rosła od środka na zewnątrz.

**15 I** — TYC 2505-672-1 to gwiazdka o jasności  $10,7^m$  w Małym Lwie. W 2011 r. jej blask spadł o  $4,5^m$ , by po 3,5 roku powrócić do stanu poprzedniego. Przegląd danych archiwalnych pokazał, że podobny epizod zdarzył się jej w latach 1942–46. Jest to więc układ zaćmieniowy o najdłuższym znanym okresie: 69 lat! Następna w kolejności pod tym względem, słynna  $\varepsilon$  Aurigae ma okres 27 lat. Podobnie jak w przypadku  $\varepsilon$  Aur, tu także udział w zaćmieniu bierze nieprzeczysty dysk pyłowy. Trwa spór o jego pochodzenie. Rozstrzygnięcia nie należy się spodziewać przed następnym zaćmieniem, które nastąpi w latach 2080–2083. Niektórzy z nas dożyją.

**20 I** — Dwaj amerykańscy badacze twierdzą, że jednak

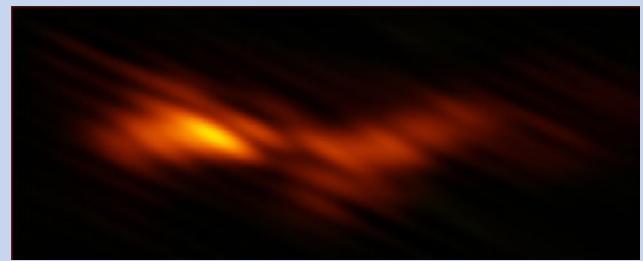


Źródło: M. Ness & G. Stinson / MPIA

musi istnieć w Układzie Słonecznym dziewiąta planeta. Miałaby być wielkości Neptuna, ale krażyć 20 razy dalej od niego (okres obiegu: kilkanaście tysięcy lat!). Do tej konkluzji doprowadziło ich szczególnie ułożenie 6 spośród najdalszych znanych obiektów naszego układu planetarnego (fioletowe elipsy na rys. na dole po lewej). Być może mają rację. Jednak jak na tak rewolucyjny wniosek, baza obserwacyjna jest nader skromna. Zanim uwierzymy, poczekajmy więc na mocniejsze argumenty.

**26 I** — Opublikowano pierwsze wyniki badań, wykonanych kosmicznym interferometrem radiowym. Obserwacje prowadzone jednocześnie 15 radioteleskopami naziemnymi, położonymi od Hawajów, poprzez USA i Europę, aż po Kaukaz. Szesnastym instrumentem był 10-m radioteleskop umieszczony na rosyjskim satelicie Spektr-R. Przedmiotem zainteresowania była struga materii, pędząca w naszą stronę z jądra galaktyki aktywnej BL Lacertae. Uzyskany obraz nie jest może szczególnie piękny (rys. poniżej), ale jego zdolność rozdzielczą nie ma precedensu w historii astronomii: zaledwie 21 mikrosekund łuku. To grubość włosa oglądanego z odległości 800 km!

Wybrał i skomentował Marek Muciek

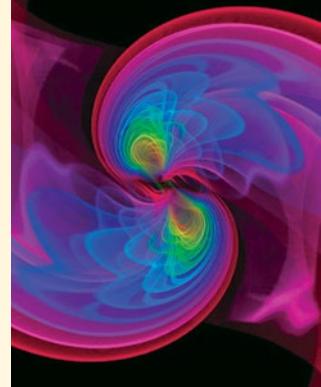


Źródło: Gomez, et al., Bill Saxton, NRAO/AUI/NSF, Lavochkin Association

# Zadrżała czaso-

# przestrzeń

Grzegorz Karwasz



Oczekiwali na nią astrofizycy, fizycy teoretycy i fizycy doświadczalni. Gdy wreszcie nadeszła, blisko pół roku sprawdzali, czy aby nie jest artefaktem. Tak dokonało się największe jak dotąd odkrycie naukowe XXI wieku – fala grawitacyjna GW150914!

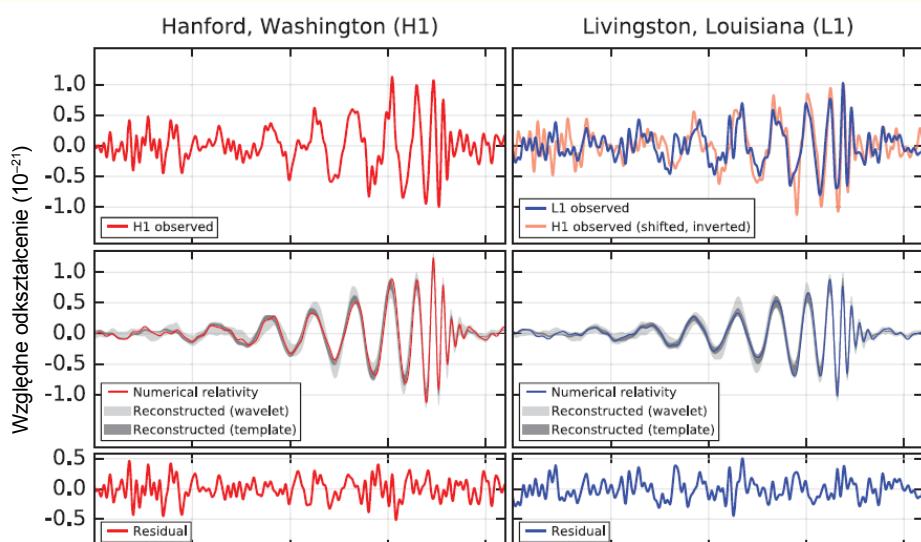
14 września 2015 r., o godz. 9:50:45 czasu uniwersalnego zderzyły się dwie masywne czarne dziury. A tak właściwie, zderzyły się jakieś 1,3 mld lat temu, tylko że dopiero teraz dotarł do nas ślad tego zderzenia, fala grawitacyjna. Naukowcy, po niefortunnym „odkryciu” neutrin szybszych od światła (powodem był źle podłączony kabel) czekali 5 miesięcy z ogłoszeniem wiadomości o fali. Uczynili to dopiero 11 lutego [1], po szczegółowej analizie sygnału i porównaniu go z przewidywaniami teorii.

Fala grawitacyjna została zarejestrowana przez dwa detektory ustawione w Stanach Zjednoczonych na zachodnim i wschodnim wybrzeżu (rys. 1). Oczekiwali na nią astrofizycy — ci od czarnych dziur, fizycy teoretycy — ci od ogólnej teorii względności a przede wszystkim fizycy doświadczalni, aby zmierzyć się z niewyobrażalną precyzją pomiaru:  $10^{-21}$ . Zarejestrowano rozszerzenie się przestrzeni: najpierw w jednym kierunku, a o setne części sekundy później w kierunku po-

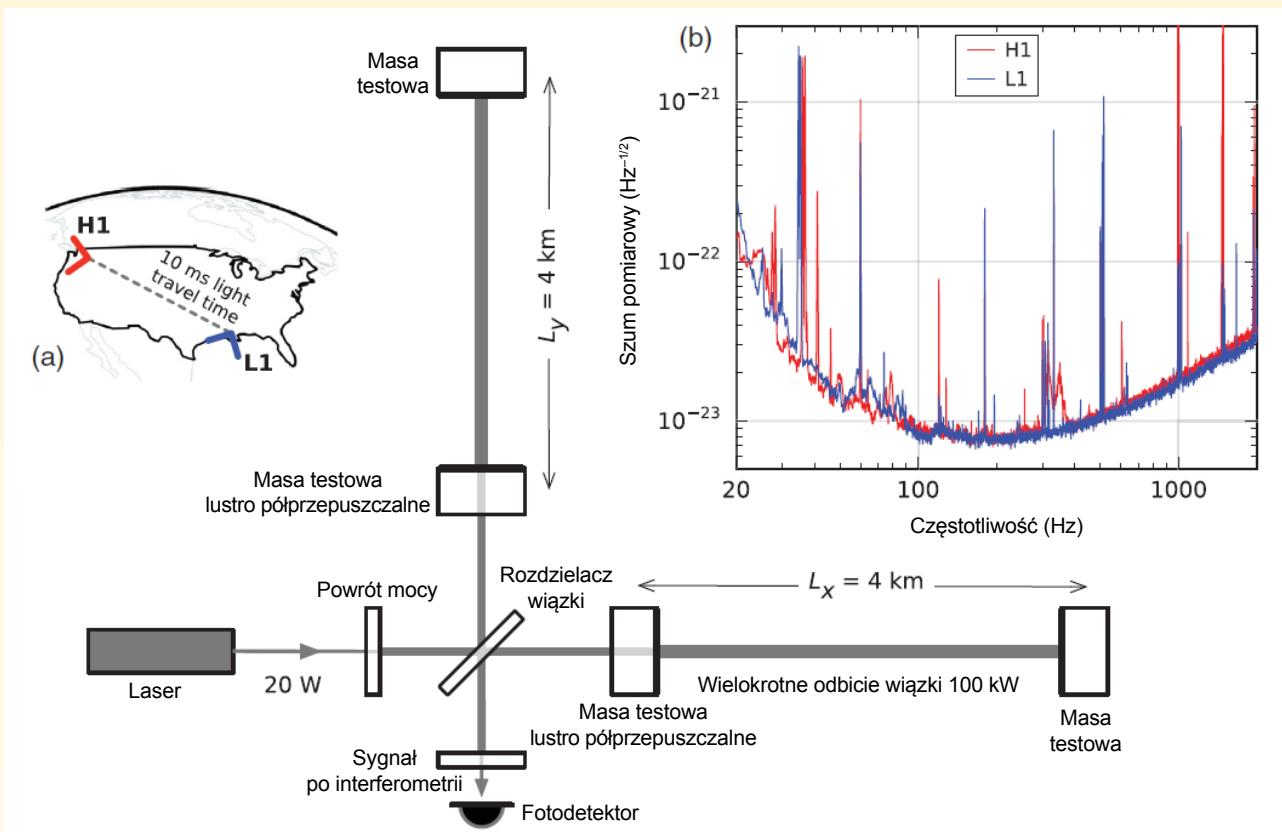
przecznym. Organia zaczęły się z częstotliwością 35 Hz, błyskawicznie wzrosła ich częstotliwość (do 250 Hz) i amplituda, po czym nagle zanikły, jakby je pochłonęła... czarna dziura.

### NA POCZĄTKU BYŁ MICHELSON

Prostota aparatury do poszukiwania fal grawitacyjnych jest wręcz zdumiewająca: w dwóch prostopadłych tunelach (w warunkach wysokiej próżni) zawieszono po dwa zwierciadła,



Rys. 1. Zarejestrowana (górny panel) i odtworzona przez modele teoretyczne fala grawitacyjna GW150914. Fala doszła najpierw do Livingston, a 7ms później do Hanford. Modele i pomiary zgadzają się na poziomie 94%. Źródło [1]



Rys. 2. Schemat detektorów LIGO, ich rozmieszczenie i analiza szumów aparaturowych. Zmierzona deformacja długości jest o prawie dwa rzędy wielkości ponad szumem. Źródło [1]

a między nimi puszczoneo promień lasera. Dwie wiązki światła odbitego od zwierciadeł spotykają się ponownie i sprawdza się, czy któraś z wiązek przebyła dłuższą drogę. Ta genialna idea została opracowana przez Abrahama Michelsona — mistrza światła [2], urodzonego w Strzelinie — pierwszego amerykańskiego noblistę.

W ten sposób Michelson stwierdził (1887 r.), że Ziemia w Kosmosie spoczywa, a raczej, że nie możemy wykazać jej ruchu dookoła Słońca za pomocą pomiaru prędkości światła. Dokładność pomiaru wyniosła 1/10 prędkości orbitalnej Ziemi (czyli 3 km/s). Innymi słowy, Michelson znalazł sposób na pomiar prędkości światła (lub alternatywnie długości dwóch ramion *interferometru*) z dokładnością względną  $10^{-5}$ . A nie miał ani lasera, ani superwysokiej próżni, ani superamortyzacji drgań (jego interferometr, umieszczony na kawałku granitu, pływał na powierzchni małego jeziorka z rtęci).

Dwa interferometry LIGO (Light-interferometer gravitational-wave observatory) miały ramiona o długościach 4 km, ale promień lasera

przebiegał odległość między zwierciadłami 300 razy (rys. 2). Superstabilne lasery, bezstratne zwierciadła, trójstopniowe zawieszania dla wyeliminowania drgań, specjalna obróbka sygnału — to wszystko pozwoliło zarejestrować względną różnicę długości dwóch ramion z dokładnością do 1/500 promienia protonu.

Przy precyzyji pomiaru  $10^{-21}$  kawałka przestrzeni o długości 4 km nie jest

względności Einsteina w 100 lat po jej sformułowaniu. Przede wszystkim udało się „przygwoździć” czarną dziurę — a nawet dwie.

Istnienie czarnych dziur — supermasywnych obiektów, z których nawet światło nie może się wydostać, przewidział Karl Schwarzschild w 1916 r., zaraz po ukazaniu się artykułu Einsteina. Jak sama nazwa wskazuje, są one niewidzialne, a ich istnienie wynika

z braku obrazu: „Ciemność widzę, ciemność!”. Astronomowie wnioskują o czarnych dziurach w pośredni sposób, np. poprzez szybki wypływ materii z sąsiadującej gwiazdy.

I tak intensywne źródło promieniowania rentgenowskiego w gwiazdozbiorze Łabędzia, *Cygnus X-1*, było pierwszym z kandydatów na czarną dziurę. Niestety, nie do końca potwierdzonym: źródłem promieniowania może być zjonizowana materia gwiazdy przyspieszana potężnym polem grawitacyjnym masywnego sąsiada, ale sąsiada nie widać. Innym kandydatem są centra galaktyk, także naszej Galaktyki, w szczególności zaś tzw. aktywne jądra galaktyk. Na przykład centra galaktyk

## Drgania zaczęły się z częstotliwością 35 Hz, błyskawicznie wzrosły do 250 Hz razem ze wzrostem amplitudy, po czym nagle zanikły, jakby je pochłonęła... czarna dziura.

możliwe wyeliminowanie zakłóceń: należało je dokładnie zidentyfikować. Nie tylko ruchy skorupy ziemskiej, drgania atomów gazu w rurze, ale również 60 Hz amerykańskiej sieci elektrycznej.

### DWIE DZIURY W CAŁYM

GW150914, jak ochrzczono pierwszą falę grawitacyjną, jest nie tylko kolejnym potwierdzeniem ogólnej teorii

aktywnych typu Seyferta są tak nadzwyczajnie jasne, a linie emisyjne światła i promieni rentgenowskich mocno rozmyte wskutek efektu Dopplera, w szybko przepływającej, gorącej materii. Ale czarnych dziur nie widać: są to obiekty w tej skali zbyt małe.

Kiedy kilka lat temu rozmawiałem w Brukseli z kolegami astrofizykami, ekspertami UE, na pytanie, ile jest we Wszechświecie czarnych dziur, otrzymałem odpowiedź: „Powinna być w środku każdej galaktyki”. — „Ale ile tak naprawdę ich zarejestrowano?”. Po chwili milczenia padła odpowiedź: — „A dozen”, czyli tak około 12. Mało! Są i inne pomysły, jak np., że w początkowym Wszechświecie było mnóstwo czarnych dziur, ale szybko wyparowały. Prof. Marek Abramowicz, dla „Gazety Wyborczej” (23.02) tak to skomentował: „Einstein-Hawking 1:0”. Ani miniczarne dziury, ani kwantowo poplątane czasoprzestrzenie nie znalazły dotąd żadnego potwierdzenia. W myśl tak zwanej „brzyźny” Ockhama — nie istnieją.

## Masy czarnych dziur przed zderzeniem wynosiły 36 i 29, a masa powstałej dziury 62 mas Słońca. W 0,1 sekundy zamieniły się w fale grawitacyjne, aż 3 masy Słońca. Sygnał fali zarejestrowano, gdy obiekty były oddalone od siebie o 300 km i okrążały się z prędkością 0,4 prędkości światła. (rys. 3).

Ale fala GW150914 dowodzi bezpośrednio, że czarne dziury, dość masywne, nie tylko istnieją, ale że wzajemnie się zderzają (a raczej — „polikają”). Możemy poznać ich masy, prędkości, odległości a nawet kierunki wirowania.

### ARCHEOLOGIA CZARNEJ DZIURY

Zderzenie zaszło 1,3 mld lat temu, trwało ułamek sekundy, fala przebiegła 1/10 promienia całego Wszechświata, zarejestrowano kilka tylko drgnień, zmiana długości to miliardowa część atomu, a mimo to o zderzeniu wiemy

mnóstwo. Wiemy z modelu, że masy czarnych dziur przed zderzeniem wynosiły  $36 \pm 5$  i  $29 \pm 4$  mas Słońca a masa powstałej dziury  $62 \pm 4$  M<sub>☉</sub>. Innymi słowy, w 0,1 sekundy „wyparowały”, a raczej zamieniły się w fale grawitacyjne, aż trzy masy Słońca. Sygnał fali zarejestrowano, gdy dwie masy były od siebie o 300 km i okrążały się z prędkością 0,4 prędkości światła (rys. 3).

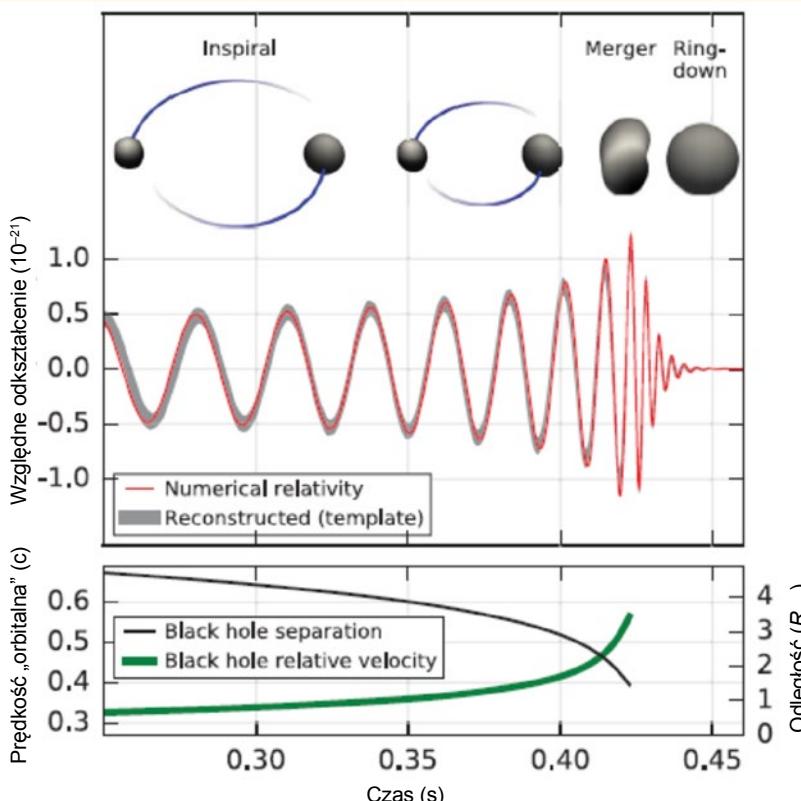
Wynik powyższy nie jest pomysłem „z kapelusza”.

Grono astrofizyków [3] pracowało nad nim przez kilka miesięcy: dokonano 250 tys. symulacji różnych możliwych zderzeń, aby wybrać to, które w 94% odpowiada zarejestrowanemu sygnałowi. Nasilający się sygnał coraz szybciej wirujących wokół siebie czarnych dziur był przewidziany na stronach internetowych LIGO dużo wcześniej: inny niż wirujących gwiazd neutronowych i inny niż ewentualnego tła z pierwszych momentów (tj.  $10^{-32}$  sekundy) Wielkiego Wybuchu.

### KAMIEŃ Z SERCA FIZYKÓW

Fizycy doświadczalni czekali na GW150914 przez pełne 60 lat, a teoretycy przez 100! Z równań Einsteina jasno wynikało, że muszą istnieć fale podobne do tych elektromagnetycznych, a których źródłem są nie przyspieszane ładunki elektryczne a przyspieszane masy. Problem w tym, że ładunki są dwóch znaków, a mas ujemnych do tej pory nikt nie wymyślił. Źródłem fal grawitacyjnych mogą więc być tylko ogromne i mocno niejednorodne rozkłady masy. Dla porównania, wszystkie planety naszego układu w ich ruchu dookoła Słońca emitują zaledwie kilka kilowatów mocy — tyle co elektryczny piecyk.

Jest jeszcze inna, obok fali elektromagnetycznej, interpretacja światła — jako strumienia fotonów (też pomysł Einsteina). Nasze oko potrafi zarejestrować pojedyncze z nich. Fotony przebiegają Wszechświat w nieskończoność, bo nie mają masy (są nimi również fotony promieniowania mikrofalowego — relikty Wielkiego Wybuchu). Hipotetyczne cząstki fal grawitacyjnych, grawitonów, też powinny poruszać się z prędkością światła.



Rys. 3. Model zderzenia GW150914. Dwie dość masywne i podobne czarne dziury znajdowały się w odległości (na rysunku w promieniach Schwarzschilda  $2GM/c^2$ ) jakieś 300 km i okrążały się z prędkością 0,3–0,4 prędkości światła. W ostatnim westchnieniu wysłały trzy krótkie impulsy. Źródło [1].

GW150914 to potwierdza: dwa detektory, ten w Livingston i ten w Hanford „tyknęły” w odstępie 7 ms, mimo że wzduż powierzchni kuli ziemskiej dzieli je 10 ms: fala nadeszła nieco ukośnie. Z grubsza wiemy też skąd. Oceniona masa grawitonu jest mniejsza niż  $1,2 \times 10^{-22}$  eV/c<sup>2</sup>. Dla porównania masa elektronu to 511 keV a masa neutrin, które zasygnalizowały w 1987 r. wybuch supernowej, to jakieś  $10^{-2}$  eV. Co to oznacza? Że zasięg grawitacji, podobnie jak światła, naprawdę może być nieskończony.

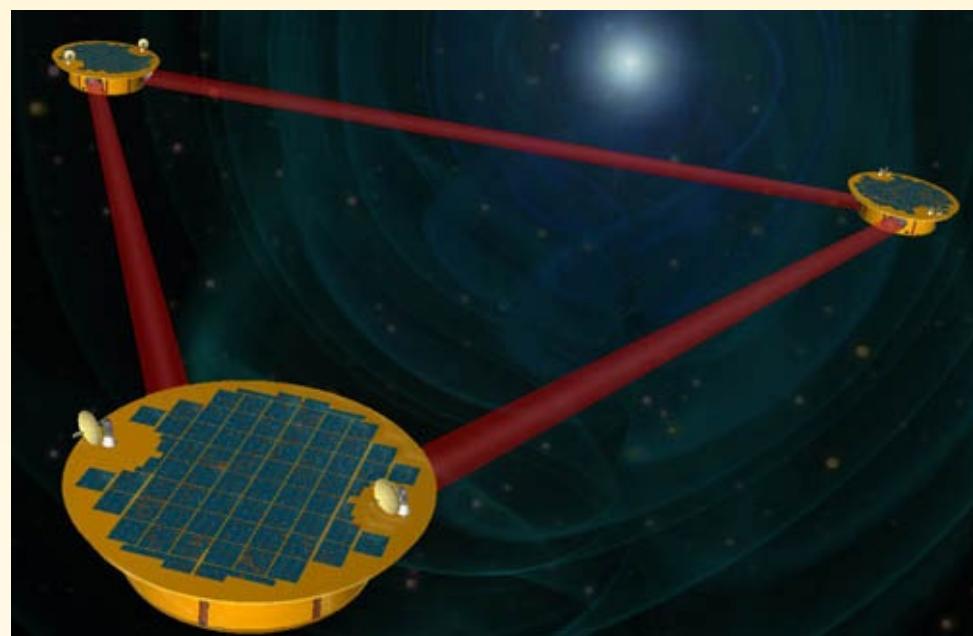
### CZEMU AŻ TAK SŁABA?

Po szkolnych klasyfikacjach odziaływań na „silne” i „słabe” budzi zdumienie nadzwyczajna delikatność sygnałów grawitacyjnych. Światło z wybuchów supernowych, znacznie słabszych, bo nie konsumujących aż trzech Słońc w ułamku sekundy, obserwujemy bez trudu i to z większych nawet odległości. Ba, wyłapujemy, i to przed nadejściem światła, nawet pozornie nieuchwytnie neutrina. Dlaczego grawitacja jest tak słaba? Bo gdyby była silniejsza, świat by się dawno (w ułamku sekundy) zapadł albo tak szybko by puchł, że gwiazdowy pył nie skupiłby się w cząsteczki wody, atomy węgla i w to wszystko, z czego składa się choćby Ziemia i jej mieszkańcy.

Pozostaje pytanie, czy fala pobudza do drgań również ciemną masę, niewidzialną dla światła (i zapewne neutrin), ale grawitacyjnie obecną, nawet w naszej Galaktyce. Jest jej jakieś 3 razy więcej niż całej masy widzialnej.

### AUDENTES FORTUNA IUVAT<sup>1</sup>

Fizycy w wielu krajach, włączając moich włoskich kolegów, przez dziesięciolecia gonili za ułudną falą „Antenę” grawitacyjną zaproponował Joseph Weber, jeszcze w 1961 r. (a w 1968 ogłosił, że zarejestrował



Rys. 4. LISA — Laser Interferometer Space Antenna, NASA: zasada działania podobna jak w LIGO, tylko że zwierciadła odlegle o 5 mln km. Źródło: <http://lisa.nasa.gov/>

fale). Był to walec z aluminium, mniej więcej jak duża beczka, zawieszony w superpróżni i w superniskiej temperaturze (czyli ciekłego, niezwykle kosztownego helu). Problem w tym, że walec mógł zarejestrować falę tylko o jednej częstotliwości, 1666 Hz, dziwacznej jak na grawitację. Oczywiście, nie fizycy decydują, jak się

— o długości nie paru, ale setek tysięcy kilometrów. Do takich pomiarów potrzebne są satelity. Niestety, start planowany w programie LISA (rys. 4) został w 2011 r. odsunięty na dalszą przyszłość.

### A CO Z CZASEM?

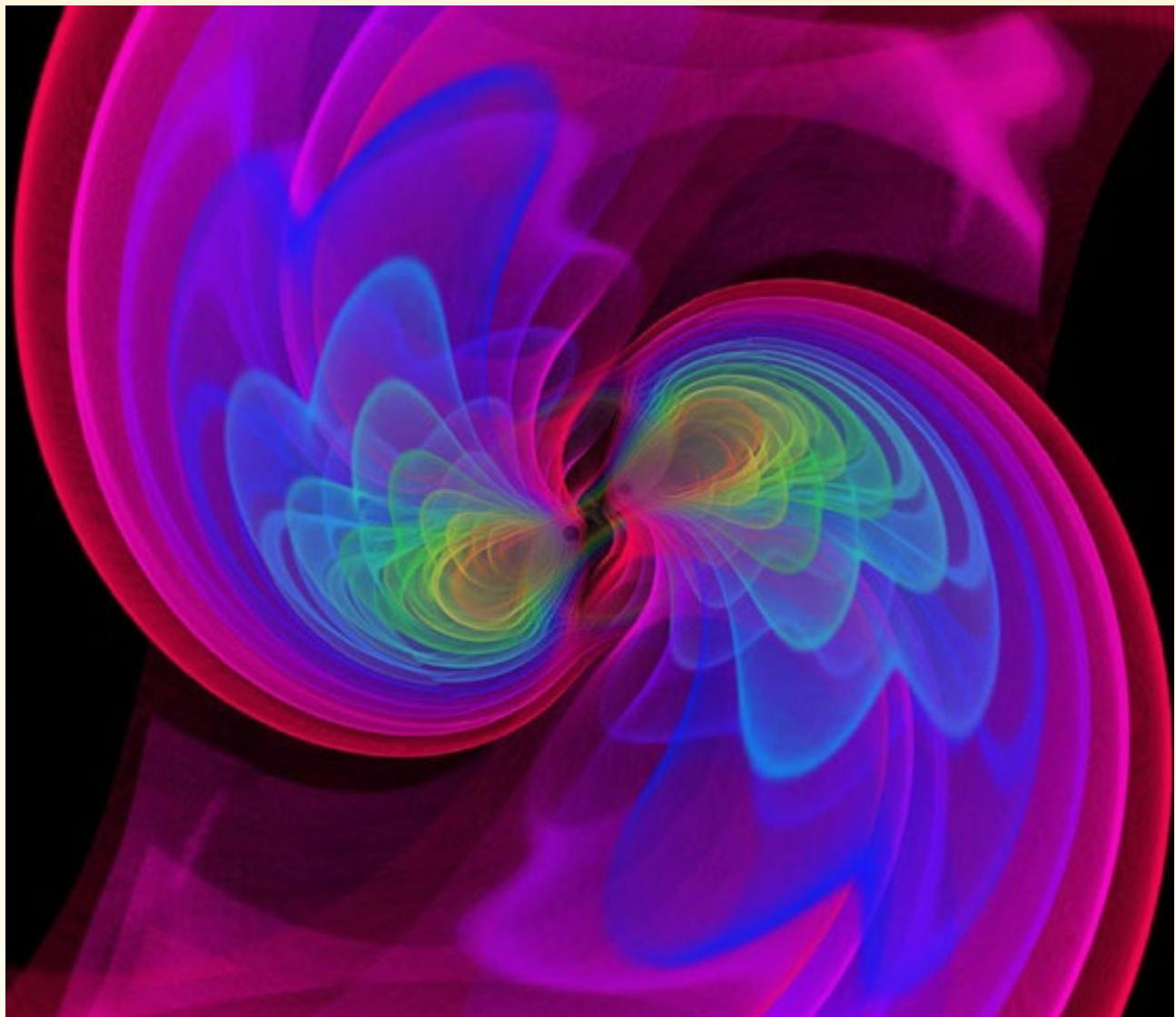
Na razie fizycy stwierdzili, że zadrżała przestrzeń. Czy zadrzał również czas? Na pewno tak, ale na razie nie mamy sposobu, aby to sprawdzić. W Toruniu buduje się zegar, nadzwyczajnej dokładności, oparty jak w wynalazkach Michelsona o standardy linii atomowych, Na razie precyzyja zegara POZA<sup>2</sup> to „zaledwie”  $10^{-14}$ . Ale już taka dokładność wymaga uwzględnienia poprawek ogólnej teorii względności — odniesienia wysokości nad tzw. „poziomem morza” (to dla geogra-

fów, dla fizyków jest to „nad poziomem geoidy”, czyli powierzchni stałego potencjału grawitacyjnego Ziemi).

Znaleziono falę, dokładnie jak z wyników teorii Einsteina — rozciągają-

<sup>2</sup> Polski Optyczny Zegar Atomowy (POZA) — zlokalizowany w Krajowym Laboratorium FAMO w Instytucie Fizyki UMK w Toruniu zbudowany przez konsorcjum trzech uniwersytetów (UW, UJ, UMK). Miał wystąpić w odc. 19. ASTRONARIUM (<http://astronarium.pl/od-cinki>), ale kamery zakłóciłyby pomiary. Za to każdy może synchronizować swój komputer lub... zegarek do tego najdokładniejszego wzorca czasu w Polsce: <http://www.fizyka.umk.pl/wfaiis/?q=node/18279> (red.)

<sup>1</sup> Fortuna sprzyja odważnym



Artystyczna wizja fal grawitacyjnych powstających w trakcie zderzenia (a właściwie zapaści) dwóch czarnych dziur. Źródło: D. Castelvecchi, *Gravitational waves: How LIGO forged the path to victory*, *Nature*, 530 (2016) Issue 7590

cą czasoprzestrzeń poprzecznie: raz w prawo, raz w górę. Nadeszła ukośnie w stosunku do dwóch detektorów na dwóch krańcach USA. Niezwykle słaba, krótka, z 1/10 odległości od/do „krańca” Kosmosu, ale przyszła! Galaktyka nasza, 100 tys. lat świetlnych promienia — nawet trudno sobie wyobrazić, ile to „króset kroci tysiący furbeczek furgonów milionów” metrów — przez ułamek sekundy spuchła o... metr!

To wszystko budzi zdumienie, zawarte w tytule biografii Einsteina [5], napisanej przez jego współpracownika, Abrahama Paisa — „jak jest delikatny nasz Pan”...

#### Literatura:

- [1] B. P. Abbott i in., *Observation of Gravitational Waves from a Binary Black Hole Merger*, Phys. Rev. Lett. 116 (2016) 061102; doi: 10.1103/PhysRevLett.116.061102

[2] M. Kardaś, *Michelson — mistrz świata*, Urania 1/2016, s. 8.

[3] B. P. Abbott i in., *Astrophysical implications of the binary black hole merger GW150914*, Astr. J. Lett. 818: L22 (20.02.2016)

[4] B. C. Barish i R. Weiss, *LIGO and the Detection of Gravitational Waves*, Physics Today, 52 (1999) 44

[5] A. Pais, *Pan Bóg jest wyrafinowany. Nauka i życie Alberta Einsteina*, Prószyński i S-ka, 2011.

Grzegorz Karwasz — na zdjęciu, wstrząśnięty odkryciem GW150914 demonstruje adekwatne... rozciąganie czasoprzestrzeni — atomowy i cząsteczkowy fizyk doświadczalny, profesor. Jako kierownik Zakładu Dydaktyki Fizyki w Instytucie Fizyki UMK w Toruniu, jeden z najważniejszych sojuszników „Uranii” w dziele popularyzacji fizyki za pomocą astronomii, tak w szkole, jak i w społeczeństwie. Autor wielu wystaw, w tym słynnej Fiat Lux! Stronę internetową całego zespołu Profesora polecamy wszystkim czytelnikom, nauczycielom, uczniom i studentom:  
[http://dydaktyka.fizyka.umk.pl/nowa\\_strona](http://dydaktyka.fizyka.umk.pl/nowa_strona)



# Czarne dziury w twoim domu

Grzegorz Wiktorowicz

*Niedawno uruchomiony na Uniwersytecie Warszawskim projekt łączy tysiące ludzi, którzy na co dzień nie są związani z badaniami astronomicznym, pozwalając im uczestniczyć w badaniach naukowych prowadzonych na dużą międzynarodową skalę. Wystarczy posiadać komputer z dostępem do internetu.*

Czy siedząc wygodnie w fotelu, mogę uczestniczyć w badaniach naukowych dotyczących całego Wszechświata? Czy nie wydając złotówki i nie poświęcając swojego czasu, mogę wspierać odkrywanie tajemnic przyrody? Czy mogę to wszystko robić za pomocą mojego małego komputera osobistego? Okazuje się, że odpowiedź na wszystkie te pytania jest twierdząca.

Żyjemy w czasach, gdy prawie wszyscy dysponują prywatnym komputerem osobistym. Często nie wyobrażamy sobie życia bez niego i bez internetu. Komputery stają się coraz tańsze i łatwiej dostępne. Dodatkowo firmy komputerowe uczyły je bardzo uniwersalnymi, by zmniejszyć koszty produkcji. Chcemy na nich nie tylko mieć dostęp do internetu, ale także móc obejrzeć film, napisać dokument czy pobrać w grę. Niektórzy używają komputera do pracy, a inni do uczenia się. Instalując odpowiedni program, możemy dostosować naszą maszynę do wielu różnych zadań.

Ta uniwersalność doprowadziła jednak do tego, że rzadko jesteśmy w stanie wykorzystać wszystkie możliwości, jakimi nasz komputer dysponuje. Często nawet nie jesteśmy świadomi, jakich rzeczy możemy dokonać, bo po prostu nigdy ich nie potrzebowaliśmy. W rezultacie prawie nigdy nie jesteśmy w stanie wykorzystać całej mocy ukrytej w naszym komputerze. To trochę przykro, bo zazwyczaj lubimy wykorzystywać nasze środki maksymalnie efektywnie.

W całkowicie odmiennej sytuacji są naukowcy. Sprzęt, którego potrzebują, jest bardzo wyspecjalizowany i jego koszta są olbrzymie. Do tego bardzo szybko możliwości, jakie oferuje, przestają być wystarczające. Sprawia to, że nauka jest w ciągłym zapotrzebowaniu m.in. na moc obliczeniową. By zrozumieć ewolucję gwiazd, oddziaływanie zachodzące między nimi w Galaktyce czy chociażby wyznaczyć dokładny promień odległego ciała niebieskiego, musimy wykonać zaawansowane symulacje. Do tego potrzeba potężnych

komputerów, do których dostęp jest wciąż ograniczony.

Dlaczego w takim razie nie można przerzucić tej złożonej pracy obliczeniowej na nieużywane komputery osobiste? Dziś na świecie jest ich tak olbrzymia liczba, że bez problemu są w stanie zaspokoić bardzo wysokie zapotrzebowania nauki. Właśnie to pytanie zadali sobie pod koniec XX w. naukowcy z Uniwersytetu w Berkeley (USA).



Berkeley Open Infrastructure for Network Computing (BOINC) to wolne oprogramowanie, które służy do wykonywania obliczeń rozproszonych przez internet. Jego wykorzystanie pozwala na uruchamianie wcześniej przygotowanych programów na komputerach

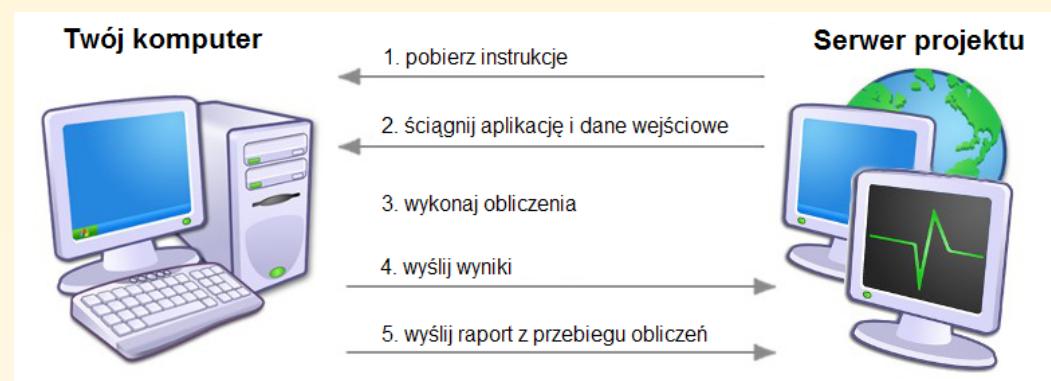
wolontariuszy, którzy zgłoszą chęć przystąpienia do projektu, i późniejsze zbieranie wyników. System BOINC sprawdza się wszędzie tam, gdzie obliczenia można rozłożyć na dużą liczbę małych porcji. Każdy połączony komputer zajmuje się w każdej chwili tylko jedną z takich porcji, dzięki czemu nie jest przeciążony olbrzymimi obliczeniami. Jeżeli jednak tych komputerów będzie dużo, to ich wspólna moc obliczeniowa może być ogromna.

Jak wspomniano powyżej, projekt rozwijany jest w ramach wolnego oprogramowania. Oczywiście „wolny” w tym kontekście nie dotyczy prędkości. Wolne oprogramowanie to takie, które razem z kodem źródłowym jest dostępne dla każdej chętnej osoby. Można gościąć ze strony <https://boinc.berkeley.edu/trac/wiki/Source-CodeGit>. Każdy człowiek lub instytucja na świecie może więc postawić swój własny serwer BOINC, korzystając z gotowych rozwiązań. Każdy może również pomóc rozwijać infrastrukturę i dodawać do niej własne elementy. To sprawia, że BOINC bardzo szybko się rozwija i działa bardzo efektywnie, czego wyrazem jest olbrzymie zainteresowanie i duża ilość projektów prowadzonych za jego pomocą. Dodatkowy atut tego rozwiązania to bezpieczeństwo, bo łatwo sprawdzić, czy kod jest bezpieczny i czy wykonuje dokładnie taką pracę jaką jest opisana. Cała infrastruktura jest bardzo przemyślana i skierowana raczej na wygodę użytkownika niż na maksymalizację rezultatów.

## Programy

System BOINC składa się zasadniczo z dwóch programów: klienta i serwera.

Uczestnik programu instaluje na swoim komputerze klienta. Będzie on czuwał w tle na moment, gdy przestaniemy używać komputera. Wtedy sam się uruchomi i zacznie przeprowadzać działania, których schemat ilustruje ry-



Rys. 1. Schemat działania infrastruktury BOINC. W pierwszej kolejności program „klient” na naszym komputerze dostaje instrukcje z serwera na temat przewidzianej dla niego pracy (1). Następnie pobierana jest aplikacja (konkretny kod wykonujący założone zadanie) i dane wejściowe (2). Najdłuższą częścią są obliczenia (3). Gdy już ten proces się wykona, dane wynikowe zostaną wysłane na serwer (4). Na końcu zostanie wysłany raport z przebiegu obliczeń (5). Ta ostatnia część zawiera informacje na temat ew. błędów, ale także mówi serwerowi, że nasz komputer jest gotowy na przyjęcie kolejnej porcji danych. Procedura (2) - (5) powtarzana jest cały czas, choć użytkownik może ją zatrzymać w dowolnym momencie. Przy tym aplikacja jest ściągana tylko w wypadku jej aktualizacji.

sunek 1. Gdy wróćmy do pracy przy komputerze, program się wyłączy, zastępuje przetwarzanie danych i pozwoli nam bezproblemowo pracować. Wróci do obliczeń, gdy komputer znowu będzie wolny od innych zajęć.

Duża większość odpowiedzialność spoczywa na serwerze projektu. Gdy już mamy gotowy kod, musimy podzielić dane na małe porcje. Serwer następnie wysyła je na każdy komputer, który zgłosi zapotrzebowanie. Jednocześnie musi przyjmować już pełnozowane dane i gromadzić je na dyskach.

Bardzo ważna jest kontrola danych przypływających od użytkowników. Trzeba się upewnić, że wszystkie dane zostały policzone poprawnie. Niestety, okazuje się, że nie wszystkie powierzone obliczenia są wykonywane właściwie. Czasami jest to spowodowane złe działającym procesorem w komputerze wolontariusza, a innym razem są to zakłócenia w przesyiale danych. Możliwe jest także celowe oszukiwanie serwera projektu i wysyłanie wadliwych danych. W związku z tym każda próbka jest wysyłana do dwóch (lub więcej) różnych wolontariuszy. Wyniki są akceptowane dopiero wtedy, gdy obaj zwrócią taki sam plik wynikowy.

Dalsza część pracy, czyli analiza tych wyników, spoczywa już bezpośrednio na naukowcach.

## Jak to się zaczęło

W połowie lat 80. XX w. powstają początki tego, co później będzie stanowić projekt SETI (ang. *Search for ExtraTerrestrial Intelligence*), czyli bardzo szeroki program służący do wsparcia wszelkich dyscyplin naukowych, związanych z poszukiwaniem życia

poza Ziemią. Projekt od samego początku zyskuje duże zainteresowanie zarówno wśród uczonych, jak i amatorów. Jednak, jak to bywa z większością projektów, które nie mają bezpośredniego przełożenia na biznes, trudno mu uzyskać finansowanie... a potrzeby są olbrzymie. Począwszy na obserwacjach, a skończywszy na analizie danych, SETI przerastało wszystkie dotychczasowe projekty badawcze. Choć obserwacje astronomiczne często można dzielić z innymi projektami, to już nie ma tak dobrze z analizą danych, która w SETI jest prowadzona pod całkowicie innym kątem niż w innych programach naukowych. Trzeba było coś zrobić, by dane się nie marnowały.

W 1999 r. na Uniwersytecie w Berkeley powstaje projekt wielkoskalowych obliczeń rozproszonych pod nazwą SETI@home. Cele były dwójakie. Po pierwsze, rzetelna praca naukowa nakierowana na wykrycie życia pozaziemskiego (najlepiej inteligentnego). Po drugie, udowodnienie użyteczności obliczeń rozproszonych w pracach naukowych. Chociaż w przypadku pierwszego celu nie osiągnięto żadnych znaczących rezultatów, to w przypadku drugiego sukces był całkowity. Prace prowadzone nad rozwojem SETI@home zaowocowały stworzeniem środowiska BOINC, które po raz pierwszy zostało publicznie udostępnione w 2002 r. Już w 2004 r. ruszył Predictor@home, pierwszy projekt na nim bazujący.

Obecnie BOINC obsługuje około 70 projektów. Na podstawie uzyskanych wyników powstało ok. 100 prac naukowych, a na całym świecie do projektu jest podłączonych ponad 12 mln komputerów. Średnia moc obliczeniowa,

która osiągają sumarycznie wszystkie projekty, to 9 PetaFLOPS (FLOPS to liczba operacji zmiennoprzecinkowych na sekundę), czyli prawie 1/3 mocy najpotężniejszego obecnie komputera na świecie. Polska drużyna BOINC@Poland jest w światowej czołówce pod względem wspierania projektów opartych o infrastrukturę BOINC.

### Universe@Home

Od początku Polacy nie chcieli być tylko użytkownikami innych projektów. Nie zostając w tyle, szybko pojawiły się również polskie projekty, takie jak Radioactive@home, który służy do ogólnoswiatowych pomiarów promieniowania radioaktywnego. Na pierwszy, który powstał na uczelni wyższej, trzeba było jednak czekać aż do roku 2015, kiedy ruszył Universe@Home.

W roku 2014 prof. Krzysztof Belczyński pracujący w Obserwatorium Astronomicznym Uniwersytetu Warszawskiego przyszedł do mojego pokoju z ulotką o projekcie SETI@home, pytając, czy to da się zrobić z naszym kodem do syntezy populacji. Trzeba nadmienić, że prowadziliśmy wtedy kilka projektów badawczych opierających się o masowe symulacje układów

gwiazdowych. By otrzymać rzetelne wyniki, musielibyśmy symulować nawet całe galaktyki, składające się z miliardów obiektów, przez miliardy lat ewolucji. Obliczenia trwały bardzo długo i ciągle musielibyśmy zabiegać o dodatkową moc obliczeniową.

Pomysł od razu mi się spodobał. Bardzo przeszkadzały mi ciągle problemy z dostępem do dużych komputerów i uciążliwa biurokracja z tym związana. Przeszukawszy internet, bardzo szybko znalazłem informacje o Fundacji BOINC Polska, która propaguje infrastrukturę BOINC i uczestnictwo w projektach na niej opartych. Skontaktowałem się z zarządem i paroma innymi osobami, które poleciły mi poprosić o pomoc Krzysztofa Piszcza-ka z firmy Roads Business Software. Krzysztof pasjonuje się rozwijaniem idei obliczeń rozproszonych, a jednocześnie jest członkiem wspomnianej fundacji. Okazało się, że nasz kod można w bardzo łatwy sposób dostosować do potrzeb obliczeń rozproszonych i w krótkim czasie udało się nam uruchomić serwer testowy.

Dużo pracy było jeszcze przed nami, a forma finansowania polskiej nauki nie ułatwiała sprawy. Na szcze-

ście doświadczenie Krzysztofa i duże zapotrzebowanie na wyniki sprawiły, że rezultaty już z testowej części projektu udało się opublikować w renomowanym czasopiśmie amerykańskim *The Astrophysical Journal*. Nie bez znaczenia była olbrzymia pomoc, jaką otrzymaliśmy od uczestników projektu, którzy nierzadko zwracali nam uwagę na błędy lub trudności, jakie napotkali, a których my nie byliśmy w stanie wykryć podczas testów.

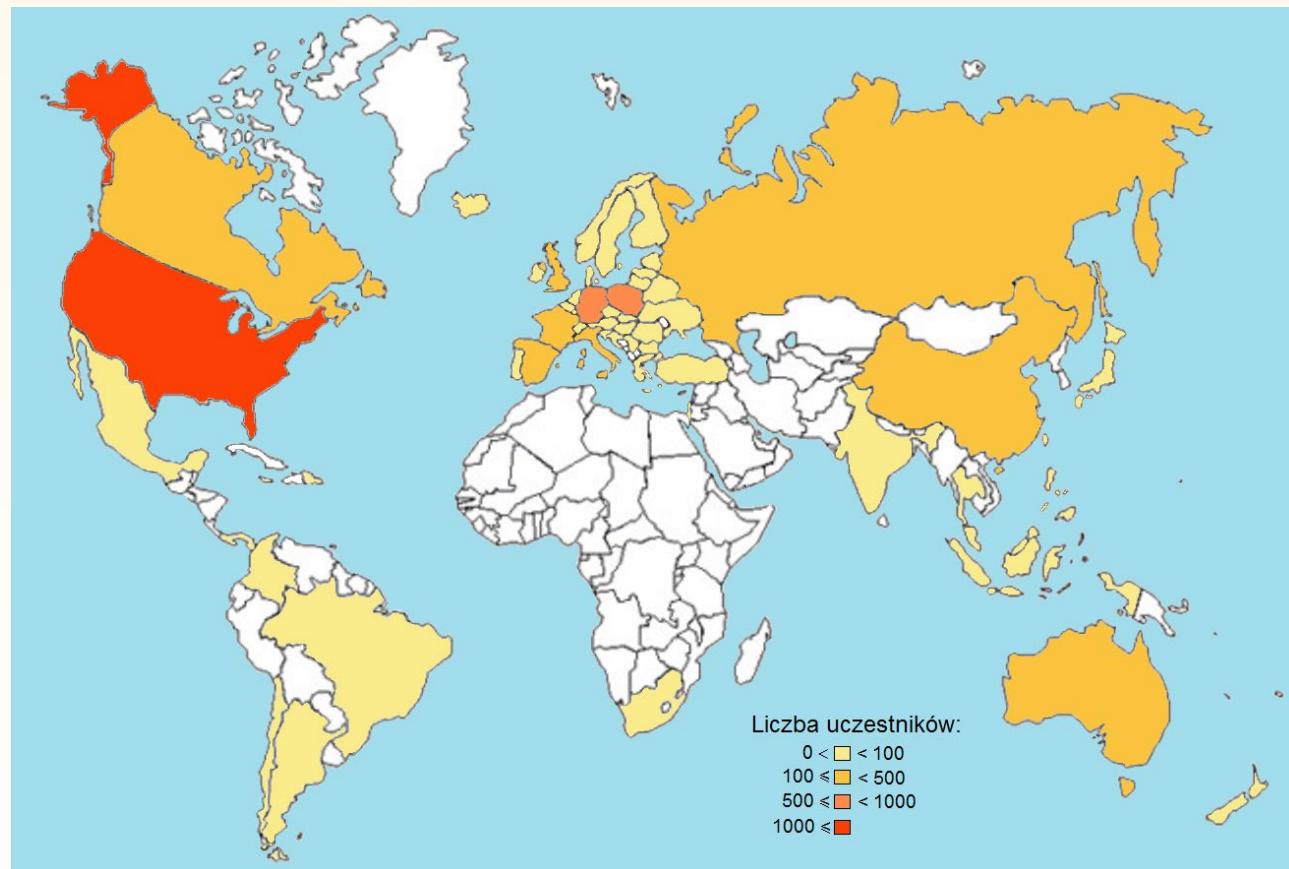
Obecnie projekt liczy ok. 5000 aktywnych członków z kilkudziesięciu krajów (rys. 2) i osiąga moc 75 TFLOPS (rys. 3). Universe@Home jest klasyfikowany na 13 miejscu na liście wszystkich projektów BOINC pod względem mocy obliczeniowej i wyprzedza wiele dużo starszych projektów.

### Projekty badawcze

Z naukowego punktu widzenia prowadzimy prace nad następującymi problemami (choć inne są też przygotowywane pod infrastrukturę BOINC):

#### A. Ultrajasne źródła rentgenowskie

Obiekty, które nazywamy ultrajasnymi źródłami rentgenowskimi



Rys. 2. Rozkład geograficzny uczestników programu Universe@Home. Najliczniej reprezentowane są (stan w dniu 23 marca 2016r.): USA — 1234 uczestników, Niemcy — 606, Polska — 587, Francja — 408

(ULX: *UltraLuminous X-ray source*) obserwowane są bardzo rzadko (co najwyżej kilka na galaktykę), ale osiągają tak niezwykle wysokie jasności, że do niedawna ich istnienie było sprzeczne ze wszystkimi modelami. Świecą głównie w rentgenowskim przedziale widma i są praktycznie niewidoczne poza tym zakresem. Muszą więc być niezwykle gorące (rzędu 1 mln K). Nawet największe gwiazdy nie osiągają tak wysokich temperatur na swoich powierzchniach. Spodziewamy się, że tylko materia spadająca na czarne dziury może się tak mocno rozgrzewać. Jednak klasyczny model tego zjawiska nie przewiduje, by można było osiągać w ten sposób aż tak wysoką jasność. Czyni to ULX-y obiektami niezwykle ważnymi dla współczesnej astrofizyki.

Naszym celem jest zbadanie przyczyny tak wysokiej ich jasności i natury tych obiektów. We wspomnianej wyżej publikacji, podsumowującej fazę testową, udało nam się już pokazać, że prawdopodobnie nie jest to oddzielna grupa źródeł, a jedynie bardzo krótka faza wyjątkowo wysokiej emisji promieniowania, występująca w dużej części rentgenowskich układów podwójnych.

### B. Koalescencja obiektów zwartych

Od niedawna zajmujemy się także koalescencją obiektów zwartych, takich jak gwiazda neutronowa lub czarna dziura. Gdy dwa takie ciała tworzą układ podwójny o bardzo ciasnej orbicie to spodziewamy się, że będą bardzo szybko tracić energię i moment pędę na skutek emisji fal grawitacyjnych. Efektem jest dalsze zacieśnianie orbity. Ostatecznie doprowadzi to do tego, że obie gwiazdy zleżą się w jedną. To właśnie zjawisko nazywamy *koale-*

*scencją*. Spodziewamy się, że szczególnie w ostatnich chwilach, taki układ podwójny będzie wysyłał bardzo silne promieniowanie grawitacyjne. Właśnie dokonano pierwszej historycznej obserwacji takiego zjawiska (por. artykuł na stronie 8 w tym numerze „Uranii”). Kolejne na pewno nastąpią. Do ich interpretacji będą potrzebne niezwykle szczegółowe symulacje ewolucji całego Wszechświata, by teoretycznie przewidzieć parametry oczekiwanego sygnału, które będzie można porównywać z wynikami obserwacji. Częścią obliczeń do określenia tych przewidywań zajmujemy się w ramach Universe@Home.

### C. Spiny czarnych dziur

Czarne dziury, mimo że wykraczają daleko poza możliwości naszej wyobraźni, są niezwykle prostymi obiektami z punktu widzenia fizyki, gdyż opisanymi zaledwie trzema parametrami. Nawet pojedynczego atomu nie da się opisać tak łatwo! Masa, moment pędę i ładunek elektryczny są w stanie powiedzieć wszystko o czarnej dziurze i całkowicie określić jej wpływ na otaczającą ją przestrzeń. Moment pędę zazwyczaj zastępuje się tzw. *spinem*, który w uproszczeniu opisuje stosunek momentu pędę do masy obiektu.

Spin ma duży wpływ na oddziaływanie czarnej dziury na pobliską materię. Określa, jak blisko jest ona w stanie krążyć wokół czarnej dziury, zanim nieodwoalnie spadnie pod horyzont zdarzeń, czyli umowną powierzchnię czarnej dziury. Spin wiąże się też z niezwykle energetycznymi zjawiskami, które nazywamy dżetami. Są to strugi materii, wyrzucanej z okolic czarnej dziury w dwóch przeciwnych kierunkach z olbrzymimi prędkościami, porównywalnymi z prędkością

światła. Gdy trafią w jakiś obłok międzygwiazdnej materii, są źródłem niezwykle ciekawych i widowiskowych zjawisk.

Nasze badania pozwalają na przewidywanie ewolucji spinu czarnych dziur w naszej Galaktyce, a także w innych galaktykach. Te przewidywania możemy porównywać z obserwacjami i badać różne modele akrecji materii na czarne dziury.

### Działacz do nas

By wspierać polską naukę i dołączyć do projektu, wystarczą trzy kroki. Zapraszamy na naszą stronę [universeathome.pl](http://universeathome.pl)

Klikamy duży zielony przycisk „Dołącz do projektu”. Na podstronie, która się wyświetli, znajdziemy opis kroków wraz ze zrzutami ekranu.

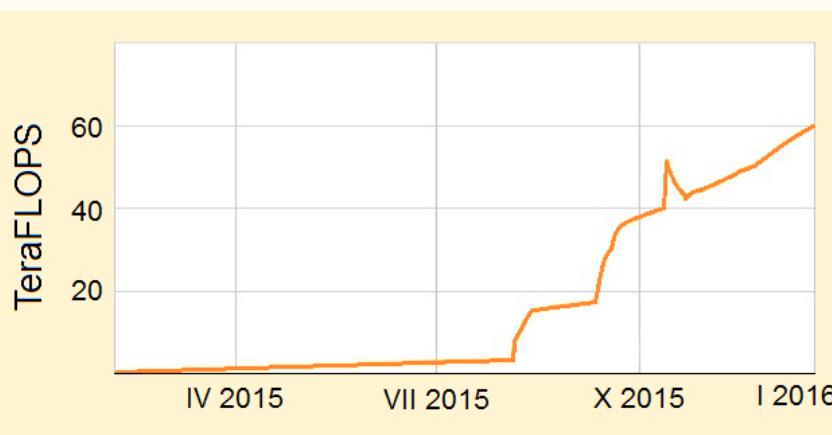
1. Pobieramy program BOINC,
2. instalujemy go na swoim komputerze,
3. gdy instalator nas o to zapyta, dołączamy do projektu „universathome.pl/universe/” (można się także dołączyć po instalacji),
4. rejestrujemy się, tworzymy swoje konto,
5. na koniec warto zrobić sobie na pulpicie skrót programu „boincmgr” (który znajdziemy we właśnie założonym folderze BOINC) i uruchamiać go zawsze, gdy włączamy komputer. Będzie nam pokazywał aktualny stan zadań i ciekawe statystyki.

W tym momencie cała praca przechodzi na program, który sam będzie cyklicznie wykonywał procedurę, pokazaną na rysunku 1. Natomiast gdy będziemy chciałi używać naszego komputera do innej pracy, to sam przejdzie w tryb czerwienia i wstrzyma obliczenia.

Może się zdarzyć, że mimo pomyślnej instalacji program nie będzie chciał ruszyć z obliczeniami. Należy wtedy sprawdzić, czy jakiś program działający na naszym komputerze (np. antywirus lub przeglądarka internetowa) nie wykorzystuje znaczącej (>20%) części mocy procesora. W takim przypadku program klient uzna, że komputer jest wykorzystywany przez użytkownika i nie rozpocznie obliczeń.

Obecnie w programie Universe@Home działają dwie aplikacje:

- 1) Universe ULX — jak nazwa wskazuje, służy realizacji projektu opi-



Rys. 3. Rozwój całkowitej mocy obliczeniowej programu Universe@Home od początku działania do końca roku 2015

sanego powyżej pod literą A. Jest również jej specjalna wersja, przeznaczona do uruchamiania na telefonach komórkowych (działa pod Androidem).

2) Universe BHspin — służy realizacji projektów B i C.

O tym, jakie zadanie dostaniemy do wykonania, za każdym razem decyduje serwer.

W obu wypadkach komputer liczy dla każdej próbki ewolucję 20000 układów podwójnych. Pliki wejściowe zawierają zawsze pierwszą liczbę generatora liczb losowych i parametry symulacji. Natomiast zawartość plików wynikowych zależy od aplikacji. Dla BHspin jest to informacja o powstawaniu podwójnych obiektów zwarcych (np. czarna dziura — gwiazda neutronowa), których zwykle znajduje kilkaset. W przypadku ULX jest to informacja o fazach transferu materii na obiekty zwarte. Ciekawe układy potem sami przeliczamy dokładnie. Nie można tego zrobić na komputerach użytkowników, bo pliki wynikowe są wtedy olbrzymie i szybko by zapchały łączna naszego serwera.

Wszystkie te aplikacje oparte są na kodzie do syntezy populacji StarTrack, stworzonym przez prof. Krzysztofa Belczyńskiego, który do tej pory był wykorzystywany jedynie na dużych klastrach komputerowych.

Po zakończeniu obliczeń i wysłaniu raportu z danego zadania następuje faza weryfikacji. Dokonuje się ona poprzez porównanie wyników tego samego zadania, nadesłanych przez dwóch różnych uczestników. Jeśli są zgodne, to na koncie uczestnika pojawiają się punkty, które stanowią jego „zarobek”. Ich ilość zależy od objętości wykonanych obliczeń (zwykle 333,33 pkt. za zadanie). Na razie, jedyną nagrodą (oprócz satysfakcji), którą otrzymuje uczestnik programu, jest honorowa odznaka. Ze względu na ilość zaangażowanych osób nie ma ona niestety formy fizycznej — to tylko obrazek na koncie użytkownika, przedstawiający symbol planety. Której? To zależy od liczby zarobionych punktów (tabela na górze strony).

W przyszłości planujemy dać użytkownikom większą możliwość oglądania w przeprowadzane przez nich obliczenia. Na przykład, chcielibyśmy, by wyniki były wizualizowane w sposób graficzny, a wszystkie dane dostępne bezpośrednio w internecie. Obecnie

Liczba punktów	Odznaka
10 tys. — 50 tys.	Neptun
50 tys. — 100 tys.	Uran
100 tys. — 250 tys.	Saturn
250 tys. — 500 tys.	Jowisz
500 tys. — 1 mln	Mars
1 mln — 5 mln	Ziemia
5 mln — 25 mln	Wenus
25 mln — 100 mln	Merkury
> 100 mln	Słońce

jednak nie mamy jeszcze takich możliwości technicznych i finansowych.

Wliczając fazę testową, projekt działa już od roku. Do tej pory (marzec 2016 r.) dwóch wolontariuszy zdobyło już odznakę „Słońca”: Sebastian M. Bobrecki z Polski, który zaangażował w projekt 18 komputerów (łącznie 382 procesory) i użytkownik o loginie MUMPS, o którym wiemy tylko tyle, że mieszka w USA. Autor niniejszego artykułu dotarł do „Ziemi” i jest na 174. miejscu. Mamy przeliczone prawie 9 mln pakietów, z czego  $\frac{1}{3}$  to ULX i  $\frac{2}{3}$  BHspin. Projekt będzie prowadzony w sposób ciągły, bo cały czas jest zapotrzebowanie na wyniki syntezy populacji. Zmieniać się będą tylko aplikacje i nasze naukowe zainteresowania.

Projekt Universe@Home jest cały czas w swojej fazie rozwojowej i choć olbrzymi nacisk kładziemy na bezpieczeństwo i wygodę użytkowania, na pewno pojawią się problemy, których nie byliśmy w stanie przewidzieć lub z powodu ograniczonych funduszy uniknąć. O wszelkich problemach wolontariusze mogą nas informować na przygotowanym do tego forum. Jest to dodatkowa forma pomocy dla nas.

Dodanie do projektu nie zajmuje więcej niż 10 minut, a można uczest-

niczyć w badaniach Wszechświata prowadzonych na bardzo wysokim, światowym poziomie i tym sposobem wspierać polską naukę.

#### Od redakcji:

Spróbowaliśmy. Uwaga, to uzależnia! Gdy w to wejdziesz, żał ci będzie wyłączyć komputer.



Mgr Grzegorz Wiktorowicz jest doktorantem w Obserwatorium Astronomicznym Uniwersytetu Warszawskiego. Specjalizuje się w badaniu gwiazd podwójnych. Ostatnio ledwie nadąża z przygotowywaniem zadań dla wolontariuszy Universe@Home i opracowywaniem wyników.

# Tranzyt Merkurego zjawisko roku 2016

Tranzyt planety, to jedno z najrzadszych zjawisk astronomicznych na naszym niebie. Ma miejsce wtedy, gdy podczas dolnej koniunkcji ze Słońcem, Merkury lub Wenus znajdują się niemal dokładnie w płaszczyźnie ekiptyki. Właśnie wtedy mamy okazję do obserwowania przemierzającej tarczy planety na tle Słońca i w zależności od planety trwa to nawet ponad 7 godzin. Tak będzie podczas zbliżającego się tranzytu. Niektórzy żartobliwie opisują zjawisko jako „małe obrączkowe zaćmienie Słońca”, bo przecież w pewien sposób tranzyt spełnia definicję tego zaćmienia.

Niektórzy z nas mają już za sobą obserwacje niedawnych tranzytów Merkurego w maju 2003 r. i Wenus w czerwcu 2004 i 2012 r. W pierwszych dwóch przypadkach pogoda w Polsce dopisała, umożliwiając prowadzenie licznych obserwacji tego malowniczego zjawiska. Ostatnie przejście z czerwca 2012 r. podzieliło Polskę: na zachód — gdzie były dobre warunki obserwacyjne i wschód — gdzie występowało niemal całkowite zachmurzenie.

W poniedziałek 9 maja 2016 r. będziemy świadkami przejścia przed tarczą Słońca dużo mniejszego od Ziemi Merkurego. Ta mała planeta, obiegając Słońce raz na 88 dni, dużo częściej znajduje się bezpośrednio przed tarczą Słońca niż Wenus.

W XX w. uczyniła to 14 razy, tyle samo będzie w sumie tranzytów Merkurego w bieżącym stuleciu. Dwa poprzednie zjawiska tego typu miały miejsce w 2003 i 2006 r., przy czym to drugie nie było widoczne w naszej części świata. Najbliższe zobaczą w całości mieszkańców wschodnich rejonów Ameryki Północnej i Południowej oraz zachodnich części Europy i Afryki. Główny obszar, na którym zjawisko będzie w całości widoczne, to Ocean Atlantycki.

W Polsce tranzyt będzie teoretycznie widoczny w całości w północno-zachodniej Polsce. W Świnoujściu, w momencie 4. kontaktu (zejścia Merkurego ze słonecznej tarczy), Słońce będzie krótko przed zachodem, zaledwie ułamek stopnia nad horyzontem. W pozostałej części kraju ostatnich dwóch faz przejścia nie będziemy w stanie śledzić. Widoczne natomiast będą pierwsze dwie fazy tranzytu oraz faza maksymalna. W momencie maksimum zjawiska Merkury znajdzie się w odległości  $5'21''$  od centrum tarczy słonecznej. Średnica tarczy Słońca podczas tego tranzytu wyniesie  $31'41''$ , zaś Merkurego  $12,07''$ , co stanowi zaledwie 0,63% średnicy tarczy Słońca, czyli jest ona 157,5 razy mniejsza.

## Efemeryda

Zjawisko rozpocznie się o godzinie **13.12:00** (I) i w zależności

od naszego położenia rozbieżności mogą wynieść maksymalnie  $\pm 6$  s. Przez kolejne 3 minuty i 11 sekund czarna i mała tarcza Merkurego zacznie się pojawiać na tarczy Słońca, aby na niej znaleźć się w całości o godzinie **13.15:11** (II).

Od tego momentu przez 3 godziny i 41 minut Merkury będzie podążał w kierunku punktu fazy maksymalnej, kiedy to o godz.

**16.55:59** (środek tranzytu) znajdzie się  $321''$  od jego geometrycznego środka. Po fazie maksymalnej Merkury zacznie wolno opuszczać tarczę Słońca, aby dotrzeć do jego brzegu w zdecydowanej większości terenu Polski już pod horyzontem (w zasadzie zaledwie kilka stopni). Będzie to miało miejsce o godz. **20.37:22** (III), a kolejne 3 minuty i 12 sekund później, o godz. **20.40:34** (IV), Merkury zejdzie z tarczy Słońca.

## Objaśnienia

I — moment, w którym tarcza Merkurego po raz pierwszy styka się z tarczą Słońca.

II — moment, w którym tarcza Merkurego w całości znajdzie się na tarczy Słońca.

Środek tranzytu — moment, w którym Merkury znajdzie się najbliżej geometrycznego środka tarczy Słońca.

III — moment, w którym tarcza Merkurego znajdzie się na skraju tarczy Słońca, będąc jednocześnie

jeszcze widoczna w całości.

IV — moment, w którym tarcza Merkurego całkowicie opuszcza tarczę Słońca, stając się już niewidoczna.

Wszystkie momenty podano w czasie aktualnie obowiązującym (czas wschodnioeuropejski, czyli UT+2).

Tak jak wspomnieliśmy, dokładność podawanych momentów ze względu na nasze położenie na terenie Polski wynosi  $\pm 6$  sekund i dla celów amatorskich jest w zupełności wystarczająca do zaplanowania obserwacji zjawiska.

Jeśli potrzebujemy dokładniejszych momentów zjawisk dla naszych lokalizacji, można obliczyć je, korzystając ze strony:

<http://goo.gl/PYJzCZ>

### Jak obserwować?

**Tak jak w przypadku innych obserwacji Słońca, po pierwsze musimy zachować szczególną ostrożność przy tego typu obserwacjach. Pamiętajmy, że Słońce emitemie olbrzymie ilości światła i bezpośrednia obserwacja uszkodzi nam wzrok.**

Po pierwsze, obserwacje musimy prowadzić za pomocą przynajmniej odpowiednio przygotowanego małego teleskopu lub lornetki. Obserwacje za pomocą oka nieuzbrojonego tym razem nie przyniosą pozytywnych wyników, ponieważ tarcza Merkurego jest po prostu zbyt mała.

Do dyspozycji mamy szereg metod bezpiecznej obserwacji Słońca i ta najbardziej popularna to wykorzystanie specjalnej folii mylarowej (filtru), która odcina niebezpieczny dla nas nadmiar światła. Na rynku dostępne są dwa typy folii, różniące się od siebie gęstością. Często mówimy o nich po prostu folia 3.8 i 5.0. Pierwsza z nich 3.8 służy do fotografowania tarczy Słońca i przepuszcza 16-krotnie więcej światła niż 5.0. Właśnie z tego powodu nie nadaje się do obserwacji wizualnych, a doskonale do fotografowania.

Wykorzystanie folii 3.8 w fotografowaniu umożliwia nam wykonywanie bardzo krótkich ekspozycji, co daje nam większą szansę zarejestrowania bardzo subtelnych szczegółów powierzchni Słońca.

Folia (filtr) 5.0, jest dużo gęstsza i przepuszcza tyle światła, aby było to bezpieczne dla naszych oczu. Filtry te, niezależnie od wersji, montujemy w solidny sposób przez samym wejściem do teleskopu (odrośnik, tubus). Do folii należy wykonać lub zakupić odpowiednie mocowanie.

Mniej popularne ze względu na cenę są specjalne filtry szklane, które działają na podobnej zasadzie jak folia, ale są od niej trwalsze.

Nie stosujmy jakichkolwiek zabezpieczeń wewnętrz teleskopu. Jakikolwiek filtr z napisem „SUN” nie zapewni nam dostatecznej ochrony.

Jednym z rozwiązań są też specjalne kliny Herschela, które można stosować wyłącznie z refraktorami. Skierowanie teleskopu zwierciadlanego o dużej aperturze w kierunku Słońca może spowodować jego uszkodzenie.

Ostatnia metoda, od której się już odchodzi, to projekcja okularowa. W metodzie tej całe światło przechodzi przez układ optyczny, a obraz „rzucany” jest na ekran. Ze względu jednak na często stosowane elementy z tworzyw sztucznych i możliwość ich uszkodzenia, metoda ta nie jest

polecana. Warto też pamiętać, że nie doświadczony obserwator może nieświadomie podejść do takiego teleskopu i spróbować popatrzeć przez okular!

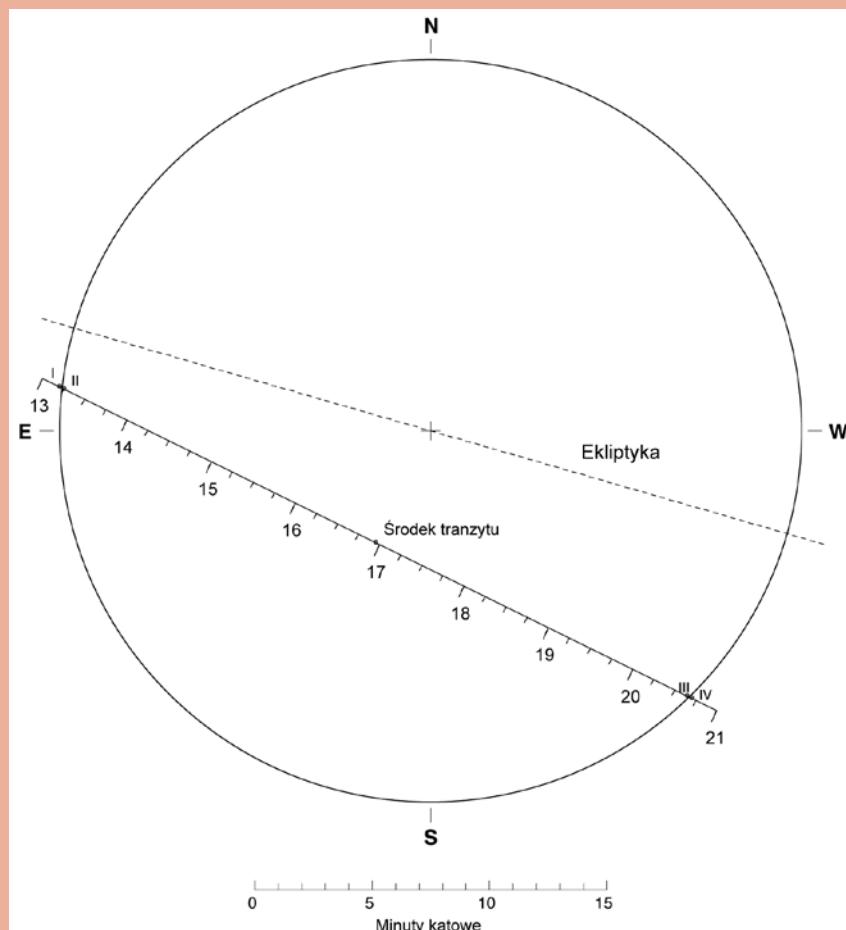
Jeśli już przebrnęliśmy przez zasady bezpieczeństwa, wróćmy do obserwacji.

Do obserwacji można wykorzystać w zasadzie każdy teleskop, jaki jest dostępny. Sprawdzą się zarówno refrakatory, reflektory oraz systemy katadioptryczne (SCT, MAK).

Jak w większości tego typu obserwacji ważna jest zarówno apertura teleskopu (średnica), jak i ogniskowa, która zapewni nam odpowiednie powiększenie. Jeśli nie mamy odpowiedniej ogniskowej, możemy ratować się tzw. soczewką Barlowa.

Jeśli nigdy nie obserwowaliśmy Słońca przez nasz teleskop, musimy koniecznie wykonać próby przed zjawiskiem. Oczywiście nie robimy tego w dniu tranzytu, lecz dużo wcześniej, aby zapobiec najprostszym błędom, które niespodziewanie mogą się pojawić.

W każdym przypadku należy wykonać pełną symulację obserwacji



z wykorzystaniem wszystkich elementów.

## Fotografowanie i filmowanie

Jeśli mamy możliwość podpięcia do naszego teleskopu jakiegokolwiek sprzętu umożliwiającego rejestrację zjawiska, nie pozostaje nic, jak tylko zachętać do takiej zabawy. Nie ma nic lepszego niż pamiątka w postaci zdjęcia czy materiału wideo z przebiegu tranzytu.

Metod utrwalania zjawiska jest wiele, a te najprostsze to dopięcie do układu optycznego aparatu lub kamery. Możemy więc do naszego teleskopu podpiąć lustrzankę cyfrową i fotografować w tzw. ognisku głównym, bezpośrednio mocując korpus aparatu w wyciągu za pomocą adaptera T-2. Jeśli jej nie mamy, a nasze wyposażenie to aparat kompaktowy, również możemy go dopiąć za pomocą specjalnego mocowania, które mocujemy do wyciągu okularowego i okularu.

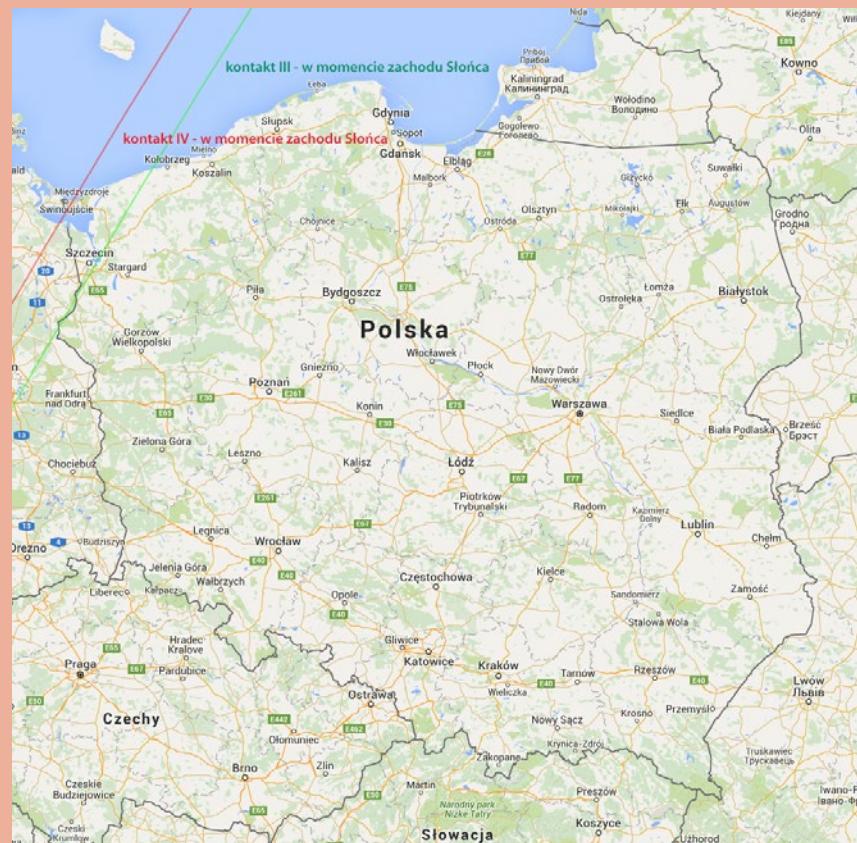
Osoby posiadające kamery CCD też zapewne nie zrezygnują z takiej formy rejestracji zjawiska.

W ostatnich latach na rynku zaczęły się pojawiać specjalne teleskopy słoneczne (Lunt, Coronado), które umożliwiają obserwacje naszej gwiazdy dziennej w sposób zupełnie niezwykły, ujawniając szczegóły takie, jak m.in. protuberancje widoczne na brzegu tarczy słonecznej. To wyjątkowa okazja obserwacji Merkurego na tle tarczy, w najciekawszym widmie, jakie możemy obserwować. Być może komuś uda się zaobserwować Merkurego na kilka chwil przed tranzytem. Może będziemy mieć szczęście, aby zobaczyć planetę na tle protuberancji — tuż przy brzegu!

## A może coś innego?

Jeśli będziemy też mieć trochę szczęścia, być może uda się nam sfotografować czy sfilmować tranzyt wraz z dodatkowym obiektem na tle Słońca jak samolot czy ptak. Jeśli się dobrze ustawiemy i dzień wcześniej prześledzimy ruch Słońca po niebie w naszej lokalizacji, mamy okazję do wykonania wyjątkowych zdjęć

Transmisję na żywo z przebiegu tranzytu Merkurego będzie można śledzić na stronie Planetarium i Obserwatorium Astronomicznego w Grudziądzu. Adres strony: [www.planetarium.grudziadz.pl](http://www.planetarium.grudziadz.pl)



czy filmów.

Jak wiemy, prawie w całej Polsce będzie taka możliwość i jeśli tylko taką obserwację dobrze zaplanujemy i znamy dokładne miejsce zachodu Słońca na horyzoncie, możemy „umiejscowić” Słońca na tle budowli znajdujących się nad horyzontem. Świeśnie sprawdzą się bardzo oddalone wysokie budowle jak kościoły, kominy, maszty.

Wyboru każdy dokona sam, a jeśli to nam nie wystarcza, możemy poszukiwać o sfotografowanie tranzytu Międzynarodowej Stacji Kosmicznej na tle Słońca, z przebiegającym tranzytem. W tym jednak przypadku nie jesteśmy jeszcze w stanie przewidzieć możliwości obserwacji z terenu naszego kraju. Efemerydy, nawet te podawane na kilka dni przed zjawiskiem, mogą być obarczone błędem.

W „Uranii” 1/2016 (781) s. 62–63, znajdę Państwo artykuł o sposobie obliczania tego typu zdarzeń w bardzo prosty sposób za pomocą internetowej aplikacji Transit Finder (<http://transit-finder.com/>).

Jeśli będziemy mieć trochę szczęścia, być może w naszym najbliższym rejonie pojawi się taka możliwość. Warto przeanalizować miejsce obserwacji i udać się w rejon pasa tranzytu ISS na tle Słońca.

Sfotografowanie podwójnego tranzytu na pewno byłoby nie lada wyczynem.

Warto pamiętać, że zdjęcia takie będą zdecydowanie ciekawsze niż setki innych, jakie ukażą się mediach po zjawisku.

Czekamy więc na Wasze zdjęcia, z których najciekawsze wydrukujemy w kolejnych numerach „Uranii–PA”.

## Kiedy następne?

Jak wspomniałem, tranzyty planet wewnętrznych są jednymi z najrzadszych zjawisk astronomicznych zachodzących na naszym niebie. Jeśli majowy tranzyt będzie poza naszym zasięgiem, np. z powodu niesprzyjających warunków atmosferycznych, na kolejny poczekamy do 11 listopada 2019 r., a potem dopiero do listopadowych zjawisk w 2032 i 2039 r.

Jak widać, zjawiska nie są częste, a można nawet śmiało stwierdzić, że są dużo rzadsze od zaćmień Księżyca, które mają podobną wielkość terenu, na którym zachodzą.

Jeszcze rzadziej na tarczy Słońca pojawia się Wenus. Po ostatnich zjawiskach z lat ubiegłych kolejne dopiero w roku 2117, a w Polsce w roku 2125.

To jednak temat już na inny artykuł.  
Marek Substyk

**Jan Heweliusz też to obserwował!**

# Przejście Merkurego przed tarczą Słońca

## 3 maja 1661 r.

Marek Zawilski

Zbliżające się zjawisko przejścia Merkurego przed tarczą Słońca, jakie nastąpi 9 maja 2016 r., skłania do refleksji na temat podobnych zdarzeń z przeszłości. Okazuje się, że bardzo podobne zjawisko było obserwowane w 1661 r. przez Jana Heweliusza.

W wieku XVII, po wprowadzeniu lunet do obserwacji astronomicznych, można było m.in. zająć się tak ważnymi zjawiskami, jakimi były przejścia planet dolnych przed tarczą Słońca. Są one, poza wyjątkami, nie do dostrzeżenia gołym okiem, toteż z okresów przed zastosowaniem teleskopów brak jest wiarygodnych obserwacji. W roku 1631 zostało wreszcie dostrzeżone przejście Merkurego — w Paryżu widział je P. Gassendi, w Rouffach — J.R. Quietanus, a w Innsbrucku — J.B. Cyssatus. W roku 1651 z kolei przejście Merkurego obserwował w Indiach J. Shakerley. W roku 1639 w Anglii J. Horrox dostrzegł ponadto przejście Wenus.

Kolejne przejście Merkurego miało nastąpić w 1661 r. i, co zrozumiałe,

wywołało ono znaczne zainteresowanie wśród ówczesnych astronomów. Również znakomity astronom gdański postanowił podjąć obserwacje tego rzadkiego zjawiska i w efekcie osiągnął sukces.

Cała obserwacja przejścia Merkurego została opublikowana przez niego w 1662 r. w dziele *Mercurius in sole visus* (rys. 1), w którym Heweliusz zaważył także wyniki innych własnych obserwacji, w tym dwóch zaćmień Słońca oraz kilku zakryć gwiazd i planet przez Księżyce, jak też udostępnioną mu obserwację przejścia Wenus przed tarczą Słońca, jaką wykonał w roku 1639 Horrox.

W czasach późniejszych przejścia planet dolnych przed tarczą Słońca były wykorzystywane przede wszystkim do wyznaczania paralaksy Słońca.

Jednak w połowie XVII w. chodziło głównie o sprawdzanie teorii ruchu planet, których położenia były znane z nadal niezadowalającą dokładnością.

Przejście Merkurego przed tarczą Słońca miało nastąpić na początku maja 1661 r. Wiedząc o tym, Heweliusz z zapałem rozpoczął przygotowania do obserwacji. Dokładna data i godzina zjawiska nie były jednak znane, toteż postanowił jego efemerydę wyliczyć. Jedyną możliwością było skorzystanie z ówczesnie dostępnych rozmaitych tablic, zawierających pozycje planet i Słońca. Znając zawarte w nich dane liczbowe, był w stanie określić moment dolnej koniunkcji Merkurego ze Słońcem oraz szerokość ekiptyczną planety w tym momencie. Stąd już tylko krok do wyznaczenia

Tabela 1. Wyniki obliczeń efermetrydy przejścia Merkurego przed tarczą Słońca w maju 1661 r.

Rodzaj tablic Aktor	T. Danicae Longomontanus	T. Rudolphinae J. Kepler	T. Philolaicae I. Boulliau	T. Lansbergii Ph. Lansbergen	T. Prutenicae E. Reinhold	T. Alphonsinae
Moment środka	1 <sup>d</sup> 22 <sup>h</sup> 41 <sup>m</sup> 03 <sup>s</sup>	3 <sup>d</sup> 06 <sup>h</sup> 47 <sup>m</sup> 45 <sup>s</sup>	3 <sup>d</sup> 14 <sup>h</sup> 36 <sup>m</sup> 49 <sup>s</sup>	5 <sup>d</sup> 23 <sup>h</sup> 23 <sup>m</sup> 56 <sup>s</sup>	6 <sup>d</sup> 22 <sup>h</sup> 06 <sup>m</sup> 11 <sup>s</sup>	11 <sup>d</sup> 02 <sup>h</sup> 44 <sup>m</sup> 55 <sup>s</sup>
Szerokość eklip- tyczna Merkurego	1° 44' 14"	0° 07' 06"	0° 02' 33"	0° 47' 16"	32' 20"	2° 04' 22"
Początek przejścia	Brak zjawiska	3 <sup>d</sup> 03 <sup>h</sup> 21 <sup>m</sup> 16 <sup>s</sup>	3 <sup>d</sup> 10 <sup>h</sup> 26 <sup>m</sup> 49 <sup>s</sup>	Brak zjawiska	Brak zjawiska	Brak zjawiska
Koniec przejścia	Brak zjawiska	3 <sup>d</sup> 10 <sup>h</sup> 14 <sup>m</sup> 14 <sup>s</sup>	3 <sup>d</sup> 18 <sup>h</sup> 46 <sup>m</sup> 49 <sup>s</sup>	Brak zjawiska	Brak zjawiska	Brak zjawiska
Czas trwania	Brak zjawiska	6 <sup>h</sup> 52 <sup>m</sup> 58 <sup>s</sup>	8 <sup>h</sup> 20 <sup>m</sup> 00 <sup>s</sup>	Brak zjawiska	Brak zjawiska	Brak zjawiska

kontaktów — początku i końca przejścia, a więc i czasu trwania zjawiska. Wyniki tych rachunków przy wykorzystaniu sześciu rodzajów tablic, przedstawia tabela 1.

Jak widać, jedynie Tablice Rudolfińskie Keplera oraz Tablice Bullialdusa dawały wynik pozytywny — przejście planety przed tarczą Słońca w dniu 3 maja. Według pozostałych danych Merkury miał ominąć tarczę słoneczną, ponieważ w momencie dolnej koniunkcji szerokość ekliptyczna planety miała być większa od widomego promienia Słońca. Ponadto daty koniunkcji mieściły się w szerokim przedziale — od 1 do 11 maja! Nawet jednak

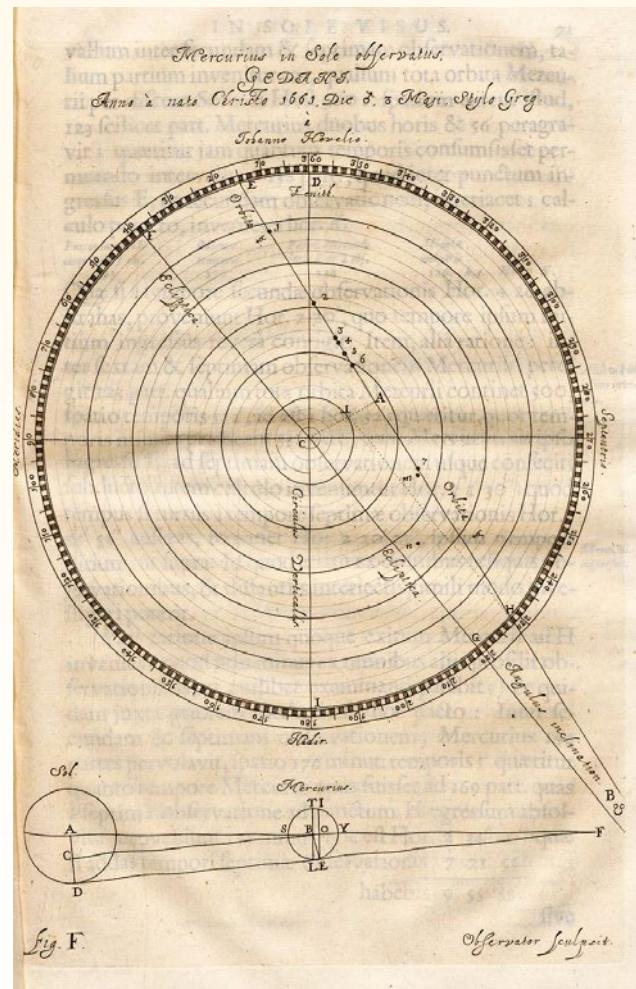
biorąc pod uwagę wyniki wg dwóch wymienionych tablic przewidujących przejście planety, występowała i tak znaczna, około 7–8-godzinna niepewność co do momentów zjawiska.

Będąc świadomym małej precyzji tych obliczeń, Heweliusz nie ryzykował przeoczenia zjawiska i rozpoczął obserwacje już rankiem 1 maja 1661 r. Do obserwacji użył prawdopodobnie jednej z lunet o montażu azymutalnym, używanych do obserwowania plam słonecznych oraz Księżyca. Obraz Słońca był rzutowany na ekran, na którym został nakreślony okrąg, odwzorowujący tarczę Słońca, podzielony na 24 koncentryczne pierścienie oraz, na obwo-

dzie, skalę kąta pozycyjnego od zenitu. Na ekranie tym w trakcie obserwacji Heweliusz miał zamiar zaznaczać pozycję czarnej plamki — Merkurego. Była to więc klasyczna graficzna obserwacja astrometryczna w projekcji na płaszczyznę prostopadłą do osi optycznej lunety. Jednocześnie były dokonywane pomiary wysokości Słońca nad horyzontem oraz czasu lokalnego. Czas ten, ówczesnym zwyczajem, był wyznaczany na dwa sposoby: bezpośrednio wg zegara wahadłowego (w tym przypadku własnej konstrukcji) uzyskiwano przybliżoną podstawę czasu, która następnie była korygowana wg obserwacji wysokości ciał nie-



Rys. 1. Strona tytułowa dzieła Heweliusza *Mercurius in sole visus*, Gdańsk, 1662



Rys. 2. Odwzorowanie obserwacji przejścia Merkurego przed tarczą Słońca 3 maja 1661 r. wg projektu Heweliusza

bieskich nad wschodnim i zachodnim horyzontem, dających dokładny czas lokalny. W danym przypadku była to mierzona kwadrantem wysokość Słońca — rano i wieczorem, a także Capelli i Wagi (po zachodzie Słońca). Czas ten Heweliusz nazywał czasem poprawionym (*tempus correctum*).

Wspomnianego ranka, 1 maja o godz. 7.30, słynny astronom nie dostrzegł, rzecz jasna, niczego na tarczy Słońca (oprócz jakichś niewielkich plam słonecznych), podobnie jak w innych momentach tego dnia, aż do godzin wieczornych. Obserwacje Słońca zostały na powrót podjęte 2 maja, około 6.30. Jednak tego dnia niebo było zahmурzone i obserwacje początkowo były praktycznie niemożliwe. Później Słońce czasami wyłaniało się spoza chmur, ale aż do południa Merkury na tarczy słonecznej nadal się nie pojawił. Trzeciego dnia obserwacji — 3 maja — niebo od rana znowu zahmурzone uniemożliwiło poszukiwanie planety aż do 5.10, kiedy to ponownie dało się stwierdzić brak śladu Merkurego na dysku słonecznym. Widok był nadal taki sam do godz. 10.30, kiedy to niebo ponownie się zahmurdyło. Na domiar złego rozpoczęła się burza... Heweliusz przyznał później, iż w tymże czasie poważnie brał pod uwagę możliwość przeoczenia zjawiska lub to, że zaszło ono poza okresami obserwowania Słońca.

Jednak po jakimś czasie chmury wreszcie ustąpiły i o 15.04 ku swojej radości Heweliusz dostrzegł czarną kropkę Merkurego niezbyt daleko od górnego (wschodniego) brzegu tarczy słonecznej (rys. 2, obserwacja nr 1).

Opracowując wyniki obserwacji, Heweliusz przyjął całą długość cięciwy, jaką Merkury przebył po tarczy Słońca (między punktami E i H na szkicu obserwacyjnym) jako 500 jednostek. W momencie obserwacji nr 1 odległość planety od brzegu tarczy Słońca została zmierzona jako 55 jednostek. Kontynuując obserwacje, Heweliusz zaznaczył na wyskalowanym ekranie jeszcze 6 pozycji planety — ostatni raz o 19.17.15, gdy Słońce znajdowało się już tylko kilka stopni nad zachodnim horyzontem. Odległość względna od punktu pierwszego kontaktu wyniosła wówczas 331 jednostek (rys. 2, obserwacja nr 7).

Tabela 2. Momenty przejścia Merkurego 3 maja 1661 r. dla Gdańska

Zjawisko	Czas lokalny wg Heweliusza	Równoważny czas UT <sup>1</sup>	Momenty UT wg obliczeń obecnych <sup>2</sup>
Początek	14.20	13.02	13.05,5
Środek	18.08	16.50	16.53,1
Koniec	21.56	20.38	20.40,7
Czas trwania	07.36	—	07.35,2

<sup>1</sup> dla momentu prawdziwego południa w Gdańsku 10.41,9 UT wg obliczeń obecnych

<sup>2</sup> dla Gdańska wg programu Occult v.4.1.5.4; momenty I i II (początek) oraz III i IV kontaktu (koniec) zostały uśrednione.

Z zaobserwowanych pozycji Merkurego na tarczy Słońca w ustalonych momentach czasu lokalnego mógł Heweliusz odtworzyć momenty początku, środka i końca przejścia (tabela 2).

Początek zjawiska został odtworzony wstecz, jako że nie mógł być dostrzeżony z powodu chmur, natomiast koniec, także nie zaobserwowany, był ekstrapolowany w przód, ponieważ nastąpił już po zachodzie Słońca.

Według Heweliusza czas poprawiony różnił się w tym dniu od zegarowego ok. 2 min 20 s rano i aż do niemal 6 min wieczorem. Natomiast porównując wartości czasu lokalnego pomierzane i obliczone współcześnie, można stwierdzić tylko niewielkie uchyby (błąd średni kwadratowy około 1 minutę).

Jak widać z tabeli 2, Heweliusz niemal idealnie określił czas trwania całego zjawiska, natomiast wyznaczone momenty są obarczone systematycznym błędem około 3 minut (niedoszacowania), który powstał zapewne w wyniku mało dokładnego zaznaczania pozycji Merkurego na tarczy Słońca.

Jak się później okazało, opisywane zjawisko obserwował jeszcze w Londynie Christian Huygens w towarzystwie astronoma Th. Streete'a oraz producenta teleskopów R. Reeve'a, jednak nie poczynili oni dokładnych pomiarów astrometrycznych, zaś Huygens sporządził tylko jeden uproszczony szkic obrazu Słońca z zaznaczonymi dwiema pozycjami Merkurego.

Oprócz obserwacji przemieszczania się Merkurego na tle tarczy Słońca Heweliusz dokonał także trudnych pomiarów widomej średnicy planety. Wartość tę oszacował na „jedynie 1/160 części średnicy tarczy Słońca”, co odpowiadało w tym dniu średnicy kątowej 11,8''. Wartość ta była znacznie bliższa prawdy niż podawana przez poprzed-

nich astronomów (np. Gassendi ocenił średnicę kątową Merkurego na 20''). Faktyczna średnica widoma Merkurego w czasie przejścia planety w roku 1661 wynosiła bowiem 12,1''.

Na koniec trzeba jeszcze przypomnieć, iż wiosną 1661 r. Heweliusz gościł w Gdańsku swojego przyjaciela, astronoma francuskiego Ismaila Boulliau. Obaj prowadzili długie dysputy oraz wykonali wspólnie szereg obserwacji. Jednak akurat kilka dni przed przejściem Merkurego, a dokładnie 30 kwietnia, Boulliau opuścił Gdańsk, udając się w planowaną podróż do Warszawy. Zjawisko zastało go w drodze, gdy nie miał możliwości prowadzenia obserwacji, czego szczerze żałował, gratulując jednocześnie sukcesu Heweliuszowi, co znamy z późniejszych pism francuskiego astronoma.

Nie jest więc, niestety, prawdziwa podawana czasem informacja o wspólnej obserwacji przejścia Merkurego przez obu astronomów w Gdańsku. ■



Dr. hab. inż. Marek Zawiński jest członkiem Polskiego Towarzystwa Miłośników Astronomii od 1972 r. (Oddział Łódzki). Od wielu lat pełni funkcję przewodniczącego Sekcji Obserwacji Pozycji i Zakryć PTMA. Aktywny obserwator zjawisk zakryciowych, kolekcjoner i badacz historycznych obserwacji zaćmień słonecznych i księżycoowych oraz zakryć gwiazd przez Księżyce.

## Nowe zdjęcia pokrytych śniegiem szczytów na Plutonie

Naukowcy wyodrębniли ze zdjęć Plutona przesyłanych przez sondę New Horizons obrazy przedstawiające zaśnieżone szczyty na południowej jego półkuli. Najprawdopodobniej wierzchołki wchodzące w skład długiego łańcucha górnego są pokryte zamrożonym metanem, który w atmosferze Plutona zachowuje się podobnie jak woda w atmosferze ziemskiej.

Opisywane szczyty odnalezione zostały na terenie regionu Cthulhu, mającego wielkość Alaski i leżącego na zachód od słynnego obszaru w kształcie serca. Sam łańcuch górnego ma ok. 420 km długości i znajduje się w południowo-wschodniej części Cthulhu. Ostatnia go ciemna powierzchnia powstała najprawdopodobniej wskutek ekspozycji metanu na promienie słoneczne, dzięki czemu posiada charakterystyczną, czerwonawą barwę.

Odkryte szczyty zlokalizowane są wśród kraterów i ostrych dolin oddzielających poszczególne wierzchołki, przy czym najwyższe partie łańcucha górnego są pokryte jasną substancją, która kontrastuje z ciemnoczerwoną powierzchnią regionu Cthulhu. Badacze sugerują, że ta jasna substancja może być zbudowana w większości z metanem, który osiadł na odkrytych szczytach wytrąconych z górnych warstw atmosfery Plutona.

**Region Cthulhu na Plutonie (po lewej) oraz ośnieżone szczyty w powiększeniu (po prawej).** Na skrajnie prawym obrazku fioletowe obszary przedstawiające lód metanowy, odpowiadające opisywanym szczytom łańcucha górnego. Źródło: NASA/JHUAPL/SwR

John Stansberry z misji badawczej New Horizons uważa, że metan w górnych warstwach atmosfery Plutona zachowuje się jak woda w atmosferze ziemskiej, stąd tylko wierzchnie partie opisywanych szczytów zostały pokryte jego lodową warstwą.

Zdjęcia, na podstawie których wyciągnięto opisane przypuszczenia, powstały na 45 minut przed największym zbliżeniem się sondy New Horizons do Plutona. Wykonane zostały z odległości ok. 34 tys. km od powierzchni Plutona, a ich rozdzielcość wynosi 680 m na piksel.

Sonda New Horizons przeleciała przez system Plutona w lipcu 2015 r., przesyłając pierwsze szczegółowe zdjęcia tej planety karłowatej i jej księżyków. Obecnie sonda zmierza do kolejnego obiektu z Pasa Kuipera, przesyłając cały czas palety danych sporządzone podczas przelotu obok Plutona.

Grzegorz Iwanicki

## Rozpoczął się konkurs Catch a Star 2016

Europejskie Obserwatorium Połudnowe (ESO) oraz European Association for Astronomy Education (EAAE) ogłaszały nową edycję konkursu dla uczniów Catch a Star 2016. Zachęcamy polskich uczniów do udziału! W ubiegłych latach uczniowie z naszego kraju zdobywali nagrody w tym konkursie.

Konkurs jest skierowany do uczniów szkół z całego świata, w tym z Polski. Celem jest wzbudzenie kreatywności i niezależnej pracy wśród uczniów oraz poszerzenie ich astronomicznej wiedzy i umiejętności.

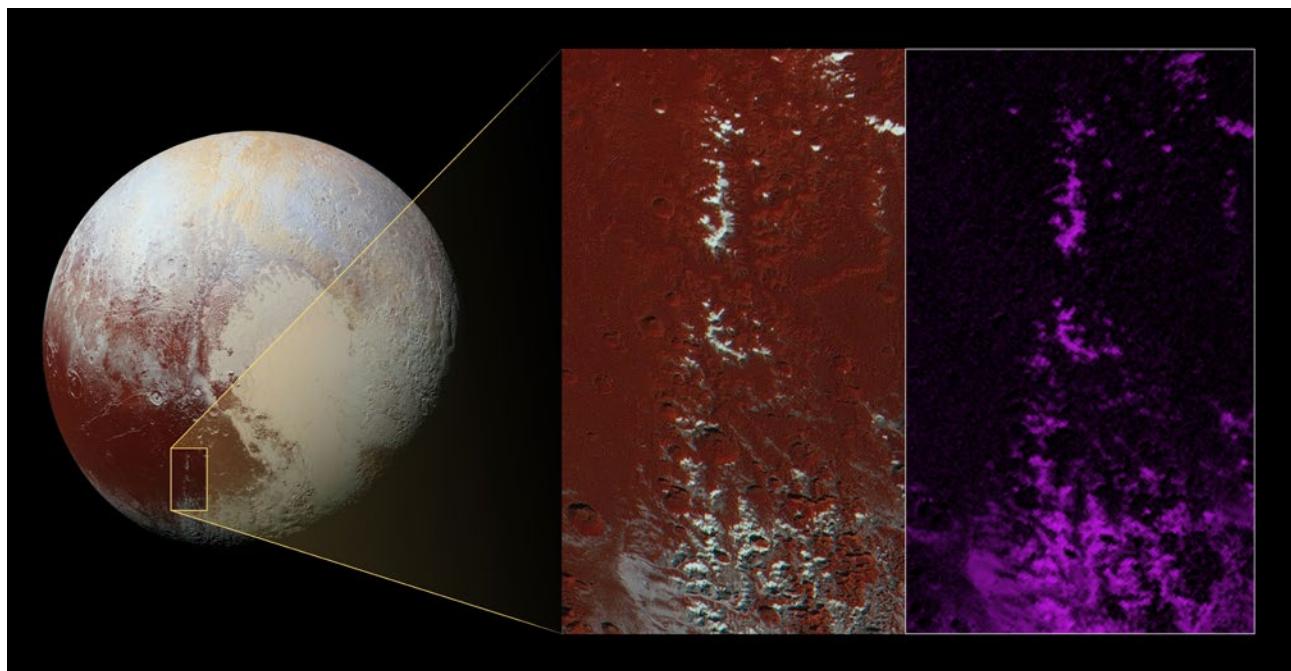
Jak wziąć udział? Należy sformować grupę maksymalnie trzech uczniów plus lider grupy – nauczyciel lub inna osoba zajmująca się edukacją. Następnie wybieramy interesujący nas temat lub obiekt astronomiczny o którym chcemy zebrać informacje i przygotowujemy pisemny tekst (raport) maksymalnie do 5000 słów. Przykładowo może to być raport z obserwacji prowadzonych w ramach zajęć szkolnych – na żywo albo za pomocą wirtualnego obserwatorium. Wybrany temat może dotyczyć też jakiegoś obiektu astronomicznego, zjawiska, problemu lub teorii naukowej, itp. Istotne dla projektu są kreatywność i praktyczne działanie. Raport należy przesłać w formie pliku PDF na adres [astro.edu@gmail.com](mailto:astro.edu@gmail.com) w terminie do 30 listopada 2016 r. do godz. 17.00 czasu środkowoeuropejskiego (czas zimowy w Polsce). Raport musi być napisany w języku angielskim.

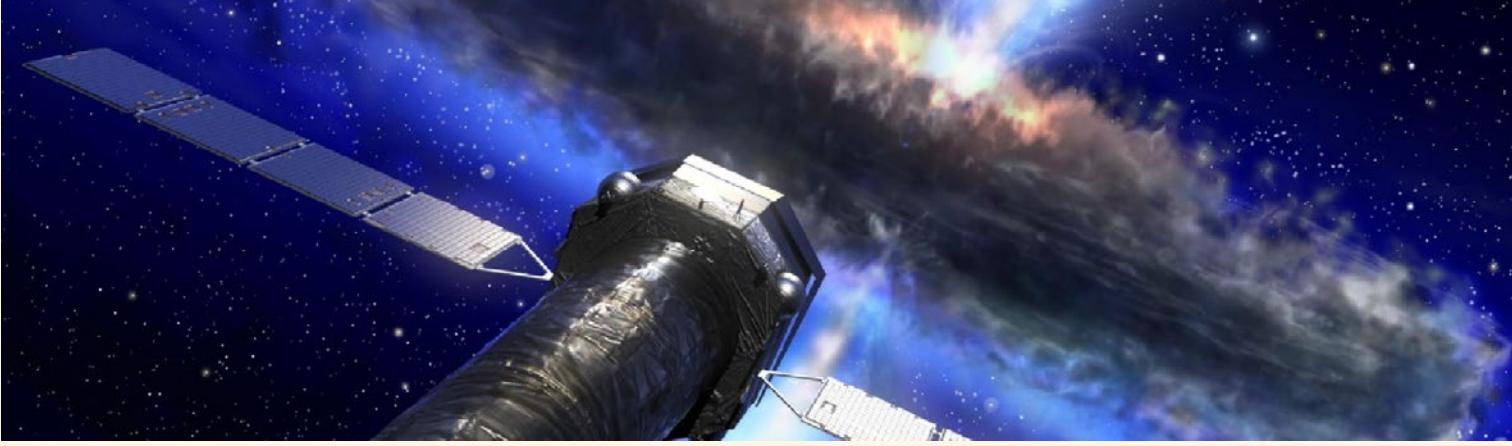
Pięciu zwycięzców otrzyma w nagrodę od ESO oprawione w ramkę zdjęcia spektakularnych obiektów astronomicznych. Dodatkowo każdy z wygranych będzie miał też szansę wziąć udział w zdalnych obserwacjach w National Astronomical Observatory „Rozhen” w Bułgarii lub w wideokonferencji z zawodowym astronomem.

Krzysztof Czart



Logo konkursu Catch a Star 2016. Źródło: ESO





ATHENA — nowy satelita rentgenowski z planem wylotu w 2028 r. Źródło: Javier Garcia Nombela-art-eres.net/Volker Springel(MPA)/IRAP

## Jak podglądać czarną dziurę wewnątrz Galaktyki?

# Gorący Wszechświat w oku

Agata Różańska

# ATHENY

Prawie połowa obserwowanej materii w Kosmosie występuje w formie rzadkiego, ciepłego gazu, zwanego „fazą gorącą”, o temperaturach rzędu milionów kelwinów. Tak rozgrzana plazma jest źródłem niewidzialnego gołym okiem promieniowania rentgenowskiego i tylko za pomocą specjalnych instrumentów możemy ją zbadać. Pierwsze obserwacje w rentgenowskiej dziedzinie widma pokazały naukowcom, że gorący gaz jest wszędzie. Występuje w centralnych obszarach gromad galaktyk, otacza pojedyncze galaktyki i ich aktywne jądra, a co więcej, znajduje się w pobliżu czarnych dziur, którego przykładem jest ta w naszej Galaktyce — SgrA\*.

Najbardziej aktualny obraz fazy gorącej wokół centrum Drogi Mlecznej wykonany przy pomocy obecnie działającej misji kosmicznej CHANDRA przedstawia pierwsza fotografia (rys. 1).

Ciepłe obszary międzygalaktyczne popularnie zwane WHIM (z ang. *warm hot intergalactic medium*) stanowią istotną część znanej nam materii, ale nie wiemy, jak doszło do ich powstania. Większość gorącego gazu wypływa ze środków galaktyk w formie zjo-

nizowanych wiatrów, których natury do końca nie rozumiemy. Kluczowe jest zbadanie, jak dochodzi do kumulacji gorącej plazmy w galaktykach, gromadach gwiazd i galaktyk oraz jaki ma ona wpływ na obecny kształt Wszechświata.

Najsilniej w promieniach rentgenowskich świecą aktywne jądra galaktyk (AGN) i galaktyczne układy podwójne. Obiekty te posiadają dyski akrecyjne, w których gaz opada na cen-

tralną masę dzięki wytwarzanemu przez nią silnemu polu grawitacyjnemu (patrz rys. 2). Opadająca materia bardzo często jest rozgrzana do milionów kelwinów, tworząc rodzaj korony nad dyskiem akrecyjnym. Niemniej naukowcy, podobnie jak w przypadku Słońca, nie do końca rozumieją mechanizm grzania tej korony. Zagadnienie rozkładu i kumulacji gorącego gazu w silnym polu grawitacyjnym ma kluczowe znaczenie w rozumieniu ewolu-

ci aktywnych galaktyk i sposobu wzrastańia czarnych dziur.

Obserwacje Kosmosu w promieniach rentgenowskich to chyba najbardziej kosztowna działka współczesnej astrofizyki. Fotony o energiach od 0,1 keV do paru setek MeV są całkowicie zatrzymywane przez atmosferę. To też aby obejrzeć Wszechświat w promieniach Roentgena, musimy zbudować teleskop satelitarny i wynieść go w przestrzeń kosmiczną. Z tego powodu astronomia rentgenowska miała szansę rozwinąć się dopiero po drugiej wojnie światowej, kiedy to nauczyliśmy się wynosić detektory promieni wysokich energii ponad warstwy atmosfery.

### Powojenne rakiety V2 dają początek badaniom astronomicznym

A zaczęło się przypadkowo. Tuż po II wojnie światowej Amerykanie weszli w posiadanie niemieckich rakiet V2, które postanowili wykorzystać do badań górnych warstw atmosfery ziemskiej. Na pokładzie takiej rakiety, w 1946 r. Herbert Friedman umieścił licznik Geigera-Müllera, dokonując pierwszej detekcji miękkich promieni rentgenowskich z korony Słońca. Niemniej, jak być może pamiętamy z lekcji fizyki, liczniki proporcjonalne zliczają wpadające do nich fotony oraz mierzą ich energię, ale nie potrafią określić kierunku, z którego one przybyły. Astronomowie od dawna budują teleskopy w celu skupienia wiązki promieniowania, a tym samym zawężenia ob-

szaru z jakiego ono do nas dociera. I tu pojawił się problem, gdyż fotony rentgenowskie o bardzo małej długości fali prawie całkowicie wnikają w materiał i nie można ich skupić za pomocą tradycyjnych, znanych z optyki luster. Aby astronomia rentgenowska dalej się rozwinęła, potrzebne było odkrycie Hansa Woltera. W 1951 r. pokazał on, że promienie X można skupić przy użyciu specjalnie wyprowadzonych luster o parabolicznych i hiperbolicznych powierzchniach. Ułożone jedne w drugich warstwy lustrzane nachylone są pod bardzo małym kątem do osi ogniskowej, tak aby fotony wręcz się po nich ślizgały (patrz rys. 3). Hans Wolter udowodnił, że po dwukrotnym odbiciu udaje się skupić promieniowanie rentgenowskie, ale największą wydajność otrzymuje się dla promieni o energiach do 10 keV.

### Nagroda Nobla za „prześwietlenie” Skorpiona

Kluczową rolę w rozwoju satelitarnych instrumentów rentgenowskich odegrał pracujący w USA Włoch Ric-



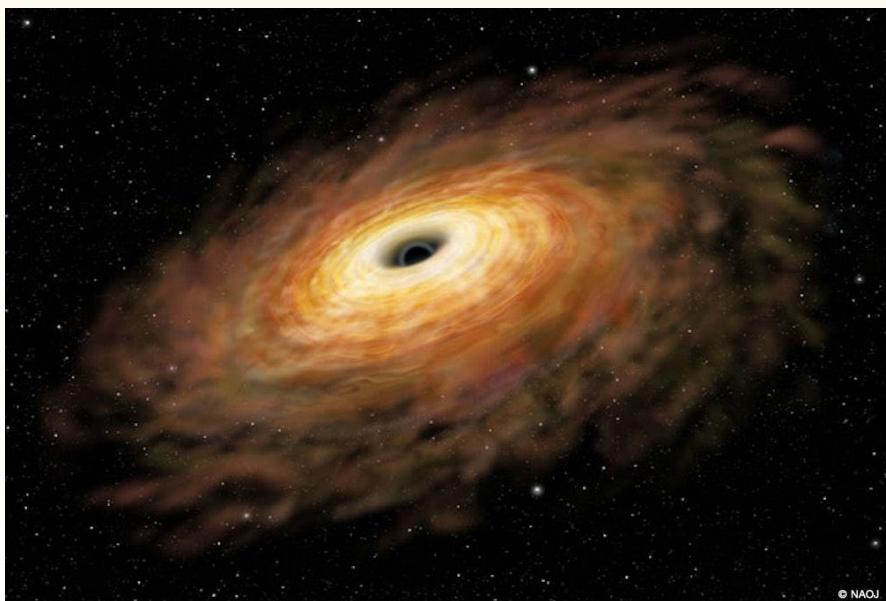
CHANDRA X-RAY

Rys. 1. Centrum naszej Galaktyki w promieniach rentgenowskich. Zdjęcie wykonane teleskopem CHANDRA. Gorący gaz najprawdopodobniej otacza aktywne źródło Sgr A\*. Źródło: NASA/CXC/MIT/Frederick K. Baganoff et al.

cardo Giacconi. Przede wszystkim z wielkim uporem umieszczał on kolejne detektory na coraz to lepszych rakietach, aby zbadać naturę niewidzialnego promieniowania z Kosmosu. W 1962 r. dokonał obserwacji pierwszego źródła rentgenowskiego poza naszym Układem Słonecznym, w konstelacji Scorpius. Za to odkrycie otrzymał nagrodę Nobla, a Scorpius X-1 jest najjaśniejszym, znanym nam źródłem promieni X. Giacconi dzięki swojej niesłychanej intuicji połączył lustro systemu Woltera z licznikiem proporcjonalnym i tym samym zbudował pierwszy teleskop rentgenowski.

W praktyce budowa teleskopu rentgenowskiego od momentu jego pierwszej propozycji naukowej do wylotu w Kosmos trwała około 15 lat. Najpierw naukowcy zastanawiali się, co chcą zbadać. Potem długo dyskutowali z agencjami kosmicznymi, w jaki sposób zbudować urządzenie, które wykona pomiary najdokładniej. Promieniowanie elektromagnetyczne o wysokich energiach trudno jest skupić, a ponadto celem obserwacji było podglądanie bardzo odległych zakątków nieba. Dlatego nieustannie ulepszana jest aż do dzisiaj technologia detekcji promieni rentgenowskich. Celem tych badań jest coraz lepsze zrozumienie tego, jak fale rentgenowskie powstają i jak przemierają kosmiczną materię.

Nie muszę dodawać, że każde takie urządzenie kosztuje kilkaset milionów euro i cała procedura walki o pieniądze przypomina największe transakcje



Rys. 2. Artystyczny obraz materii opadającej na czarną dziurę w formie dysku akrecyjnego. Temperatura dysku jest największa w jego centralnych obszarach i maleje w miarę oddalania się od czarnej dziury.

handlowe. Naukowcy, wbrew swoim introwertycznym przyczynom, muszą nagle wyjść ze swoich nisz i przy użyciu najnowszych technik negocjacyjnych powalczyć o wpływy w europejskich i międzynarodowych agencjach kosmicznych. Najskuteczniej pieniądze zdobywają duże konsorcja naukowe konsolidujące pracowników największych światowych instytutów.

### **ATHENA leci w Kosmos**

Przy obecnym rozwoju technologii najlepiej umiemy badać promienie rentgenowskie z bardzo wąskiego przedziału energii od 0,1 do 10 keV, co oznacza, że z największą dokładnością potrafimy określić, z jakiego kierunku do nas dochodzą i o jakim czasie. Obecne detektory pozwalają nam rozdzielić obiekty oddalone od siebie na niebie o 1 sekundę kątową łuku, a pomiaru potrafimy dokonywać dość często, bo co 10 mikrosekund. Ze względu na znakomitą rozdzielcość kątową (1 sekunda łuku), najpiękniejsze fotografie rentgenowskie dostarcza nam obecnie działający satelita CHANDRA (rys. 1, 4 i 5). Zrobił on tyle dla astrofizyki rentgenowskiej, ile teleskop Hubble'a dla Wszechświata widzialnego.

Dzięki ogromnej pracy tysiąca naukowców z całej Europy w listopadzie 2013 r. nowy teleskop rentgenowski ATHENA (The Advance Telescope for High Energy Astrophysics) został zatwierdzony do realizacji przez Europejską Agencję Kosmiczną z planowaną datą wylotu w 2028 r. Wygrał z detektorem fal grawitacyjnych eLISA, który miał konstrukcję jeszcze słabo spraw-

dzonej formacji latającej. Technologie zaproponowane do skonstruowania ATHENY są bardzo nowoczesne, jednak mniej ryzykowne niż zgranie trzech instrumentów eLISY tworzących trójkąt o długości boku aż jednego miliona kilometrów.

### **Anatomia ATHENY**

Teleskop ATHENA będzie wyposażony w najnowocześniejsze lustra rentgenowskie o bardzo dużym nachyleniu, tak aby fotony rentgenowskie ślizgały się po ich powierzchni. Po dwukrotnym bardzo precyzyjnym odbiciu pod małym kątem takie fotony udaje się skupić i odczytać za pomocą detektorów ich energię, kierunek i czasadejścia. Jak nigdy wcześniej, lustra będą wyposażone w mikroskopijne kanaliki, które podziałają jak kolimator i dodatkowo zogniskują fotony.

ATHENA będzie posiadała dwa wymiennie stosowane detektory, szczególnie przystosowane do pomiaru tak krótkich fal, jakimi są promienie rentgenowskie. W zależności od potrzeb obserwacyjnych, detektory będą na przemiennie umieszczane w polu ogniskującym teleskopu. Każdy z nich to taki odpowiednik matrycy CCD złożony z wielu miniaturowych pikseli, przy czym w przypadku promieniowania rentgenowskiego idealna detekcja następuje wtedy, gdy w każdy piksel wpada jeden foton. Większa ilość fotonów X w pojedynczym pikselu nie pozwala nam zmierzyć ich energii i taki pomiar jest automatycznie odrzucany.

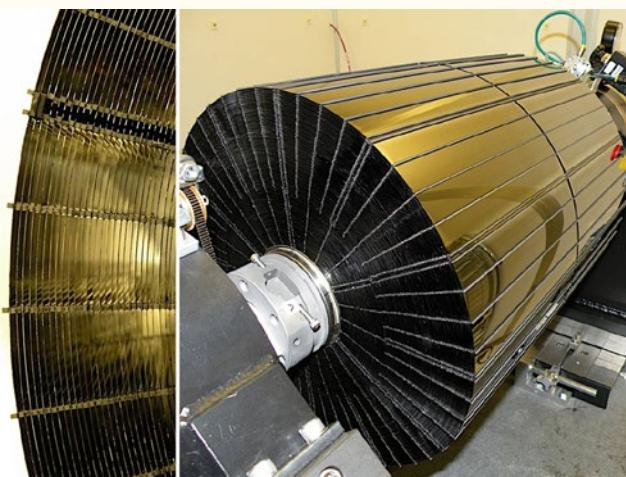
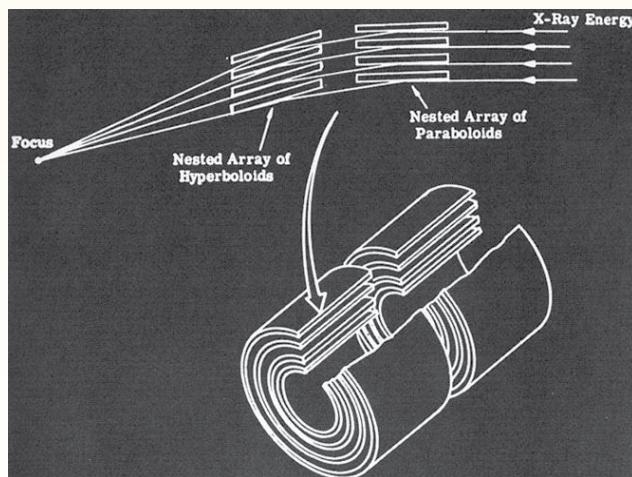
X-IFU (X-ray Integral Field Unit) to bardzo nowatorski detektor, w którym pojedynczy piksel działa jak mikroka-

lorymetr. Prosto rzecz ujmując, każdy piksel matrycy mierzy niesłychanie małą, rzędu milikelwinów, różnicę temperatur wywołaną wysokoenergetycznym fotonem rentgenowskim, który w niego wpada. Takie urządzenie, przetestowane na Ziemi, nigdy jeszcze nie działało w przypadku satelitów rentgenowskich. Cały detektor musi być utrzymywany w bardzo niskiej temperaturze, co wymaga umiejscowienia go w specjalnym kriogenicznym termosie. Mikrokalorymetr zapewni znakomitą rozdzielcość energetyczną ATHENY, pozwoli odczytać energię fotonu z dokładnością do 0,2 procenta. Niemniej będzie miał niezbyt duże pole widzenia — 5 na 5 minut kątowych łuku.

Sześćdziesiąt razy większe pole widzenia zapewni ATHENIE drugi detektor WFI (Wide Field Imager) zbudowany z konwencjonalnych krzemowych pikseli, ale za to z nowoczesną elektroniką zapewniającą ich szybki odczyt. Dzięki technice zwanej APS (Active Pixel Sensor) czasadejścia fotonu będziemy mierzyli z dokładnością do 7 mikrosekund. To pozwoli zbadać jasne i szybkozmienne obiekty rentgenowskie, których jest bardzo dużo w naszej Galaktyce. Wszystkie pulsary lub układy podwójne z czarnymi dziurami czy gwiazdami neutronowymi są niesłychanie zmienne w skali milisekund i właśnie tę zmienność będziemy mogli pomierzyć z dużą precyzją.

### **Cele misji ATHENA**

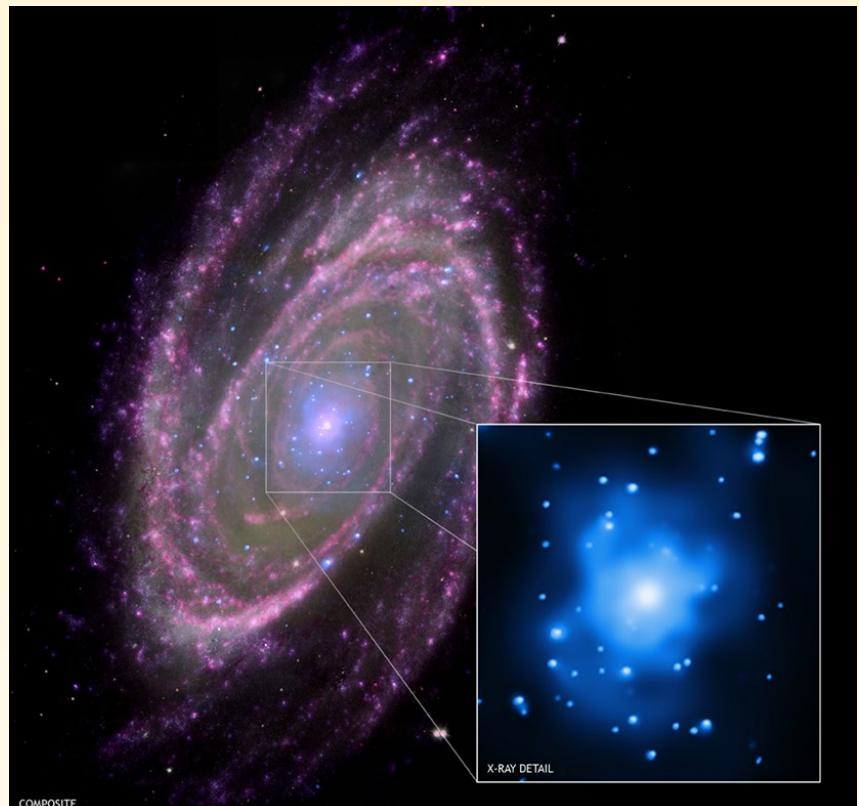
Kombinacja nowatorskich instrumentów na satelicie ATHENA pozwoliła naukowcom sformułować najważniejsze zadania badawcze, które we-



Rys. 3. Po lewej stronie widzimy schemat luster rentgenowskich według Hansa Woltera. Wpadające promieniowanie ślizga się najpierw po module luster o kształcie parabolicznym, a potem po module luster hiperbolicznych. Wolter obliczył, że po podwójnym odbiciu od tak wyprofilowanych warstw udaje się skupić krótkie promienie rentgenowskie. Prawa strona przedstawia system 133 koncentrycznych luster, umieszczony na satelicie NuSTAR, działającym od 2012 r.

dług Europejskiej Agencji Kosmicznej okazały się istotniejsze od detekcji fal grawitacyjnych. Faza gorąca, o temperaturze rzędu  $10^{6-8}$  kelwinów, prawie zawsze towarzyszy dobrze nam znanym strukturom chłodniejszej materii promieniującej w zakresie światła widzialnego. Olbrzymie połacie cieplej, rzadziej plazmy wypełniają przestrzeń międzygalaktyczną. Gorący gaz znajduje się w centrach galaktyk normalnych i aktywnych (rys. 4), związany jest grawitacyjnie w gromadach galaktyk oraz wywiewany nieustannie z odległych kwazarów. Nadal nie wiemy, w jaki sposób tak duża ilość gazu nagromadziła tyle energii. I właśnie ten „Gorący Niewidzialny Wszechświat” stał się głównym tematem naukowym ATHENY.

Dzięki obserwacjom rentgenowskim uczeni potrafią ocenić temperaturę, gęstość oraz niejednokrotnie masę gorącej fazy w danym obszarze nieba. Czasami udaje się wyznaczyć prędkość radialną, z jaką porusza się gorący gaz oraz jego odległość od obserwatora. Te parametry fizyczne powiązane z czasem obserwacji dostarczają podstawowych informacji o morfologii i ewolucji obserwowanych obiektów, a co za tym idzie, związanej z nimi chłodniejszą, widzialną w zakresie optycznym częścią gazu. Dzięki misji ATHENA dowiemy się więcej o dynamicie i rozkładzie materii we Wszechświecie, zrozumiemy, jak rosną supermasywne czarne dziury i jak gorący gaz stabilizuje gromady galaktyk (rys. 5). Zbadamy dokładniej, bardzo



Rys. 4. Galaktyka spiralna M81. Zdjęcie jest połączeniem trzech różnych dziedzin widmowych. Kolor biały oznacza światło widzialne, kolor różowy podczerwień, a niebieski fotony X. W prawym dolnym rogu widać gorący gaz zgromadzony w środku galaktyki tylko w promieniach rentgenowskich. Zdjęcie pochodzi z archiwum satelity CHANDRA

istotny z astrofizycznego punktu widzenia, proces opadania materii na supermasywne czarne dziury, a w szczególności jego związek ze zjawiskiem wypływu gorącego gazu z aktywnych jąder galaktyk (z ang. *galaxy feedback*). Duża czułość teleskopu pozwoli nam zajrzeć dalej w przestrzeń kosmiczną. Jasne obiekty zobaczymy nawet w takich od-

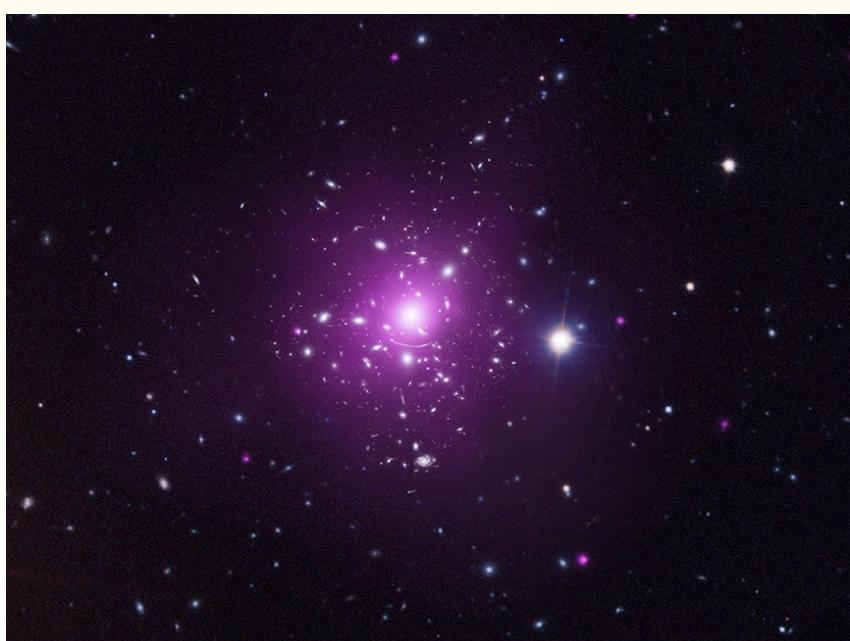
ległościach, że będą miały przesunięcie ku czerwieni 2 do 3 (ang. *redshift*).

### Fabryka promieni rentgenowskich

Odkąd astronomowie obserwują źródła promieniowania rentgenowskiego, nieustannie zastanawiają się, jakie mechanizmy odpowiadają za produkcję promieni X. Najprościej założyć, że ośrodek, w którym powstaje to promieniowanie, jest w równowadze termicznej, czyli promieniuje, tworząc widmo o dobrze nam znanym kształcie krzywej Plancka.

Tak się zdarza, jeśli gaz jest stosunkowo rzadki i nie dochodzi do znacznego wtórnego oddziaływanego promieniowania z materią. Niemniej czasami gęstość gazu jest na tyle duża, że promieniowanie rozprasza się na wolnych elektronach lub jest pochłaniane przez jony pierwiastków ciężkich. W obydwa przypadkach powstaje promieniowanie rentgenowskie o charakterystycznym kształcie, który potrafimy teoretycznie obliczyć i który obserwujemy w przypadku omawianych wyżej dysków akrecyjnych.

Promieniowanie rentgenowskie głęboko wnika w strukturę atomu. W efekcie jego oddziaływanego z materią powstają liczne linie emisjne lub absor-



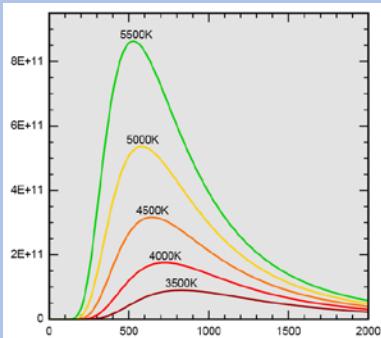
Rys. 5. Gromada galaktyk 383 w świetle widzialnym (kolor biały) i w promieniach rentgenowskich (kolor różowy). Gorący gaz wypełnia centrum gromady i na pewno jest z nią związany grawitacyjnie. Zdjęcie wykonano za pomocą teleskopów CHANDRA i HUBBLE

cyjne pochodzące ze zjonizowanych atomów pierwiastków ciężkich. Działające obecnie satelity CHANDRA, XMM-Newton oraz SUZAKU potrafią dostarczyć widm bogatych w charakterystyczne struktury spektroskopowe. Analizując rozmiary i kształty linii w zakresie rentgenowskim, możemy precyjnie zbadać zawartość w gazie pierwiastków cięższych od helu oraz zrozumieć ich chemiczną ewolucję.

Sytuacja robi się wyjątkowa, gdy promienie X oświetlają stosunkowo chłodny gaz.

## Krzywa Plancka

Każde ciało ogrzane do pewnej temperatury wysyła promieniowanie elektromagnetyczne zwane promieniowaniem termicznym. Wszystkie ciała emitują i pochłaniają takie promieniowanie ze swojego otoczenia. Rozkład widmowy promieniowania termicznego opisuje funkcja zwana krzywą Plancka. Na wykresie mamy krzywe Plancka wyznaczone dla ciał o różnych temperaturach. Widac zależność, że ciała o wyższej temperaturze mają maksimum krzywej Plancka przesunięte w kierunku fal krótszych.



Rozkład Plancka dla różnych temperatur. Moc (kJ/s) promieniowana przez ciało o powierzchni 1 m<sup>2</sup> do pełnego kąta brylowego w zakresie długości fal od 0 do 2000 nm. Źródło: Wikimedia Commons

Wówczas wybijają one z atomu elektron położony najbliżej jądra atomowego, oddając mu swoją energię. Powstała dziura niemal automatycznie zapełnia się elektronem z wyższej powłoki, czemu towarzyszy wyświetcanie wtórnego promieniowania rentgenowskiego. Powyższe zjawisko, zwane fluorescencją, jest obserwowane w Kosmosie zawsze, gdy mamy do czynienia z silnym źródłem wysokoenergetycznych fotonów oświetlających stosunkowo chłodny gaz.

## Przesunięcie ku czerwieni (ang. redshift)

Zjawisko polegające na tym, że linie widmowe promieniowania elektromagnetycznego obiektów astronomicznych (gwiazd, galaktyk i innych) są przesunięte w stronę dłuższych fal, czyli mniejszych częstotliwości. Przyczyną tego zjawiska jest efekt Dopplera dla fal elektromagnetycznych. Christian Andreas Doppler jako pierwszy w 1842 r. opisał efekt polegający na zmianie koloru światła pod wpływem ruchu w układzie gwiazd podwójnych. Naukowe badanie efektu po raz pierwszy przeprowadził Christophorus Buys-Ballot w 1845 r. Poprosił on grupę muzyków trębaczów, aby jadąc w pociągu, grali jeden ton. Buys-Ballot zaobserwował, że dźwięk instrumentów jest wyższy, gdy pociąg zbliża się do niego. Kiedy źródło muzyki się oddala, ton staje się niższy. Okazało się, że zmiana wysokości dźwięku dokładnie zgadzała się z przewidywaniami Dopplera. W 1848 r. podobny efekt został zaobserwowany przez Armanda Fizeau dla fal elektromagnetycznych.

## Świetlana rentgenowska przyszłość

Teleskop ATHENA planuje obserwować z największą osiąganą precyzją linie pochodzące od wielokrotnie zjonizowanego tlenu, węgla, magnezu i innych metali aż do żelaza oraz linie powstałe w wyniku fluorescencji.

Oprócz możliwości obserwacji dalekiego Wszechświata ATHENA znakomicie będzie się nadawać do badań obiektów bliższych. Powstaną „rentgenowskie zdjęcia” centrum naszej Galaktyki, pozostałości po wybuchach supernowych, pulsarów, rentgenowskich układów podwójnych oraz zjonizowanych wiatrów w gorących gwiazdach. Ponadto, korony młodych gwiazd są silnym źródłem fotonów X. Nawet obiekty chłodne, jak planety i komety w naszym Układzie Słonecznym nie pozostają obojętne na promieniowanie rentgenowskie. Działają one jak tarcze dla fotonów X produkowanych w koronie słonecznej, wyświetcając wtórne promieniowanie fluorescencyjne. Takie obiekty również będzie obserwować nowy satelita rentgenowski ATHENA.

Badania gorącego Wszechświata stanowią ważną dziedzinę zainteresowań współczesnej astrofizyki. W projektowaniu i budowie teleskopu ATHENA biorą udział polscy naukowcy

i polskie instytuty badawcze. Polscy inżynierowie od lat budują elementy satelitarnych instrumentów astronomicznych. Wysoka ocena ich pracy spowodowała, że zostaliśmy zaproszeni przez naukowców z Instytutu Maxa Plancka do prac nad przygotowaniem systemu wymiany filtrów (z ang. Filter Wheel Assembly) detektora WFI satelity ATHENA. Ponadto, naukowcy z Francuskiej Agencji Kosmicznej powierzyli nam budowę mechanizmu otwierającego instrument X-IFU po wyniesieniu teleskopu na orbitę. To olbrzymia szansa dla polskich naukowców na zdobycie poważnej roli decyzyjnej przy planowaniu obserwacji misji ATHENA oraz bezpośredniego dostępu do ich wyników. Zaangażowanie środowiska naukowego w rozwój misji jest niezbędne, abyśmy byli przygotowani na przyszłe odkrycia. Udział w projekcie ATHENA doskonale wpisuje się w politykę nowo powstałej Polskiej Agencji Kosmicznej (POLSA) i pozytywnie wpłynie na rozwój polskiego przemysłu kosmicznego. Praca powstała przy wsparciu finansowym grantu siódmej programu ramowego UE (FP7/2007-2013) o numerze umowy No.312789.



Agata Różańska, profesor nadzwyczajny w Centrum Astronomicznym im. M. Kopernika PAN w Warszawie. Polska reprezentantka w projekcie ATHENA. Pracując z danymi z rentgenowskich teleskopów satelitarnych, modeluje emisję promieniowania z atmosfer dysków akrecyjnych w aktywnych jądrach galaktyk oraz rentgenowskich układach podwójnych. Od dwóch kadencji jako Skarbnik Polskiego Towarzystwa Astronomicznego dba i zabiega o środki na wydawanie „Uranii”.

# Planetoidy bliskie Ziemi

## Ille jest planetoid, które mogą uderzyć w Ziemię?

Liczba kraterów widocznych na Księżycu jest bardzo duża. Na Ziemi widać ich dużo mniej, na skutek m.in. procesów erozji. Ale ciągle mogą powstawać nowe, bowiem w naszą planetę mogą potencjalnie uderzać tzw. planetoidy z grupy NEO (obiekty zbliżające się do Ziemi). Jak oszacować ich liczbę i jakie są naturalne mechanizmy, które w pewnym stopniu chronią naszą planetę przed zbyt intensywnym bombardowaniem z kosmosu?

Planetoidy są niezbyt okazałymi ciałami. W latach siedemdziesiątych mówili się, że to ciała o średnicy większej od kilometra, ale z czasem granica wyraźnie malała i obecnie nawet ciała kilkumetrowe określają się czasem jako planetoidy. Dotyczy to zwłaszcza tzw. NEO (Near Earth Objects), czyli planetoid zbliżających się do Ziemi. Oczywiście zainteresowanie tymi ciałami i ich „awansowanie” na planetoidy wynika w znacznej mierze z możliwości zderzeń z Ziemią. Ponieważ zderzenie z kilkumetrowym ciałem wydaje się już poważne, więc nawet takie ciała zaczęto od pewnego czasu klasyfikować jako planetoidy.

Obawy dotyczące zderzeń wydawały się bardzo poważne. Wystarczy popatrzeć na Księżyc, by zauważyc, że jest cały pokryty kraterami będącymi pozostałościami po zderzeniach (kraterami impaktowymi). Tym samym i Ziemia musiała doznawać takich zderzeń. Jednak na Ziemi takie kratery nie są łatwe do znalezienia. Erozja szybko je niszczy, a woda i roślinność ukrywa przed ludzkim okiem. Pamiętam, jak będąc na Saaremie (wyspa w Estonii), oglądałem krater impaktowy. Zrobił na mnie ogromne wrażenie: o średnicy rzędu 100 m, jednak głęboki na kilkudziesiąt metrów, ze sporym i pełnym ryb jeziorkiem na dnie. Po prostu piękny. I pewnie pozostałbym pod jego wrażeniem, gdybym nie zwiedził pobliskiego muzeum. Ze znajdującej się w nim ekspozycji dowiedziałem się, że kilkudziesiąt lat temu wcale tak nie wyglądał. Okazało się, że po stwierdzeniu impaktu postanowiono „przywrócić miejscu pierwotny wygląd”, czyli mówiąc prosto: krater wykopano, a żeby nie wozić ziemi, dookoła usypano, skądinąd bardzo fotogeniczny, wał. Na zdjęciach sprzed „rewitalizacji” widać, że ziemia w miejscu obecnego krateru była prawie zupełnie płaska. Tak jest na Ziemi prawie wszędzie. By stwierdzić istnienie krateru, wymagane są badania geologiczne, dość często polegające na analizie fal sejsmicznych. Te ostatnie w dużej mierze nie zależą od stanu powierzchni i czasem odkrywa się dość niespodziewane rzeczy. Np. kilka lat temu (lub kilkanaście? – nie odnalezłem w swoich archiwach odpowiedniego artykułu, choć jestem przekonany, że było to *Nature* lub *Science*) – przy okazji poszukiwań ropy odkryto bardzo dobrze zachowany wielopierścieniowy krater impaktowy w pobliżu Leith (obecnie przedmieście Edynburga). Nie zobaczymy go jednak – jest pod powierzchnią morza i na dodatek całkowicie przykryty osadami. Nie dowiedzielibyśmy się o nim, gdyby nie badania sejsmiczne związane z poszukiwaniem ropy.

W sumie o kraterach impaktowych na Ziemi wiemy niewiele.

Być może niedługo dowiemy się nieco więcej, bo pod koniec marca zostało zaplanowane rozpoczęcie wiercenia w miejscu, gdzie znajduje się krater Chicxulub, czyli, jak się sądzi, krater będący pozostałością po zderzeniu, które spowodowało zagładę dinozaurów (E. Hand, *Science* 351, s. 1015). Zadanie wydaje się ambitne. Krater znajduje się pod powierzchnią Zatoki Meksykańskiej i w miejscu projektowanego wiercenia głębokość morza wynosi 17 m. Wiercenie będzie rzeczywiście głębokie. Projektuje się osiągnięcie co najmniej 800, a może nawet 1500 m, co daje wyobrażenie o głębokości wybitego przez planetoidę krateru. Prowadzący badania spodziewają się, że osiągną oryginalne dno krateru – fragmenty pokruszonego i stopionego w wyniku impaktu granitu, na głębokości między 650 a 800 m. Badania wydobytych rdzeni z płytowych niż ta głębokości powinny dać odpowiedź, jak życie wracało w miejscu katastrofy. Badania głębokich rdzeni powinny rzucić światło na to, jak zderzenie wpłynęło na gębsze warstwy Ziemi. Czy dowiemy się czegoś rewelacyjnego? Może, choć pewnie na wyniki będzie trzeba sporo poczekać.

Jednak znacznie ważniejsza od minionych zdarzeń wydaje się ocena tego, co może zdarzyć się w przyszłości. Inaczej mówiąc, ile jest planetoid typu NEO i jakie są ich rozmiary. Idea takich badań wydaje się raczej oczywista. Z jednej strony trzeba poszukać odpowiednio dużej ilości NEO, a następnie dzięki uzyskanej próbce, korzystając z wiedzy o ewolucji orbit i analizy statystycznej, oszacować, ilu planetoid i o jakich rozmiarach należy się spodziewać w pobliżu Ziemi. Pierwszą (znaną autorowi) taką pracę opublikowano kilkanaście lat temu w *Science* (W.F. Bottke i in., *Science* 288 (2000), s. 2190). Jednak wówczas próbka nie była zbyt wielka. Wnioski też nie były zbyt precyzyjne. Wiadomo, że ewolucja orbit planetoid z pasa głównego często prowadzi do zbliżania się planetoid do Słońca (systematyczne zmniejszanie się peryhelium), a tym samym do przecinania orbity Ziemi. Według tych rachunków powinno być sporo planetoid o mimośrodzie bliskim jedynce i ewolucja orbity często powinna się kończyć zderzeniem ze Słońcem. Ciągły dopływ nowych ciał powinien jednak skutkować w przybliżeniu stałą liczbą NEO. 18 lutego 2016 r. w *Nature* ukazał się artykuł na identyczny temat (*Nature*, 530, s. 303), napisany przez dziewięciu autorów z czołówki badań dotyczących planetoid; przy czym trzech z nich: Morbidelli, Jedicke i Bottke sygnowało również tekst z roku 2000. Tym razem autorzy korzystali z dość długiej serii obserwacji obejmujących okres od 2005 do 2012 r., z użyciem dwu, wprawdzie niezbyt wielkich, teleskopów. Przy pomocy 1,5-m teleskopu Mt. Lemmon poszukiwano planetoid w okolicach ekiptyki. Drugi mniejszy, bo 80-cm, teleskop Catalina poszukiwał ciał w nieco większym obszarze nieba. Oczywiście większym teleskopem można było znaleźć slabsze, a więc mniejsze ciała. W sumie odkryto 3632 różne obiekty o jasności absolutnej między 17 a 25 mag\*. A więc statystyka jest już spora.



Radarowy obraz planetoidy 4179 Toutatis, należącej do najgroźniejszej podgrupy planetoid bliskich Ziemi. Fot. Steve Ostro / JPL



Jeziorko wypełniające centralną część głównego spośród kilku kraterów meteorytowych na wyspie Saaremaa w Estonii. Zdjęcie było wykonane mniej więcej z połowy wysokości zbocza, w rzeczywistości krater jest dużo głębszy niż się wydaje na fotografii. Fot.: Kaspars Priede (Prusux) / Wikipedia

Dzięki temu można było spróbować oszacować metodami statystycznymi, ile tak w ogóle istnieje planetoid typu NEO. Inaczej mówiąc, spróbowano do tych danych dopasować odpowiednie modele, dodajmy, że metodami zbliżonymi do tych z pracy z roku dwutysięcznego. Okazało się jednak, że najwyraźniej coś się nie zgadza – modele przewidują więcej planetoid o małym peryhelium niż jest w posiadanej próbce. Założono więc, że planetoidy ulegają rozpadowi (są eliminowane z populacji) po osiągnięciu orbity o krytycznej wartości peryhelium. I, jak twierdzą autorzy pracy, przy takim założeniu odniesiono sukces. Okazało się, że najlepiej zmierzona próbka odtwarza założenie, że krytyczne peryhelium wynosi około  $0,0760$  au, czyli  $16 \pm 0,5$  promieni Słońca. Za poprawnością modelu przemawia również fakt, że model poprawnie odtwarza względne ilości dobrze zbadanych rodzin planetoid (rodziny Amora, Apolla i Ateny). Przy wspomnianych wyżej założeniach należy się spodziewać istnienia 700 tysięcy planetoid typu NEO o jasności z zakresu między 17 a 25 magnitudo, a dokładniej:  $(7,32 \pm 1,33) \cdot 10^5$  planetoid. Około tysiąca z nich powinno mieć jasność absolutną mniejszą od 17,75. Warto spróbować przeliczyć jasności absolutne na średnice. Zakładając albedo około 0,15, otrzymujemy, że planetoida o jasności absolutnej 18 ma średnicę około kilometra, a 100 metrom odpowiada magnitudo absolutne 22–23. Jak z tego widać, grozi nam blisko milion ciał, z czego jednak naprawdę niebezpiecznych, stwarzających zagrożenie na skalę całej kuli ziemskiej, jest jedynie kilka tysięcy. Z jednej strony sporo, a z drugiej, biorąc pod uwagę dość szybki postęp badań, jest szansa na odnalezienie i śledzenie prawie wszystkich tych naprawdę niebezpiecznych ciał.

Pozostaje problem, co mogłyby powodować rozpad planetoid w stosunkowo sporej, bo wynoszącej przeszło 10 mln km, odległości od powierzchni Słońca. W tej odległości temperatura powierzchni zwróconej do Słońca wyniesie około 1000 kelwinów. Oczywiście w zależności od albedo. Jednak nawet dla tych bardzo ciemnych temperatura jest zbyt mała (właśnie wtedy sięga ona wspomnianego tysiąca kelwinów), by odparować kamienne ciała. Pozostaje więc próbować znaleźć mechanizmy, które mogłyby powodować rozpad planetoid w tych temperaturach. Autorzy wyliczają trzy takie mechanizmy. Po pierwsze, w wyniku zjawiska YORP („rozkrećanie” planetoidy w wyniku ogrzewania w części dnia a chłodzenia w części nocy planetoidy) planetoida może zostać rozerwana na skutek szybkiego obrotu – wzrostu siły odśrodkowej do wartości przekraczającej siły spójności. Po drugie, zawarte wewnętrz ciał lotne (sublimujące) gazy mogą rozerwać planetoidę. Obydwa mechanizmy nie wydają się zbyt przekonujące. Siły spójności dla ciał kamiennych są jednak spore i trudno przypuścić, by zjawisko YORP było w stanie aż tak rozkręcić planetoidę. Warto przypomnieć, że dla planetoid związań tylko siłami grawitacji (nie połączonych siłami spójności) graniczny okres wynosi  $T = (3\pi/G\rho)^{1/2}$ , czyli dla rozsądnych wartości gęstości  $\rho$  w środku poniżej trzech godzin. Ze względu na szybkie obroty omawianych ciał, „fale temperatury” prawdopodobnie nie sięgają głębiej niż kilkadziesiąt centymetrów w głąb ich wnętrza. Stąd wybuchi są mało prawdopodobne. Jeżeli nawet średnia temperatura wnętrza powoduje sublimację zawartych w planetoidzie lodów, zachodzi to raczej wolno i ucieczka gazów przez szczeliny powinna zredukować ciśnienie do wartości nie grożącej wybuchem powodującym całkowitą destrukcję ciała. Dlatego sugerowanym przez autorów mechanizmem rozpadu planetoid osiągających graniczną wartość aphelium jest kruszenie się powierzchni pod wpływem różnic temperatury. Konkretnie autorzy powołują się na pracę z kwietnia 2014 r. (*Nature* 508, kwiecień 2014, s. 233) relacjonującą badania laboratoryjne polegające na cyklicznym wygrzewaniu i chłodzeniu niewielkich, bo około centymetrowych, fragmentów meteorytów. Meteoryty poddawano różnice temperatur około 190 K w okresie do 2,2 godzin, co odpowiada z grubsza warunkom na planetoidzie około 0,7 au od Słońca. Wykonano

<sup>\*</sup> Oczywiście jasność absolutna według definicji używanej w tej dziedzinie, czyli jasność, jaką miałoby ciało w odległości 1 au od Słońca i Ziemi.

## Near Earth Object (NEO)

Ciąa zaliczane do kategorii NEO to niewielkie obiekty Układu Słonecznego, których orbity przebiegają w pobliżu Ziemi. Mogą to być planetoidy oraz komety. Dodatkowo według definicji obiekty te powinny docierać na odległość mniejszą niż 1,3 au od Słońca i mieć okresy obiegu nie dłuższe niż 200 lat. Ten drugi warunek ma eliminować komety długookresowe. Wśród wszystkich „obiektów zbliżających się do Ziemi” wyróżnia się też podgrupę „potencjalnie niebezpiecznych planetoid”, oznaczającą ją jako PHA (od ang. *Potentially Hazardous Asteroid*). Planetoidy PHA to takie, które przelatują koło Ziemi w odległości mniejszej niż 0,05 au i mają jasność absolutną 22 mag lub są jaśniejsze.

Kilkaset cykli grzania i chłodzenia. Okazało się, że pierwotne szczeliny w tych warunkach powiększają się około 0,5 mm na rok. Inaczej mówiąc, kamki o średnicy centymetra rozpadnie się po 20 latach. Odpowiednio bliżej Słońca zjawisko będzie szybsze, choć nie wiadomo jak szybkie – nielinowości zjawiska powodują, że eksperyment laboratoryjny z drobnymi odłamkami meteorytów trudno ekstrapolować na duże ciała i na dużo wyższe różnice temperatur pojawiające się w odległości krytycznej od Słońca. Wyższych różnic temperatur z powodów technicznych w warunkach laboratoryjnych nie dało się uzyskać. Tym niemniej wydaje się, że w miarę szybko powierzchnia ciała znajdującego się w krytycznej odległości od Słońca ulegnie spękaniu na małe kamienie (regolit), a te z kolei na pył. Tak więc najbardziej prawdopodobny wydaje się mechanizm polegający na kruszeniu się powierzchni (wytwarzanie regolitu), a następnie ucieczce drobnych kamieni i pyłu w przestrzeń. To ostatnie być może przy współudziale szybkich obrotów i mechanizmu YORP. Autorzy pracy sugerują, że rozpad całej planetoidy może zajść w ciągu około 250 lat. Tak więc wydaje się, że znaleziono mechanizm usuwający z populacji planetoidy zbliżające się na podaną wyżej krytyczną odległość od Słońca. Autorzy pracy uważają, że okres przebywania typowej planetoidy w sytuacji, gdy można ją określić jako NEO, wynosi kilka milionów lat – w ciągu tego okresu peryhelium osiągnie wartość krytyczną i planetoida ulegnie rozpadowi.

Podsumowując problem i wracając do początkowego pytania o niebezpieczeństwo grożące ze strony planetoid, wydaje się, że jest dużo mniejsze niż dotychczas myślano. Wprawdzie z głównego pasa planetoid przybywają do nas coraz to nowe ciała, jednak prawdopodobieństwo trafienia w Ziemię jest niewielkie, a przebywające w naszym pobliżu NEO stosunkowo szybko są niszczone przez siły natury. Pojawia się jednak dość niespodziewana własność Układu Słonecznego. Jak się wydaje, jego ewolucja wcale się nie skończyła i może nie bardzo gwałtownie, a jednak coś się na naszym kosmicznym podwórku ciągle dzieje.

Jerzy Kuczyński



Artystyczna wizja dezintegracji planetoidy na skutek wielu zблиżeń do Słońca. Rys. Lauri Voutilainen / University of Helsinki



# Sekstant: istotny wzrost dokładności

Józef Gawłowicz

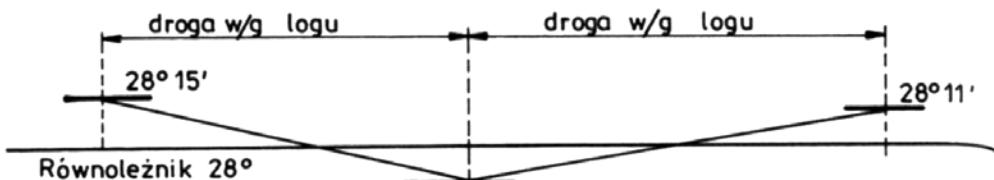
*Astronawigacja, najstarsza córa astronomii, była od starożytności do lat 70. ubiegłego wieku głównym sposobem prowadzenia okrętu po obszarach wodnych Ziemi w warunkach oderwania się od lądu. Sceneria tego działu nawigacji jest urzekająca. Oto ciemny aksamit olbrzymiej kopuły nieba skrzącego się gwiazdnym pyłem. Na jego tle rozsypane klejnoty migocących w nieskończonej dali gwiazd. Dookoła bezmiar oceanu i pusta linia widnokręgu. Samotny okręt, odległy o setki i tysiące mil od lądu, podąża do celu. Prowadzi go człowiek według tych właśnie gwiazd... Jak? Czy można to opisać językiem prostym, zrozumiałym i jednocześnie wystarczająco ścisłym?*

**P**rzykłady omówione w dwóch poprzednich odcinkach nazywano metodą szerokościową — nawigator nie znał swojej długości geograficznej, ale według Gwiazdy Polarnej lub kulminacji Słońca mógł określić szerokość geograficzną, na której znalazł się jego okręt. Tę metodę stosowano w epoce Wielkich Odkryć Geograficznych. Wyprawa Kolumba jest przykładem osiągnięcia wielkiego celu przy zastosowaniu skromnych środków. Mając niedokładne instrumenty nawigacyjne, ale duże doświadczenie żeglarskie i wiedzę oraz notatki zbierane przez całe dojrzałe życie, Kolumb, wyruszając na pokonanie Atlantyku, stworzył pierwszy w historii system nawigacji oceanicznej. Wyruszył 3 sierpnia 1492 r. z Hiszpanii trzema karawelami najpierw

na Wyspy Kanaryjskie, skąd po dokonaniu w ciągu miesiąca remontów i zmianie ożaglowania eskadra ruszyła z wyspy Gomera na tzw. „Morze Ciemności”, trzymając się 28 równoleżnika, co pokazuje schematycznie rysunek 1. Kolumb kazał sterować kursem 270°, tj. na zachód, i określał szerokość geograficzną w południe ze Słońca oraz o świecie i zmierzchu z Gwiazdy Polarnej. Jeśli szerokość była większa, poprawiał kurs kilka stopni w lewo, czyli bardziej na południe, jeśli mniejsza — bardziej na północ. Jednak na sześciu mapach morskich wielkiego Ge-

nueńczyka wyrysowanych na baranich skórach brak było jeszcze siatki współrzędnych geograficznych.

Dobowe przebiegi Kolumb pomniejszał w dzienniku okrętowym, co mogło świadczyć, że znał w przybliżeniu faktyczną drogę, jaką jego statki miały do przebycia, a zabezpieczało go przed buntami załogi, która chciała zwrócić się. Kolumb musiał posiadać wiedzę o pasatach oraz o tym, że warunki żeglugi na tych szerokościach są dogodne. Po 34 dniach żeglugi odkryto pierwszy ląd, tj. jedną z Wysp Bahama, a później Kubę i Haiti.



Rys. 1. Trasa Kolumba

Przed odkryciem Ameryki Kolumb bardzo dużo żeglował, zbierał mapy oraz informacje nawigacyjne i zdobył duże doświadczenie. Posługiwał się dobrą mapą kartografa Toskanellego, do mierzenia prędkości używała logu burtonowego, a do głębokości sondy z ciężarkiem na sznurku. Wiemy, że rozwój ważnej pomocy nawigacyjnej, jaką były locje, odbywał się w średniowieczu bardzo powoli i w sposób przypadkowy. Dopiero w okresie renesansu w portugalskim Sagres oraz w hiszpańskiej Barcelonie zajęto się locjami w sposób systematyczny. Przed podróżą Kolumba została wydana w roku 1490 locja pt. „Portolano Rizo” oraz pierwsze **almanachy**, pierwotnie dzisiejszych roczników astronomicznych używanych w astronawigacji.

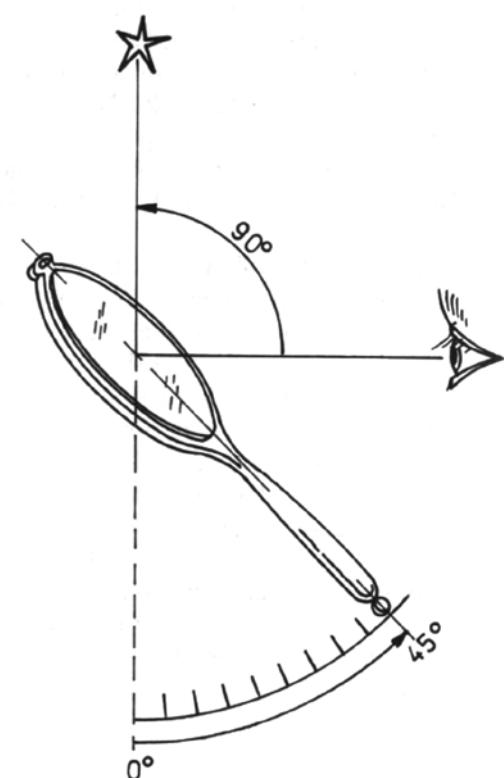
Przełom XV i XVI w. jest okresem silnej rywalizacji Portugalii i Hiszpanii. Kolumb swoich doświadczeń nie przekazał, ale dopłynąwszy i powróciwszy szczęśliwie z Morza Karaibskiego, udowodnił innym, że takie podróże są możliwe przy ówczesnym poziomie nawigacji.

Czterech wielkich żeglarzy końca XV w: Kolumba, Da Gamę, Diaza i Cabrala można nazwać nie tylko wielkimi odkrywcami, ale i wielkimi nawigatorami, gdyż każdy z nich miał znaczące sukcesy w żegludze zarówno przybrzeżnej, jak i oceanicznej. Wielkim nawigatorem początku XVI w. był z kolei Magellan. Niestety wszyscy ówczesni nawigatorzy borykali się z małą dokładnością pomiarów jeszcze przez dwa wieki, do czasu wynalezienia kątomierza lusterkowego.

Drogę rozwojową kątomierzy lusterkowych zapoczątkował londyński fizyk i matematyk, członek Royal Society Robert Hooke w roku 1666, ale nie doprowadził jej do końca. Opierając się na znanej zasadzie równości kątów padania i odbicia od lustrzanego powierzchni był już na dobrym tropie (rys. 2). Jeśli obserwator trzymałby je pionowo, widziałby w nim własną twarz. Na rysunku płaszczyzna lusterka odchylona jest od pionu o  $45^\circ$ , a obserwator widzi gwiazdę znajdującej się w zenicie. Gdyby lusterko zamocować na osi, to jego rączka, przesuwającą się po wyskalowanym łuku, wskaże nam zawsze kąt dwa razy mniejszy od wysokości gwiazdy.

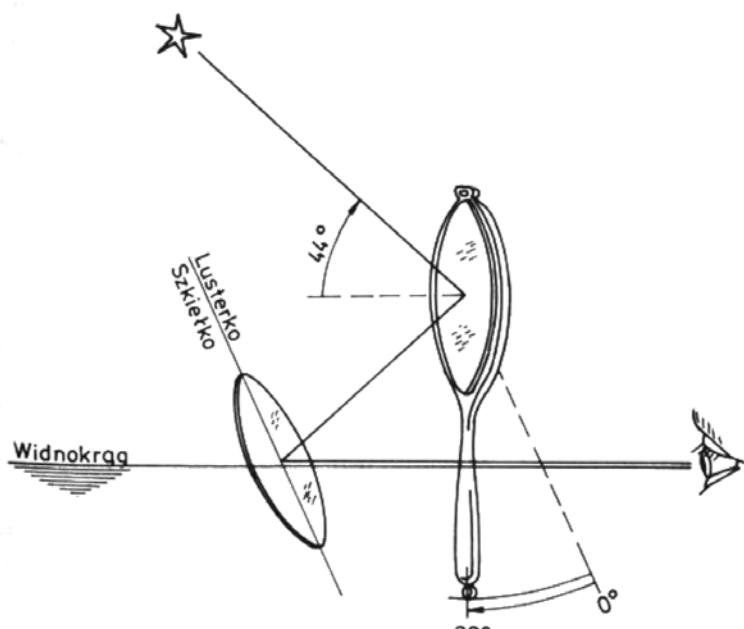
Podstawowym niedomaganiem takiego kątomierza jest możliwość mierzenia wysokości gwiazd znajdujących się wyłącznie za obserwatorem, przy czym gwiazdy znajdujące się nisko nad widokrekiem będzie on zasłaniał swoją głową. Niedogodność tę usunął Izaak Newton, który w 1699 r. wynalazł kątomierz z dwoma lusterkami taki, że można mierzyć nim wysokość ciał niebieskich znajdujących się przed obserwatorem (rys. 3). Opis tego wynalazku został przetrzymany w biurku do roku 1731 przez astronoma Edmunda Halleya, prezesa londyńskiego Royal Society — a więc ponad trzydzieści lat!

Ponieważ poszukiwania nowego, dokładniejszego kątomierza morskiego prowadziło równocześnie wiele osób, wynalazek o nazwie sekstant zgłosił do tejże instytucji w roku 1730 Amerykanin Thomas Godfrey, pracujący w Filadelfii jako szkolarz (zawód szkolarza miał wówczas wysoki status społeczny i wymagał znajomości optyki). Wynalazek Godfreya został jednak rozpatrzony dopiero w roku 1733 razem z oktantem, zgłoszonym w roku 1731 przez wiceprezydenta Royal Society Johna Hadleya.



Rys. 2. Zasada zagęszczenia skali

Na rysunku 3 przedstawiono ideę kątomierza Newtonowskiego z dwoma lusterkami — ozdobne lusterko z rączką ma powierzchnię odbijającą tak ustawioną, że odbija się od niej promień biegący od gwiazdy znajdującej się przed obserwatorem, toteż na jego drodze musi być ustawione jeszcze jedno lusterko, aby promień odbity po raz drugi wpadł następnie do oka obserwatora. To drugie nieruchome lusterko jest jeszcze dodatkowo podzielone pio-

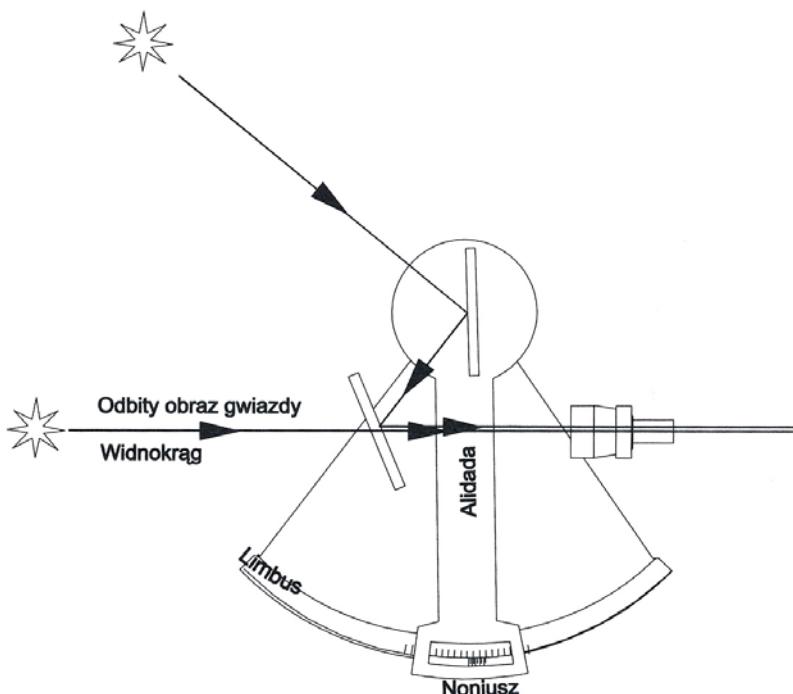


Rys. 3. Idea sekstantu

## Astronawigacja (3)

nowo na połowy, z których jedna jest lusterkiem, a druga przezroczystym szkiełkiem. To rozwijanie pozwala nawigatorowi widzieć w połówce lustrzanej odbity obraz gwiazdy i równocześnie w połówce przezroczystej poziomą linię widnokręgu. Wtedy właśnie, gdy ta linia oddzielająca ciemniejszą wodę od jasnego nieba zostanie „dotknięta” przez obraz gwiazdy, rączka lusterka ruchomego wskazuje jej wysokość, z tym że odchylenie o  $22^\circ$  od położenia zerowego odpowiada wysokości gwiazdy wynoszącej  $44^\circ$ , a więc dla wygody należy skalować podziałkę od razu w podwójnym zagęszczeniu. Nazwa sekstant pochodzi od liczebnika łacińskiego — instrument sporządzony przez Godfreya pozwalał mierzyć kąty od  $0^\circ$  do  $120^\circ$ , a więc łuk, na którym była podziałka, wynosił  $60^\circ$ , co jest szóstą częścią koła. Kątomierz Hadleya miał łuk wynoszący ósmą część koła, stąd nazwa oktant — dziś każdy z tych instrumentów nazywany jest umownie sekstantem. Zasada działania oktantu i sekstantu jest identyczna.

Próby przeprowadzone na otwartym morzu z użyciem sekstantu wykazały, że można nim mierzyć kąty z dokładnością daleko większą od wymaganej, gdyż promień światła jest linią nieskończonym cienką, to znaczy nie ma grubości, a więc odbity od gładzi lusterka daje idealny dla nawigacji pomiar wzniesienia ciała niebieskiego nad widnokrę-

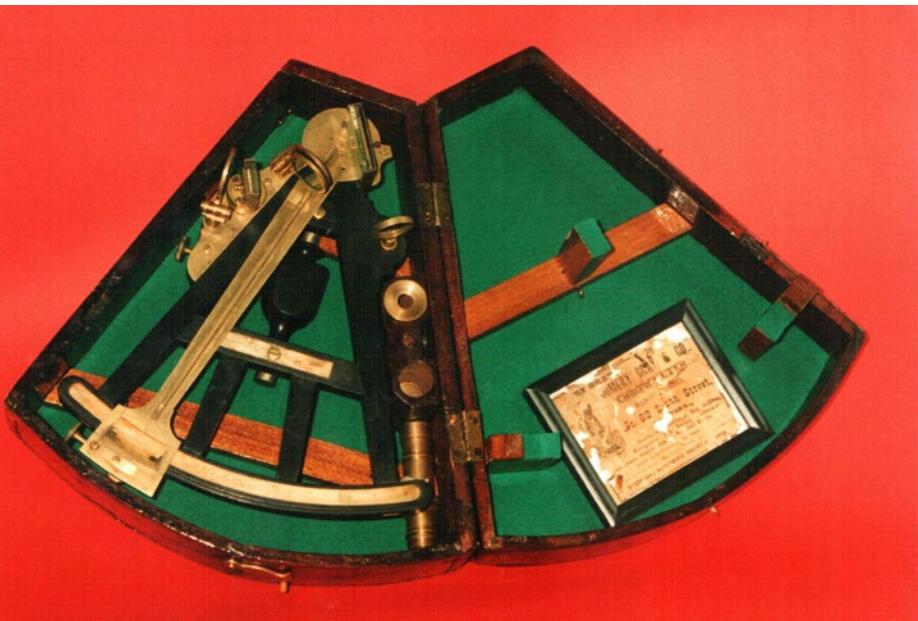


Rys. 4. Schemat sekstantu

giem. Rysunek 4 przedstawia uproszczony obraz sekstantu. Lusterka przedstawione są jako krawędzie, a lunetka obserwacyjna skierowana jest na lusterko nieruchome, podzielone na część odbijającą i przezroczystą. Podstawa ramy nazywa się limbusiem i zawiera podziałkę. U szczytu znajduje się oś obrotu ramienia ruchomego nazywanego alidadą, której drugi koniec ślizgający się po limbusie ma wycięte okienko z podziałką nazywaną w Polsce błędnie noniuszem (prawidłowa nazwa: vernier).

Wynalezienie sekstantu jest dla nawigacji bardzo doniosłe — stworzono instrument, za pomocą którego można określić podeczas dobrych warunków pozycję przez cały dzień ze Słońca, a o świcie i zmierzchu z gwiazd. Przyrząd był prosty i miał nieskomplikowaną budowę, czyli mógł być produkowany w małych warsztatach.

Z czasem zamiast noniusza zamontowano bębenek śruby mikrometrycznej z 60 minutami kątowymi na obwodzie — pełen obrót bębenka przesuwał po limbusie ramię z lusterkiem ruchomym o jeden stopień. Pierwsze oktanty i sekstanty miały ramę z hebanu, zaś alidadę i mocowania lusterek oraz lunetki z mosiądu. Dzisiejsze sekstanty wykonane są całkowicie ze stopów metalowych (ewentualnie najtańsze z plastyku). Hebanowe sekstanty są pożądane przez muzea morskie i prywatnych kolekcjonerów. Przywiozłem w swoim czasie z USA dla szczecińskiego muzeum jeden z najslawniejszych hebanowych sekstantów (rys. 5) — instrument uratowany z pożaru żaglowca „Great Republic”. Zachowała się także jego drewniana skrzynia o kolorze skrzypiec oraz certyfikat częściowo nadgryziony przez szczury. Okoliczności jego pozytowania opisałem w książce „Opowieści nawigacyjne”.



Rys. 5. Hebanowy sekstant z żaglowca „Great Republic”

## Odkryto planetę w gromadzie Hiady

Grupa amerykańskich astronomów odkryła nieznaną planetę w pobliżu jednej z gwiazd w gromadzie otwartej Hiady. Do odkrycia planety K2-25 b użyto kosmicznego teleskopu Keplera oraz naziemnego teleskopu z McDonald Observatory. Przy znalezieniu planety pomogli miłośnicy astronomii.

Planeta K2-25 b okrąża czerwonego karła typu M4.5, czyli gwiazdę mniejszą i słabszą niż Słońce. Czerwone karły należą do najpowszechniej spotykanych gwiazd w Drodze Mlecznej. Gwiazdy gromady otwartej Hiady są młode, mogą mieć 650–800 mln lat, zatem planeta także musi być młodym obiektem.

Nowa planeta ma rozmiary czterokrotnie większe niż Ziemia, czyli mniej więcej takie jak Neptun. Naukowcy wskazują, że w porównaniu do innych znanych planet okrążających czerwone karły są to bardzo duże rozmiary, gdyż większość tego typu obiektów ma mniejsze niż dwie średnice Ziemi. Dokładne rozmiary promienia planety to 3,43 promienia Ziemi (z błędem +0,95/-0,31 promienia Ziemi). Okres obiegu dookoła gwiazdy wynosi 1,88 dnia.

Historia odkrycia planety jest bardzo ciekawa i pokazuje, że miłośnicy astronomii także mogą odnosić sukcesy na tym polu. Dwaj amatorzy astronomii, Thomas Jacobs i Darryll LaCourse, znaleźli kandydatkę na planetę w publicznie dostępnnych danych K2 z rozszerzonej części misji Kepler. Skontaktowali się z Andrew Mannem, astronomem pracującym na University of Texas, który przeprowadził obserwacje czerwonego karła za pomocą 2,7-m teleskopu w McDonald Observatory. Przy użyciu technik uzyskiwania obrazów w ramach optyki adaptatywnej oraz spektroskopii wysokiej rozdzielczości udało się potwierdzić, że nie jest to układ podwójny gwiazd, a zaćmienia na krzywej blasku powodowane są przez planetę.

Krzysztof Czart



Strzałką i kółkiem wskazano czerwonego karła K2-25 w gromadzie otwartej Hiady. Wokół K2-25 odkryto planetę. Źródło: A. Mann/McDonald Obs./DSS



Instalacja segmentu zwierciadła dla teleskopu JWST za pomocą automatycznego wysięgnika.  
Źródło: NASA/Chris Gunn

## Zamontowano ostatni segment zwierciadła głównego teleskopu JWST

NASA zamontowała ostatni z 18 segmentów zwierciadła dla Kosmicznego Teleskopu Jamesa Webba, który ma być następcą słynnego Kosmicznego Teleskopu Hubble'a. Poszczególne segmenty zwierciadła zostały zamontowane na głównej strukturze teleskopu. Jeden segment ma rozmiary 1,3 m, wagę około 40 kg i kształt sześciokąta. Połączone będą teleskopem o średnicy 6,5 m. Montaż pierwszego z segmentów nastąpił w listopadzie 2015 r., a ostatni założono 3 lutego 2016 r.

Oczywiście to jeszcze nie koniec prac montażowych przy teleskopie, trzeba jeszcze zamontować inne elementy optyczne, np. lusterko wtórne. Potem inżynierów i techników czeka dokładne testowanie wszystkich elementów. Prace w hali montażowej można śledzić za-

pomocą kamery internetowej, którą udostępnia NASA. Obraz widać na stronie <http://www.jwst.nasa.gov/webcam.html>.

Kosmiczny Teleskop Jamesa Webba, czyli w skrócie JWST (skrót od angielskiej nazwy James Webb Space Telescope), jest przedstawiany przez NASA i media jako następca Teleskopu Hubble'a. Będzie jednak miał nieco inny zakres długości fal w trakcie obserwacji - od widzialnego do średniej podczerwieni, podczas gdy Teleskop Hubble'a obserwuje od ultrafioletu do bliskiej podczerwieni. Zakres badań będzie zbliżony: najdalejsze gwiazdy i galaktyki z początków Wszechświata, ich ewolucja oraz powstanie układów planetarnych.

NASA planuje wystrzelienie teleskopu JWST na orbitę w 2018 r. za pomocą rakiety Ariane 5 z kosmodromu w Gujanie Francuskiej. To efekt współpracy z Europejską Agencją Kosmiczną (ESA), która posługuje się tymi rakiety i to jej kosmodrom. Oprócz ESA w projekcie bierze też udział Kanadyjska Agencja Kosmiczna.

Krzysztof Czart

## W Nowej Zelandii dostrzeżono nieznany rój meteorów

W Nowej Zelandii dzięki sieci kamer przeznaczonej do obserwacji meteorów, odkryto nowy, nieznany rój meteorów. Co ciekawe, nastąpiło to w sylwestra, 31 grudnia 2015 r., a o wynikach badań trajektorii meteoroidów wlatujących w atmosferę poinformował w marcu br. Insty-

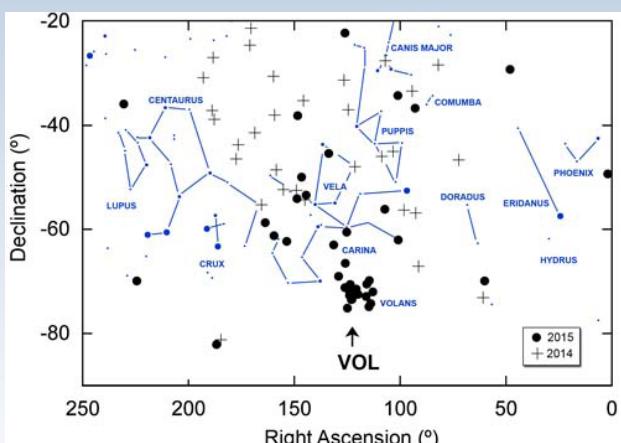
tut SETI. Nazwa nowego roju meteorów to Wolantydy.

Sieć kamer w Nowej Zelandii została uruchomiona we wrześniu 2014 r. Projektem kieruje dwóch naukowców: astronom Peter Jenniskens oraz profesor Jack Baggaley z University of Canterbury w Christchurch w Nowej Zelandii. Celem sieci jest monitorowanie nieba półkuli południowej pod kątem przelatujących meteorów. Sieć dysponuje 32 kamerami rozmieszczonymi na obszarze dwóch stacji. Obsługą stacji zajmują się miłośnicy astronomii, a zebrane dane są przesyłane do Instytutu SETI w celu analizy trajektorii meteoroidów wpadających w ziemską atmosferę. Efekt takiego wejścia kosmicznego okruchu w atmosferę widzimy jako ślad meteora.

31 grudnia 2015 r. nowozelandzka sieć zarejestrowała od godziny 9.12 do 15.45 czasu uniwersalnego łącznie 59 meteorów. 21 z nich okazało się meteorami z nieznanego roju posiadającego radiant w gwiazdozbiorze Ryby Latającej. Ponieważ nazwy rojów wywodzą się od gwiazdozbiorów, w których znajdują się

ich radianty, nowy roj nazwano Wolantydami, od łacińskiej nazwy konstelacji Ryby Latającej. Międzynarodowa Unia Astronomiczna wpisała rój na roboczą listę pod numerem 758. Dodatkowo w kolejnym dniu (1 stycznia 2016 r.) zarejestrowano jeszcze dwa meteory z roju Wolantydów.

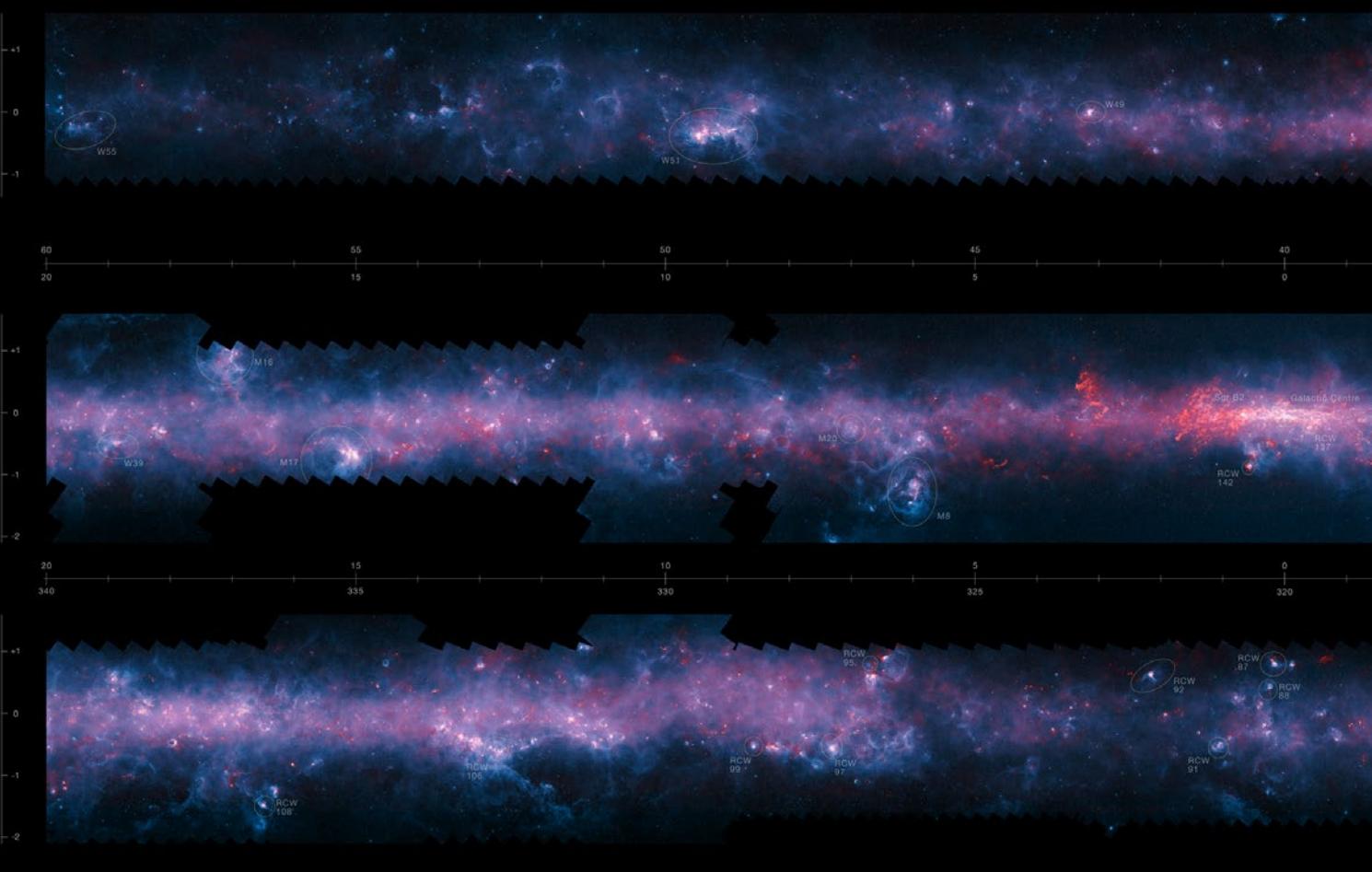
Przeprowadzone przez naukowców obliczenia sugerują, że Wolantydy są związane z jedną z komet z rodziny Jowisza, ale pozostaje ona nieznana. Informacje o zaobserwowaniu roju zamieszczono m.in. w telegramie astronomicznym CBET nr 4261, a artykuł opisujący wyniki analiz zostanie opublikowany w czasopiśmie pt. *Journal of the International Meteor Organization*, które jest wydawane przez Miedzynarodową Organizację Meteorową.



Kierunki na niebie, z których przylatywały meteory 31 grudnia 2015 r. obserwowane przez sieć kamer w Nowej Zelandii. Źródło: SETI Institute

Warto wspomnieć, że również w Polsce działa podobna sieć kamer obserwujących niebo i rejestrujących przelety meteorów. Nosi ona nazwę: Polska Sieć Bolidowa (Polish Fireball Network).

Krzysztof Czart





## Nowa mapa Drogi Mlecznej na falach submilimetrowych

Przy pomocy radioteleskopu APEX naukowcy przeprowadzili przegląd południowej części płaszczyzny Drogi Mlecznej na falach submilimetrowych. W ramach przeglądu ATLASGAL opublikowano nową mapę naszej Galaktyki — informuje Europejskie Obserwatorium Południowe (ESO).

APEX Telescope Large Area Survey of the Galaxy (ATLASGAL) to przegląd nieba na falach submilimetrowych wykonywany za pomocą teleskopu APEX. Zakres submilimetrowy mieści się pomiędzy falami radiowymi a podczerwienią. Przegląd obejmuje obszary płaszczyzny Galaktyki widoczne z półkuli południowej. Jest to szczerogólnie istotny obszar, bowiem obejmuje m.in. centrum Drogi Mlecznej.

Nowe mapy ATLASGAL pokrywają obszar na niebie długi na  $140^\circ$  i szeroki na  $3^\circ$ , czterokrotnie większy niż pierwsza publikacja danych z przeglądu. Nowe mapy mają także lepszą jakość, ponieważ

waż niektóre obszary były obserwowane ponownie w celu uzyskania danych o bardziej spójnej jakości na całym badanym obszarze. Do tej pory opublikowano prawie 70 prac naukowych wykorzystujących dane z ATLASGAL, a liczba ta niebawem się zwiększy na skutek udostępnienia astronomom nowych danych.

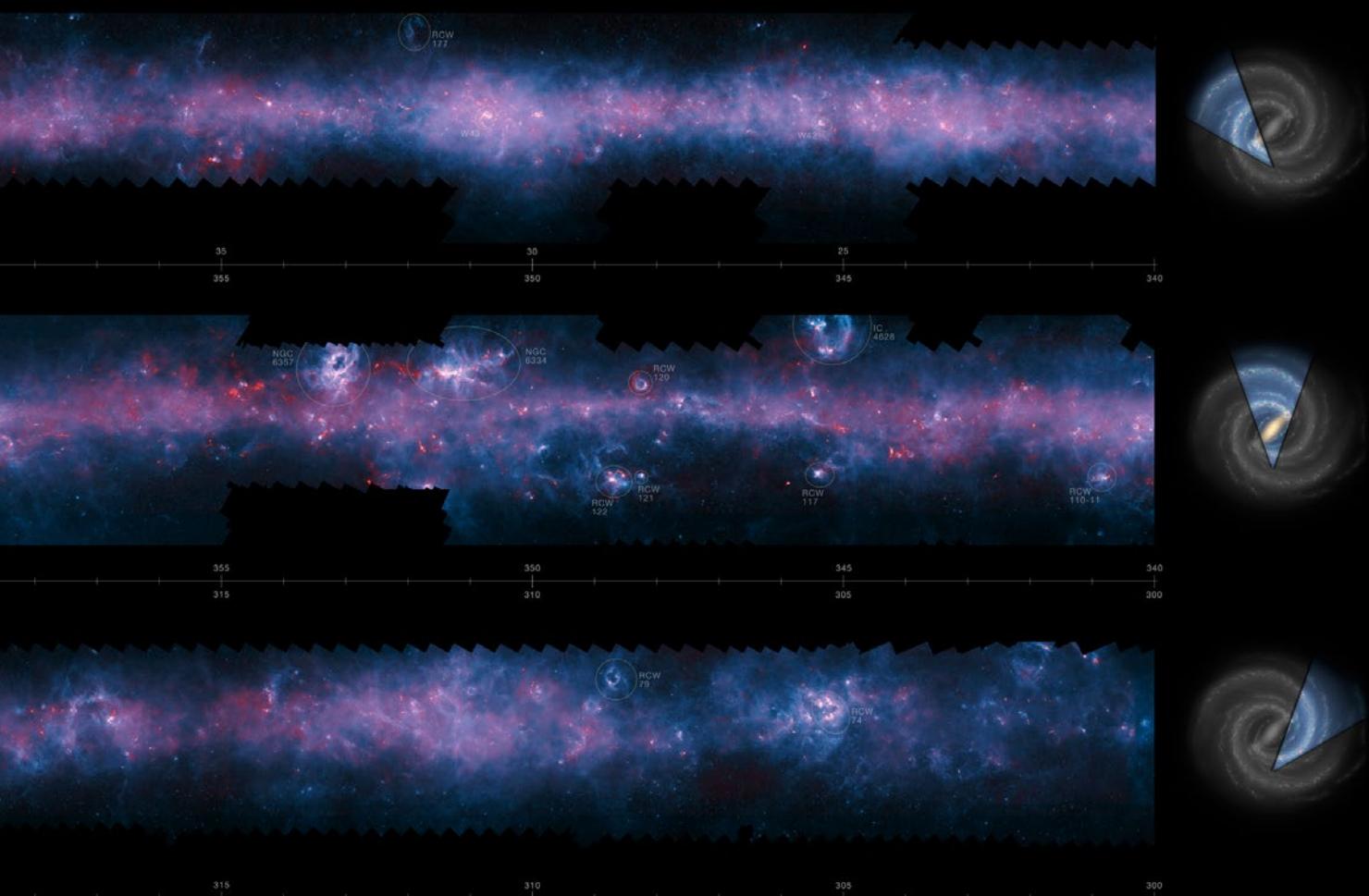
Nowa publikacja ATLASGAL uzupełnia obserwacje z należącego do ESA satelity Planck. Połączenie danych Plancka z APEX pozwoliło astronomom na wykrycie emisji rozciągającej się na większym obszarze nieba i oszacowanie z niego ilości gęstego gazu w wewnętrznych częściach Galaktyki. Dane ATLASGAL zostały także użyte do utworzenia kompletnego przeglądu zimnych i masywnych obłoków, w których formują się nowe generacje gwiazd.

APEX to skrót od Atacama Pathfinder EXperiment, czyli projektu prowadzonego wspólnie przez Europejskie Obserwatorium Południowe (ESO), Max Planck Institute for Radio Astronomy (MPIfR) oraz Onsala Space Observatory (OSO). Teleskop o średnicy 12 m pracuje na płasko-

wyżu Chajnantor w Chile, na wysokości 5100 m n.p.m. Powstał jako prototypowa antena przed budową sieci 66 radioteleskopów ALMA. Ale uruchomienia ALMA nie zakończyło użytkowania APEX — oba instrumenty się uzupełniają. Na przykład APEX wykonuje obserwacje przeglądowe, a ALMA może zbadać niektóre obiekty bardziej szczegółowo. Niedawno świętowano 10 lat pracy teleskopu APEX.

Krzysztof Czart

Nowy obraz Drogi Mlecznej na falach submilimetrowych. Dane z pasma 0,87 mm uzyskane teleskopem APEX pokazano w kolorze czerwonym, a w tle zamieszczone w kolorze niebieskim zdjęcia z podczerwieni wykonane teleskopem Spitzera. Słabsze, szerokie struktury pochodzą z danych z Plancka. Źródło: ESO/APEX/ATLASGAL consortium/NASA/GLIMPSE consortium/ESA/Planck



## HST obserwuje najdalej położoną galaktykę we Wszechświecie

Międzynarodowy zespół astronomów, korzystając z Kosmicznego Teleskopu Hubble'a (HST), pobił rekord odległości we Wszechświecie pod względem dystansu zmierzonego do najdalej położonej galaktyki. Tę zaskakująco jasną, niemowlęcą galaktykę o nazwie GN-z11 obserwujemy jaką była 13,4 mld lat temu, czyli zaledwie 400 mln lat po Wielkim Wybuchu. Galaktyka znajduje się w kierunku gwiazdozbioru Wielkiej Niedźwiedzicy.

Astronomowie coraz bardziej zbliżają się do zbadania pierwszych galaktyk, jakie powstały we Wszechświecie. Do niedawna sądzono, że na takie odległości sięgnie dopiero ciągle budowany Kosmiczny Teleskop Jamesa Webba. Ale pomiary dokonane dzięki teleskopowi HST pokazują, że niektóre z odkrytych jasnych galaktyk mogą być równie dalekie. Odległość do GN-z11 wyznaczono dzięki wykorzystaniu Wide Field Camera 3, dzieląc spektroskopowo światło na jego kolory składowe.

Pomiaru tak dużych odległości astronomowie dokonują, określając przesunięcie ku czerwieni galaktyki. Zjawisko to jest wynikiem rozszerzania się Wszechświata. Każdy odległy obiekt w Kosmosie oddala się od nas, a jego światło rozciąga się w kierunku dłuższego końca widma, fali czerwonej. Im większe przesunięcie ku czerwieni, tym odleglejszy obiekt. Obserwacje spektroskopowe galaktyki pokazały, że znajduje się ona znacznie dalej, niż początkowo sądzono, na granicy obserwonalności HST.

Zanim astronomowie określili odległość do GN-z11, najdalsza zaobserwowana galaktyka o odległości wyznaczonej metodami spektroskopowymi miała przesunięcie ku czerwieni równe 8,68 (13,2 mld lat wstecz). Redshift GN-z11 wynosi 11,1, czyli prawie 200 mln lat bliżej chwili Wielkiego Wybuchu. Jest to niezwykłe osiągnięcie dla teleskopu Hubble'a. Zajrzał dalej niż jakikolwiek naziemny teleskop do tej pory.

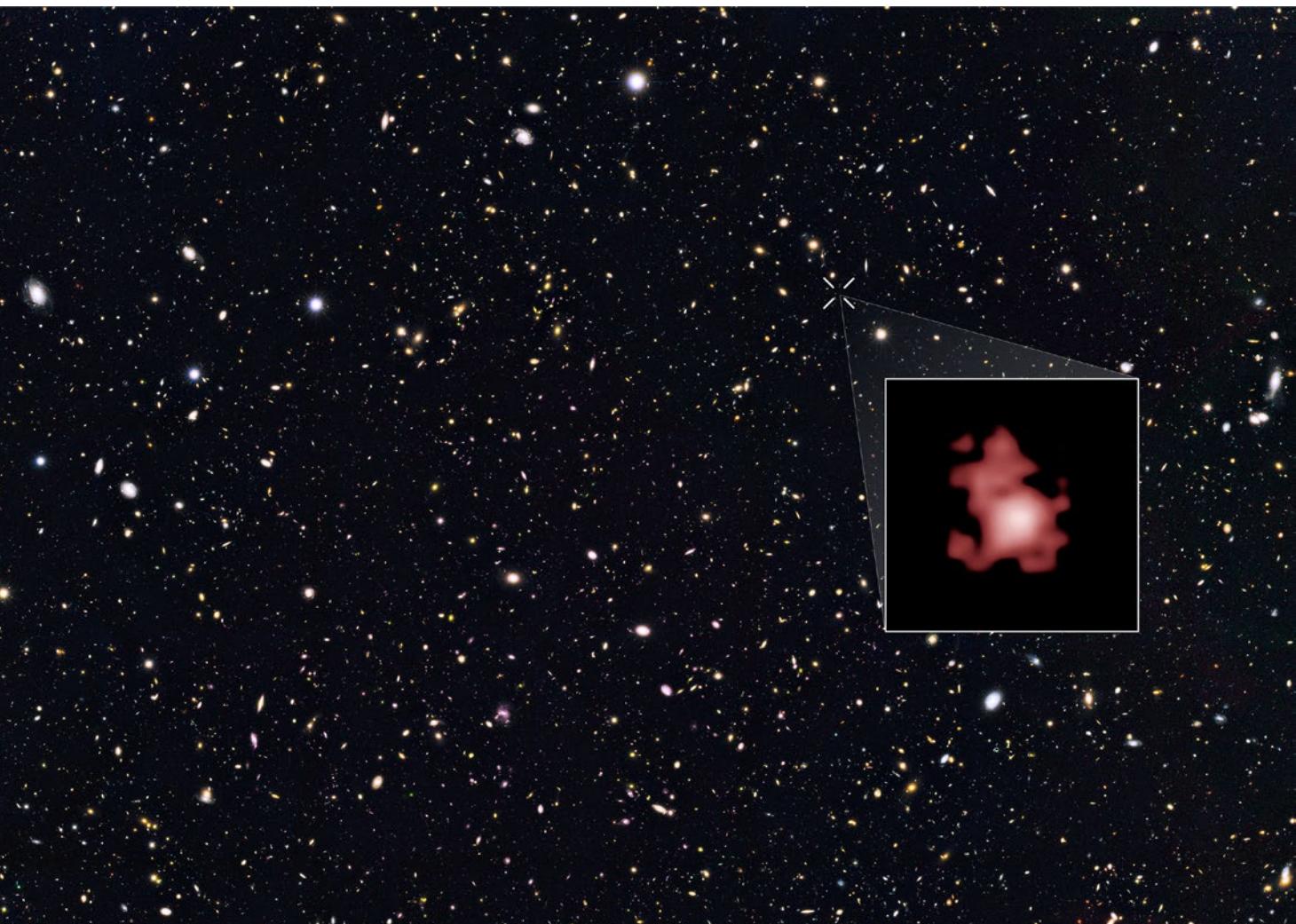
Połączone obrazy z Hubble'a i Spitzera pokazują, że GN-z11 jest 25 razy mniejsza od Drogi Mlecznej i ma masę zaledwie 1% tej, jaką ma nasza Galaktyka. Jed-

nakże nowo narodzona GN-z11 formuje gwiazdy w tempie około 20 razy większym niż nasza Galaktyka dzisiaj. To sprawia, że tak odległa galaktyka jest wystarczająco jasna, by astronomowie mogli ją znaleźć i przeprowadzić obserwacje przy pomocy teleskopów kosmicznych.

Wyniki pokazują interesujące wskaźniki na temat natury bardzo wczesnego Wszechświata. Zaskakującym jest fakt, że tak masywne galaktyki istniały 200–300 mln lat po tym, jak pierwsze gwiazdy zaczęły się tworzyć. Odkrycie to pokazuje, że Kosmiczny Teleskop Jamesa Webba będzie w stanie sięgnąć być może nawet do pierwszych galaktyk, które powstały w Kosmosie.

Agnieszka Nowak

**W ramce:** galaktyka GN-z11 o przesunięciu ku czerwieni  $z = 11,1$  – najdalsza galaktyka, do której wyznaczono odległość metodami spektroskopowymi. W tle: pole z głębokiego przeglądu nieba Great Observatories Origins Deep Survey (GOODS). Źródło: NASA, ESA, P. Oesch (Yale University), G. Brammer (STScI), P. van Dokkum (Yale University) oraz G. Illingworth (University of California, Santa Cruz)





## Zarejestrowano powtarzalne radiowe sygnały z Kosmosu

Międzynarodowa grupa badawcza wykryła powtarzające się, krótkotrwałe wybuchy (rozbłyski) radiowe z tego samego obszaru na niebie, pochodzące spoza Drogi Mlecznej. I wcale nie chodzi tutaj o dobrze znane pulsary. Jak pochodzenie tych tajemniczych radiowych emisji z dalekiego Kosmosu tłumaczą naukowcy?

Chodzi tutaj o zjawiska nazywane „szybkimi wybuchami radiowymi”, albo „szybkimi rozbłyskami radiowymi”, po angielsku „fast radio bursts” (FRBs). Trwają one bardzo krótko, zaledwie kilka milisekund. Wiadomo o ich występowaniu od niecałej dekady, ale wszystkie znane do tej pory przypadki były jednorazowe. Jednak tym razem mamy do czynienia z powtarzającym się więcej razy wybuchem radiowym typu FRB.

Do tej pory hipotezy wskazywały jako źródło pochodzenia radiowych rozbłysków typu FRB zdarzenia typu kataklizmicznego, jak np. wybuch supernowej, albo zapadnięcie się gwiazdy neutronowej do czarnej dziury. Cały czas poszukiwano jednak powtarzalnych wersji radiowych wybuchów typu FRB. Sukces odniósł doktorant z McGill University, który jako pierwszy natrafił 5 listopada 2015 r. na taki powtarzalny przypadek. Dokonał tego podczas przeglądania wyników analiz obserwacji z radioteleskopu Arecibo. Były to dane zarejestrowane w maju i czerwcu 2015 r., poddane analizie za pomocą superkomputera McGill High Performance Computing Center.

Okazało się, że w wynikach obserwacji występuje kilka radiowych wybuchów o własnościach takich jak wybuch typu FRB z 2012 r. Dalsze badania wykazały, że takich nowych wybuchów jest 10. Różnią się one od pojedynczych wybuchów radiowych typu FRB nie tylko powtarzalnością, ale dodatkowo jasnością i widmem. Wszystkie nowe wybuchi, podobnie jak przypadek z 2012 r., mają zmierzoną dyspersję fal radiowych trzy razy większą niż w przypadku źródeł występujących w naszej galaktyce Drodze Mlecznej. Pomiar dyspersji pozwala na odróżnienie fal radiowych od działalności radiowej człowieka, bowiem gdy promieniowanie radiowe podróży w przestrzeni kosmicznej, międzygwiazdowe elektrony powodują, że fale radiowe na niższych częstotliwościach przemieszczają się nieco wolniej.

W związku z powyższymi cechami badacze przypuszczają, że źródło, które emitowało powtarzalny wybuch radiowy FRB, znajduje się poza naszą Galaktyką. Był może jest to bardzo młoda gwiazda neutronowa z odległej galaktyki.

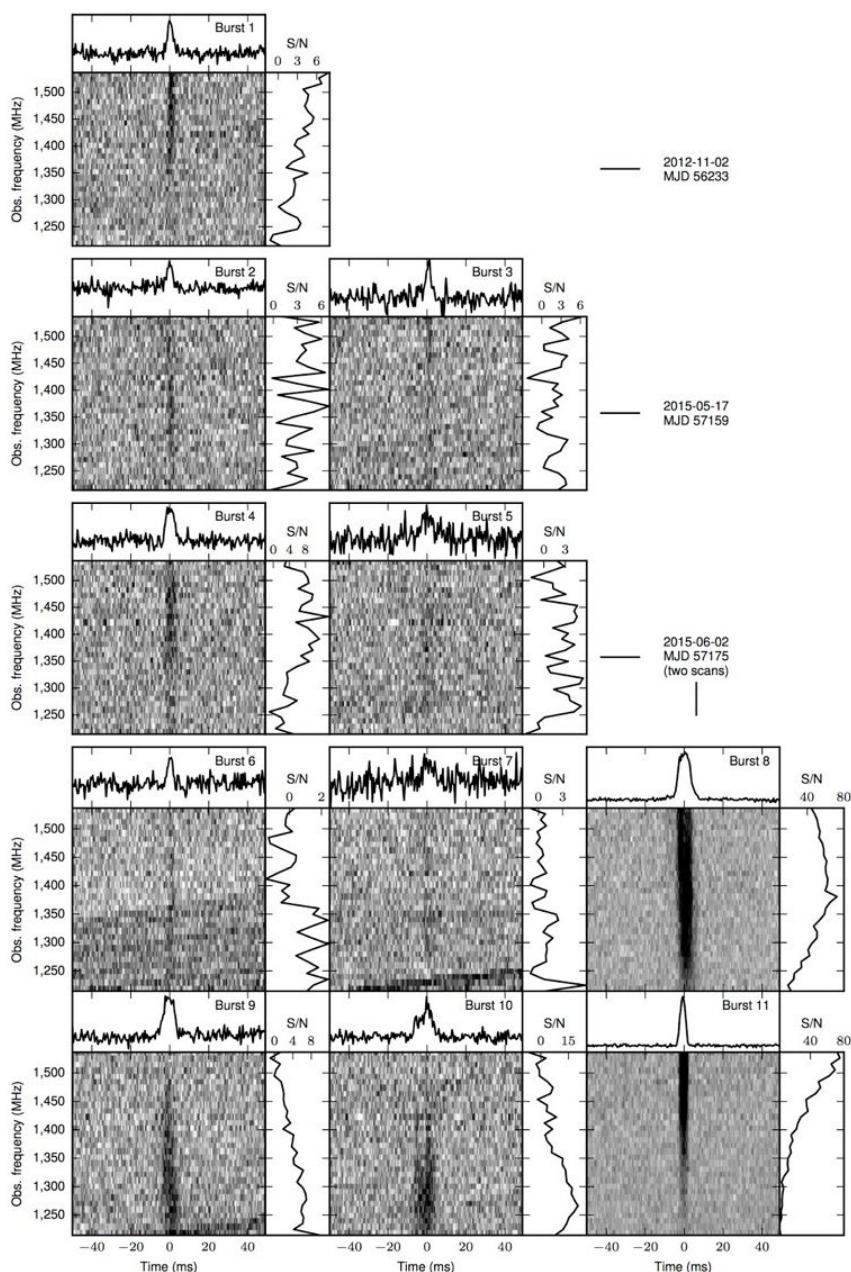
Wyniki badań przedstawiono w najnowszym numerze czasopisma *Nature*. Hipoteza wyjaśniająca stoi jednak w sprzeczności z artykułem, który ukazał się w *Nature* tydzień wcześniej, a w którym inny zespół naukowców prezentuje hipotezę na temat pojedynczych szybkich błysków radiowych typu FRB, tłumacząc je wydarzeniami kataklizmicznymi, np. krótkotrwałymi błyskami gamma. Obie teorie da się jednak pogodzić, jeśli okaże się, że naukowcy natrafili na dwie osobne podkategorie tego rodzaju zjawisk radiowych.

Badacze z grupy kierowanej przez Laurę Spitler z Max-Planck-Institut für Radioastronomie w Bonn (Niemcy), mają nadzieję, że kiedyś uda się zidentyfikować galaktykę, z której zarejestrowano szybki wybuch radiowy typu FRB. Do tego zadania będzie jednak potrzeba większej roz-

dzielcości niż dysponuje radioteleskopem Arecibo — największy na świecie pojedyńczy radioteleskop. Naukowcy będą musieli zastosować technikę interferometrii, czyli obserwować ten sam fragment nieba jednocześnie wieloma radioteleskopami rozmieszczonymi daleko od siebie. Pozwala to uzyskać zdolność rozdzielczą taką, jaką miałby teleskop o średnicy równej odległości pomiędzy skrajnymi radioteleskopami.

Krzysztof Czart

**Wybuch (rozbłysk) radiowy z 2012 r. oraz 10 nowych szybkich wybuchów radiowych ze źródła FRB 121102. Na górnym wykresie pokazano wybuchi jako funkcję obserwowanej częstotliwości radiowej i sygnału zsumowanego we wszystkich częstotliwościach. Źródło: ASTRON**





Uniwersytet  
Wrocławski

# NIEZŁY KOSMOS

Studio w Instytucie Astronomicznym UWr

**Instytut Astronomiczny Uniwersytetu Wrocławskiego** to jeden z najważniejszych ośrodków naukowo-dydaktycznych w Polsce.

### Nasze mocne strony:

- Oferujemy heliofizykę jako jedyny ośrodek uniwersytecki w Polsce...
- ... oraz astrofizykę gwiazdową na najwyższym poziomie.
- Współpracujemy z czołowymi ośrodkami astronomicznymi na świecie.
- Bierzymy udział w projektach ESA i ESO.
- Prowadzimy wiele przedsięwzięć popularyzujących astronomię.

### Zapraszamy na studia stacjonarne na kierunku astronomia:

- 3-LETNIE STUDIA I STOPNIA (LICENCJACKIE)
- 2-LETNIE STUDIA II STOPNIA (MAGISTERSKIE)
- 4-LETNIE STUDIA III STOPNIA (DOKTORANCKIE)

Z nami nie będziesz się nudzić. W badania naukowe możesz zaangażować się już od pierwszego roku studiów licencjackich. Swoje zainteresowania naukowe możesz rozwijać również w studenckich kołach naukowych.

### Co możesz robić po studiach?

- Kontynuować karierę naukową w ośrodkach astronomicznych w kraju i na świecie.
- Wybrać pracę w edukacji lub popularyzacji nauki – szkoły, planetaria, centra upowszechniające naukę.
- Dzięki posiadanej umiejętności programowania i rozwiązywania skomplikowanych problemów, możesz pracować w ośrodkach zajmujących się nowoczesnymi technologiami takimi jak np. przemysł kosmiczny oraz technologie informacyjne, cyfrowe i informatyczne.
- Solidne wykształcenie z zakresu matematyki, statystyki matematycznej i metod numerycznych umożliwia ci także pracę w firmach zajmujących się np. analiza statystyczną rynków, planowaniem lub specjalizującymi się w bankowości i finansach.

### Dowiedz się więcej:

Instytut Astronomiczny UWr



[www.astro.uni.wroc.pl](http://www.astro.uni.wroc.pl)

Wydział Fizyki i Astronomii UWr



[wfa.uni.wroc.pl](http://wfa.uni.wroc.pl)

Facebook



[facebook.com/IAUWr](https://facebook.com/IAUWr)

# Czy Kopernik obserwował Merkurego?

**S**tarożytni obserwatorzy nieba znali i obserwowali na tle sfery gwiazd siedem ciał błądzących, czyli planet. Zaliczali do nich także Słońce i Księżyca, choć współcześnie klasyfikujemy je nie jako planety, lecz jako gwiazdę i satelitę planety Ziemia. Pozostałe to, według osiąganych jasności: Wenus, Jowisz, Mars, Merkury i Saturn. Może stąd mamy w kalendarzu nie pięć czy sześć, a właśnie siedem dni tygodnia? Wszak cała konstrukcja kalendarza bazuje na obserwacjach zjawisk astronomicznych<sup>1</sup>.

Im większa jasność planety, tym łatwiej dostrzec ją gołym okiem. Pierwszą z pięciu wymienionych można w sprzyjających warunkach oglądać na dzennym niebie. Natomiast z dostrzeżeniem Merkurego jest już problem. Z racji niewielkiej odległości kątowej od Słońca można go oglądać w zasadzie tylko wtedy, gdy oddali się od naszej dziennej gwiazdy maksymalnie w bok. Mówimy wtedy, że znajduje się w największej elongacji wschodniej lub zachodniej. Może ona wynosić 18–29°.

W naszych szerokościach geograficznych sprawę utrudnia często mały kąt nachylenia ekliptyki, w pobliżu której znajdziemy wszystkie planety, do horyzontu. Przez to wysokość planety na niebie nie jest imponująca, a im bliżej horyzontu, tym grubsza warstwa pochłaniającej światło atmosfery i więcej w niej zanieczyszczeń. Musimy też pamiętać, że przy jasności obserwowanej Merkurego (z uwzględnieniem ekstynkcji atmosferycznej) w maksymalnej elongacji rzędu +1 mag, do jego w miarę dobrej widoczności trzeba poczekać, aż Słońce zejdzie odpowiednio głęboko pod horyzont. Wtedy wysokość Merkurego najczęściej jest już poniżej 10°. Czasami lepiej, aby nie był maksymalnie odchylony od Słońca, za to zdecydowanie jaśniejszy! W praktyce jednak na lepszą jasność gwiazdową niż 0,6 mag nie mamy co liczyć.

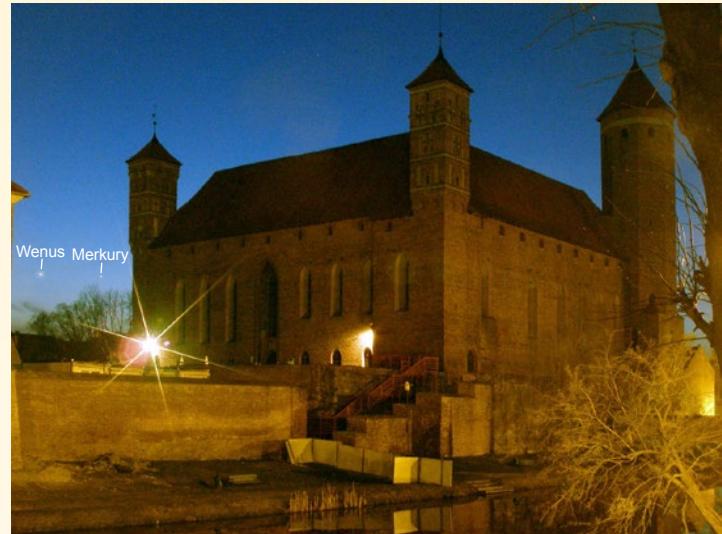
<sup>1</sup> Inne astronomiczne wyjaśnienie 7-dniowego tygodnia to przyjęcie, że tyle w przybliżeniu trwa jedna z czterech obserwowanych faz Księżyca. Faktem jest, iż każdy dzień tygodnia był poświęcony jednemu bóstwu planetarnemu, czego reliktem są nazwy dni w wielu językach. Np. ang. niedziela to *Sunday* — dzień Słońca, *Monday* — dzień Księżyca, z kolei w języku francuskim wtorek to *Mercredi* — dzień Merkurego, środa to *Mardi* — dzień Marsa itd.

Korzystne, czyli duże nachylenie ekliptyki do horyzontu, mamy w okolicach kwietnia po zachodzie i w okolicach października przed wschodem Słońca. Problem tylko w tym, aby jeszcze Merkury był we właściwym miejscu swej orbity. Niestety, takie korzystne do obserwowania nieuzbrojonym okiem konfiguracje zdarzają się u nas 1–2 razy rocznie i trwają zaledwie kilka dni. Oby jeszcze pogoda łaskawa nam była!

Ponieważ nie doszukano się żadnych notatek Wielkiego Astronoma dokumentujących jego obserwację Merkurego, przyjęto się powszechnie uważać, iż tej planety osobiście Kopernik nigdy nie widział. Jak ryzykowna to teza, wie każdy miłośnik nieba, który nie raz w swoim życiu oglądał gołym okiem tę najbliższą Słońcu planetę.

Od 30 lat mieszkam w Lidzbarku Warmińskim. To trzecie w kolejności miasto pod względem długości pobytu Mikołaja Kopernika, zaraz po Fromborku i Toruniu. Prawdopodobnie spędził tu łącznie jakieś 7 lat, a może i więcej. Pamiętam, jak 6 lat temu urzeczywistniony wieczornym widokiem Merkurego w towarzystwie Wenus, tuż przy murach zamku biskupów warmińskich, pobiegłem do mieszkańców w pobliżu znajomego, posiadającego dobry sprzęt fotograficzny, by naklonić go do wzięcia aparatu ze statywem i wykonania stosownego ujęcia (zdjęcie wyżej). Od tamtej pory, przy każdej nadarzającej się okazji wpatruję okiem tej niesfornej planety i niejednokrotnie z pozytywnym efektem.

Obserwacje te uświadomiły mi jednak, jak rzadkie i krótkotrwałe to sytuacje. Liczba pochmurnych dni i nocy w roku wszak przewyższa u nas liczbę tych bezchmurnych. Warmińskie mgły i zanieczyszczenia atmosfery powodowane przez człowieka tylko pogarszają sytuację. W czasach Kopernika po-wszczęnie palone ogniska i działalność smolarzy w lasach też robiły swoje.

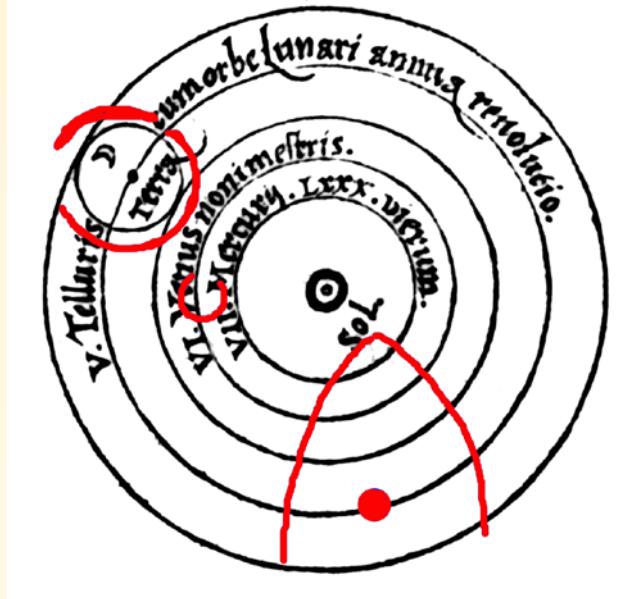
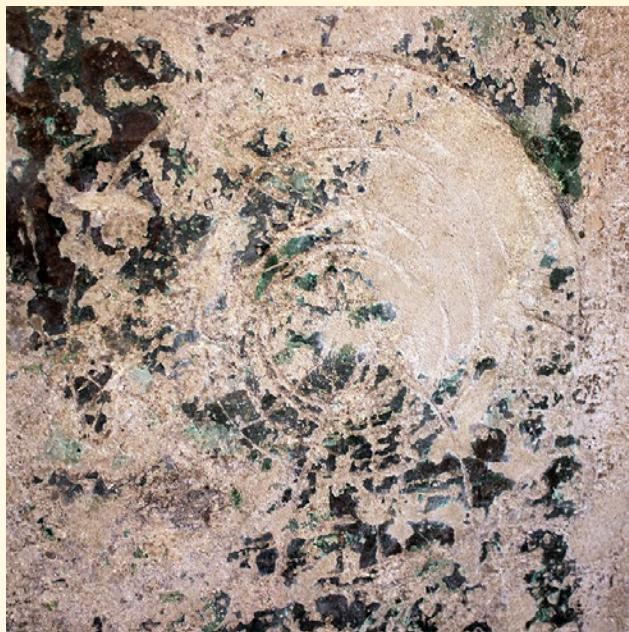


Wenus i Merkury na wieczornym niebie 3 kwietnia 2010 r. w towarzystwie lidzbarskiej rezydencji biskupów warmińskich. Fot. Jerzy Puszcza

We Fromborku, gdzie Kopernik wykonał najwięcej obserwacji, trudno analizować możliwości dostrzeżenia przez niego Merkurego, gdyż do tej pory nie udało się ustalić lokalizacji *pavimentum*, czyli miejsca, na którym rozstawał swoje przyrządy obserwacyjne. Na zamku lidzbarskim z kolei liczne obowiązki i tryb życia narzucony przez jego wuja, biskupa Łukasza Watzenrode, nie pozwalały mu zajmować się poważnie obserwacjami nieba. Trudno jednak przyjąć, że autor pamiętnych słów ze wstępu do *De Revolutionibus* nie lubił popatrzeć w rozgwieździone niebo ot tak, dla czystej przyjemności, jak czyni to wielu amatorów astronomii<sup>2</sup>.

Kilka miesięcy temu jedna z pracownic muzeum, mieszczącego się obecnie w murach lidzbarskiego zamku, zwróciła moją uwagę na wyryte w ścianie na krużgankach pierwszego piętra dziwne okręgi, przypominające centralny fragment słynnego rysunku Układu Słonecznego znanego z kart dzieła Kopernika. Od kilku lat lidzbarska rezydencja biskupów warmińskich przechodzi serię prac konserwatorskich. Dzięki zaangażowaniu w nie tzw. Funduszy Norweskich, zakres prac jest dość szeroki. M.in. odkryto i poddano konserwacji cenne malowidła obiegające zewnętrzne ściany dziedzińca, datowane na przełom XIV i XV w. Później były one niejednokrotnie przemalowywane, by na koniec zniknąć na długie czas pod jednolitą

<sup>2</sup> Z racji że Mikołaj Kopernik nie zajmował się zawodowo astronomią, możemy traktować go jako zaawansowanego miłośnika astronomii!



warstwą pobiały. Niestety, interesujący mnie ryt (zdjęcie obok) znajduje się znacznie poniżej dolnej linii pieczęciowicie badanych malowideł i nie udało mi się jak na razie ustalić przedziału czasu, w jakim mógł on powstać.

**W**yryty w murze rysunek jest dość intrigujący. Do jego wykonania autor musiał użyć cyrkla, przy czym wyraźnie widać, iż koła kreśliły dwuetapowo: raz rył łuki górnych półkругów, drugi raz dolnych. Nóżka wbita w środek okręgów, z racji kruszenia się zaprawy, musiała się podczas kręcenia cyrklem przesuwać, gdyż łuki są wyraźnie przesunięte. Przyjrzymy się uważniej wyrytemu rysunkowi (fot. wyżej). Skojarzenie z fragmentem rysunku Kopernika dotyczącym planet wewnętrznych i orbity Ziemi z Księżykiem jest chyba jak najbardziej zasadne (rys. wyżej). Szczególnie interesujące zdały mi się dwa dodatkowe łuki obejmujące kropkę na orbicie Ziemi i jakby zawężające odcinek orbity Merkurego.

Owa kropka na ziemskiej orbicie nie może być jednak Ziemią, gdyż ta powinna być w centrum orbity Księżyca widocznej wyżej, po lewej stronie. Przyjmijmy, iż kropka na orbicie Wenus wskazuje tę właśnie planetę. Czy w takim razie zagadkowe łuki mogą wskazywać na położenie Merkurego? Z ciekawości sięgnąłem do starych notatek, z czasów kiedy analizowałem możliwości dojrzania Merkurego w czasach pobytu Kopernika na zamku w Lidzbarku Warmińskim, czyli w latach 1503–

–1510<sup>3</sup>. Ponieważ z wcześniejszych moich dociekań, nad którymi teraz nie będę się rozwoził, wynikało, że obserwacje poranne były tu mało prawdopodobne, bacznie przyjrzałem się tym wieczornym konfiguracjom.

Uderzające okazało się podobieństwo względnego ustawienia Merkurego, Wenus i młodego Księżyca na wieczornym niebie 14 grudnia 1509 r. około godz. 16.00<sup>4</sup>. Proszę popatrzyć na zrzut ekranowy z popularnego programu Stellarium (obok) i porównać go z rysunkiem rytu. Intrigująca kropka na orbicie Ziemi odpowiada położeniu na niebie Merkurego, podczas gdy Wenus i Księżyk są niejako na swoich miejscach.

Powstaje pytanie: czy Mikołaj Kopernik mógł zabawić się w wandala ryjącego w murze zamkowych krużganków, by utrwalic swoją pierwszą tu (na Warmii) naoczną obserwację Merkurego? Jeśli przyjmiemy, że mury były właśnie przygotowywane do pokrycia ich tynkami pod nowe malowidła, to właściwie czemu nie? Wyobraźmy sobie jego podniecenie wynikające z faktu, iż oto dojrzał tego wrednego Merkurego i to na dodatek w pozycji przewidzianej nowym, autorskim modelem budowy świata. Przecież to prawie ukoronowanie dzieła życia, a jest

okazja utrwalic ten ekscytujący moment w nie byle jakim miejscu i to na krótko przed swoją ucieczką do Fromborka. Miejsce na ryt nie jest przypadkowe, bo pod malowidłem ukazującym Ukrzyżowanie Jezusa, następującym tuż po malowidle przedstawiającym młodego Jezusa w dyspcie z uczonymi w świątyni jerozolimskiej. Przecież ponadtrzydziestoletni Jezus na krzyżu dokonał swego najważniejszego dzieła i Kopernik jest już w tych latach swego życia. Naciągane? Możliwe, ale przyznają Szanowni Czytelnicy, że ładna to bajka...



Źródło: Stellarium

A może prawda o tajemniczym rycie jest całkiem banalna? Może wyjaśnienie jego pochodzenia jest takie, jak tajemniczych znaków templariuszy na zamku w Radzyniu Chełmińskim, gdzie kręcono film „Samochodzik i Templariusze”? Kto oglądał film lub czytał książkowy pierwowzór Zbigniewa Nienackiego, ten wie, o co chodzi. Jednak słowo daję, to nie moja sprawka!

Jacek Drażkowski

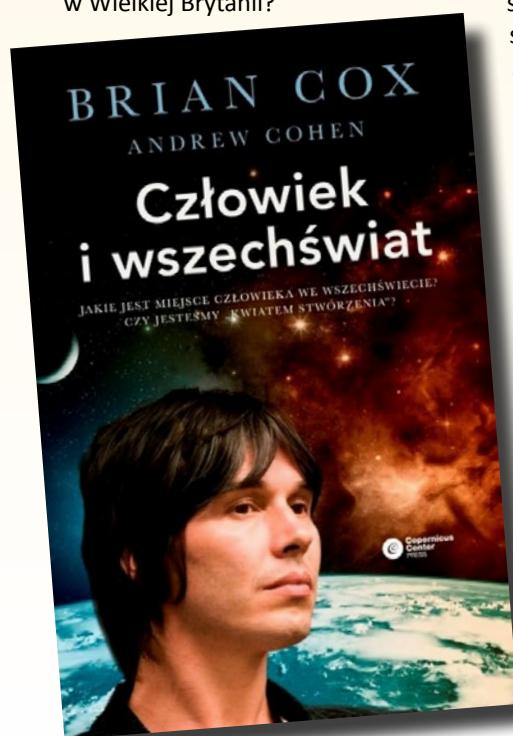
<sup>3</sup> Za dr. Jerzym Sikorskim, autorem książki „Prywatne życie Mikołaja Kopernika” przyjętem, że Kopernik przeniósł się na stałe do Fromborka w 1510 roku.

<sup>4</sup> Data wg kalendarza juliańskiego, godzina wg obecnie obowiązującego czasu urzędowego (CSE).

## Kultowa książka po polsku!

# BRIAN I WSZECHŚWIAT

Gwiazdiste niebo intruguje ludzi od czasów prehistorycznych. To właśnie gwiazdy były, są i pewnie nie raz będą inspiracją przy wyborze studiów na kierunkach ścisłych. Nie inaczej było w przypadku prof. Briana Coxa, który pod wpływem kultowej już książki *Kosmos* Carla Saganego postanowił zostać fizykiem i zagłębić się w meandry otaczającego nas świata na Uniwersytecie w Manchesterze. Swoje życie zawodowe poświęcił jednak skali odległości przeciwej kosmicznej – cząstkom elementarnym. Co ciekawe, jak przystało na człowieka wszechstronnie uzdolnionego, był on klawiszowcem w dwóch zespołach rockowych: *Dare*, a później *D:Ream*. Razem z tym ostatnim nagrał utwory, które znalazły się w ścisłej czołówce list przebojów Wielkiej Brytanii! Jeden z ich utworów, *Things Can Only Get Better*, został wykorzystany przez Partię Pracy podczas wyborów parlamentarnych w 1997 r. Kto wie, może właśnie dzięki temu partia Tony'ego Blaira przejęła władzę w Wielkiej Brytanii?



Drugi z autorów, Andrew Cohen, skończył fizjologię i farmakologię, również na Uniwersytecie w Manchesterze. Przez lata pracował w BBC jako dziennikarz, współtworząc programy popularnonaukowe takie jak *Horizon*, *Wonders* czy *Stargazing Live*. Obecnie wykłada na Nauki Biologiczne na swojej Alma Mater.

Wróćmy jednak do gwiazd i otaczającego nas Wszechświata, który przecież jest nie tylko domeną naukowców. Nade wszystko jest to wspólny mianownik każdej cywilizacji i społeczeństwa, jakie było i będzie na Ziemi. Najczęściej właśnie podczas podziwiania nocnego nieba nasuwają się pytania natury egzystencjalnej. Tysiące lat temu podobne kwestie nurtowały naszych przodków. Czy jesteśmy sami? Dlaczego tu jesteśmy? Jaka nas czeka przyszłość? To niektóre z pytań, na jakie starają się odpowiedzieć w książce „Człowiek i Wszechświat” Brian Cox i Andrew Cohen. W przeciwnieństwie do wielu tego typu publikacji, nie robią tego w sposób surowy, mało przystępny i nudny. Zamiast opisywać kolejne konkretne zjawiska i prawa, starają się przedstawić pewną ewolucję światopoglądu i intuicji związanych z danym zagadnieniem. Nie oznacza to jednak, że książka ma charakter historyczny. Nic bardziej mylnego!

Historia tutaj to swoisty nośnik nauki, co niewątpliwie jest dobrym wyborem. O wiele łatwiej jest przeciętny czytelnik zrozumie zawiłość niektórych zagadnień, gdy przedstawi się rozumowanie, które doprowadziło pokolenia naukowców do obecnych konkluzji. Dodatkowo całość jest napisana niesamowicie lekkim językiem, z którego wręcz promienia się pasja, z jaką obaj Panowie podchodzą do nauki. Część czytelników może kojarzyć programy BBC tworzone przez obu Autorów, podczas których m. in. w komorze testowej NASA JPL przeprowadzono eksperyment Galileusza pokazujący, że po usunięciu powietrza wszystkie ciała spadają na Ziemię z taką samą prędkością. Zainteresowanych zachęcam do wpisania w wyszukiwarkę hasła *Brian Cox eksperyment Galileusza*. Jeden z pierwszych linków powinien prowadzić do wspomnianego doświadczenia. Więcej materiału wideo z jego udziałem można z łatwością znaleźć w serwisie YouTube.

Książka nie ogranicza się tylko i wyłącznie do fizyki i astronomii. Odpowiadając na pytanie o nasze pochodzenie, są poruszane również tematy takie, jak ewolucja czy wędrówka, jaką odbył nasz gatunek w czasach prehistorycznych. W świetle ostatniego zamieszania spowodowanego przez książkę prof. Macieja Giertycha, warto sobie odświeżyć naukowe wyjaśnienie teorii ewolucji, aby w razie dyskusji ze sceptykami w odpowiedni sposób móc argumentować solidne podstawy tej teorii.

Na szczęście Autorzy pokazują w swoim dziele, że piękno nauki polega na tym, że potrafi ona obronić się sama. Z różnym trudem, ale ostatecznie nawet najbardziej kontrowersyjne idee zostaną przyjęte, jeśli tylko mają rzetelne naukowe podstawy. Nie da się w nieskończoność zaprzeczać faktom, które wynikają z natury otaczającego nas Wszechświata. Summa summarum (cytuując początek książki) jesteśmy czymś kompletnie nieznaczącym, swoją cząstką pytka na nieskończonej arenie, istniejącą przez krótką chwilę pośród wieczności.

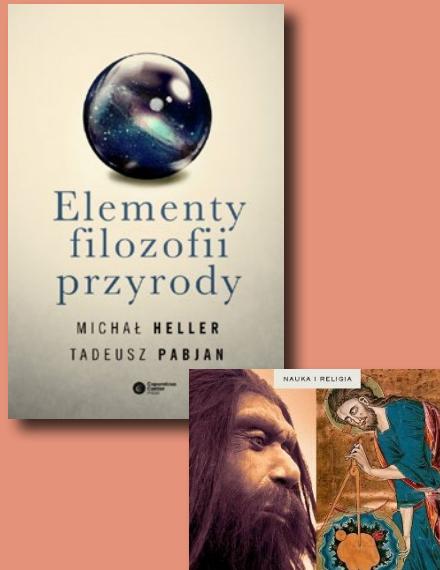
Krzesztof Domogała

Brian Cox, Andrew Cohen  
„Człowiek i wszechświat”  
Tłumaczenie: Łukasz Lamża  
Copernicus Center Press, Kraków 2016  
Format: 140×215 mm  
stron: 380 +16 (wkładka zdjęciowa)



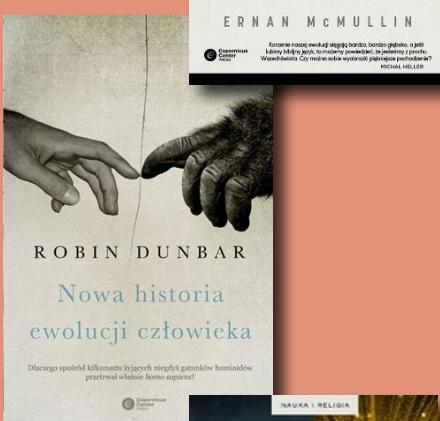
# KRUCJATA MĄDROŚCI, ROZSĄDKU I WIEDZY

Wydawnictwo Copernicus Center Press działa pod auspicjami Centrum Kopernika Badań Interdyscyplinarnych, ufundowanego przez ks. prof. Michała Hellera. Można chyba powiedzieć, że od samego początku prowadzi działalność wydawniczą, obok której ukazanie się na rynku wydanej przez Macieja Giertycha książki „Ewolucja, dewolucja, nauka” wydawałoby się po prostu niemożliwe. Ale zawsze można podyskutować. Kto potrzebuje argumentów, wystarczy skorzystać z całej plejady wcześniejszych publikacji Copernicus Center Press. Na swojej redakcyjnej półce od razu znalazłem cztery.



Nowoczesny podręcznik filozofii przyrody, mający cechy „akademickie” (pytania kontrolne, tematy do dyskusji, ćwiczenia), ale napisany znakomitym, popularnonaukowym językiem. Klasyka interdyscyplinarności, od koncepcji czasu i przestrzeni, poprzez strukturę materii i Wszechświata do powstania życia i ewolucji. Tzw. kreacjonizm „naukowy” autorzy bez ogródek zaliczają do pseudonauki.

Fascynująca, filozoficzna odyseja, której autor dowodzi, że traktowanie ewolucji i stworzenia jako dwóch wykluczających się idei jest wyrazem niezrozumienia tych pojęć. Na koniec, książka syntetycznie obrazuje związki i sprzeczności ewolucji z filozofią, fizyką i ... polityką. Ostatni wątek dotyczy głównie edukacji i to na rynku amerykańskim, ale, jak widać, u nas też się pojawił.



Genialna, intelektualna prowokacja napisana z wielkim literackim talentem! To na pewno nie jest lektura dla biskupów, a może właśnie przede wszystkim dla nich! Autor do znanych i perfekcyjnie szeregowanych argumentów antropologicznych, genetycznych i fizjologicznych dodaje argumenty z dziedzin, w których sam jest specjalistą, psychologii ludzi i zwierząt. To wymyśleniu religii i płynących z umartwień endorfin ludzkość zawdzięcza swój sukces wśród innych naczelnych. Pokochałem tę książkę od pierwszych zdań!



Zaczyna się nieźle, bo od „Historii o stworzeniu” napisanej... wierszem, zaczynającej się od: *Był czas / kiedy nie było czasu, / gdy czas jeszcze nie istniał*. I kończącej na: *pomiędzy / nadzieję a strachem / wielki projekt / myśli / i współczucia / na drodze / do wolności*. A gdzieś w środku (wiersz ma 5 stron) specjalnie dla profesora Giertycha: *Rzadka / powolna ryba dwudyszna / prześlizgnęła się przez trawę / i tak powstały płazy*. No i to jest ta fatalna cecha wiersza białego (przynajmniej w tłumaczeniu), gdy brak formy zamienia lapidarność w banal. Niby autor fizyk, niby to samo co u Dunbara, ale to nie moja książka. Nie znaczy jednak, że nie znajdzie innych fanów.

Maciej Mikołajewski

# Fotografia gwiazd w formie punktów na niebie (cz. 2)

## Ustawienia do fotografii gwiazd

Fotografując statyczne gwiazdy, musimy złapać maksymalnie dużo światła, jak to tylko możliwe w stosunku do krótkim okresie czasu.

Poniżej znajdują się sugerowane parametry, które powinny być traktowane jako wskazówka i punkt wyjścia do ustawienia finalnych nastaw w aparacie. Te oczywiście będą zależne od czynników takich jak: światła Księżyca, zanieczyszczenia światłem, możliwości aparatu i obiektywu.

## Format zapisu

Sugeruję fotografowanie i zapisywanie zdjęć w bezstratnym formacie RAW. W odróżnieniu od zapisywania obrazu bezpośrednio do plików JPEG format ten daje dużo większe możliwości na etapie obróbki.

## Ostrość

Ustawienie ostrości możemy wykonać na dwa sposoby: z wykorzystaniem autofocusu lub manualnie. Ja zdecydowanie polecam skorzystać z automatyki aparatu. Jak to zrobić, opisywałem dość dokładnie w [oddzielnym wpisie](#).

## Ogniskowa

Zdecydowanie powinniśmy fotogra-

fować z wykorzystaniem najkrótszej ogniskowej, jaką posiadamy. Nie tylko pozwoli nam to na pokazanie większego obszaru nieba, ale też pozwoli dłużej naświetlać, rejestrując tym samym więcej światła. Nie musi być to obiektyw specjalnie przeznaczony do fotografii gwiazd. Spokojnie do pierwszych kroków wystarczy obiektyw sprzedawany w komplecie z aparatem. Zdecydowanie większe możliwości dają obiektywy ultra szerokokątne, których krótsze ogniskowe zaczynają się od 10–12 mm. Dobrze też się sprawdza obiektyw typu rybie oko zapewniające bardzo duży kąt widzenia. Tu jednak musimy się liczyć z odwzorowaniem, które nie każdemu musi odpowiadać.

## Przysłona

W nocy raczej unikamy przyjmowania przysłony, operujemy na w pełni otwartym obiektywie. Ewentualnie, gdy kadr jest rozświetlony światłem Księżyca, trzeba przymknąć przysłonę o jedną działkę ev w celu zmniejszenia wad optycznych obiektywu. Typowy zakres przysłon, na których pracujemy w nocy to F/2,8 – F/5,6.

## ISO

Będąc świadomym ograniczenia wynikającego z czasu naświetlania



i chcąc poprawnie naświetlić kadr oraz zarejestrować możliwie najwięcej gwiazd, konieczne jest podbić czułość. Czasem dość znaczne. Typowe czułości używane w fotografii punktowych gwiazd to ISO 800 – 3200.

## Balans bieli

W terenie, aby oddać naturalną kolorystykę gwiazd (tak, tak, gwiazdy mają różne kolory), najlepiej jest ustawić WB w okolicach 4500–5500 kelwinów. Ewentualnie gdy nasz aparat nie umożliwia regulowania tak dokładnie tego parametru, można posłużyć się predfinowanym ustawieniem „światło słoneczne”, zazwyczaj oznaczone w formie słoneczka. Finalną kolorystykę zdjęć zdecydowanie najlepiej dostosowywać na etapie wywoływania plików RAW.

## Czas

Długość ekspozycji powinniśmy dobrać tak, by przy używanej ogniskowej nie przekroczyć czasu, dla którego gwiazdy przestaną mieć postać punktów. Aby go oszacować, warto skorzystać z tzw. reguły 600, o której przeczytacie poniżej.

## Odszumianie

Zdecydowanie polecam skorzy-



Wpływ długości ekspozycji na kształt gwiazd. Widok w kierunku północnym. Nikon D700, 14 mm



Wpływ długości ekspozycji na kształt gwiazd. Widok w kierunku północnym (kadr). Nikon D700, 14 mm

stanie z redukcji szumów dla długich ekspozycji. Pozwoli to wyraźnie zmniejszyć poziom szumów na zdjęciu. Nie przestraszmy się, gdy aparat z włączoną tą opcją nie będzie odpowiadał przez jakiś czas po zrobieniu zdjęcia. Jest to czas, w którym automatyka aparatu wykonuje drugie zdjęcie, na którym rejestruje tylko szумy w celu ich późniejszego odjęcia od docelowego obrazu.

## Wyzwalanie

Aby uniknąć poruszonych zdjęć przy dłuższych ekspozycjach, powinniśmy zdalnie wyzwalać migawkę. Jeśli jednak nie dysponujemy pilotem lub węzykiem, bez problemu możemy skorzystać z funkcji samowyzwalacza w aparacie. To jednak pod warunkiem, że czasy naświetlania nie przekroczą maksymalnego czasu, na jaki możemy ustawić naświetlanie, nie przechodząc do trybu bulb.

## Reguła 600

Reguła 600 jest to reguła określająca maksymalny czas naświetlania, dla którego gwiazdy wciąż będą odbierane na zdjęciu jako punkty.

Wiąże ona czas z kątem widze-

nia obiektywów, czyli tak naprawdę z ogniskową i wielkością matrycy aparatów. Zgodnie z tą regułą czas ekspozycji to wynik dzielenia liczby 600 przez ogniskową. Przy czym w przypadku matryc mniejszych niż tzw. matryce pełnoklatkowe, mające wymiary zbliżone do kulisy małoobrazkowej 35 mm, musimy ogniskową skorygować o tzw. crop.

$$\text{Czas naświetlania [s]} = \frac{600}{\text{ogniskowa [mm]}}$$

Jeśli planujemy prezentować zdjęcie w większym formacie lub po prostu jesteśmy bardziej pedantyczni, możemy zamiast liczby 600 podstać do wzoru **500**. Otrzymamy tym samym krótsze, a co za tym idzie, bezpieczniejsze czasy naświetlania. W poniższej tabeli znajdują się obli-

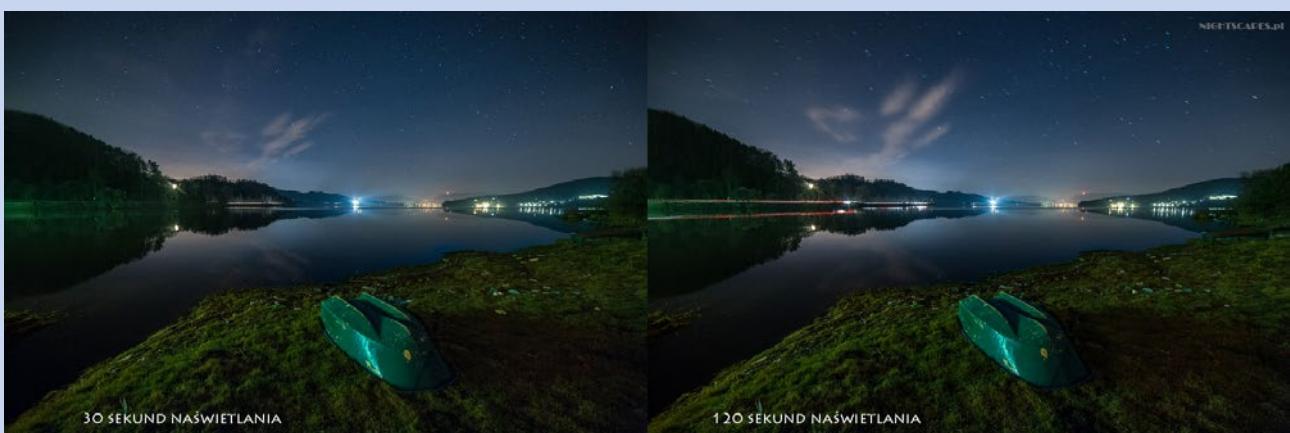
czone czasy dla typowych ogniskowych wykorzystywanych w tego typu ujęciach oraz najpopularniejszych wielkości matryc.

Powysze wartości nie zostały zaokrąglone do czasów naświetlania dostępnych w aparatach. Zaokrągać powinno się zawsze w dół. Dokładne wartości ustawimy, korzystając z opcji bulb.

Musimy pamiętać, że powysza reguła jest tylko jakąś formą przybliżenia czasu ekspozycji i określa, kiedy ruch gwiazd jest „w miarę” niewidoczny. Tak naprawdę ruch gwiazd w rzeczywistości jest rejestrowany zdecydowanie wcześniej, w momencie, gdy gwiazda zaczyna być rejestrowana przez więcej niż jeden piksel na matrycy.

Piotr Potępa

ogniskowa [mm]	matryca pełnoklatkowa		APS-C x1.5 Nikon, Sony		APS-C x1.6 Canon		Micro 4/3 x2 Olympus	
	reguła 500	reguła 600	reguła 500	reguła 600	reguła 500	reguła 600	reguła 500	reguła 600
8	63	75	42	50	39	47	31	38
10	50	60	33	40	31	38	25	30
14	36	43	24	29	22	27	18	21
18	28	33	19	22	17	21	14	17
20	25	30	17	20	16	19	13	15
24	21	25	14	17	13	16	10	13
35	14	17	10	11	9	11	7	9
50	10	12	7	8	6	8	5	6



Wpływ długości ekspozycji na kształt gwiazd. Widok w kierunku południowym. Nikon D700, 14 mm

Czas na jeden z najbardziej charakterystycznych obszarów Księżyca: znajdujące się tuż obok centrum Srebrnego Globu wspaniałe pasmo górskie Apeniny, sąsiadujące z nim kratery Eratostenes, Archimedes, Autolykos, Aristillus i inne.

# Apeniny i okolice

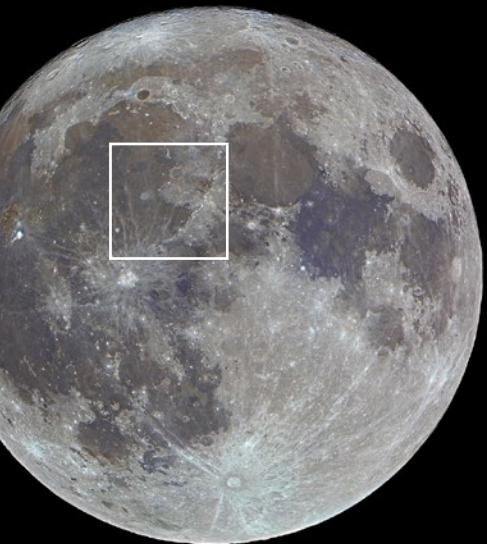
Ta część naszego naturalnego satelity nie jest mocno „podziurawiona” przez meteoryty, sporą jej powierzchnię zajmują pasma górskie oraz Morze Deszczów. Najlepsze warunki do obserwacji tego regionu mamy tuż po pierwszej jak i ostatniej kwadrze. Księżyca jest oświetlony wtedy w ok. 65–80% (cień po zachodniej stronie) oraz w ok. 65–40% (cień po wschodniej stronie).

Jednym z ciekawszych kraterów w tym rejonie jest Archimedes. Jego nazwa pochodzi od słynnego greckiego filozofa, obserwatora przyrody i matematyka. Był on genialnym konstruktorem, a przekonali się o tym doskonale starożytni Rzymianie podczas II wojny punickiej. Niestety, zginął w czasie zdobywania miasta z rąk Rzymian. Zapisał się na stałe na kartach historii dzięki wybitnym odkryciom: prawo Archimedesa, zasada dźwigni, prawa równi pochyłej, środek ciężkości, aksjomat Archimedesa oraz pojęcie siły. Krater nazwany jego imieniem ma 83 km średnicy i 2,1 km głębokości. Dno krateru zalane przez lawę jest płaskie i nie posiada centralnego szczytu. Znajdują się tam rozproszone „wstęgi” jaśniejszej materii naniesionej najprawdopodobniej przez impakt, który stworzył krater Autolykos. Jest największym tworem pouderzeniowym na całym Morzu Deszczów. Jego ściana zewnętrzna jest wyraźnie pojawniona przez materiał skalny wyrzucony podczas impaktu. Górną część jego ściany wewnętrznej ma strukturę tarasową. W południowo-wschodniej części rozciąga się 30 km trójkątny cypel. Archimedes jest na tyle okazałym kraterem, że nie potrzeba dużego teleskopu do jego obserwacji. Fantastycznie prezentuje się cień rzucany przez jego zbocza (szczególnie zachodnie), który jest mocno poszarpany i bardzo szybko zmienia kształt.

Niezwyczajnie ciekawie prezentuje się również Montes Archimedes, pasmo górskie leżące na południe od Archime-

desa wznoszące się na wysokość ok. 2 km. W kierunku północnym znajduje się kolejny górzysty twór zwany Montes Spitzbergen, leżący na Morzu Deszczów. Ich długość wynosi ok. 60 km, a w najszerszym miejscu osiągają 25 km. Są najprawdopodobniej pozostałością wewnętrznego pierścienia krateru, który został zalany lawą. Do ich dokładniejszych obserwacji potrzebny będzie już większy teleskop, minimum 250 mm.

W kierunku południowo-wschodnim od Archimedesa leży równina Palus Putredinis (Bagno Zgnilizny), rozciągająca się na ponad 150 km. W tych okolicach rozbila się Luna 2. Jest to niemal idealnie płaska powierzchnia pokryta lawą, znajduje się tam również system rowów zwany Rimae Archimedes. Największymi rowami na tym obszarze są Rimae Bradley, Rimae Hadley oraz Rimae Fresnel o długości kolejno 161 km, 80 km oraz 90 km. Warto dodać, że

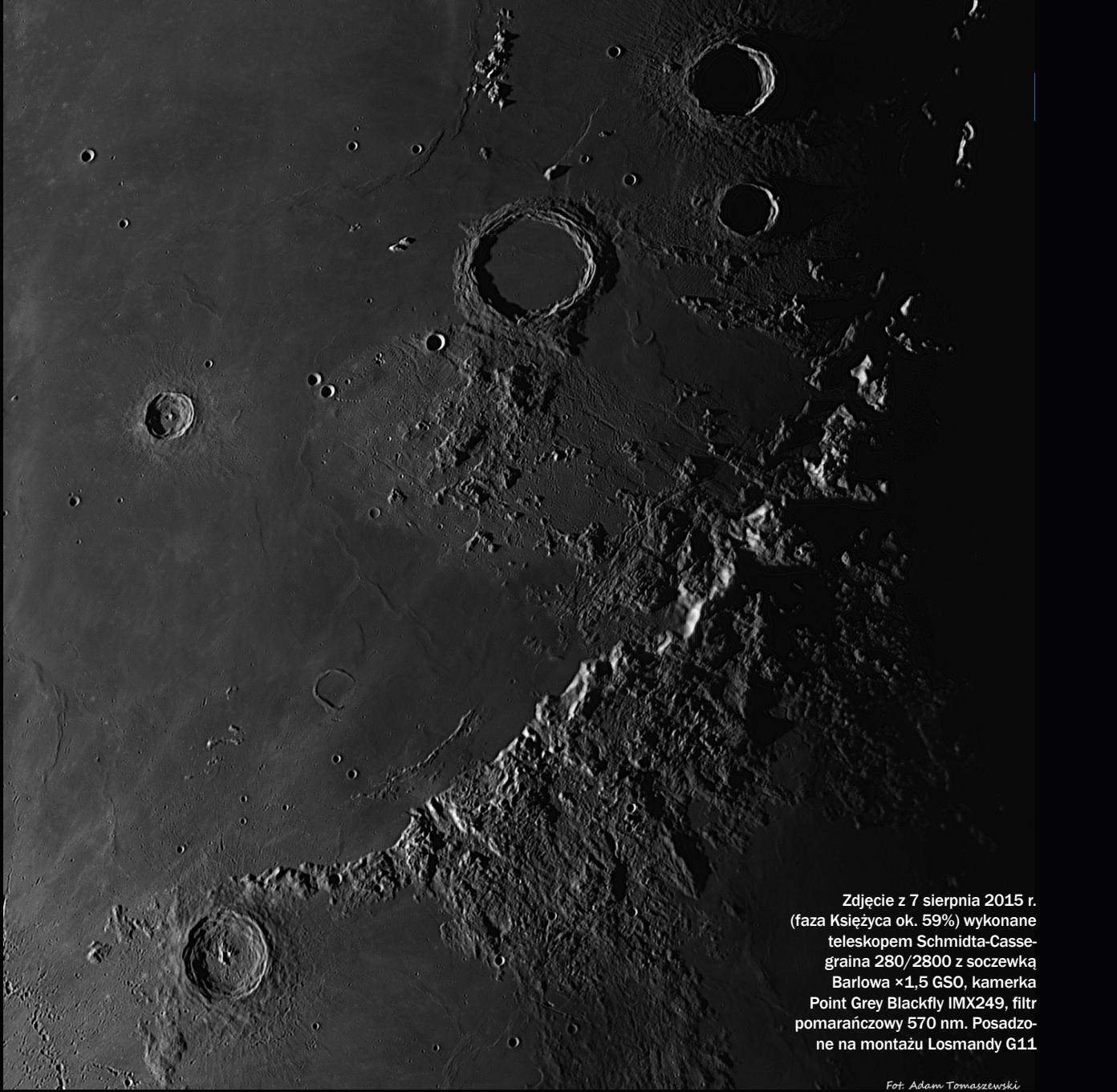


w okolicach północnej części tego drugiego lądował Apollo 15 (miejsce zaznaczone na zdjęciu poniżej).

Na zachód, tuż obok Archimedesa, znajduje się krater Autolykos o średnicy 39 km i głębokości 3,4 km. Jego nazwa wywodzi się z mitologii greckiej. Autolykos był synem Hermesa i Chione, mężem Amfitei oraz ojcem Antyklei (matką Odyseusza). Pierścień tego krateru jest nieregularny, jednak generalnie można nazwać go okrągłym. Ma niewielki zewnętrzny wał oraz nieregularne dno bez centralnego szczytu. Cechą charakterystyczną jest system jasnych „promieni” rozciągających się na 400 km. Są one charakterystyczne dla tworów z okresu kopernikańskiego. Część materiału skalnego wyrzuconego z Autolykosa nachodzi na Archimedesa, dzięki czemu można stwierdzić, że powstał później.

Nieco na północ znajduje się krater Aristillus o średnicy 56 km i głębo-





Zdjęcie z 7 sierpnia 2015 r.  
(faza Księżyca ok. 59%) wykonane  
teleskopem Schmidta-Cassegraina 280/2800 z soczewką  
Barlowa ×1,5 GSO, kamerka  
Point Grey Blackfly IMX249, filtr  
pomarańczowy 570 nm. Posadzo-  
ne na montażu Losmandy G11

Fot. Adam Tomaszewski

kości 3,6 km. Nazwę swą zawdzięcza greckiemu astronomowi żyjącemu w ok. 3 w. p.n.e. Jest to najmłodszy krater z całej omawianej trójki w tych okolicach. Również posiada system „promieni” o długości do 600 km, które nachodzą zarówno na Autolykosa, jak i Archimedesa. Posiada nieregularne, strome zbocza zewnętrzne oraz tarasowo ukształtowane wewnętrzne. Gdy światło pada pod bardzo niskim kątem, prezentują się fenomenalnie nawet w niezbyt dużym teleskopie. Dno krateru nie zostało zalane przez lawę, a w centrum znajduje się formacja górska składająca się z trzech szczytów o maksymalnej wysokości 0,9 km.

Na południe od powyżej omawianych kraterów rozciąga się potężne pasmo górskie — Apeniny — od krateru Eratostenes od południa, skręcając w kierunku wschodnio-północnym, aż do gór Kaukaz. Te dwa łańcuchy górskie

są od siebie oddzielone przez przesmyk łączący Morze Deszczów z Morzem Jasności. łańcuch ten jest mocno poszarpany, z dużą ilością szczytów górskich, z których największy jest Mons Huygens o wysokości ok. 5,5 km i średnicy ok. 45 km. Piękno Apenin bardziej trudno opisać słowami, gra światła jest bardzo dynamiczna, cienie rzucane przez szczyty mają różnorodne kształty i bardzo szybko się zmieniają. To po prostu trzeba zobaczyć!

Ostatnim kraterem, jaki chciałbym opisać, jest Eratostenes. Jego średnica wynosi ok. 58 km a głębokość ok. 3,6 km. Nazwę swą zawdzięcza Eratostenesowi, greckiemu matematykomu, astronomowi, filozofowi, geografowi i poecie, żyjącemu na przełomie III i II w. p.n.e. Postać ta wsławiła się dzięki wyznaczeniu obwodu Ziemi, oszacowaniu odległości Księżyca i Słońca od Ziemi oraz niemal idealnie określeniu

daty zdobycia Troi. Krater leży na zachodnim podnóżu Apenin. Charakteryzuje się tarasową strukturą ściany wewnętrznej, stosunkowo nierównym zewnętrznym wałem oraz nieregularnym dnem, w którego centrum znajduje się centralny szczyt o wysokości maksymalnej ok. 1,5 km. Jest on stosunkowo starym kraterem, powstał ok. 3,2 mld lat temu, zapoczątkowując okres w historii Księżyca zwany eratosteniskim. Na jego obszarze leży materiał skalny wyrzucony z krateru Kopernik, który ma wyższe albedo. Krater ten prezentuje się fenomenalnie, szczególnie gdy światło pada pod bardzo niskim kątem. Można podziwiać wtedy strukturę jego ściany wewnętrznej z pomału odsłaniającymi się „tarasami” oraz okoliczne nieregularności. Właściciele większych teleskopów mogą pokusić się o obserwacje szczegółów szczytu centralnego.

Adam Tomaszewski

# Podstawy nauki o meteorach

Niniejszy tekst powstał w oparciu o wydany w 2008 „Handbook for Meteor Observers”, podręcznik wydany przez International Meteor Organization będący aktualnym i przystępnym wprowadzeniem w świat współczesnej nauki o meteorach. W trzecim odcinku zajmiemy się meteoroidami.

## Meteoroidy

Pierwsze próby porównywania orbit meteoroidów z orbitami ciał Układu Słonecznego podjęte zostały w 1860 r., kiedy wielu autorów opublikowało prace wiążące duże roje meteorowe ze znymi wówczas kometami. Początkowo były to prace teoretyczne, na spektakularne potwierdzenie trzeba było poczekać do roku 1872.



Rys. 1. Kometa Biela w lutym 1846 r. E. Weiss, „Bilderatlas der Sternenwelt, 1888”

W 1826 r. kapitan austriackiej armii Wilhelm von Biela odkrył kometę, która otrzymała nazwę 3D/Biela. Okazało się, że jest to ta sama kometa, którą dostrzeżono w 1805 r. oraz wcześniej w roku 1772. Biela i inni badacze przeprowadzili obliczenia, wykazując bardzo krótki okres obiegu komety wynoszący jedynie 6,7 roku. Kometa wróciła ponownie w 1832 r., ale w roku 1839 nie została dostrzeżona z powodu niekorzystnego umiejscowienia względem Słońca. Podczas kolejnego powrotu na przełomie 1845 i 1846 roku dostrzeżono rzeczą niezwykłą — kometa rozpadła się na dwie. Obie komety powróciły w okolice Słońca w 1852 r., odległe od siebie o 1,5 mln km. Więcej nie obserwano już kolejnego powrotu ich w roku 1859 ani w 1865. W 1867 r. Edmund Weiss i Heinrich d'Arrest niezależnie zauważali, że obserwowany co jakiś czas na początku grudnia rój meteorów ma radiant w gwiazdozbiorze Andromedy i może mieć jakiś związek z kometą Biela. Prace obliczeniowe obu badaczy zdawały się potwierdzać związek komety i roju, co więcej, 27 listopada 1872 r. miało dojść do wielkiego deszczu meteorowego. Ta pierwsza w historii prognoza aktywności okazała się trafna. Faktycznie doszło wówczas do ogromnego wybuchu aktywności. Kolejny deszcz Andromedydów wystąpił w listopadzie 1885 r. Perturbacje pochodzące od wielkich planet zmieniły niestety orbitę strumienia i w kolejnych latach wielkich deszczu Andromedydów już nie obserwano.

## Ewolucja strumieni meteoroidów

Meteoroidy krażące w przestrzeni ulegają wpływom różnych czynników — są to czynniki grawitacyjne, takie jak perturbacje, i czynniki niegravitacyjne, takie jak np. przykład ciśnienie promieniowania. Orbita meteoroidu ewoluje od momentu jego powstania, a badanie tej ewolucji pozwala przewidywać zachowania rojów meteorowych obserwowanych z Ziemi. Ewolucja orbit meteoroidów nie została jeszcze do końca poznana, wiele czynników rozpatrywanych jest tylko teoretycznie, istnieje też wiele wątpliwości.

W czasie gdy kometa zbliża się do Słońca, jej jądro zaczyna powoli sublimować. Z powierzchni komety uwalniany jest gaz oraz cząstki pyłu uwiezione wcześniej w kometarnym lodzie. Uwalnianie to odbywa się w wyizolowanych aktywnych obszarach jądra obserwowanych bezpośrednio za pomocą sond kosmicznych. Nie jest do końca jasne, jaką prędkość mogą osiągnąć wyrzucane ziarna pyłowe. Zapewne ich część jest wyrzucana z prędkością większą niż prędkość ucieczki z jądra komety, rozpoczynając samodzielna podróż przez Układ Słoneczny, część opada ponownie na powierzchnię jądra, pokrywając je ciemną warstwą pyłową. Prędkości wyrzutu cząstek pyłowych z jądra komety są znaczne. Mieszą się one w szerokim zakresie, od dziesiątek metrów na sekundę do nawet kilometra na sekundę. W przypadku komety Halleya tworzącej roje Orionidów i Eta Akwarydów, cząsteczki są wyrzucane z prędkościami od 0,5 do 1 km/s. Dla porównania — prędkość ucieczki z jądra komety Halleya to tylko 3 m/s.

Po uwolnieniu z jądra kometarnego każda cząsteczka staje się samodzielnym ciałem niebieskim okrążającym Słońce

po obiecie eliptycznej. Orbita ta różni się nieznacznie od pierwotnej orbity kometarnej. Różnice te mają dwie podstawowe przyczyny. Po pierwsze, cząsteczka wyrzucona została z komety z pewną prędkością i w pewnym kierunku, którą dodaje się do pierwotnej prędkości i kierunku komety macierzystej. W ten sposób powstaje nowa, nieco inną orbitę. Po drugie, na cząstkę działa ciśnienie promieniowania działające w kierunku odsłonecznym, które największy wpływ wywiera na cząsteczki z jądrami komety podczas ich przejścia przez peryhelium. Wpływ prędkości wyrzutu i kierunku wyrzutu cząsteczek z jądra powoduje powstanie niemal równomiernego rozrzułu elementów orbitalnych, natomiast wpływ ciśnienia promieniowania skutkuje poszerzaniem się pierwotnych orbit. Stopniowa zmiana elementów orbitalnych powoduje powstawanie chmury pyłowej stopniowo rozciągającej się wokół orbity komety macierzystej. Po wielu powrotnach komety w okolicy Słońca powstaje pierścień pyłowy rozciągający się wzdłuż całej orbity. Czas, w jakim powstaje taki strumień, jest uzależniony od wielu czynników, takich jak rozmiar jądra, odległość peryhelium czy też rozmiar samej orbity.

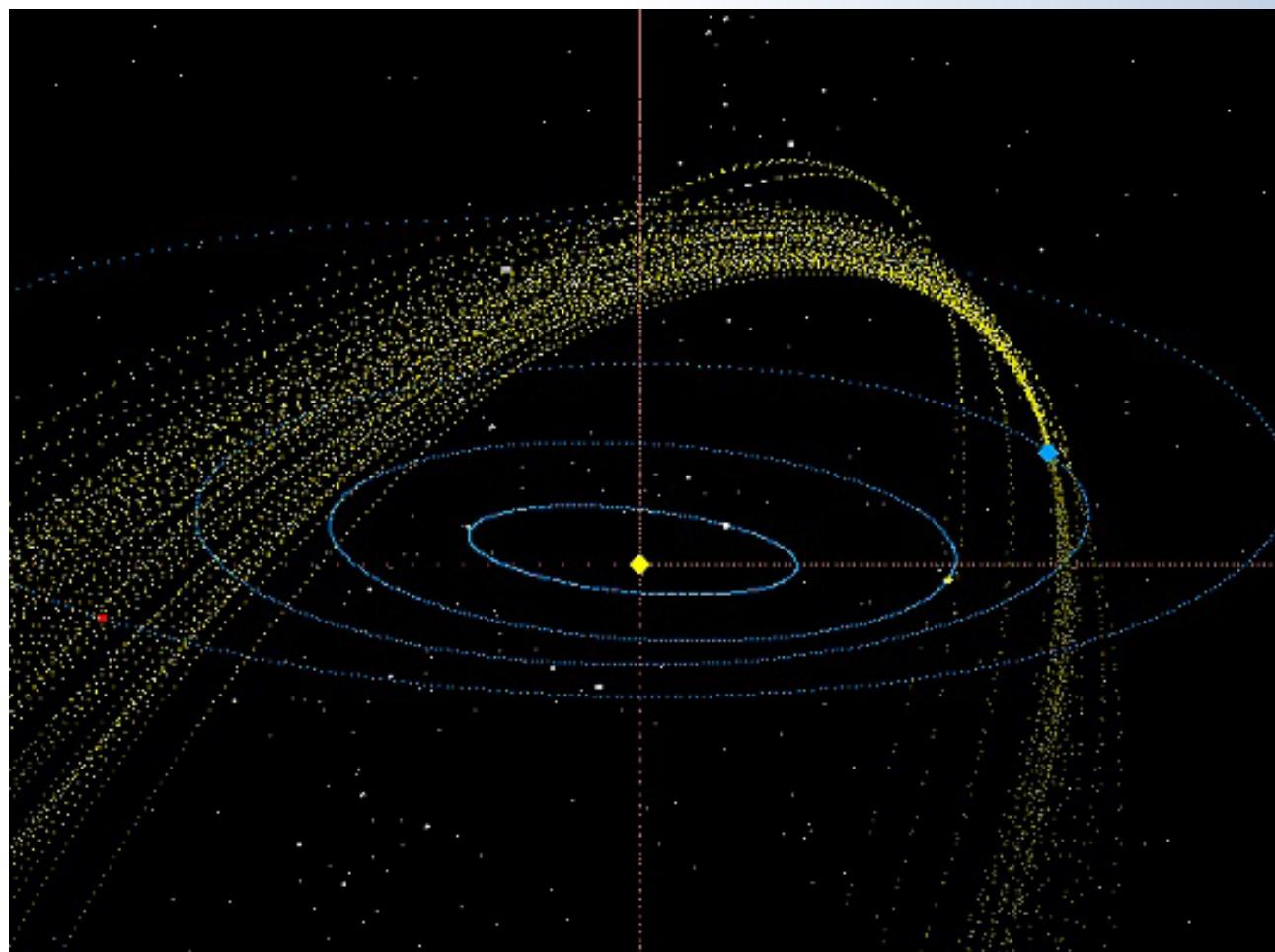
Na podstawie różnych modeli otrzymano dość znacznie różniące się czasy formowania strumienia. Generalnie cząsteczki mniejsze (przykładowo o wadze 2 mg), znacznie bardziej podatne na wpływy niegravitacyjne, jako pierwsze tworzą strumień wzdłuż orbity. Ewolucja cząstek większych (przykładowo o wadze 0,5 g), wywołujących meteory obserwowane wizualnie jest wolniejsza i czas, w jakim tworzą one pełny pierścień, jest kilka razy dłuższy. Przykładowo dla Geminidów czas powstawania strumienia z drobnych cząstek

to około 16 lat, czas powstawania strumienia wizualnego to 40 lat. Warto pamiętać, że Geminidy poruszają się po orbicie o bardzo krótkim okresie obiegu. Dla odmiany czasy te dla Kwadrantydów są wielokrotnie dłuższe, tutaj czas formowania się strumienia sięga 800 lat. Uogólniając wyniki symulacji, można powiedzieć, że przeciętnie formowanie strumienia odbywa się w czasie kilkudziesięciu obiegów komety.

Po uformowaniu strumienia mamy do czynienia z typowym rozkładem orbit i cząsteczek wokół orbity komety macierzystej. Przykład takiego rozkładu dla strumienia Perseidów przedstawiono na rysunku.

Jeśli chodzi o rozkład położenia cząsteczek, to tylko niewielka ich część znajduje się w pobliżu peryhelium, a to z prostej przyczyny — na eliptycznych orbitach ciała spędżają większość czasu, przemieszczając się gdzieś daleko, w okolicach aphelium. Pomijając ten oczywisty fakt, możemy spodziewać się większego zagęszczenia świeżej wyrzuconych cząstek w sąsiedztwie komety macierzystej. Tak też w istocie jest. W latach, w których kometa macierzysta roju przechodzi przez peryhelium, obserwuje się często wzmożoną aktywność roju. Świetnym przykładem jest tu rój Leonidów. Bardzo wysoką aktywność obserwowano w latach poprzedzających lub następujących po przejściu komety Tempel-Tuttle przez peryhelium, w latach odległych od momentu peryhelium obserwowana aktywność jest znacznie słabsza i wynika z obecności starych cząstek rozciągniętych wzdłuż całej orbity.

Z biegiem czasu kometa macierzysta traci swoją aktywność. Jednocześnie różnego rodzaju siły, takie jak perturba-



Rys. 2. Orbits Perseidów, fragment strumienia w pobliżu Peryhelium. Widoczne przecięcie strumienia z orbitą Ziemi

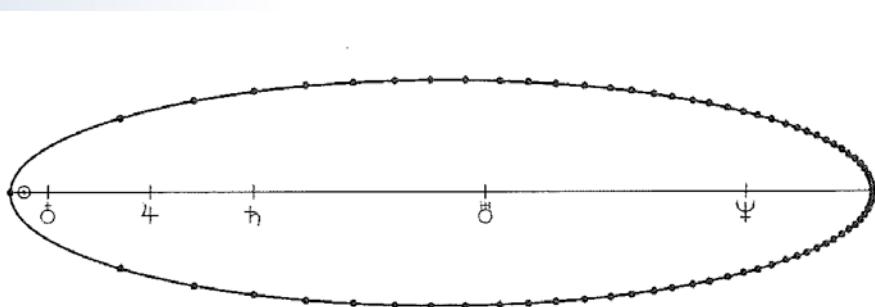
cje czy ciśnienie promieniowania wciąż działają na cząsteczki strumienia. Strumień, który początkowo znajdował się wzdłuż orbity kometarnej, stopniowo zaczyna się rozpraszać. Różnice elementów orbitalnych są coraz większe i stopniowo cząsteczki opuszczają strumień. Słabnąca aktywność komety nie zapewnia już odpowiedniej ilości nowych cząstek. Obserwujemy rozpraszańie strumienia, które dla nas, obserwatorów na Ziemi jest widoczne

w dość charakterystyczny sposób. O ile młode strumienie wykazują krótkotrwałą, ale dość znaczną aktywność, o tyle te rozproszone mają dość niskie i płaskie maksima, ich aktywność nie robi na nikim wrażenia, natomiast meteory należące do strumienia można obserwować całymi tygodniami. W skrajnym wypadku aktywność roju może rozciągać się nawet na miesiąc lub dwa z niewielkim tylko wzrostem aktywności w pobliżu maksimum.

Powyższy schemat jest pewnym uproszczeniem, a rzeczywistość bardziej skomplikowana i niepewna. Meteoroidy nie są w rzeczywistości równomiernie rozmiieszczone wzdłuż orbity komety macierzystej. Strumienie są strukturą złożoną z indywidualnie ewoluujących pasm pyłowych pochodzących z różnych przejść przez peryhelium, z różnych okresów aktywności komety. Często w przypadku dużych rojów obserwujemy pewnie nieregularności, lokalne maksima aktywności czy też złożone wielokrotne maksima. Jest to efekt obecności filamentów — młodych, nierzoproszonych jeszcze podstrumieni.

Starzenie się roju meteorowego i jego rozpraszań są bardzo silnie uzależnione od rodzaju orbity, po jakiej krążą cząsteczki wchodzące w jego skład. Strumienie krążące w płaszczyźnie ekiptyki po orbitach krótkookresowych są rozpraszańskie błyskawicznie. Dla odmiany strumienie krążące po rozcięgniętych i silnie nachylonych orbitach eliptycznych zachowują się dość stabilnie i mogą istnieć w niewiele zmienionej postaci przez tysiące lat. Przykładem takiego stabilnego roju są Lirydy obserwowane co najmniej od 687 r. p.n.e. Ciekawą cechą strumieni krążących w płaszczyźnie ekiptyki jest ich podział na części północne i południowe. Najbardziej znanym przykładem są Tauridy podzielone na część północną i południową. Cząsteczki strumienia ulegają silniejszym perturbacjom podczas przejścia w pobliżu planet Układu Słonecznego. Zazwyczaj mamy tu na myśli planety olbrzymy. Szczególnie duży wpływ na materię krążącą w Układzie Słonecznym ma Jowisz. Nie możemy też zapominać o wpływie grawitacyjnym naszej Ziemi — jest on bardzo mały w porównaniu z jowiszowym, ale dotyczy akurat tych meteoroidów, które wywołują zjawiska widoczne z Ziemi. Ogromna część tej materii nie wpada do atmosfery i krąży dalej, ale po bliskim przejściu w pobliżu Ziemi krąży po delikatnie innej orbicie.

Typowym efektem obserwowanym przy ewolucji orbitalnej rojów jest ruch węzłów orbitalnych, czyli ruch miejsca, w którym strumień przecina płaszczyznę ekiptyki. W przypadku gdy nachylenie orbity strumienia jest mniejsze od  $90^\circ$ , ruch jest wsteczny. Efekt ten wpływa na stopniowe przesuwanie się momentu maksimum. Dla orbit o nachyleniu poniżej  $90^\circ$  maksimum ma miejsce coraz wcześniej, dla strumieni poruszających się ruchem wstecznym maksimum przypada



Rys. 3. Rozmieszczenie cząstek w równomiernie rozproszonym strumieniu meteoroidalowym. W danym momencie tylko nieliczne cząstki przechodzą przez peryhelium. Obrazek przedstawia orbitę Perseidów, zaznaczono orbity planet Układu Słonecznego (Hughes, 1993)

coż później. Efekty te są zauważalne na przestrzeni setek lat. Jednocześnie wskutek perturbacji może zmienić się nachylenie orbity i jej rozmiar. Wszystkie te efekty są w stanie zmienić odległość pomiędzy orbitą strumienia a orbitą ziemską i mogą mieć wyraźny wpływ na obserwowaną z Ziemi aktywność roju. Wyrazistym przykładem jest rój Kwadrantów. Ten duży strumień nie był obserwowany przed 1830 r. Wskutek perturbacji jego orbita znalazła się odpowiednio blisko orbity ziemskiej i od XIX w. jest to jeden z najbardziej aktywnych rojów naszego nieba. Również rój Geminidów powoli zmienia swoje położenie i za kilkaset lat przestanie być widoczny.

Zmiana średnich elementów orbitalnych strumienia w długiej skali czasowej to wypadkowa perturbacji wielu jego cząstek w różnym czasie. Oczywiście jest, że w krótkim czasie perturbacje różnie działają na różne części strumienia. Wyobraźmy sobie sytuację, w której Jowisz zbliża się do orbity strumienia. Cząsteczki, które akurat znalazły się w pobliżu ekiptyki i w pobliżu Jowisza, są zaburzane bardzo silnie, natomiast cząsteczki znajdujące się w dalekich częściach strumienia praktycznie nie zostają zaburzone. W takich sytuacjach zmieniona (niekiedy znacznie) zostaje część strumienia, a skutki tej zmiany mogą być dość niespodziewane.

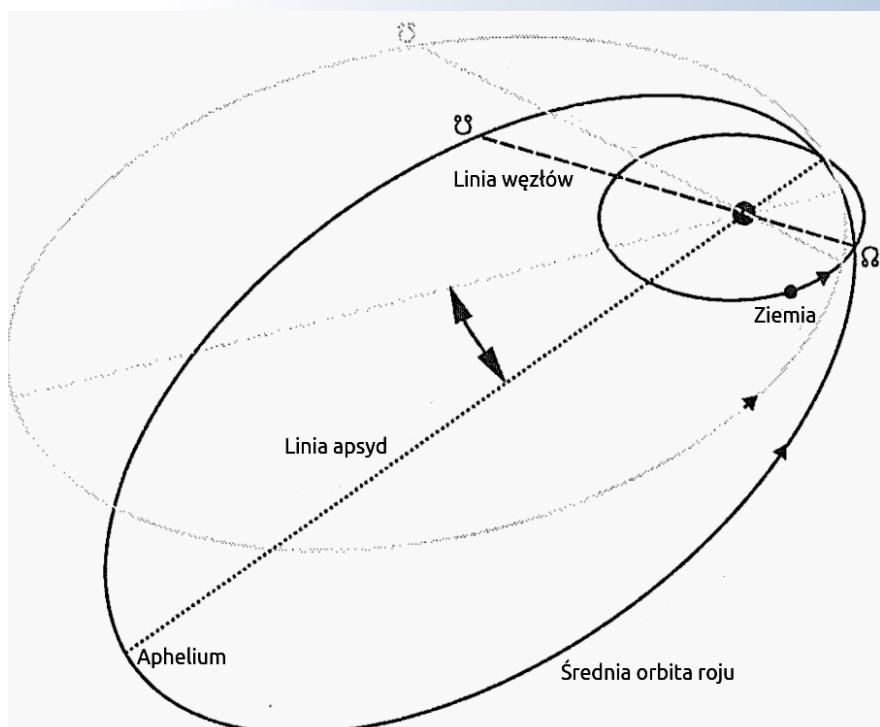
Niewiele dotąd wspominaliśmy o ciśnieniu promieniowania. Jest to jeden z efektów niegravitacyjnych, mających znaczący wpływ na ewolucję orbitalną strumieni. Fotony uderzające w drobne meteoroidy powodują powstawanie siły skierowanej odsłonecznie. Im mniejszy meteoroid, tym większy wpływ ciśnienia promieniowania — im mniejszy meteoroid, tym większy stosunek powierzchni do masy; dla drobnego pyłu o rozmiarach mikrometrowych wpływ promieniowania na orbitę jest ogromny. Tak małe cząstki są dość szybko usuwane z Układu Słonecznego.

Dwa inne efekty brane pod uwagę przy modelowaniu strumieni to efekt Poyntinga-Robertsona oraz efekt Jarkowskiego. Mogą one zarówno przyspieszać, jak i hamować ciało w ruchu orbitalnym. Cząsteczka krążąca po orbicie jest oświetlana promieniowaniem słonecznym, absorbowując je, nagrzewa się. Następnie w postaci promieniowania podczerwonego następuje reemisja w różnych kierunkach. Wskutek efektu Dopplera promieniowanie emitowane w kierunku ruchu jest nieznacznie przesunięte w kierunku krótszych długości fal, promieniowanie w kierunku przeciwnym do ruchu jest przesunięte ku falom dłuższym. Minimalna różnica w energii emitowanych fotonów wywołuje minimalne hamowanie ciała w ruchu orbitalnym. W długim okresie czasowym ten delikatny efekt ma wyraźny wpływ na rozmiar orbity i sam w sobie prowadzi do stopniowego opadania ciała po spiralnej trajektorii w kierunku Słońca. Efekt Jarkowskiego ma wpływ

na nieco większe, szybko obracające się cząsteczki nie będące w stanie równowagi termicznej. Cząstki takie, rotując, wy promieniowują ciepło w różnych kierunkach, tracąc lub zyskując moment pędu w zależności od sposobu rotacji. Wszystkie te efekty działają jednocześnie w mniejszym lub większym stopniu na ciało krążące wokół Słońca. To, który z efektów dominuje, zależy od rozmiaru ciała i od odległości od Słońca. Rzeczywista ewolucja orbitalna jest złożona i zwykle modelowanie grawitacyjne nie do końca pozwala przewidzieć dalsze losy strumienia.

Wydaje się, że działanie wszystkich wymienionych efektów rozprasza strumienie meteoroidów w czasie rzędu 10 tys. lat. To bardzo niewiele, zważywszy na czas istnienia naszego Układu Słonecznego. Daje to też pewne pojęcie o pochodzeniu meteoroidów sporadycznych. Bardzo duża ich część wchodziła niegdyś w skład dużych i nieznanych nam rojów. Pierwsi ludzie zamieszkujący jaskinie podziwiali zupełnie inne deszcze „spadających gwiazd”, być może znacznie bardziej okazałe niż obecnie.

Przemysław Żoładek



Rys. 4. Zmiana położenia średniej orbity strumienia w dłuższym okresie czasu wskutek działania perturbacji grawitacyjnych. Kolorem szarym zaznaczono orbitę pierwotną, kolorem czarnym orbitę zmienioną

## Nowe meteoryty odnalezione na podstawie danych Europejskiej Sieci Bolidowej

Jak informuje Instytut Astronomii Czeskiej Akademii Nauk w Ondrejovie wieczorem, w niedzielę 6 marca 2016 r. doszło do upadku meteorytu w okolicach miasta Stubenberg na pograniczu niemiecko-austriackim. Jednocześnie w stacjach Europejskiej Sieci Bolidowej zaobserwowano bolid EN060316 o jasności  $-15,5$  mag. Bolid zaobserwowany został dokładnie o godzinie 21:36:51 UT przez stacje Churanov, Kocelovice, Kunzak, Ondrejov, Ruzova i Svatouch. Uzyskano fotograficzne obrazy bolidu, krzywe blasku z czujników pojaśnienia tła nieba oraz widmo fotograficzne zawierające około 60 linii. Meteoroid wchodzący do atmosfery



Bolid z 6 marca 2016 r. zarejestrowany przez automatyczną kamerę Czeskiej Sieci Bolidowej na stacji w Kocelovicach. Fot. Astronomický ústav AV ČR

ważył około 600 kg i miał około 70 cm średnicy. Pojawił się na wysokości 86 km w pobliżu miasta Mattighofen w Austrii. Prolatał się po bardzo stromej trajektorii nachylonej pod kątem 70 stopni. Przelot bolidu trwał 5,5 sekundy, a zjawisko przestało być widoczne na wysokości zaledwie 17 km z końcowką położoną w pobliżu miasta Braunau am Inn. Wysokość końcowa bolidu jest wyjątkowa, jak podkreślają czescy badacze; w kilkudziesięcioletniej historii badań obserwowano tak małą wysokość końcową tylko w wyjątkowych przypadkach. Zebrane dane pozwoliły stwierdzić, że bez wątpienia doszło tu do upadku wielu meteorytów. Na podstawie analiz krzywej zmian blasku stwierdzono, iż na powierzchnię Ziemi spadły liczne odłamki o szerokim spektrum mas — od fragmentów o masie kilku gramów do meteorytów o masie około jednego kilograma.

Obszar spadku leży w większości na terytorium Niemiec, na północ od rzeki Inn. Od zachodu obszar ograniczony jest przez miasto Stubenberg, od wschodu przez miasto Ering przy czym meteoryty o największej masie znajdują się w pobliżu miasta Stubenberg. O zjawisku poinformowano 17 marca 2016 r. Pomiędzy momentem zjawiska a momentem ogłoszenia wyników zorganizowano ekspedycję do obszaru spadku. Już 12 marca odnaleziono pierwszy, 45-gramowy fragment meteorytu. Dość szybko przekazano do badań fragment o wadze 1,6 g, a z przeprowadzonych analiz wynika, że mamy tu do czynienia z chondrytem typu LL6. Aktualnie w obszarze spadku trwają szeroko zakrojone poszukiwania. Na dzień 8 kwietnia wiadomo było o odnalezieniu 5 meteorytów.

Przemysław Żoładek ([www.pkim.org](http://www.pkim.org))

## LIX OLIMPIADA ASTRONOMICZNA

W dniach 3–6 marca odbył się finał kolejnej, LIX Olimpiady Astronomicznej. Zawody finałowe tradycyjnie zostały przeprowadzone w Planetarium Śląskim w Chorzowie. W tym roku do zawodów stopnia centralnego zostało zakwalifikowanych 21 uczestników z całej Polski. Licealiści zmierzyli się nie tylko z zadaniami teoretycznymi — pod sztucznym niebem planetarium musieli również wykazać się dobrą znajomością nieba oraz umiejętnościami praktycznymi. Mimo oczekiwania, że w tym roku uda się przeprowadzić zadanie obserwacyjne, pogoda po raz kolejny nie dopisała. Choć na podjęcie ostatecznej decyzji Komitet Główny czekał do ostatniej chwili z nadzieją na poprawę warunków, obserwacje się nie odbyły. Zamiast tego uczestnicy spróbowali swoich sił w analizie danych.

Olimpiada Astronomiczna to jednak nie tylko sprawdzenie własnej wiedzy i rywalizacja o jak najlepszy wynik. Nieodłącznym i równocześnie bardzo istotnym elementem zawodów finałowych jest wspaniała atmosfera panująca wśród uczestników. Jako finalistka tegorocznej Olimpiady szczególnie doceniam możliwość spotkania wielu rówieśników o podobnych zainteresowaniach. Wymiana doświadczeń i wspólnie spędzony czas motywują do dalszego rozwijania naszej pasji, jaką jest astronomia. Cennym doświadczeniem są też dla nas spotkania



Zwycięzcy Olimpiady Zosia Kaczmarek (Liceum Akademickie w Toruniu) na rękach pozostałych Laureatów. Od lewej: Bartosz Dzieciół (6 miejsce, XIII Liceum Ogólnokształcącego w Szczecinie), Mateusz Bronikowski (2 miejsce, I Liceum Ogólnokształcące im. Powstańców Śląskich w Rybniku), Cyryl Waśkiewicz (4 miejsce ex aequo, XIV Liceum Ogólnokształcące im. Stanisława Staszica w Warszawie), Michał Wójcik (3 miejsce, III Liceum Ogólnokształcące im. Adama Mickiewicza w Tarnowie) i Patryk Rachwał (4 miejsce ex aequo, III Liceum Ogólnokształcące im. Adama Mickiewicza we Wrocławiu). Fot. Damian Jableka

z osobami, które również w dorosłym życiu aktywnie zajęły się tą dziedziną nauki i pokazują, że warto angażować się w to, co nas naprawdę interesuje. Udział w zawodach stopnia centralnego jest przeżyciem, które z pewnością

na długo zapadnie w naszą pamięć.

Warto dodać, że w ostatnim czasie popularność Olimpiady Astronomicznej stale wzrasta. Dwa lata temu liczba uczestników Olimpiady od I etapu wyniosła zaledwie 92 osoby, w zeszłym roku osiągnęła liczbę 117 zawodników, a w tegorocznej edycji wzięło udział aż 137 uczniów. Fakt ten szczególnie cieszy, ponieważ świadczy o rosnącym zainteresowaniu młodzieży astronomią i sukcesie popularyzatorów tej dziedziny nauki.

Wyniki zmagań uczestników zostały ogłoszone w niedzielę 6 marca. Aż sześcioro z nas otrzymało tytuł Laureata Olimpiady. Szkoda więc, że dla jednej osoby zabraknie pewnie miejsca w reprezentacji Polski na 10. Międzynarodową Olimpiadę z Astronomii i Astrofizyki, która tym razem będzie miała miejsce w Indiach i odbędzie się w grudniu tego roku. Wszyscy pozostali uczestnicy otrzymali tytuły Finalisty.

Katarzyna Mikulska (Finalistka)



Wreszcie pojawiło się świąteczko w olimpijskim tunelu! Kultowa dziś książka „25 lat Olimpiad Astronomicznych” doczekała się kontynuacji o kolejną dekadę. Książeczka wydana przy subwencji Ministerstwa Edukacji Narodowej przez Planetarium Śląskie, zawiera treści zadań wszystkich etapów kolejnych 10 Olimpiad wraz z odpowiedziami. Pełne rozwiązania staramy się sukcesywnie publikować w „Uranii” — czekamy na propozycje! Lektura obowiązkowa dla nauczycieli i potencjalnych olimpijczyków. Do nabycia w Planetarium Śląskim i w sklepie Uranii:  
<https://sklep.pta.edu.pl/>.

*Zbiór zadań z Olimpiad Astronomicznych XXVI-XXXV pod redakcją Henryka Chrupy, Marka T. Szczepańskiego i Stefana Janty., Wyd. Planetarium Śląskie, 2015, stron 97*

## Zadanie zawodów finałowych LIX Olimpiady Astronomicznej (2015/2016)

**Treść zadania:**

Współcześnie, energia promieniowania elektromagnetycznego wypełniającego Wszechświat, stanowi niewielką część energii związanej z materią Wszechświata. Wykaż, że nie zawsze tak było. W tym celu:

a) ustal, jak zmienia się gęstość energii promieniowania i materii barionowej wraz ze zmianą rozmiarów Wszechświata,

b) określ, ile współcześnie wynosi gęstość tych energii, wiedząc, że temperatura promieniowania wynosi 2,7 K i jest to promieniowanie ciała doskonale czarnego (czyli wspomniana gęstość opisana jest wzorem:  $\frac{4\sigma \cdot T^4}{c}$ ), a materia barionowa stanowi 5% gęstości krytycznej, wynoszącej:

$$\frac{3H^2}{8\pi G}.$$

c) uwzględniając dane z punktów a) i b), znajdź wartość przesunięcia ku czerwieni  $z$ , dla której gęstość energii promieniowania i energii związanej z materią będą równe.

**Uwagi:**

— wzór opisujący związek przesunięcia ku czerwieni  $z$ , z rozmiarami Wszechświata (czynnikiem skali) ma postać:

$z = \frac{R_w}{R_e} - 1$ , gdzie  $\frac{R_w}{R_e}$  jest stosunkiem rozmiarów Wszechświata (czynników skali) w chwili obecnej ( $R_w$ ) i w chwili emisji fotonu ( $R_e$ ),

— można przyjąć, że w tym przypadku liczba cząstek, w tym fotonów, nie ulega zmianie w trakcie ewolucji Wszechświata.

**Rozwiązywanie zwycięzcyny olimpiady:**

a) Przymajemy, że energia całkowita materii barionowej jest równa jej energii spoczynkowej:  $E_{MB} = m_{MB} \cdot c^2$ . Ponieważ przyjmujemy, że liczba cząstek materii barionowej jest stała,  $m_{MB} = \text{const}$  i  $E_{MB} = \text{const}$ .

$$\eta_{MB} = \frac{E_{MB}}{V} \sim \frac{1}{V} \sim \frac{1}{R^3}$$

Gęstość energii materii barionowej zmienia się więc proporcjonalnie do  $\frac{1}{R^3}$ .

Jak zmienia się gęstość energii promieniowania? Liczba fotonów także jest stała. Jednak ich energia, w przeciwieństwie do energii barionów, zmniejsza się z upływem czasu. Podczas ekspansji Wszechświata wydłużeniu ulegają także fale — a energia fotonu, równa  $\frac{hc}{\lambda}$ , zależy właśnie od długości fali (jest to zjawisko przesunięcia fal ku czerwieni).

Ekspansja przebiega w taki sposób, że długość fali wzrośnie o taki sam ułamek, jak rozmiary całego Wszechświata:  $\lambda \sim R$ . Możemy zobaczyć, że wynika to z wzoru

$$z = \frac{R_w}{R_e} - 1 \quad (\text{po rozwinięciu: } \frac{\lambda_w}{\lambda_e} - 1 = \frac{R_w}{R_e} - 1).$$

Energia każdego fotonu (a więc i łączna energia wszystkich fotonów) zmniejsza się więc tyle razy, ile wzrośnie czynnik skali.

$$\eta_{pr} = \frac{E_{pr}}{V} \sim \frac{\left(\frac{1}{R}\right)}{R^3} = \frac{1}{R^4}$$

Do tych samych wniosków można dojść, korzystając z podanego w zadaniu wzoru:  $\eta_{pr} = \frac{4\sigma T^4}{c}$ .

Z prawa przesunięć Wiena  $T = \frac{b}{\lambda_{max}}$ , a zatem

$$\eta_{pr} = \frac{4\sigma T^4}{c} = \frac{4\sigma b^4}{c \lambda_{max}^4} \sim \frac{1}{\lambda_{max}^4} \sim \frac{1}{R^4}.$$

b) Gęstość energii materii barionowej wynosi obecnie:

$$\eta_{MB} = \frac{E_{MB}}{V} = \frac{m_{MB} \cdot c^2}{V} = \rho_{MB} c^2 = 0,05 \cdot \frac{3H^2}{8\pi G} \cdot c^2 = \\ = 4,14 \cdot 10^{-11} \frac{J}{m^3}$$

Z kolei gęstość energii promieniowania jest równa:

$$\eta_{pr} = \frac{4\sigma T^4}{c} = 4,02 \cdot 10^{-14} \frac{J}{m^3}$$

c) Gęstość energii promieniowania maleje szybciej niż gęstość energii materii barionowej. Wobec tego w przeszłości był moment, w którym ich gęstości były równe. Aby znaleźć przesunięcie ku czerwieni dla tego momentu, nie musimy wyliczać dokładnie, ile wynosiły te gęstości. Wystarczy, że posłużymy się ich stosunkiem, który oznaczę jako  $f$ :

$$f = \frac{\eta_{MB}}{\eta_{pr}}$$

$$f \sim \frac{\left(\frac{1}{R^3}\right)}{\left(\frac{1}{R^4}\right)}$$

$$f \sim R$$

Obecnie stosunek  $f$  wynosi  $\frac{4,14 \cdot 10^{-11}}{4,02 \cdot 10^{-14}} = 1030$ .

Poszukujemy przesunięcia ku czerwieni w momencie, kiedy był on 1030 razy mniejszy — a więc  $R$  musiało być wtedy 1030 razy mniejsze niż dzisiaj. Po podstawieniu do wzoru:

$$z = \frac{R_w}{R_e} - 1 = \frac{R_0}{\left(\frac{1}{1030}\right) R_0} - 1 = 1029 \approx 1000$$

Wartość przesunięcia ku czerwieni, dla której gęstości energii promieniowania i materii barionowej są równe, jest więc bliska 1000.

Otrzymana wartość przesunięcia ku czerwieni jest zadziwiająco wysoka — o wiele większa od rekordowych wartości, jakie obserwujemy. W kosmologii jednak takie przesunięcia ku czerwieni nie są niczym dziwnym. Wynik mówi wiele o skalach, z jakimi się w niej spotykamy (aż 1000-krotna zmiana rozmiarów całego Wszechświata!).

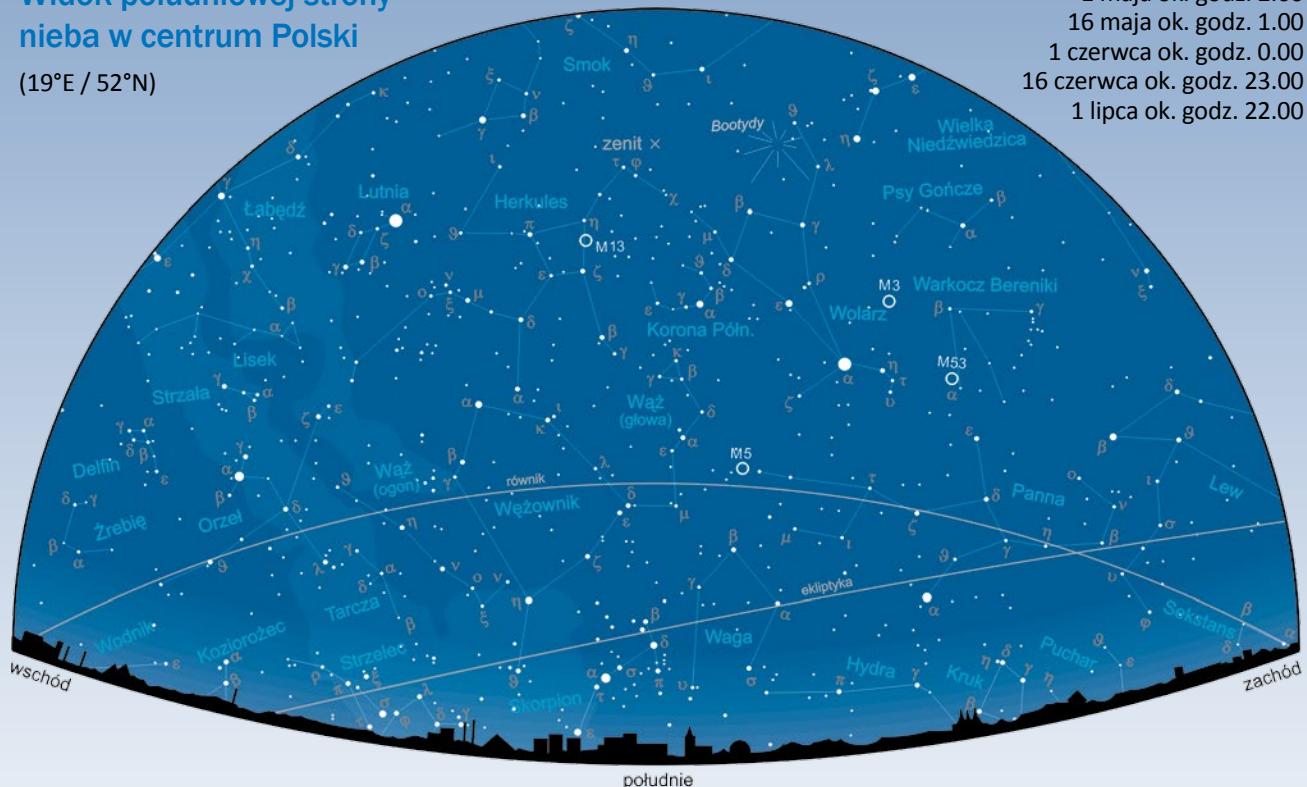
Zofia Kaczmarek

# Niebo nad Polską

## Widok południowej strony nieba w centrum Polski

(19°E / 52°N)

- 1 maja ok. godz. 2.00  
16 maja ok. godz. 1.00  
1 czerwca ok. godz. 0.00  
16 czerwca ok. godz. 23.00  
1 lipca ok. godz. 22.00



Niebo w maju i czerwcu 2016

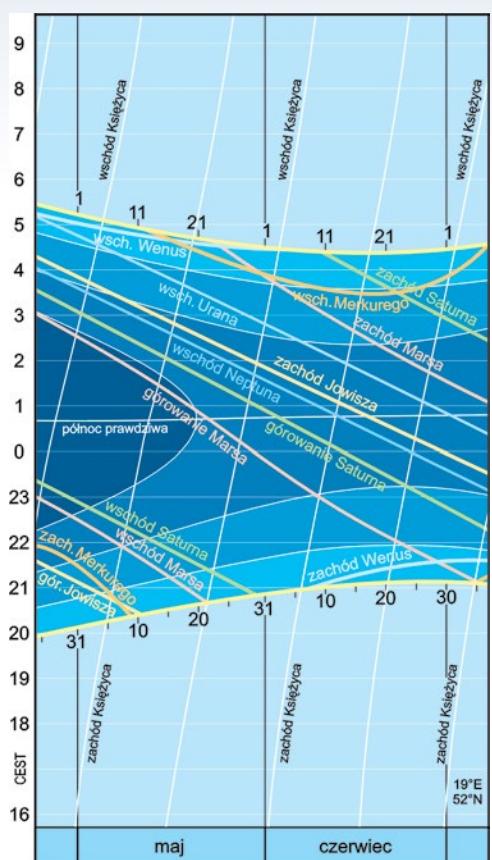
W sumie 61 dni maja i czerwca, to niemal w całości czas wydłużania się dni i skracania nocy, w związku z przypadającym krótko po północy z 20 na 21 czerwca letnim przesileniem. Jedynie przez ostatnie 10 dni tego okresu mamy odwrotną tendencję, kiedy jeszcze bardziej powoli, na powrót dnia zaczyna ubywać, by po kolejnych 6 miesiącach osiągnąć całkowicie przeciwną sytuację – najdłuższa noc podczas zimowego przesilenia.

W zasadzie bardziej niż dnie, z astronomicznego punktu widzenia powinny interesować nas noce, kiedy dostępnymi — czy to gołym okiem, czy też różnorodnymi instrumentami — stają się niezliczone obiekty, znikające za dnia w blasku słonecznego światła. Wprawdzie na pogodnym dziennym niebie gołym okiem możemy dostrzec Księżyca, jednak bez porównania lepiej prezentuje się on po zachodzie Słońca.

Jedynie nieliczne, rzadkie wydarzenia mają miejsce za dnia. To przede wszystkim zaćmienia Słońca, możliwe jednak do obserwacji na ograniczonym obszarze Ziemi i jeszcze rzadsze przejścia planet dolnych – Wenus lub Merkurego – pomiędzy Ziemią i Słońcem, co obserwujemy jako tzw. tranzyt. Takie właśnie zjawisko czeka nas 9 maja od wczesnych godzin popołudniowych aż do zachodu Słońca. Na krańcach północno-zachodnich Polski, w związku z naj-późniejszym tam zachodem Słońca, obserwować będzie można całe zjawisko – od wkroczenia aż do zejścia ciemnego punkciku tarczki Merkurego ze słonecznej tarczy. Na pozostałym terenie, podczas ostatniej fazy tranzytu Słońce będzie już pod horyzontem. Szczegóły dotyczące przebiegu i uwagi odnośnie obserwacji opisujemy w artykule „Tranzyt Merkurego – zjawisko roku 2016”.

Letnie przesilenie, wypadające w tym roku 21 czerwca o godz. 0.34, skutkuje jedną z dwóch w roku sytuacji, kiedy największa jest różnica między długością dnia i nocy. Różnica ta zależy od szerokości geograficznej i na najdalej na północ wysuniętych terenach Polski osiąga 10,5 h, podczas gdy na krańcach południowych tylko 8,4 h — oczywiście na korzyść dnia i, niestety, na niekorzyść nocy.

Najkrótsze w roku noce są na dodatek nie do końca ciemne, co w przypadku słabszych obiektów astronomicznych drastycznie pogarsza lub wręcz uniemożliwia obserwacje. Na krańcach północnych Polski okres tzw. szarych

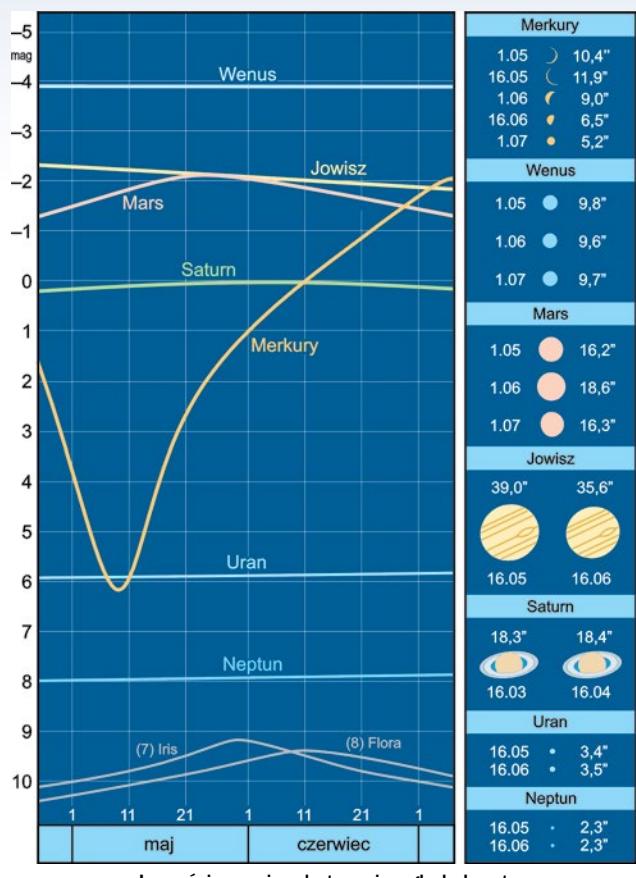


## Wschody i zachody Słońca, Księzycy i planet

nocy, ze Słońcem nawet o północy niezanurzającym się na  $18^{\circ}$  pod horyzont (co dopiero gwarantuje wygaszenie wszelkich rozświetlających niebo promieni słonecznych) trwa blisko trzy miesiące: od 9 maja do 2 sierpnia. Również zmierzch nawigacyjny (Słońce co najmniej  $12^{\circ}$  pod horyzontem) w okolicy przesilenia trwa zaledwie pół godziny. Mamy więc tam niemalże białe noce. Aż tak źle nie wygląda ten problem na południowych krańcach naszego kraju. Noce bez zmierzchu astronomicznego trwają tam tylko trzy tygodnie — od 10 czerwca do 1 lipca. A więc — zdecydowanie lepsze warunki dla nocnych obserwacji panują teraz na południu Polski.

Na wczesnomajowym nocnym niebie, już krótko po zmierzchu zimowe gwiazdozbiory są w połowie pod horyzontem, a w południowej stronie firmamentu dumnie wznoszą się wiosenne konstelacje Lwa, Panny i Wolarza, z najjaśniejszymi gwiazdami wytyczającymi ogromny Trójkąt Wiosenny, którego wyraźny kształt od ponad roku zakłóca, goszczący w Lwie, znacznie jaśniejszy Jowisz. Pod koniec czerwca wystrój nieba u progu nocy nie ma już zimowych akcentów, jeśli nie liczyć błyszczących jeszcze nisko ponad północno-zachodnim horyzontem Kastora i Polluksa, najjaśniejszych gwiazd Bliźniąt oraz Kapelli z gwiazdozbioru Woźnicy. Zaś na wschodzie, jak na przełom wiosny i lata przystało, wysoko już błyszczą trzy najjaśniejsze gwiazdy letnich konstelacji, układające się w znacznie mniejszy od wiosennego — Trójkąt Letni, który również z początkiem maja możemy już podziwiać, ale dopiero od północy. Przemykający nisko nad horyzontem, równie jasny, pomarańczowy Antares z letniej konstelacji Skorpiona, stanowi jakby słup graniczny pomiędzy umownymi obszarami wiosennego i letniego nieba.

Mapki i wykresy zamieszczone na pierwszych dwóch stronach Kalendarza pozwalają zorientować się w wyglądzie południowej części naszego nocnego nieba, widzianego z centrum Polski w majowe i czerwcowe noce, wyznaczyć godziny wschodu



## Jasności, rozmiary kątowe i wygląd planet

## Ważniejsze wydarzenia maja i czerwca 2016

maj

- |    |        |   |
|----|--------|---|
| 2  | 12.22  | koniunkcja Księżyca $1,6^{\circ}\text{N}$ z Neptunem            |
| 3  | 3.26   | Księżyc w węźle zstępującym, $\lambda = 350^{\circ}32'$         |
| 5  | 6.16   | koniunkcja Księżyca $2,1^{\circ}\text{S}$ z Uranem              |
| 5  | ~22.00 | maks. aktywności roju meteorów Eta Akwarydy                     |
| 6  | 7.12   | koniunkcja Księżyca $2,6^{\circ}\text{S}$ z Wenus               |
| 6  | 6.13   | perygeum Księżyca, 357 833,1 km od Ziemi                        |
| 6  | 21.30  | nów Księżyca  |
| 7  | 4.10   | koniunkcja Księżyca $5,1^{\circ}\text{S}$ z Merkurym            |
| 8  | ~9.55  | zakr. $3,4^{\text{m}}$ Aldebarana przez Księżyca, w SE Polsce   |
| 9  | 13.12  | początek tranzytu Merkurego przez tarczę Słońca                 |
| 9  | 13.50  | Jowisz powraca do ruchu prostego w długości ekl.                |
| 9  | 16.57  | koniunkcja dolna Merkurego ze Słońcem ( $0,1^{\circ}\text{S}$ ) |
| 9  | 20.40  | koniec tranzytu Merkurego, 14 min po zach. Słońca               |
| 9  | 23.55  | maksymalna deklinacja Księżyca, $\delta = +18^{\circ}27'$       |
| 13 | 19.02  | pierwsza kwadra Księżyca  |
| 13 | 21.10  | bliska koniunkcja Merkurego $23^{\circ}\text{S}$ z Wenus        |
| 14 | 2.05   | Słońce wkracza do gwiazdozbioru Byka                            |
| 15 | 10.01  | koniunkcja Księżyca $1,9^{\circ}\text{S}$ z Jowiszem            |
| 15 | 22.40  | Książyc w węźle wstępującym, $\lambda = 169^{\circ}38'$         |
| 19 | 0.06   | apogeum Księżyca, 405 939,6 km od Ziemi                         |
| 20 | 16.36  | Słońce wstępuje w znak Bliźniąt ( $\lambda = 60^{\circ}$ )      |
| 21 | 23.14  | pełnia Księżyca   |
| 22 | 0.42   | koniunkcja Księżyca $5,9^{\circ}\text{N}$ z Marsem              |
| 22 | 13.16  | Mars w opozycji do Słońca, 0,5095 au od Ziemi                   |
| 22 | 14.52  | Merkury powraca do ruchu prostego w długości ekl.               |
| 23 | 0.20   | koniunkcja Księżyca $3,2^{\circ}\text{N}$ z Saturnem            |
| 24 | 13.21  | maksymalna deklinacja Księżyca, $\delta = -18^{\circ}32'$       |
| 29 | 20.11  | koniunkcja Księżyca $1,4^{\circ}\text{N}$ z Neptunem            |
| 29 | 14.12  | ostatnia kwadra Księżyca  |
| 30 | 9.32   | opoz. planetoidy (7) Iris, 1,851 au od Ziemi                    |
| 30 | 6.45   | Książyc w węźle zstępującym, $\lambda = 348^{\circ}04'$         |

czerwiec

- |    |       |  |
|----|-------|--|
| 1  | 17.41 | koniunkcja Księżyca 2,3°S z Uranem                           |
| 3  | 8.37  | Saturn w opozycji do Słońca, 9,015 au od Ziemi               |
| 3  | 12.07 | koniunkcja Księżyca 0,7°S z Merkurem                         |
| 3  | 12.55 | perygeum Księżyca, 361 145,5 km od Ziemi                     |
| 5  | 4.08  | koniunkcja Księżyca 4,9°S z Wenus                            |
| 5  | 5.00  | nów Księżyca   |
| 5  | 10.45 | maks. elongacja Merkurego, 24,2°W od Słońca                  |
| 6  | 11.09 | maksymalna deklinacja Księżyca, $\delta = +18^{\circ}35'$    |
| 6  | 23.44 | koniunkcja górnego Wenus ze Słońcem (0,9°S)                  |
| 11 | 19.21 | opoz. planetoidy (8) Flora, 1,405 au od Ziemi                |
| 11 | 20.29 | koniunkcja Księżyca 1,4°S z Jowiszem                         |
| 12 | 0.20  | Księżyc w węźle wstępującym, $\lambda = 166^{\circ}49'$      |
| 12 | 10.10 | pierwsza kwadra Księżyca                                     |
| 13 | 22.25 | Neptun rozpoczyna ruch wsteczny w długości eklipt.           |
| 15 | 14.01 | apogeum Księżyca, 405 030,8 km od Ziemi                      |
| 16 | 0.41  | zakrycie 4,2 <sup>m</sup> kappa Vir przez Księżyca, do 1.52  |
| 17 | 15.52 | koniunkcja Księżyca 6,9°N z Marsem                           |
| 19 | 3.06  | koniunkcja Księżyca 3,2°N z Saturnem                         |
| 20 | 13.02 | pełnia Księżyca  |
| 20 | 20.54 | maksymalna deklinacja Księżyca, $\delta = -18^{\circ}37'$    |
| 21 | 0.34  | Słońce w punkcie Raka – początek astronom. lata              |
| 21 | 9.42  | Słońce wkracza do gwiazdozbioru Bliźniąt                     |
| 26 | 0.47  | zakrycie 3,7 <sup>m</sup> lambda Aqr przez Księżyca, do 1.20 |
| 26 | 1.12  | zakrycie Neptuna przez Księżyca, do 1.49                     |
| 26 | 1.45  | koniunkcja Księżyca 1,1°N z Neptunem                         |
| 26 | 7.28  | Księżyc w węźle zstępującym, $\lambda = 345^{\circ}15'$      |
| 27 | ~5.00 | maks. aktywności roju meteorów Bootydy                       |
| 27 | 20.19 | ostatnia kwadra Księżyca                                     |
| 29 | 2.11  | koniunkcja Księżyca 2,6°S z Uranem                           |
| 30 | 1.07  | Mars powraca do ruchu prostego w długości eklipt.            |

dów i zachodów Słońca, Księżyca i planet, prześledzić zmiany obserwowanych jasności i rozmiarów kątowych planet, w tym również szczególnie szybko zmieniające się kształty oświetlonej części tarczy Merkurego i Wenus. Ostatnia, panoramiczna mapa ukazuje m. in. zmieniające się w tym czasie położenia planet na tle gwiazd. Wszystkie momenty podano w obowiązującym w Polsce wiosną i latem czasie urzędowym — środkowoeuropejskim letnim (CEST).

## Słońce

W maju i czerwcu Słońce pozornie pokonuje na niebie dystans zaledwie  $58,5^\circ$  (podobnie będzie w lipcu i sierpniu), a to w związku ze zbliżaniem się Ziemi do najodleglejszego punktuokołosłonecznej orbity — aphelium, które osiągnie 4 lipca.

Majowo-czerwowa trasa Słońca na tle gwiazd rozpoczyna się niemal w centralnym punkcie odcinka ekliptyki zawartego w granicach konstelacji Barana, dokładnie dwa tygodnie później docierając do Byka, po kolejnych 38 dniach, pokonawszy dystans ponad  $36^\circ$ , nocą z 20 na 21 czerwca dotrzeć do położonego zaledwie  $1/3$  stopnia od granicy z Bliźniętami, punktu Raka — punktu letniego przesilenia. Do końca czerwca nasza dzienna gwiazda zagłębi się jeszcze na  $9^\circ$  w gwiazdozbior Bliźniąt. Od 1 maja do 21 czerwca dzienny łuk zakreślany na niebie przez Słońce wznieśnie się o nieco ponad  $12^\circ$ , w centrum Polski, w momencie przesilenia osiągając podczas górowania  $61,2^\circ$ . Od tego momentu jednak z powrotem stopniowo Słońce z każdym dniem wędrować będzie coraz niżej, do końca miesiąca zmniejszając wysokość górowania się o niespełna  $1,5^\circ$ .

W omawianym okresie dwóch ostatnich wiosennych miesięcy brak zaćmień Słońca, nawet na antypodach. Z całego jednak obszaru, gdzie pomiędzy godziną 13.12 a 20.40 naszego czasu będzie dzień, 9 maja obserwować będzie można jakby mikrozaćmienie Słońca, zakrytego zaledwie w 1/25 000 powierzchni przez małego w stosunku do naszej gwiazdy Merkurego — podczas jego tranzytu, wędrówki przed słoneczną tarczą.

## Księżyca

Majowa trasa Księżyca na tle gwiazd rozpoczyna się dobre po ostatniej kwadrze, niemal na styku gwiazdozbiorów Koziorożca i Wodnika, z oświetloną jeszcze w blisko 42% tarczą. Po 2,2-krotnym okrążeniu pasa zodiaku i pokonaniu dystansu ponad  $797^\circ$ , z końcem czerwca niespełna 17-procentowy Księżyc, malejący pomiędzy ostatnią kwadrą a nowiem, dotrze do-

kładnie do granicy pomiędzy zodiakalnymi konstelacjami Barana i Byka.

Kolejna seria, tym razem 16 w sumie koniunkcji Księżyca z planetami, zaowocuje trzykrotnymi spotkaniami z Neptunem i Uranem. Nocą z 25 na 26 czerwca, z terenu całej Polski, przez około 30–45 minut będzie można obserwować zakrycie Neptuna przez oświetlony w 69% Księżyca.

Znacznie częściej na swej drodze spotykając jasne gwiazdy pasa zodiakalnego, 8 maja Księżyca zakryje Aldebarana, najjaśniejszą gwiazdę konstelacji Byka. Niestety, zakrycie to można by obserwować jedynie z południowo-wschodnich krańców Polski, gdyby nie pora — w pełni dnia. W dogodniejszej porze, godzinę po północy 16 czerwca, przez 71 minut, około  $10^\circ$  ponad zachodnim horyzontem obserwować będzie można niemal centralne zakrycie  $4,2^m$  gwiazdy kappa w gwiazdozbiorze Panny. O podobnej porze 10 dni później, już w Wodniku, przez nieco ponad 0,5 h, około  $10^\circ$  ponad wschodnim horyzontem, 70-procentowy Księżyca, 2 doby przed ostatnią kwadrą, zasłaniać będzie nieco jaśniejszą ( $3,7^m$ ) gwiazdę lambda w gwiazdozbiorze Koziorożca.

## Planety i planetoidy

W omawianym okresie przypadają opozycje dwóch jasnych planet: Marsa i Saturna, dzięki czemu na przełomie maja i czerwca obie widoczne będą przez niemal całą noc. W przypadku Saturna sytuacje takie powtarzają się w podobnej formie co 378 dni, a więc każdego roku o blisko dwa tygodnie później niż poprzednio. W tym roku najmniejsza podczas opozycji odległość Saturna od Ziemi wyniesie tylko 9,01 jednostki astronomicznej (au). Dzięki temu sam glob planety osiągnie na niebie kątową średnicę  $18,4''$ , a jasność 0,0 magnitudo. To jednak tylko 88% maksymalnej możliwej średnicy i 76% jasności, jakie Saturn osiąga podczas największych zbliżeń do Ziemi przy okazji opozycji.

Z Marsem nie jest aż tak prosto, bo choć i jego opozycje powtarzają się regularnie — raz na 780 dni, czyli nieco ponad dwa lata i 1,5 miesiąca, to kolejne mogą bardzo znacznie różnić się między sobą pod względem odległości od Ziemi, a więc również w znacznym zakresie jasności: od  $-1,3^m$  do nawet  $-2,9^m$  (4,3-krotna różnica) oraz obserwowanych rozmiarów jego tarczy: od  $14,4''$  do  $25,2''$  (blisko dwukrotnie). Te najefektywniejsze opozycje Marsa zwykle się nazywać jego wielkimi opozycjami. Ostatnią taką wielką opozycję Marsa mieliśmy 28 sierpnia



**2003 roku, następną będzie już najbliższa, za dwa lata: 27 lipca 2018 roku, kiedy Mars osiągnie jasność  $-2,8^m$ .**

Podczas nie aż tak efektywnej – rzec można średniej – tego-roczej opozycji, 22 maja Czerwona Planeta osiągnie jasność  $-2,1^m$ , przyćmiewając blask 17-krotnie słabszej, odległej zaledwie o  $9^\circ$  stopni – również czerwonawej – najjaśniejszej gwiazdy konstelacji Skorpiona. Ze stopniowo zmniejszającym się blaskiem i kilkugodzinną wieczorną widocznością, Mars przetrwa na naszym nocnym niebie aż do połowy przyszłego roku.

Wobec praktycznie nieobecnej w tych miesiącach na nocnym niebie Wenus, najjaśniejsza planeta majowo-czerwcowego nieba — Jowisz systematycznie zmniejsza czas swojej widoczności, jednak nawet w końcu czerwca będącym mogli obserwować samą planetę, jak i jej galileuszowe księżyce (tu już potrzebna będzie co najmniej dobra lornetka) przynajmniej do północy.

Wenus pojawi się znów dopiero w pierwszej połowie lipca, przez kilka miesięcy zachodząc jednak krótko po zmierzchu. Również Merkury, nawet podczas elongacji w połowie czerwca, wschodząć będzie niespełna godzinę przed Słońcem. Niewidoczny ani wieczorem, ani rano, brak swej obecności na nocnym niebie z nawiązką zrekompensuje nam 9 maja tranzytem — wielogodzinną wędrówką na tle słonecznej tarczy, opisaną w odrebnym artykule.

Maj i czerwiec to czas opozycji dwóch dość jasnych planetoid, obydwa odkrytych w 1847 roku przez angielskiego astronoma Johna Hinda — (7) Iris, której opozycja przypada 30 maja i (8) Flory, z opozycją 11 czerwca. To najlepszy, bo całonocny czas ich widoczności, przy maksymalnej jasności.

## Roje meteorów

Pomiędzy 19 kwietnia a 28 maja przypada okres aktywności roju meteorów Eta Akwarydy. Obserwowane już od blisko półtora tysiąca lat, bardzo szybkie meteory z długimi śladami, związane są ze słynną okresową kometą Halleya. Podczas przypadającego nocą z 5 na 6 maja maksimum, pod koniec nocy możemy mieć szansę zaobserwowania w ciągu godziny nawet do ponad 80 przelełów meteorów, pozornie wybiegających z północnych rejonów gwiazdozbioru Wodnika.

Z kolei od 22 czerwca do 2 lipca aktywność wykazuje rój meteorów Bootydy Czerwcowe, z radiantem w północnej części gwiazdozbioru Wolarza. Znany od niespełna dwustu lat, związany jest z kometą 7P/Pons-Winnecke, która ostatnio zbliżyła się do Słońca 30 stycznia 2015 roku. Tegoroczne maksimum

aktywności przypada rankiem 27 czerwca około godz. 5.00 – u nas już za dnia, ale krótko przed świtem powinniśmy mieć szansę dopatrzenia się nawet do stu powolnych przelotów czerwonawych meteorów na godzinie.

## Gwiazdy zmienne

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

Algol ( $\beta$  Persei), zmienna zaćmieniowa o okresie 2,8674 doby i zakresie zmian jasności od 2,1<sup>m</sup> do 3,4<sup>m</sup>. Tabelka zawiera momenty głównych (glebszych) minimów jasności:

maj	czerwiec
1, 0.05	21, 1.46
3 20.54	23 22.34

Cefeida klasyczna ( $\delta$  Cephei), gwiazda pulsująca o okresie zmian jasności 5,3663 doby w zakresie od 3,5<sup>m</sup> do 4,4<sup>m</sup>. Tabela podaje momenty maksymów jasności:

maj	czerwiec
10. 22.14	27. 0.38

Mirydy — gwiazdy zmienne długookresowe o okresie zmian powyżej 100 dni. Ich prototypem jest Mira (omikron Ceti), której najbliższe maksimum przypadnie w końcu lutego 2017 roku. W tabelce zestawiono przypadające w tych miesiącach maksima blasku innych, jaśniejszych miryd:

maj	czerwiec
6, RTCyg 7,3 <sup>m</sup>	19, T Hya 7,8 <sup>m</sup>
14, R Vir 6,9 <sup>m</sup>	20, X Oph 6,8 <sup>m</sup>
17, SS Vir 6,8 <sup>m</sup>	26, S CMi 7,5 <sup>m</sup>
18, T Cep 6,0 <sup>m</sup>	29, R Aqr 6,5 <sup>m</sup>

Opracował Jan Desselberger

Więcej informacji:

ALMANACH ASTRONOMICZNY  
TOMASZA ŚCIĘŻORA  
<http://www.urania.edu.pl/almanach>

ROCZNIK ASTRONOMICZNY  
INSTYTUTU GEODEZJI I KARTOGRAFII  
<http://www.iqik.edu.pl/>

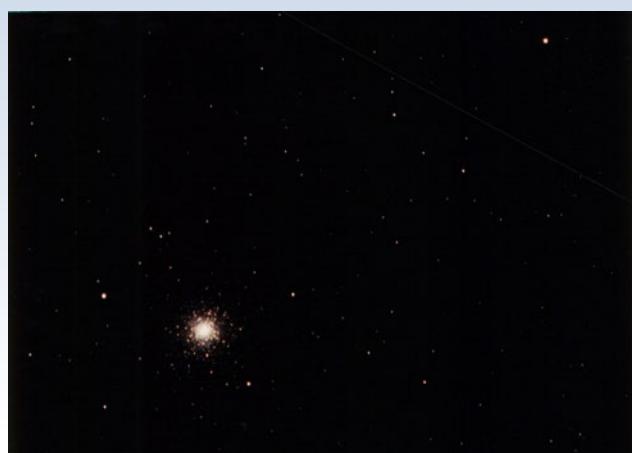


# Wolność zgromadzeń na niebie

C oraz krótsze wiosenne noce, to dla miłośników nocnego nieba mniej czasu na obserwacje. Jednak nie tylko w majowe, ale nawet czerwcowe noce — nie tylko krótkie, ale również nie do końca ciemne — mogą się udać obserwacje w miarę jasnych obiektów. Spróbujmy odnaleźć kilka z nich, mniej popularnych, ale dość łatwych do odszukania na wiosennym niebie. To cztery godne uwagi gromady kuliste gwiazd. Zaznaczono je na mapce nieba na pierwszej stronie Kalendarza.

Niech nie zwiodą nas jasności trzech z nich — około 6 magnitudo, co mogłoby sugerować widoczność gołym okiem. Na ogół niełatwo dostrzec gwiazdę o takiej jasności, a co dopiero niepunktowy, mglisty obiekt. Dysponujący „sokolim wzrokiem” obserwator, na idealnie czarnym niebie miałby szansę dostrzec taki rozmyty punkcik — na przełomie wiosny i lata trudno jednak o spełnienie drugiego warunku. Gromady te bez trudu odnajdziemy za pomocą lornetki, zaś nawet średnich rozmiarów amatorski teleskop pozwoli już dostrzec w nich pojedyncze gwiazdy.

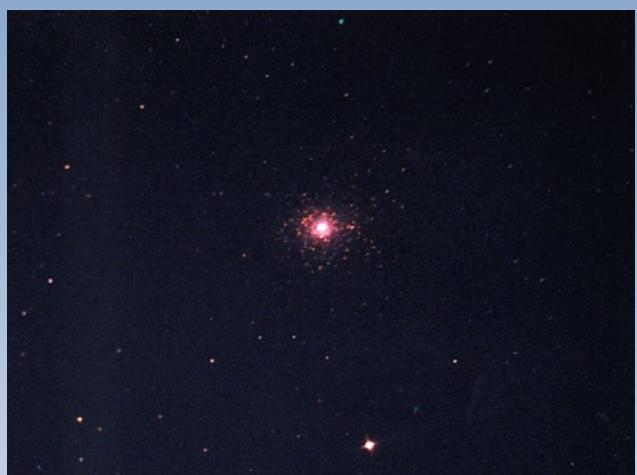
Obiekty te znane były już w drugiej połowie XVIII wieku i znalazły się na poczesnych miejscach w słynnym „Katalogu mgławic i gromad gwiazd” Charlesa Messiera.



M3. Fot. Henryk Sielewicz

Pod symbolem **M3** zamieszczono, odkrytą przez samego Messiera, obfitą gromadę gwiazd w Psach Gończych, o kątowej średnicy 18,6°, a więc 60% średnicy tarczy Księżyca. Odległy od nas o blisko 34 tysiące lat św., kulisty obiekt o rzeczywistej średnicy 160 lat św. zawiera około pół miliona gwiazd. Na niebie odnajdziemy ją jako obiekt o jasności 6,2<sup>m</sup>, na południowym krańcu konstelacji Psów Gończych, przy granicy z Warkoczem Bereniki i Wolarzem, 12° na północny zachód od Arktura.

W tym samym rejonie nieba, 12° na południowy zachód od M3 i 15° na zachód od Arktura, w południowo-wschodniej części konstelacji Warkocza Bereniki, usytuowana jest niewiele mniejsza na naszym niebie, ale 3,6 razy ciemniejsza, gromada kulista **M53**. Jednym z jej odkrywców był również Charles Messier, traktując ją jako mgławicę. Przy rzeczywistej średnicy 220 lat św., z odległości 58 tys. lat



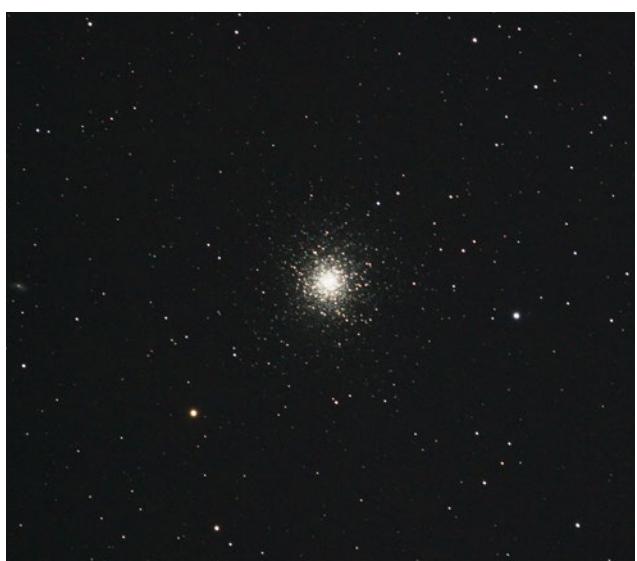
M5. Fot. Mariusz Świętnicki

św. widzimy ją jako obiekt o kątowej średnicy 13', czyli 2,5 razy mniejszej od Księżyca. Ćwierć miliona gwiazd tej gromady zapewnia jej na naszym niebie jasność 7,6<sup>m</sup>.

Kolejną gromadę kulistą, o symbolu **M5**, odnajdziemy 23° na południowy wschód od Arktura w zachodniej części konstelacji Węża (Głów). Głównie dzięki mniejszej odległości, 24,5 tysiąca lat św., na niebie widzimy ją jako wyraźnie większą i jaśniejszą od poprzednich — jej, niewiele mniejsza od księżycowej tarczy, kątowa średnica wynosi 23', a jasność 5,7<sup>m</sup>, W 1702 r., 62 lata przed Messierem odkrył ją, tym razem jako „rozmazaną gwiazdę”, Gottfried Kirch. W kulistym obiekcie o rzeczywistej średnicy 164 lat św. zawiera się około 100 tys. gwiazd.

Odnalezienie czwartej gromady, **M13**, zwanej również Gromadą Herkulesa, nie jest trudne, jeśli tylko zidentyfikujemy sześć gwiazd konstelacji Herkulesa, układających się w charakterystyczny kształt nieco koślawej litery H. Gromada usytuowana jest tuż ponad środkiem górnej połówki prawego ramienia tej litery. Oglądany z odległości 25,1 tys. lat św., kulisty obiekt o rzeczywistej średnicy 145 lat św., na naszym niebie ma kątową średnicę 20' i jasność 5,8<sup>m</sup>. To jedna z najbardziej znanych gromad kulistych północnej półkuli niebieskiej, odkryta w 1714 r. przez Edmonda Halleya.

Jan Desselberger



M13. Fot. Marcin Jeziorny

M53. Fot. ESA, Hubble &amp; NASA

# SKLEP INTERNETOWY URANII

[www.sklep.pta.edu.pl](http://www.sklep.pta.edu.pl)

- prenumerata „Uranii” i ciekawe książki
- numery bieżące i archiwalne „Uranii”
- niezwykły parasol, dzięki któremu możesz mieć rozgwieżdżone niebo nad sobą, nawet gdy pada deszcz
- praktyczna czapka z latarką, do wyboru światło czerwone lub białe



wygodny sposób zakupów – częste promocje i rabaty – możliwość płatności kartą oraz przelewem

## Cyfrowe wersje naszych wydawnictw na tablety, smartfony, laptopy

[www.urania.edu.pl/cyfrowa](http://www.urania.edu.pl/cyfrowa)



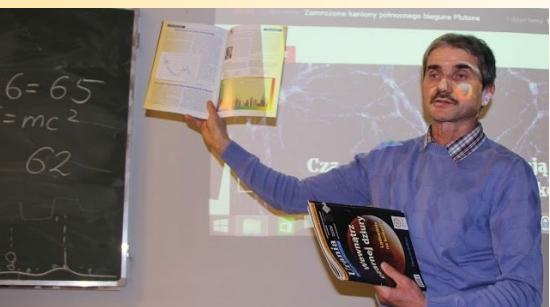
# Kalendarz obserwatora Słońca na 2017 rok

**P**omysł utworzenia kalendarza obserwatora Słońca powstał, kiedy zacząłem prowadzić obserwacje wizualne Słońca teleskopem z wytrawnionymi lustrami. Dzisiaj z wielką satysfakcją przedstawiam wam efekt mojego pomysłu. Na ten efekt złożyła się współpraca z Januszem Bańskim, który wykonał wszelkie potrzebne obliczenia. To, co widzicie, jest zasługą p. Macieja Polaka z drukarni Tempoprint. Oprócz zjawisk astronomicznych, jakie będzie można obserwować w 2017 r., zostanie zamieszczony dziennik obserwacji Słońca na każdy z jego efemerydami dzień. Zamieścimy również skrócony poradnik obserwatora Słońca. Prezentacja kalendarza na jazdzie SOS PTMA 10–11 września 2016 r. w Toruniu.

Kalendarze będziemy wysyłać tylko na podstawie indywidualnego zamówienia oraz po wcześniejszym opłaceniu, tak jak to było podczas zakupu naszych biuletynów.

Zapraszam do zapoznania się z naszą ofertą.

## Koordynator SOS PTMA Tadeusz Figiel



# Zjazd SOS PTMA

**O**soby, które bacznie obserwują portal społecznościowy facebook oraz naszą stronę SOS PTMA, wiedzą o mającym się odbyć I zjeździe naszej sekcji. Od momentu reaktywacji sekcji minęły już 4 lata, dlatego wraz z II koordynatorem sekcji Januszem Bańskowskim postanowiliśmy spotkać się z naszymi członkami i obserwatorami. Początkowo na miejsce naszego spotkania szukaliśmy ośrodków wczasowo-rekreacyjnych blisko naszych miejscowości. Pomysł zorganizowania zjazdu w Toruniu podsunął nam redaktor naczelny „Uranii” prof. Maciej Mikołajewski i pierwotnie miał to być ośrodek UMK Bachotek. Niestety, ośrodek ten jest położony 80 km od Torunia. Dlatego na miejsce spotkania wybraliśmy hotel Walter w Toruniu, skąd mamy niedaleko do Piwnic. Chcemy,

aby w programie naszego zjazdu było zwiedzanie Obserwatorium w Piwnicach. Prof. Mikołajewski sam zdecydował się być naszym przewodnikiem po obserwatorium. Również mgr. Janusz Jagła, prezes PTMA, postanowił dofinansować nasz zjazd. Termin zjazdu został ustalony z wyżej wymienionymi osobami na 10–11 września 2016 r.

Co w programie:

- zwiedzanie obserwatorium
  - prelekcje i odczyty na temat naszego Słońca
  - sprawy sekcji,
  - obserwacje Słońca.

Na zjazd został przygotowany projekt identyfikatora osobistego oraz smycz sekcji. Projekt wykonał Maciej Polak

z drukarni Tempoprint w Słupsku, a autorem zdjęcia umieszczonego na identyfikatorze jest Pan Marek Pilarczyk (zdjęcie obok).

Dodam jeszcze, iż hotel Walter dysponuje pokojami 2- i 3-osobowymi i pełnym wyżywieniem. Na czas prelekcji udostępnili nam salę medialną, za którą niestety trzeba będzie zapłacić. Przy hotelu znajduje się duży parking. Z hotelu do Piwnic jest już nie daleko. Podobno można tę trasę pokonać nawet pieszo. Zapisy prowadzimy do końca kwietnia, na grupie facebookowej SOS PTMA oraz bezpośrednio, pisząc na adres astrotafig@gmail.com

Tadeusz Figiel



## Raport nr 1/2016

Styczeń nie zapisał się niczym niezwykłym. Średnia aktywność Słońca spada i na tarczy coraz mniej plam. W tym miesiącu swoje raporty przysłało 9 obserwatorów. Średnia liczba Wolfa wyniosła 36,23, uzyskana spośród 87 obserwacji, natomiast średnia aktywność plamotwórcza SN wyniosła 30,92, uzyskana spośród 56 obserwacji. Wszystkim obserwatorom, którzy nadesłali swoje raporty, bardzo dziękuję i zapraszam do dalszej współpracy w monitorowaniu naszej dziennej gwiazdy.

### Obserwatorzy:

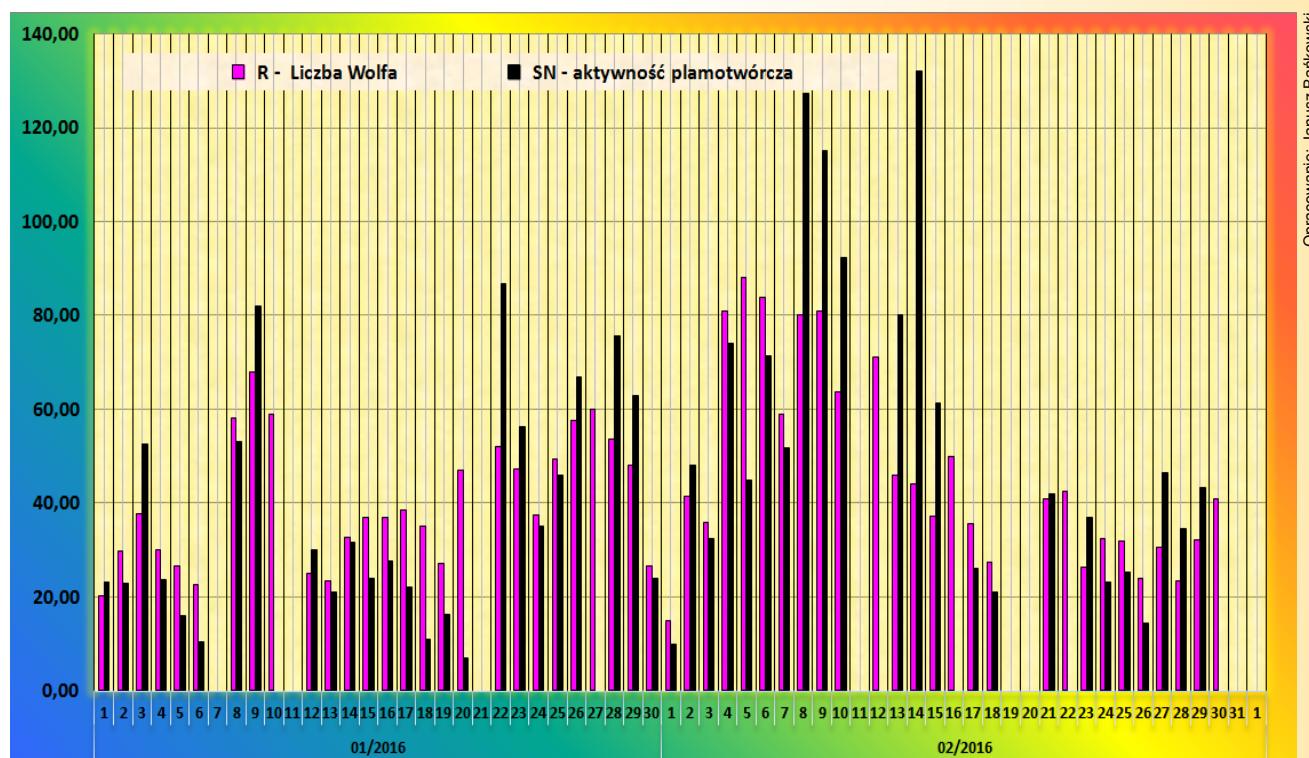
1. Jimenez Francisco	18	6. Raczyński Łukasz	8
2. Zagrodnik Jerzy	15	7. Burda Alex	5
3. Kucemba Łukasz	13	8. Figiel Tadeusz	5
4. Bańkowski Janusz	10	9. Skorupski Piotr	4
5. Sidor Monika	9		

## Raport nr 2/2016

Miesiąc luty bardzo nas rozczarował pod względem pogody obserwacyjnej. Nawet w słonecznej Hiszpanii odnotowano tylko 19 dni słonecznych. Mimo tej nieoptimistycznej pogody nasi obserwatorzy wykonali 90 obserwacji, wyliczając z nich liczbę Wolfa i 57 obserwacji dla SN. Średnia z tych obserwacji wyniosła odpowiednio dla R = 43,09, a dla SN = 42,88. Jak zawsze dziękuję za przysłane raporty. Zapraszam do dalszej współpracy w ramach naszej sekcji.

### Obserwatorzy:

1. Jimenez Francisco	19/0	6. Raczyński Łukasz	9/9
2. Zagrodnik Jerzy	15/15	7. Wirkus Krystyna	7/7
3. Kucemba Łukasz	11/0	8. Skorupski Piotr	6/6
4. Figiel Tadeusz	11/9	9. Burda Alex	3/2
5. Bankowski Janusz	9/9		



Opracowanie: Janusz Bańkowski



### Przydatna aplikacja:

#### Sundial Atlas Mobile v2.4

Zdarzyło ci się podróżować po kraju i przy okazji szukać nowych słoneczników? A może byłeś kiedyś w delegacji w innym mieście i miałeś trochę wolnego czasu? Mogłbyś wtedy odwiedzić któryś zegar i wykonać mu fotosesję. A co, jeśli nie wiedziałeś, gdzie go znaleźć? Wiele podobnych dilematów rozwiąże bezpłatna aplikacja Sundial Atlas Mobile v2.4 (SAM) na smartfony i tablety, której autorem jest Gian Casalegno związany z włoskim stowarzyszeniem miłośników zegarów słonecznych.

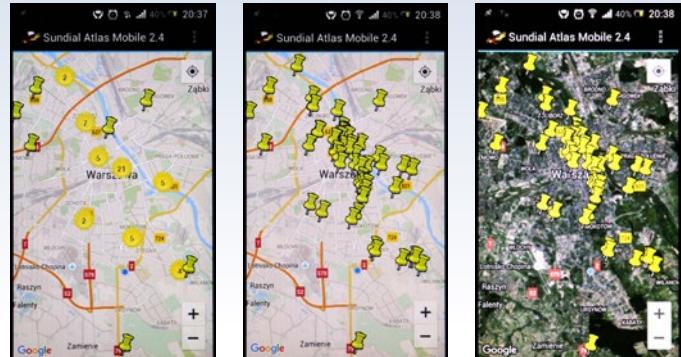
Działanie programu wykorzystuje doskonale wszystkim znane mapy serwisu Google Maps, na których są wyświetlane wszystkie zegary słoneczne zlokalizowane w twojej okolicy. Oznaczono je ikonami żółtych pinesek rozrzuconych po widocznym aktualnie fragmencie mapy. Kliknięcie którejś z pinesek wyświetla kilka wstępnych informacji o zegarze (tj. jego numer w bazie danych czy współrzędne geograficzne) oraz daje trzy możliwości działania:

1. obejrzenie szczegółowej karty w serwisie Sundial Atlas (SA) z informacjami o danym zegarze,
2. uruchomienie aplikacji nawigacyjnej, która poprowadzi we wskazane miejsce oraz
3. włączenie widoku Street View pozwalającego zobaczyć obiekt z zegarem (kościół, budynek, park) wraz z jego otoczeniem.

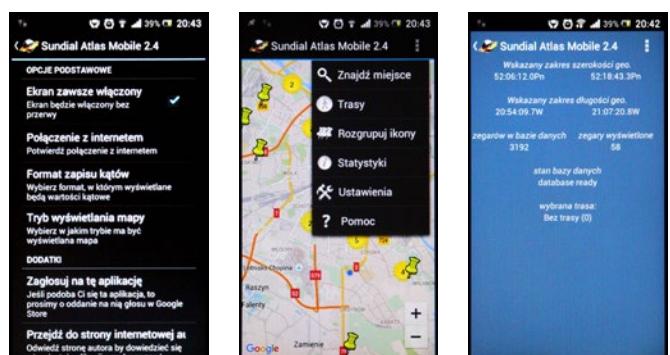
Jak nietrudno się domyślić, aplikacja ta jest powiązana z serwisem Sundial Atlas, który został stworzony przez Fabio Saviana, włoskiego pasjonata gnomoniki. SAM do pokazywania lokalizacji zegarów na mapie świata korzysta z bazy danych serwisu SA. Innymi słowy, jeśli dodać do bazy SA nowy zegar, to po kilku sekundach pojawi się on także na mapie w aplikacji mobilnej. Ważne jest tylko, by lokalizację zegarów podawać z najwyższą możliwą precyzją przy użyciu współrzędnych geograficznych.

Program jest wręcz banalnie prosty w konfiguracji i obsłudze. W zasadzie na początku musisz tylko zdecydować, jaki format map ci odpowiada (satelitarne czy zwykłe – osobiście uważam, że te drugie lepiej się tu sprawdzają), i od razu możesz zobaczyć wszystkie okoliczne słoneczniki. Jak to jednak bywa z wszelkiego rodzaju urządzeniami komunikacyjnymi, twój smartfon musi spełniać pewne niewygórowane wymagania. Po pierwsze musi działać w oparciu o system Android – SAM jak do tej pory opracowano wyłącznie na tej jedną platformę. Drugi warunek to posiadanie aktywnego łącza internetowego. Rzecz ostatnia to uruchomienie modułu GPS, który powie aplikacji, gdzie aktualnie jesteś. I to wszystko. Nie musisz nawet znać żadnego obcego języka, gdyż zarówno serwis Sundial Atlas, jak i aplikacja Sundial Atlas Mobile, zostały w całości przetłumaczone na polski.

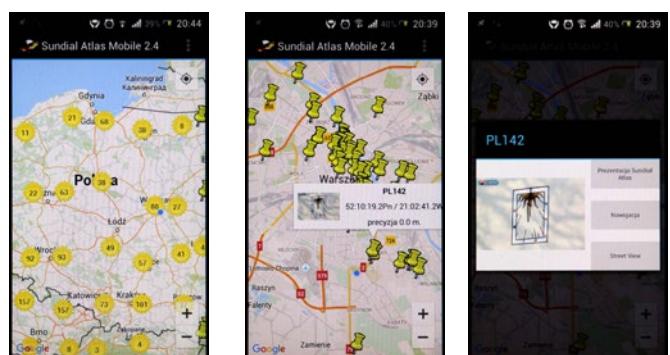
Jako że autorem obu przekładów jestem ja, to z ręką na sercu przyznaję, iż nie są one do końca udane, zaś tryb tłumaczenia nie ułatwia tej pracy, gdyż otrzymałem samą listę ponad 1500 haseł i komend bez związku z kontekstem ich występowania. Myślę jednak, że na tę chwilę zarówno serwis, jak i aplikacja są już na tyle sprawne, że poruszanie się po nich nie będzie nikomu nastręczać żadnych problemów. Proces tłumaczenia



Po lewej standardowa mapa z pogrupowanymi ikonami zegarów. W środku standardowa mapa z ikonami rozgrupowanymi. Po prawej mapa satelitarna



Po lewej ekran z ustawieniami aplikacji. W środku menu podręczne. Po prawej plansza statystyk



Po lewej widok mapy Polski. W środku okienko wyświetlane po kliknięciu wybranego zegara (zawiera kilka podstawowych o nim informacji). Po prawej efekt kliknięcia ogólnego info o zegarze – wyświetcone zostają trzy najważniejsze działania: prezentacja zegara w serwisie Sundial Atlas, przełączenie do nawigacji i podgląd okolicy zegara na Street View

zajął bardzo dużo czasu ze względu na sporą liczbę haseł oraz przypominające chodzenie po ciemnym pokoju próby zrozumienia faktycznego sensu i znaczenia poszczególnych fraz. Niemniej cały ten projekt został ostatecznie zakończony i chyba można go uznać za sukces.

Jestem w ścisłym kontakcie z zespołem tworzącym SA/SAM i zabiegam o wprowadzenie kilku opcji, które w moim odczuciu będą przydatne wszystkim użytkownikom. Moje sugestie dotyczą głównie dwóch rzeczy:

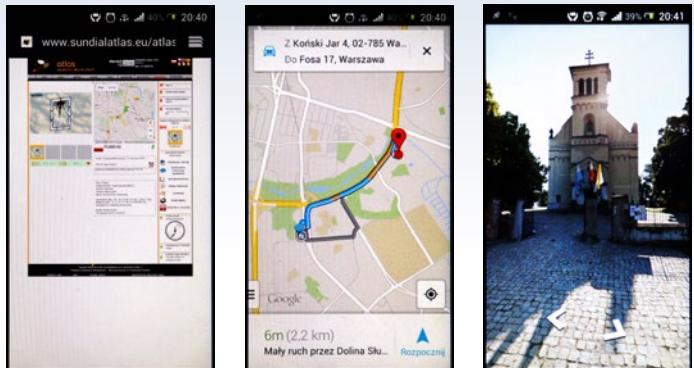
1. możliwości indywidualnego oznaczania w systemie już odwiedzonych zegarów (np. innym kolorem pinów), dzięki czemu patrząc na swoją mapę, każdy będzie wiedział, gdzie już był, a co jeszcze na niego czeka oraz

2. możliwości dodawania nowych zegarów do bazy za pomocą aparatu fotograficznego wbudowanego w każdy telefon i tablet (moduł GPS pozwoliłby automatycznie określić położenie zegara i przypisać go do konkretnego terytorium).

Wszystkie znane obecnie polskie zegary słoneczne (a na tę chwilę wiemy o 1115 obiektach) zostały już dodane do bazy danych SA, toteż aplikacja bez wątpienia przyda się polskim pasjonatom pragnącym docierać do zegarów słonecznych naszego kraju. Dotyczy to zarówno nas samych, jak i obcokrajowców odwiedzających Polskę. Oczywiście w podobny sposób można uatrakcyjnić sobie wyjazd zagraniczny, gdyż SA i SAM obejmują przecież cały świat. Niestety nie można jeszcze liczyć na to, że wszystkie istniejące zegary zostały już skatalogowane. W tej kwestii

prym wiodą Włosi, którzy do tej chwili dodali niemal 13 000 swoich słoneczników, choć to nadal nie jest koniec ich pracy. Popularność rozwijającego się serwisu i zbudowanej na jego podstawie aplikacji sprawiła, że użytkownicy z całego świata udostępnili już prawie 25 000 obiektów, co bez wątpienia może pomóc w planowaniu kolejnych wojazów.

Darek Oczki



Po lewej prezentacja danych o wybranym zegarze w serwisie Sundial Atlas. W środku okno nawigacji kierującym do wybranego zegara z aktualnego miejsca pobytu. Po prawej podgląd otoczenia zegara na Street View

# MK-Astro



ZDJĘCIE WYKONANE Z POMOCĄ NASZYCH URZĄDZEŃ:

M1 - MGŁAWICA KRABA, ŁĄCZNIE 34H EKSPOZYCJI

H-ALFA, OIII ORAZ SII



MK AstroShooter



MK Focus mark II



MK DewHeater

## SIĘGNIJ DALEJ Elektronika w astronomii

Perfekcyjnie wyostrz swoje zdjęcia, w pełni kontroluj ekspozycje w lustrzance albo pozbądź się uporczywej rosły z obiektywów - to tylko niektóre z propozycji w naszej ofercie.

Produkty MK-Astro zostały stworzone z myślą o potrzebach astronomów i astrofotografów - ciesz się czystym niebem i pozwól nam zadbać o szczegóły.

WSZYSTKIE NASZE URZĄDZENIA PRODUKOWANE SĄ W POLSCE.

**GORĄCO POLECAM**  
**MICHał KLIMASZEWSKI**

# Astronomia w szkole: PIERWSZY TELESKOP

Przez długie dziesięciolecia praktyczna nauka podstaw astronomii w szkołach napotykała na liczne problemy. Trudno było o dobrą literaturę, dobry atlas nieba był prawdziwym skarbem, a zdobycie dobrej jakości sprzętu obserwacyjnego graniczyło z cudem i wiązało się z potężnymi kosztami. W niektórych szkolnych pracowniach można jeszcze trafić na teleskopy produkcji PZO — siedmiocentymetrowe urządzenia konstrukcji Maksutowa, wyposażane w ekranie słoneczne i zintegrowane z obrotową głowicą. Stan techniczny tych urządzeń nie jest już najlepszy, a możliwości optyczne są dość skromne. Dziś, gdy w wielu szkołach pojawiły się fundusze na zakup sprzętu, stajemy przed złożonym wyborem. Przedstawiona poniżej garść porad może okazać się bardzo pomocna.

Współcześnie na rynku jest dostępny sprzęt astronomiczny w ogromnej różnorodności. Co najmniej kilku producentów oferuje teleskopy we wszystkich popularnych systemach optycznych, o średnicach od kilku do kilkudziesięciu centymetrów. Dostępne są zarówno teleskopy porównywane rozmiarami ze sprzętem dostępnym w polskich obserwatoriach, jak i urządzenia przenośne, o umiarkowanych gabarytach. Istnieje też pewna grupa sprzętu, która do obserwacji się nie nadaje. Uczestnictwo w różnego rodzaju pokazach nieba w terenie pozwoliło na wyciągnięcie pewnych wniosków, które istotne będą w praktyce szkolnej.

## Dobry teleskop, to taki teleskop, przez który prowadzone będą obserwacje

Tak mówi stare porzekadło. Na nic zda się ogromny teleskop ważący 50 kg stojący w pomieszczeniu na pierwszym piętrze. Teleskop musi być przyjazny dla prowadzącego zajęcia i dla uczniów. Zwracamy więc w pierwszej kolejności uwagę na gabaryty. Nie można przesadzić w drugą stronę — teleskop dający rozsądnej jakości obrazy nie powinien być zbyt mały. Najważniejsza jest tutaj apertura, czyli średnica lustra bądź też obiektywu. Można uznać, że około 130–150 mm średnicy to minimum pozwalające dostrzegać rzeczywiste szczegóły na planetach Układu Słonecznego. Idealnym rozwiązaniem dla nauczycieli, jak też innych popularyzatorów astronomii są umiarkowanej wielkości teleskopy katadioptyczne, czyli Maksutowy i Schmidty, podobne w budowie

do wspomnianego we wstępie teleskopu PZO. Mimo niewątpliwych zalet teleskopy te są droższe od innych o porównywalnej aperturze. W przypadku, gdy mamy bardziej ograniczony budżet, warto pomyśleć o krótkoogniskowym, światłosiłowym teleskopie Newtona. Teleskop tego typu przy średnicy 15 cm zachowuje umiarkowane gabaryty i bez problemu daje się przenosić z miejsca na miejsce. Przy obserwacjach grupowych istotne jest nawet najprostsze prowadzenie za ruchem sfery niebieskiej. Obiekty na sferze niebieskiej obserwowane z Ziemi przy dużych powiększeniach, dość szybko opuszczają pole widzenia i raz ustawiony obiekt po minucie czy dwóch przestanie być widoczny, o ile nie zapobiegnie temu działające prowadzenie (lub prowadzący). Przypatrzymy się kilku najbardziej interesującym teleskopom.

## Teleskop Celestron NexStar Evolution

Można powiedzieć, że teleskop Celestron Nextar Evolution 6 najlepiej odpowiada temu, co napisano powyżej. Jest to teleskop systemu SCT, katadioptyczny, o średnicy 15 cm. Przy tej aperturze i przy dobrej stabilności powietrza dostrzeżemy drobniejsze detale na tarczy Jowisza. Wprawne oko, w sprzyjających okolicznościach, wypatryzy Wielką Czerwoną Plamę, a w pierścieniach Saturna powinna być zauważalna Przerwa Cassiego. Ci, którzy będą mieli szczęście użytkować taki sprzęt pod ciemniejszym niebem, będą w stanie odnaleźć dziesiątki obiektów mgławicowych, spośród których te najjaśniejsze będą prezentować się dość efektownie.

Charakterystyczna dla Evolution 6 (jak i dla innych Schmidtów) jest krótka i zwarta tuba optyczna. W przypadku Evolution 6 ma ona około 30 cm długości i waży niecałe 4 kg. Tubus zawieszony jest na



montażu azymutalnym z elektrycznymi napędami w obu osiach. Całością steruje system NexStar, który odpowiada między innymi za prowadzenie teleskopu za ruchem sfery niebieskiej, a co więcej, pozwala automatycznie wyszukiwać obiekty na niebie. Z praktycznych udogodnień warto wymienić wbudowany w podstawę akumulator. Przed obserwacjami podłączamy teleskop do ładowania na kilka godzin. Gdy zapada zmrok, odłączamy teleskop i najzwyczajniej w świecie przenosimy w miejsce obserwacji. Żadnych kabli, zasilaczy, całość tworzy dość zwarty i łatwy do przeniesienia zestaw. Waga całego teleskopu wraz ze statywem, głowicą i tubusem wynosi 16 kg, co sprawia, że jedna dorosła osoba jest w stanie przenieść taki teleskop w dowolne miejsce.

Po ustawieniu teleskopu w miejscu obserwacji, przeprowadzamy kalibrację systemu GoTo. Trwa to kilkanaście minut i w tym czasie kierujemy urządzenie kolejno na 3 gwiazdy, tworząc punkty odniesienia dla systemu prowadzącego. Bezpośrednio po kalibracji możemy już rozpocząć obserwacje. Można w prosty sposób wybierać obiekty z listy, korzystając z opcji wyszukiwania, ale można też obiekty wyszukiwać ręcznie za pomocą szukacza i przycisków sterujących. Przy prawidłowym ustawieniu systemu odnalezione obiekty są precyjnie śledzone i nie opuszczają pola widzenia. Ważne, aby podczas obserwacji nie potrącić przypadkowo statwu, skutkuje to utratą precyzji prowadzenia i w takim wypadku procedurę kalibracji trzeba powtórzyć.

Evolution 6 to bardzo wygodny sprzęt świetnie sprawdzający się w praktyce edukacyjnej. Warto też zwrócić uwagę na podobny model ze starszej serii, NexStar 6SE. Jest on zauważalnie tańszy i znacznie lżejszy, waży tylko 9 kg. Różnica w wadze spowodowana jest brakiem wbudowanego akumulatora i niższej klasy systemem napędowym. Jest za to miejsce na 8 akumulatorów typu AA. Optyka jest identyczna jak w przypadku Evolution 6, a tuby Nexstar 6SE i Evolution 6 różnią się tylko kolorem.

#### Teleskop Sky-Watcher BK15075EQ3-2

Gdy fundusze nie pozwalają na zbyt wiele, warto postawić na model o klasycznej i sprawdzonej optyce w systemie Newtona. Dobrym wyborem jest teleskop o średnicy 15 cm. W przeciwieństwie do bardzo popularnych 20-centymetrowych Dobsonów są to teleskopy, które można uznać za łatwe do przenoszenia. Piętnastocentymetrowe teleskopy Newtona

wpasowują się gdzieś pomiędzy małe teleskopy dla zupełnie początkujących, a duże, ciężkie konstrukcje o raczej stacjonarnym zastosowaniu. Cena Sky-Watcher BK15075 od lat nie przekracza 1500 zł, a kolejny z serii, większy o 5 cm BK2001 EQ5 jest prawie dwa razy droższy i nieporównywalnie cięższy.

BK15075 to klasyczny, krótkoogniskowy Newton z lustrem parabolicznym o średnicy 150 mm. Przy ogniskowej 750 mm, jest to teleskop dość krótki — ma około 65 cm długości. Teleskop został zawieszony na montażu paralaktycznym EQ3-2 ze statywem aluminiowym. EQ3-2 można nazwać pierwszym montażem, który nadaje się do poważniejszych zastosowań i ostatnim, który można przyjąć za mobilny. Od takiego zestawu wiele osób rozpoczęły swoją przygodę z astrofotografią. Krótkoogniskowa tuba zawieszona na EQ3-2 po wyposażeniu nawet w prosty napęd pozwala podjąć pierwsze realne próby z fotografowaniem nocnego nieba. W tym akurat zastosowaniu BK15075EQ3-2 będzie nieporównywalnie lepszy niż wspomniany wcześniej Evolution 6.

Opisywany model nie posiada żadnej elektroniki i nie wymaga zasilania. Warto

doposażyć go w prosty napęd w jednej osi. Napędy takie produkowane przez Sky-Watcherą są zasilane z pojemnika na baterie lub z zasilacza o napięciu 6V. Teleskop najwygodniej przenieść po rozłożeniu na 3 podstawowe części — tubus, głowicę i statyw. Mając do dyspozycji niewielki plecak, można całość samemu przenieść w miejsce obserwacji (głowica jako najczęstszy element w plecaku, tubus i statyw można wziąć do rąk). Na miejscu staramy się ustawić oś biegunową na Gwiazdę Polarną. W przypadku prostych obserwacji szkolnych wystarczy zgrubne ustawienie teleskopu w kierunku północnym, przy prawidłowo ustawionym kącie podniesienia osi. Prosty napęd pozwoli śledzić obiekty, natomiast wyszukiwanie przeprowadzamy w takim wypadku ręcznie, korzystając z dołączonej lunetki celowniczej zwanej szukaczem. Pod względem jakości dawanego obrazu teleskop ten nie będzie wiele ustępował opisanemu wcześniej znacznie droższemu Evolution 6.

W kolejnym artykule postaramy się nieco bardziej przybliżyć budowę i obsługę popularnych typów teleskopów.

Damian Demendecki

**Specjalna oferta dla Szkół i Placówek Oświatowych: 10% rabatu w sieci sklepów Delta Optical na teleskopy prezentowane w artykule**  
**tel. 801-011-337, (25) 786-05-20,**  
**[www.deltaoptical.pl](http://www.deltaoptical.pl)**



# Poczytaj mi mamo: Fale Grawitacyjne

Dziś proponuję trzy adresy (odnosząc się do tytułu nazwijmy je książeczkami) — pod każdym z nich znajdziemy komentarze do pierwszej udanej, bezpośredniej obserwacji fal grawitacyjnych. Każdy z adresów odsyła do serii artykułów związanych z tematem.

(1) <http://www.nature.com/news/gravitational-waves-1.19321>



(2) <http://www.sciencemag.org/topic/gravitational-waves>



(3) <http://physicsworld.com/cws/article/news/2016/feb/19/how-ligo-will-change-our-view-of-the-universe>



Najbardziej obszerne materiały można znaleźć pod pierwszym adresem związanym z czasopismem *NATURE*. Drugi adres należący do *SCIENCE* również umożliwia dostęp do szeregu artykułów, chociaż niektóre z nich mogą zobaczyć tylko prenumeratorzy. Trzeci adres należy do omawianego w ostatnim numerze z roku 2014 pisma *PHYSICS WORLD*. Można tu znaleźć spis odnośników do interesującego nas tematu, przynajmniej jeden z nich znajdujący się w sekcji „In Depth” wymaga jednorazowej rejestracji — ale daje to dostęp do calej interesującej i dobrze prowadzonej sekcji. Krótko mówiąc, jest co czytać i oglądać, bo niektóre materiały to krótkie pliki video.

Roman Schreiber



**nature** International weekly journal of science

Home | News & Comment | Research | Careers & Jobs | Current Issue | Archive | Audio & Video | For Authors

Archive > Specials and supplements archive > Gravitational waves

SPECIAL [See all specials](#)

Gaming the gamers

Can a video game company tame toxic behaviour?

Scientists are helping to stop antisocial behaviour in the world's most popular online game. The next step could be a kinder Internet

Like Share [Post](#) Cestanov and 242,209 others like this

Sign up for FREE today

Recent Read Commented

1. What new GSK patent policy means for the developing world  
Nature | 05 April 2016

2. Trump's immigration stance stokes fears for science  
Nature | 05 April 2016

3. Controversial dark-matter claim faces ultimate trial  
Nature | 05 April 2016

**Science** AAAS

Home News Journals Topics Careers

Hot Topics Curated Topics Special Issues Custom Publishing

Search

RELATED ISSUE

Science: 03/06/2015, Vol 347 Issue 6226

general-relativity-quiz

Albert Einstein

How LIGO will change our view of the universe

Feb 19, 2016 · 14 comments

How LIGO will change our view of the universe

Results and data from the Advanced Laser Interferometer Gravitational-wave Observatory (LIGO) collaboration — which revealed last week that it had detected a gravitational wave for the first time — are already providing astronomers and cosmologists for the first time ever with previously unknown information about our universe. While the current results have posed intriguing questions for astronomers regarding binary black-hole systems, gravitational-wave astronomy is also revolutionizing our understanding of the universe during its inflation, according to cosmologist and Penn State director Neil Turok.

Latest News

Physics World - the member magazine of the Institute of Physics

physicsworld.com

Home News Blog Multimedia In depth Events

brightrecruits.com physicsconnect

News archive

2016

- April 2016
- March 2016
- February 2016
- January 2016

2015

- December 2015
- November 2015
- October 2015
- September 2015
- August 2015
- July 2015
- June 2015
- May 2015
- April 2015
- March 2015
- February 2015
- January 2015

2014

- December 2014
- November 2014
- October 2014
- September 2014
- August 2014
- July 2014
- June 2014
- May 2014
- April 2014
- March 2014
- February 2014
- January 2014

2013

- December 2013
- November 2013
- October 2013
- September 2013
- August 2013
- July 2013
- June 2013
- May 2013
- April 2013
- March 2013
- February 2013
- January 2013

2012

- December 2012
- November 2012
- October 2012
- September 2012
- August 2012
- July 2012
- June 2012
- May 2012
- April 2012
- March 2012
- February 2012
- January 2012

2011

- December 2011
- November 2011
- October 2011
- September 2011
- August 2011
- July 2011
- June 2011
- May 2011
- April 2011
- March 2011
- February 2011
- January 2011

2010

- December 2010
- November 2010
- October 2010
- September 2010
- August 2010
- July 2010
- June 2010
- May 2010
- April 2010
- March 2010
- February 2010
- January 2010

2009

- December 2009
- November 2009
- October 2009
- September 2009
- August 2009
- July 2009
- June 2009
- May 2009
- April 2009
- March 2009
- February 2009
- January 2009

2008

- December 2008
- November 2008
- October 2008
- September 2008
- August 2008
- July 2008
- June 2008
- May 2008
- April 2008
- March 2008
- February 2008
- January 2008

2007

- December 2007
- November 2007
- October 2007
- September 2007
- August 2007
- July 2007
- June 2007
- May 2007
- April 2007
- March 2007
- February 2007
- January 2007

2006

- December 2006
- November 2006
- October 2006
- September 2006
- August 2006
- July 2006
- June 2006
- May 2006
- April 2006
- March 2006
- February 2006
- January 2006

2005

- December 2005
- November 2005
- October 2005
- September 2005
- August 2005
- July 2005
- June 2005
- May 2005
- April 2005
- March 2005
- February 2005
- January 2005

2004

- December 2004
- November 2004
- October 2004
- September 2004
- August 2004
- July 2004
- June 2004
- May 2004
- April 2004
- March 2004
- February 2004
- January 2004

2003

- December 2003
- November 2003
- October 2003
- September 2003
- August 2003
- July 2003
- June 2003
- May 2003
- April 2003
- March 2003
- February 2003
- January 2003

2002

- December 2002
- November 2002
- October 2002
- September 2002
- August 2002
- July 2002
- June 2002
- May 2002
- April 2002
- March 2002
- February 2002
- January 2002

2001

- December 2001
- November 2001
- October 2001
- September 2001
- August 2001
- July 2001
- June 2001
- May 2001
- April 2001
- March 2001
- February 2001
- January 2001

2000

- December 2000
- November 2000
- October 2000
- September 2000
- August 2000
- July 2000
- June 2000
- May 2000
- April 2000
- March 2000
- February 2000
- January 2000

1999

- December 1999
- November 1999
- October 1999
- September 1999
- August 1999
- July 1999
- June 1999
- May 1999
- April 1999
- March 1999
- February 1999
- January 1999

1998

- December 1998
- November 1998
- October 1998
- September 1998
- August 1998
- July 1998
- June 1998
- May 1998
- April 1998
- March 1998
- February 1998
- January 1998

1997

- December 1997
- November 1997
- October 1997
- September 1997
- August 1997
- July 1997
- June 1997
- May 1997
- April 1997
- March 1997
- February 1997
- January 1997

1996

- December 1996
- November 1996
- October 1996
- September 1996
- August 1996
- July 1996
- June 1996
- May 1996
- April 1996
- March 1996
- February 1996
- January 1996

1995

- December 1995
- November 1995
- October 1995
- September 1995
- August 1995
- July 1995
- June 1995
- May 1995
- April 1995
- March 1995
- February 1995
- January 1995

1994

- December 1994
- November 1994
- October 1994
- September 1994
- August 1994
- July 1994
- June 1994
- May 1994
- April 1994
- March 1994
- February 1994
- January 1994

1993

- December 1993
- November 1993
- October 1993
- September 1993
- August 1993
- July 1993
- June 1993
- May 1993
- April 1993
- March 1993
- February 1993
- January 1993

1992

- December 1992
- November 1992
- October 1992
- September 1992
- August 1992
- July 1992
- June 1992
- May 1992
- April 1992
- March 1992
- February 1992
- January 1992

1991

- December 1991
- November 1991
- October 1991
- September 1991
- August 1991
- July 1991
- June 1991
- May 1991
- April 1991
- March 1991
- February 1991
- January 1991

1990

- December 1990
- November 1990
- October 1990
- September 1990
- August 1990
- July 1990
- June 1990
- May 1990
- April 1990
- March 1990
- February 1990
- January 1990

1989

- December 1989
- November 1989
- October 1989
- September 1989
- August 1989
- July 1989
- June 1989
- May 1989
- April 1989
- March 1989
- February 1989
- January 1989

1988

- December 1988
- November 1988
- October 1988
- September 1988
- August 1988
- July 1988
- June 1988
- May 1988
- April 1988
- March 1988
- February 1988
- January 1988

1987

- December 1987
- November 1987
- October 1987
- September 1987
- August 1987
- July 1987
- June 1987
- May 1987
- April 1987
- March 1987
- February 1987
- January 1987

1986

- December 1986
- November 1986
- October 1986
- September 1986
- August 1986
- July 1986
- June 1986
- May 1986
- April 1986
- March 1986
- February 1986
- January 1986

1985

- December 1985
- November 1985
- October 1985
- September 1985
- August 1985
- July 1985
- June 1985
- May 1985
- April 1985
- March 1985
- February 1985
- January 1985

1984

- December 1984
- November 1984
- October 1984
- September 1984
- August 1984
- July 1984
- June 1984
- May 1984
- April 1984
- March 1984
- February 1984
- January 1984

1983

- December 1983
- November 1983
- October 1983
- September 1983
- August 1983
- July 1983
- June 1983
- May 1983
- April 1983
- March 1983
- February 1983
- January 1983

1982

- December 1982
- November 1982
- October 1982
- September 1982
- August 1982
- July 1982
- June 1982
- May 1982
- April 1982
- March 1982
- February 1982
- January 1982

1981

- December 1981
- November 1981
- October 1981
- September 1981
- August 1981
- July 1981
- June 1981
- May 1981
- April 1981
- March 1981
- February 1981
- January 1981

1980

- December 1980
- November 1980
- October 1980
- September 1980
- August 1980
- July 1980
- June 1980
- May 1980
- April 1980
- March 1980
- February 1980
- January 1980

1979

- December 1979
- November 1979
- October 1979
- September 1979
- August 1979
- July 1979
- June 1979
- May 1979
- April 1979
- March 1979
- February 1979
- January 1979

1978

- December 1978
- November 1978
- October 1978
- September 1978
- August 1978
- July 1978
- June 1978
- May 1978
- April 1978
- March 1978
- February 1978
- January 1978

1977

- December 1977
- November 1977
- October 1977
- September 1977
- August 1977
- July 1977
- June 1977
- May 1977
- April 1977
- March 1977
- February 1977
- January 1977

1976

- December 1976
- November 1976
- October 1976
- September 1976
- August 1976
- July 1976
- June 1976
- May 1976
- April 1976
- March 1976
- February 1976
- January 1976

1975

- December 1975
- November 1975
- October 1975
- September 1975
- August 1975
- July 1975
- June 1975
- May 1975
- April 1975
- March 1975
- February 1975
- January 1975

1974

- December 1974
- November 1974
- October 1974
- September 1974
- August 1974
- July 1974
- June 1974
- May 1974
- April 1974
- March 1974
- February 1974
- January 1974

1973

- December 1973
- November 1973
- October 1973
- September 1973
- August 1973
- July 1973
- June 1973
- May 1973
- April 1973
- March 1973
- February 1973
- January 1973

1972

- December 1972
- November 1972
- October 1972
- September 1972
- August 1972
- July 1972
- June 1972
- May 1972
- April 1972
- March 1972
- February 1972
- January 1972

1971

- December 1971
- November 1971
- October 1971
- September 1971
- August 1971
- July 1971
- June 1971
- May 1971
- April 1971
- March 1971
- February 1971
- January 1971

1970

- December 1970
- November 1970
- October 1970
- September 1970
- August 1970
- July 1970
- June 1970
- May 1970
- April 1970
- March 1970
- February 1970
- January 1970

1969

- December 1969
- November 1969
- October 1969
- September 1969
- August 1969
- July 1969
- June 1969
- May 1969
- April 1969
- March 1969
- February 1969
- January 1969

1968

- December 1968
- November 1968
- October 1968
- September 1968
- August 1968
- July 1968
- June 1968
- May 1968
- April 1968
- March 1968
- February 1968
- January 1968

1967

- December 1967
- November 1967
- October 1967
- September 1967
- August 1967
- July 1967
- June 1967
- May 1967
- April 1967
- March 1967
- February 1967
- January 1967

1966

- December 1966
- November 1966
- October 1966
- September 1966
- August 1966
- July 1966
- June 1966
- May 1966
- April 1966
- March 1966
- February 1966
- January 1966

1965

- December 1965
- November 1965
- October 1965
- September 1965
- August 1965
- July 1965
- June 1965
- May 1965
- April 1965
- March 1965
- February 1965
- January 1965

1964

- December 1964
- November 1964
- October 1964
- September 1964
- August 1964
- July 1964
- June 1964
- May 1964
- April 1964
- March 1964
- February 1964
- January 1964

1963

- December 1963
- November 1963
- October 1963
- September 1963
- August 1963
- July 1963
- June 1963
- May 1963
- April 1963
- March 1963
- February 1963
- January 1963

1962

- December 1962
- November 1962
- October 1962
- September 1962
- August 1962
- July 1962
- June 1962
- May 1962
- April 1962
- March 1962
- February 1962
- January 1962

1961

- December 1961
- November 1961
- October 1961
- September 1961
- August 1961
- July 1961
- June 1961
- May 1961
- April 1961
- March 1961
- February 1961
- January 1961

1960

- December 1960
- November 1960
- October 1960
- September 1960
- August 1960
- July 1960
- June 1960
- May 1960
- April 1960
- March 1960
- February 1960
- January 1960

1959

- December 1959
- November 1959
- October 1959
- September 1959
- August 1959
- July 1959
- June 1959
- May 1959
- April 1959
- March 1959
- February 1959
- January 1959

1958

- December 1958
- November 1958
- October 1958
- September 1958
- August 1958
- July 1958
- June 1958
- May 1958
- April 1958
- March 1958
- February 1958
- January 1958

1957

- December 1957
- November 1957
- October 1957
- September 1957
- August 1957
- July 1957
- June 1957
- May 1957
- April 1957
- March 1957
- February 1957
- January 1957

1956

- December 1956
- November 1956
- October 1956
- September 1956
- August 1956
- July 1956
- June 1956
- May 1956
- April 1956
- March 1956
- February 1956
- January 1956

1955

- December 1955
- November 1955
- October 1955
- September 1955
- August 1955
- July 1955
- June 1955
- May 1955
- April 1955
- March 1955
- February 1955
- January 1955

1954

- December 1954
- November 1954
- October 1954
- September 1954
- August 1954
- July 1954
- June 1954
- May 1954
- April 1954
- March 1954
- February 1954
- January 1954

1953

- December 1953
- November 1953
- October 1953
- September 1953
- August 1953
- July 1953
- June 1953
- May 1953
- April 1953
- March 1953
- February 1953
- January 1953

1952

- December 1952
- November 1952
- October 1952
- September 1952
- August 1952
- July 1952
- June 1952
- May 1952
- April 1952
- March 1952
- February 1952
- January 1952

1951

- December 1951
- November 1951
- October 1951
- September 1951
- August 1951
- July 1951
- June 1951
- May 1951
- April 1951
- March 1951
- February 1951
- January 1951

1950

- December 1950
- November 1950
- October 1950
- September 1950
- August 1950
- July 1950
- June 1950
- May 1950
- April 1950
- March 1950
- February 1950
- January 1950

1949

- December 1949
- November 1949
- October 1949
- September 1949
- August 1949
- July 1949
- June 1949
- May 1949
- April 1949
- March 1949
- February 1949
- January 1949

1948

- December 1948
- November 1948
- October 1948
- September 1948
- August 1948
- July 1948
- June 1948
- May 1948
- April 1948
- March 1948
- February 1948
- January 1948

<p

## Poczta

W „Uranii” 1/2016 na stronie 43 w tabeli z nazwami gwiazd i planet jest chyba błąd przy 55 Cancri, powinno być gwiazda a nie planeta w kolumnie rodzaj.

Andrzej Midura

**Red.** Bardzo słuszna uwaga. Przepraszamy za ten błąd.

\*\*\*

Okazuje się że w 1939 r. w Europie były co najmniej dwa czasopisma-magazyny o nazwie Urania:

Revista Urania (1939) Buletinul Asociației Tinerilor Astronomi. București, Romania, 1939, inițiat de Jean Dragesco.

<http://www.astro-urseanu.ro/biblioteca/urania/Urania-01-mar-apr1939.pdf>

Pawel Drożdżał

**Red.** Rzeczywiście duża ciekawostka. Powielaczowa technika bardzo przypomina pierwsze cztery nasze „Uranie” z 1920 r. (patrz Urania 5/2014). W 1939 roku od 17 lat polska Urania miała już postać druku offsetowego. Nazwa Urania, była i u nas popularna, jak przypomniany w serialu Bodo w teatr vanete

URANIA w Łodzi z początków XX w., albo wybudowana w latach 70. na kanwie rocznicy kopernikańskiej HALA URANIA w Olsztynie. Wśród Uranii, prym wiedzie chyba jednak odkryta w 1854 r. Planetoida 30 URANIA. Może na stulecie naszej „Uranii”, czytelnicy pomogą w odkryciu możliwej dużej i ciekawej liczby jej imieniczek?



## Chcesz poznać pasjonatów z całej Polski, ludzi zafascynowanych materią pozaziemską?

W programie:

- Warsztaty spektroskopii Ramana
- Pokazy nieba przez teleskop
- Pokazy w Planetarium i Obserwatorium Astronomicznym im. Arego Sternfelda w Łodzi,
- Pokazy fascynujących eksperymentów fizycznych.

<http://www.ptmet.org.pl/konferencja-2016/>

## ZAPROSZENIA zloty, obozy, konkursy, spotkania, wykłady, wystawy



### „Wiosenne spotkania z astronomią”

CAMK, Warszawa, ul. Bartycka 18  
do 30 maja 2016, poniedziałki, godz. 17.00  
<http://www.camk.edu.pl>



### Konferencja „Copernicus na Ziemi Lubawskiej”

Lubawa, 27 kwietnia 2016



### „Wiosenne spotkania z astronomią”

Instytut Fizyki Uniwersytetu Śląskiego  
Katowice, ul. Uniwersytecka 4  
29 kwietnia 2016, godz. 18.00, <http://ptma.pl>



### Tranzyst Merkurego, 9 maja 2016

Lokalne oddziały PTMA  
oraz OA w Truskczynach  
<http://www.ptma.pl>



### 13 Bieszczadzki Zlot Miłośników Astronomii

Stęžnica, 5–8 maja 2016  
PTMA O/Lublin, <http://www.astrozloty.pl>



### 26 zlot miłośników astronomii

Zwardoń, 12–15 maja 2016  
PTMA O/Katowice  
<http://www.forum.astrocd.pl>



### 27 zlot miłośników astronomii

Zwardoń, 9–12 czerwca 2016  
PTMA O/Katowice  
<http://www.forum.astrocd.pl>



### 6 AstroWczasy w Bieszczadach

Stęžnica, 30 lipca – 13 sierpnia 2016  
PTMA O/Katowice, O/Kraków,  
<http://www.astrowczasy.ptma.pl>

# WARUNKI PRENUMERATY

Prenumerata roczna (6 numerów) — 60 zł

Przedłużona (12 numerów) — 120 zł

Prenumerata zagraniczna jest 100% droższa

Dla członków Polskiego Towarzystwa Miłośników Astronomii cena prenumeraty wynosi 30 zł przy wysyłce na adres oddziału lub 40 zł przy wysyłce na adres indywidualny. Szczegóły i wpłaty w oddziałach PTMA. Skarbników lub prezesów prosimy o wpłaty zbiorcze oraz przesłanie imiennej listy prenumeratorów na adres [urania@urania.edu.pl](mailto:urania@urania.edu.pl).

Prenumeratę oraz zamówienia numerów poprzednich można opłacić na konto Polskiego Towarzystwa Astronomicznego

nr 44 1160 2202 0000 0000 5530 5241.

Prosimy o dokładne podanie adresu, na który ma być wysłane pismo, oraz numeru „Uranii”, od którego ma być realizowana prenumerata.

Zamówienia internetowe: [sklep.pta.edu.pl](http://sklep.pta.edu.pl)

W razie pytań kontakt:

[urania@urania.edu.pl](mailto:urania@urania.edu.pl) lub tel. 698 55 61 61

## PRENUMERATA SPONSOROWANA DLA SZKÓŁ 50% TANIEJ – TYLKO 30 ZŁ!

Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego oraz Polskie Towarzystwo Astronomiczne oferują szkołom i bibliotekom szkolnym specjalne warunki prenumeraty. Szkoły płacą jedynie 30 zł za prenumeratę na rok szkolny 2015/2016 albo cały rok 2016\*.

Prosimy o wpłaty z tytułem:  
„Urania” — prenumerata sponsorowana dla szkół

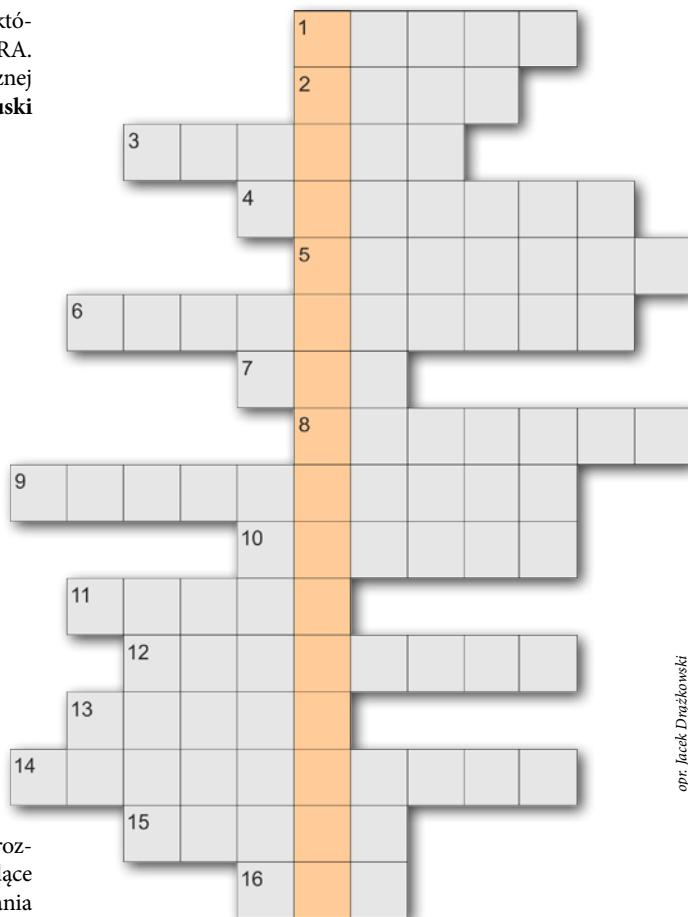
Szczegóły i formularz zgłoszeniowy  
na [www.urania.edu.pl](http://www.urania.edu.pl) w sekcji „prenumerata”.

\* Nadal czekamy na decyzję MNiSW w sprawie dopłat do prenumerat dla szkół. Jeśli będzie pozytywna, szkoły otrzymają pełen komplet 6 numerów, a w przypadku negatywnej gwarantujemy wysłanie 5 numerów.

**W** „Uranii-PA” nr 6/2015 zamieściliśmy krzyżówkę, której rozwiązaniem jest hasło HIPOTEZA TIPLERA. Nagrody w postaci książek o tematyce astronomicznej wylosowali Kasper Fabrowski z Bydgoszczy i Radosław Macuski z Wrocławia. Nagrody zostaną wysłane pocztą.

1. W czerwcu w opozycji
2. Prototyp sieci teleskopów ALMA
3. Autor Tablic Rudolfińskich
4. W maju przejdzie przed Słońcem
5. Wynalazca sekstantu
6. 55 Cancri
7. Dla miłośników „słoneczników” w podróży
8. Imię odkrywcy komety, która się rozpadła na dwie
9. Sąsiad księżycowego Archimedesa
10. Pomoże lepiej poznać supermasywne czarne dziury
11. Stosowne imię dla mądrzej niewiasty
12. Autor pierwszego teleskopu rentgenowskiego
13. Gromada otwarta z planetą
14. Odkryli zmienność Algola
15. Oprogramowanie do wykonywania obliczeń rozproszonych przez internet
16. Groźne planetoidy

Rozwiązanie utworzą kolejne litery z wyróżnionych kratek. Na rozwiązanie czekamy do końca czerwca 2016 r. Osoby nie będące prenumeratorem „Uranii-PA” muszą dołączyć do rozwiązania kupon umieszczony w lewym górnym rogu tej strony. Prenumeratorzy mogą przesyłać rozwiązania drogą elektroniczną na adres: [urania@urania.edu.pl](mailto:urania@urania.edu.pl). Wśród autorów poprawnych odpowiedzi rozlosujemy dwie książki Józefa Smaka „Nowe opowiadania starego astronoma”



opr. Jacek Drążkowski

Słowa kluczowe do rozwiązania krzyżówki zamieszczone w „Uranii-PA” 6/2015: 1. MITCHELL, 2. FENIKS, 3. SUPERNOWA, 4. ORION, 5. PRESTON, 6. ENCELADUS, 7. NAVRUZ, 8. ASTRONAWIGACJA, 9. KOMETY, 10. GRUDZIĄDZ, 11. HIPPARCH, 12. PLUTON, 13. WIERNASZ, 14. STELLARIUM, 15. LOFAR.

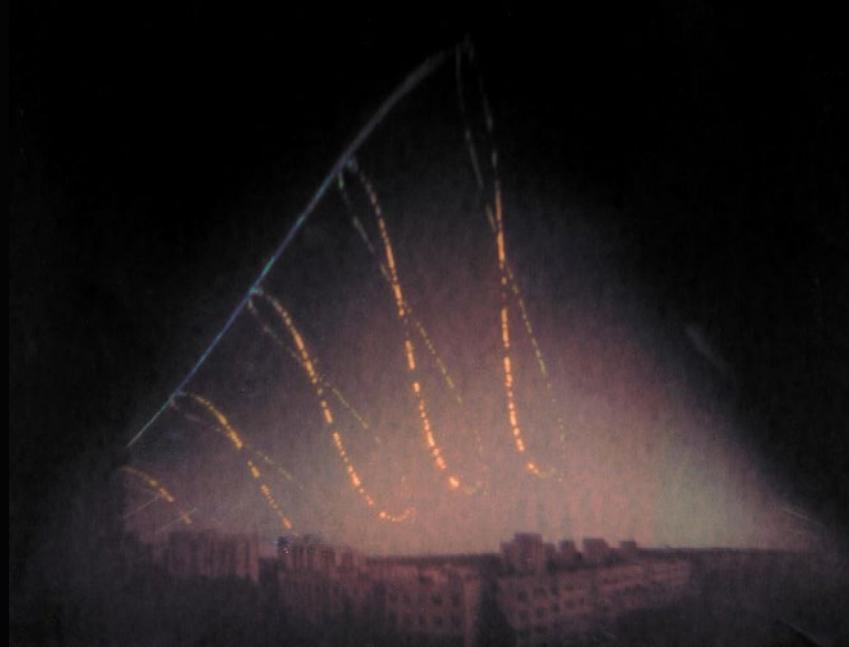
## astrożarty Jacka D.



Rodzina analem naświetlanych od 9 grudnia 2014 do grudnia 2015 r. Widac analemy naświetlane o godzinach: 7.00, 8.00, 9.00, 10.00 i 11.00 CSE. Doświetlanie: 15.00–18.00 CSE. Miejsce naświetlania: Wrocław, Polska. Orientacja kamery: południowy wschód. Materiał światłoczuły: Kodak na podłożu papierowym. Pętle nie domykają się, ponieważ podczas naświetlania częściowo przesunęła się taśma izolacyjna w jednym z rogów papieru.

Więcej informacji o projekcie na stronie  
<http://analemma.pl>

Fot. Łukasz Fajrowski i Maciej Zapiór



Zdjęcie całkowitego zaćmienia Słońca wykonane 9 marca 2016 r. w Cieśninie Makasarskiej pomiędzy wyspami Celebes a Borneo (Indonezja) przez członków polskiej wyprawy astronomicznej. Wyprawę zorganizowało Planetarium i Obserwatorium Astronomiczne im. Mikołaja Kopernika w Grudziądzku przy współpracy z Polskim Towarzystwem Astronomicznym. Dokumentacja z wyprawy oraz zjawiska posłuży do montażu kolejnych odcinków programu „Obserwatorium”. Pełna relacja z wyprawy już w następnym numerze „Uranii” (Esprit 100/550, f=5.5, AZ EQ5 SynScan GT (pier), Pentax K-3, fot. Sebastian Soberski)

nowy program telewizyjny  
o astronomii i badaniach kosmosu

# ASTRONARIUM

odcinki popremierowe  
[www.youtube.com/c/AstronariumPl](http://www.youtube.com/c/AstronariumPl)

Premiery w TVP3:  
soboty 30 kwietnia,  
14 i 28 maja, 11 czerwca  
godz. 17.00 i 24.15  
Powtórki w środy 4, 18  
maja, 1 i 15 czerwca  
godz. 11.45 i 24.55

[www.astronarium.pl](http://www.astronarium.pl)

[facebook.com/AstronariumTVP](https://facebook.com/AstronariumTVP)

produci programu

partner medialny

dofinansowanie produkcji



TELEWIZJA POLSKA



**Urania**  
POSTĘPY ASTRONOMII



Ministerstwo Nauki  
i Szkolnictwa Wyższego

# Urania

POSTĘPY ASTRONOMII

3/2016 (783)

Tom LXXXVII

Cena 12,90 zł  
w tym 5% VAT

ukazuje się od 1920 r.



[www.urania.edu.pl](http://www.urania.edu.pl)

# Zderzenia czarnych dziur



## Luka w kalendarzu



## POLFAR – pierwszy kwazar

# SKLEP INTERNETOWY URANII

[www.sklep.pta.edu.pl](http://www.sklep.pta.edu.pl)

- prenumerata „Uranii” i ciekawe książki
- numery bieżące i archiwalne „Uranii”
- niezwykły parasol, dzięki któremu możesz mieć rozgwieżdżone niebo nad sobą, nawet gdy pada deszcz
- praktyczna czapka z latarką, do wyboru światło czerwone lub białe



wygodny sposób zakupów – częste promocje i rabaty – możliwość płatności kartą oraz przelewem

## Cyfrowe wersje naszych wydawnictw na tablety, smartfony, laptopy

[www.urania.edu.pl/cyfrowa](http://www.urania.edu.pl/cyfrowa)



# URANIA – NASZA MUZA

dla szkół, uczelni oraz miłośników astronomii i amatorów nocnego nieba

**27** czerwca w Toruniu pani minister Zalewska ogłosiła nowy porządek w systemie edukacji narodowej. Powrócić mają 8-klasowe szkoły powszechnie i 4-letnie licea. Z jednej strony strasznie nie lubię wszelkich zmian, zwłaszcza jak w pobliskim sklepie przekładają wszelkie towary na zupełnie inne miejsca i na nowo muszę tworzyć ścieżki pamięci, by znaleźć ulubione produkty, z drugiej, mam pełną świadomość zmienności otaczającego nas świata jako naturalnego porządku rzeczy. Warto więc poszukać czegoś pozytywnego w tym nieuchronnym *nowum*.

Na przykład, dla młodego człowieka wkraczającego w dorosłość niesłychanie ważne jest budowanie relacji i wydłużenie czasu przebywania w tym samym gronie ludzi tylko pomoże temu procesowi. Oprócz budowania relacji międzyludzkich, bardzo ważne jest budowanie w świadomości człowieka właściwych relacji z otaczającym go światem. Także w tym jego najszerszym znaczeniu — Wszechświata, Kosmosu. Nie do przecenienia w tym rola astronomii jako nauki i pozostaje mi tylko żyć nadzieję, że znajdę to swoje odbicie w nowej podstawie programowej. Tak jak niemowlak szybko odkrywa, że jest coś więcej poza kołyską, tak uczeń szkoły podstawowej uświadamia sobie, że świat nie kończy się na planecie Ziemia i dobrze byłoby, żeby szkoła pomagała mu zaspokoić tę naturalną ciekawość.

A od jakiegoś czasu daje się odczuć w kraju wręcz swego rodzaju *boom* na organizowanie masowych pokazów astronomicznych czy tworzenie nowych obserwatoriów społecznych. Momentami mam wrażenie, że mamy jakąś analogię do końca lat 50. i całych 60. minionego stulecia, kiedy to zainteresowanie astronomią ogarniało szerokie rzesze społeczeństwa za sprawą gwałtownie rozwijającej się astronautyki i wyścigowi w Kosmos dwóch ówczesnych potęg światowych: USA i ZSRR. Dodatkowo,

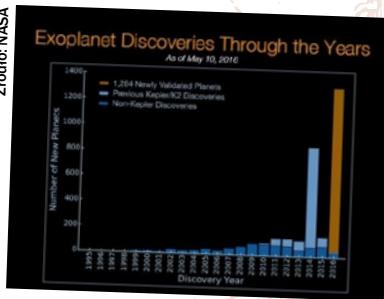
w bloku państw komunistycznych, popularyzacje astronomii wspierały reżimowe władze, widząc w niej orzeź do walki z Kościołem i religią. Odkrycia astronomiczne, poszerzając granice poznania Wszechświata, niejako odbierały równocześnie miejsce dla Boga i jego niebiańskich zastępów. Gdy Gagarin wzbił się ponad umowną granicę ziemskiej atmosfery i Kosmosu, dostał jako jedno z pierwszych pytań — *Czy widział tam Boga?* — *Niet, niezieno nie widział* — brzmiała odpowiedź.

Teraz, gdy loty na orbitę wokółziemską są czymś tak poważnym jak dostawy cytrusów do pobliskich sklepów (a w czasach mego dzieciństwa było to wydarzenie tej rangi, że informowała o nim ogólnopolska prasa i telewizja!), oprócz garstki pasjonatów i specjalistów mało kto podnieca się faktem, że coś tam znowu polecialo w przestrzeń kosmiczną. Ba! Nawet odkrycia kolejnych nowych ziem przy odległych gwiazdach już mało kogo kręczą, bo liczba nowo odkrywanych idzie w tysiące. Tylko w tym roku teleskop Keplera odkrył już ponad 1200 egzoplanet! Skąd więc ten *boom*? Czy to jest po prostu naturalna konsekwencja myśl wypowiedzianej kiedyś przez naszego rodaka Konstantego Ciolkowskiego, iż Ziemia jest kolejką ludzkości, ale jak długo można żyć w kolejce? A może to efekt rekompensaty za... cywilizacyjne koszta w postaci okradania nas z naturalnego dla naszych przodków obcowania z gwiazdystym niebem? Ponoć już 1/3 ludzkości nie ma szans na zobaczenie, tam, gdzie mieszka, Drogi Mlecznej!

Tak czy siak, wciąż aktualne jest, a wręcz pogłębia się odczucie, że pomimo tej niewyobrażalnej wielości światów przy miriadach obserwowanych gwiazd, nasza Ziemia jest czymś wyjątkowym i wyjątkowym jest fenomen życia na niej. Im bardziej szukamy tej drugiej, bliźniaczo podobnej, tym bardziej uświadamiamy sobie jej fenomen. A ze swej natury człowiek jest istotą społeczną i nie jest stworzony do samotności. W tym wymiarze kosmicznym chyba również. Może w tym tkwi sila nowego *boomu* na astronomię?

Jacek Drążkowski  
w Lidzbarku Warmińskim, 19/20 czerwca 2016 r.

Źródło: NASA



Kolejka do teleskopów ustawionych na Wałach Chrobrego podczas pokazów astronomicznych w Szczecinie. Fot. R. Biernikowicz

# Urania

POSTĘPY ASTRONOMII

(PL ISSN 1689-6009)

Dwumiesięcznik poświęcony upowszechnianiu wiedzy astronomicznej. Czasopismo powstałe w roku 1998 z połączenia „Uranii” (ISSN 0042-0794) — dotyczącego miesięcznika Polskiego Towarzystwa Miłośników Astronomii, ukazującego się od 1920 r. i „Postępów Astronomicznych” (ISSN 0032-5414) — dotyczącego kwartalnika Polskiego Towarzystwa Astronomicznego, wychodzącego od 1953 r. Zachowana zostaje dotycząca numeracja „Uranii”. Pismo częściowo finansowane przez:



Nakład: 3000 egz.

## Zespół Redakcyjny:

Krzysztof Czart (serwis www, redaktor)  
Jan Desselberger (kalendarz astronomiczny)  
Jacek Drążkowski (red. techniczny, skład)  
Mateusz Krakowczyk (kącik olimpijski)  
Maciej Mikołajewski (redaktor naczelny)  
Marek Muciek (redaktor)  
Sebastian Soberski (sekretarz redakcji)  
Roman Schreiber (redaktor)  
Marek Substyk (z-ca red. naczelnego)  
Bożena Wyrzykowska (korekta językowa)  
Karolina Zawada (orion.pta.edu.pl)

## Współpraca:

Tadeusz Figiel, Sylwester Kołomański,  
Michał Kusiak, Robert Szaj, Adam Tomaszewski, Janusz Wiland, Łukasz Woźniak,  
Przemysław Żoładek

## Adres Redakcji:

Urania, Centrum Astronomii UMK  
ul. Gagarina 11, 87-100 TORUŃ  
tel. 509 44 17 17  
fax. (56) 611 30 08  
e-mail: redakcja@urania.edu.pl

## Adres WWW:

<http://www.urania.edu.pl>

## Dystrybucja, marketing, sekretariat:

Ernest Świeczyński, tel. 698 55 61 61  
e-mail: urania@urania.edu.pl

Cena Uranii w prenumeracie 10 zł  
Prenumerata roczna 60 zł

## Bank Millennium S.A. o/Toruń

Nr 44 1160 2202 0000 0000 5530 5241

## Wydawcy:



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



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

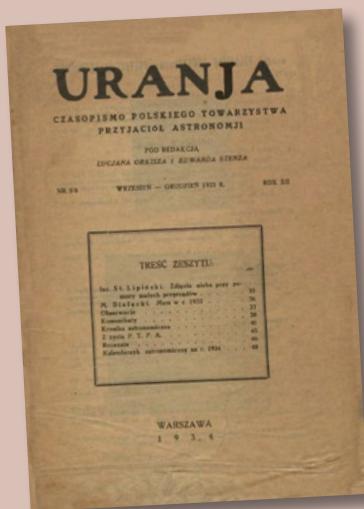
\* MATERIALÓW NIE ZAMÓWIONYCH REDAKCJA NIE ZWRACA \* ZASTRZEGA SIĘ PRAWO DO REDAGOWANIA ISKRACANIA TEKSTÓW \* PRZEDRUK MATERIAŁÓW TYLKO ZA ZGODĄ REDAKCJI \* OPINIE I POGLĄDY FORMULOWANE PRZEZ REDAKCJĘ I AUTORÓW NIE REPREZENTUJĄ OFICJALNEGO STANOWISKA WYDAWCÓW \*

## Drukarnia

# GRAFFITIBC

Toruń, ul. Równinna 11/13

[www.graffitibc.pl](http://www.graffitibc.pl)  
drukarnia@graffitibc.pl  
tel. 56 654 47 14



## Ciekawa statystyka komet

W ostatnich czasach daje się zauważyc zmniejszenie się ilości zjawisk jasnych komet widocznych golem okiem. Zachodzi pytanie, czy mamy tu do czynienia z systematycznym, czy tylko periodycznym zanikiem jasnych komet. Odpowiedź na to daje statystyka L. Andrenki (Leningrad), według którego najwięcej jasnych komet obserwowano w wiekach: III, IX i XV po Chr., a więc w odstępach 600-letnich, podobnie najmniej komet w w. XIII i XIX. Jeżeli statystyka ta jest słuszna, to w w. XXI można się spodziewać pojawięcia się 40 jasnych komet, widocznych golem okiem. Będą to mogły sprawdzić dopiero przyszłe generacje.

## Masowe odkrywanie nowych planetoid

Dzięki zastosowaniu fotografii ilość odkryć nowych planetoid zwiększa się coraz bardziej. Gdy w r. 1891 pierwsza planetoida odkryta tą metodą przez prof. M. Wolfa nosiła numer porządkowy 323, to oficjalny wykaz tych obiektów, znanych po r. 1932, zamkniął się liczbą 1219. Obecnie najwięcej odkryć w tej dziedzinie dokonywały byli współpracownicy prof. Wolfa, K. Reinmuth, obserwator w Heidelbergu, który ostatnio odkrywał po kilka tych obiektów jednej nocy. Oczywiście dysponuje on doskonałymi środkami technicznymi, bo lunetą fotograficzną o średnicy 40 cm. W r. 1932 uzyskał on tym narzędziem ogółem 98 zdjęć małych planet, o ogólnej ekspozycji 96.2 godzin. W r. 1933 dn. 24 lipca odkrył on w gwiazdozbiorze Wodnika na jednej kliszy od razu 10 nowych planetoid, zaś w dniach 27 i 28 sierpnia tegoż roku w tych samych okolicach eklipytyki każdorazowo na jednej kliszy 5 i 8 nowych planetoid. Są to wszystko oczywiście słabe obiekty 14<sup>m</sup> i 15<sup>m</sup>, gdy jaśniejsze zostały już „wyłowiione”.

## W AKTUALNYM NUMERZE

Astrofotografia amatorska: *Tranzyt Merkurego* 2

**Dawno temu w... „Uranii”** 4

**Kronika luty — marzec 2016** 6

8 Krzysztof Belczyński, Wojciech Gładysz

## Zderzenia czarnych dziur

Kiedy 14 września 2015 r. amerykańskie obserwatorium LIGO zanotowało zderzenie dwóch czarnych dziur, odebraliśmy echa zdarzenia, w którym, w mgnieniu oka, została wyemitowana energia przyjmiewająca cały widzialny Wszechświat. Zespół badawczy prof. Belczyńskiego przewidział to wcześniej!

**Jeszcze jedna hipoteza Einsteina ostatecznie potwierdzona** 14

**Przeczytane w *Nature* i *Science*  
Ślady po (nie tak) dawnych supernowych** 15

18 Wiesław Krajewski

## Jak przepadło 10 dni?

„Oddajcie nam nasze 11 dni!” — krzyżał tłum oburzonych reformą kalendarza. Artykuł wyczerpująco opowiada o tym, w jakich bólach powstawał i był wprowadzany w życie obowiązujący dziś kalendarz gregoriański.

**European Rover Challenge 2016** 28

## W kraju

**Obrazy kwazara z polskiego LOFAR-a** 32

## Ciemne niebo

Światło i cień w krajobrazie miasta 36

## Astronawigacja

38 Józef Gawłowicz

## Chronometr i metoda długościowa

W XVIII wieku pojawił się sekstant — przyrząd, który wraz ze skonstruowanym mnóstwem więcej w tym samym czasie chronometrem morskim umożliwił nawigowanie po morzach i oceanach z nieosiągalną wcześniej dokładnością.

**Spadająca egzoplaneta** 61

**Konkurs na fotki z Uranią** 65

## W skrócie

Czy w Szczecinku wieża ciśnień zbliży do gwiazd?	41
Przyślij zdjęcie do Archiwum Fotografii Komet „Vademecum miłośnika astronomii” ma 25 lat	41
100 000 razy dookoła świata	42
Model teleskopu E-ELT jako zestaw klocków LEGO?	42
ESO podpisało największy kontrakt w historii astronomii naziemnej	43
Zaobserwowano plamy na powierzchni gwiazdy innej niż Słońce	43
Misja Kepler odkryła ponad 1200 nowych planet pozasłonecznych	43
Opublikowano nowy katalog z paralaksami 112 tysięcy gwiazd	44
Prawne kwestie górnictwa w Kosmosie	44
Dwudziesta planeta odkryta przez astronomów z Torunia	45

## Felietony

<i>De revolutionibus specierum: Ewolucja nierozumiana</i>	46
<i>Circulos tuos: Casting na postdoczkę, czyli baba z brodą</i>	48

## CYRQLARZ № 217

Zawiłości współczesnej meteorytyki
------------------------------------

## Kącik olimpijski

Zadanie zawodów finałowych LVII Olimpiady Astronomicznej
--

## PTMA

Pierwszy Nadzwyczajny Walny Zjazd Delegatów PTMA
Nowy statut PTMA

## Kalendarz astronomiczny: styczeń – luty 2016

## Niebo nad Polską w lipcu i sierpniu 2016

W gromadzie raźniej
---------------------

## Obserwator Słońca

Zjazd SOS PTMA – nowe ustalenia
AR 2529
Raport: marzec – kwiecień 2016

## Ciekawe strony internetowe:

### Znajdź planetoidę, zanim ta znajdzie nas

## Masa Erosa

Na podstawie materiału obserwacyjnego, uzyskanego w r. 1931 podczas wyjątkowo korzystnej opozycji Erosa, obliczono rozmiary i masę tej podwójnej planetoidy. Według W. H. Pickeringa Eros składa się z dwóch kulistych ciał o średnicy 13 km, których środki masy są odległe od siebie o 27 km. Łączna ich masa wynosi 1/177 000 000 części masy Ziemi. Obydwia ciała obiegają się dokola raz na 5<sup>h</sup>16<sup>m</sup>. Z przytoczonych danych wynika jednak nieprawdopodobnie wielka gęstość planety, mianowicie 15.6 gr/cm<sup>3</sup>. — Z tego samego materiału obserwacyjnego Lundmark znajduje, iż Eros składa się z dwóch ciał o promieniu 5.85 km, opierających się na sobie, przez co dają one jedno ciało o wydłużeniu 23.4 km, o masie 1/260 000 000 części masy Ziemi, o gęstości równej 1/4 gęstości naszego globu.

## Nowoodkryte gwiazdy zmienne

Ostatnia oficjalna lista nowoodkrytych gwiazd zmiennych (A. N. 5967) obejmuje 256 nowych obiektów, z których zaledwie 18 zostało odkrytych wizualnie, reszta zaś fotograficznie. Są to przeważnie bladé objekty poniżej 13<sup>m</sup>; zaledwie 16 z nich w maksymum blasku przekracza 10<sup>m</sup>. 75 nowych gwiazd zmiennych przypada na gwiazdozbiór Łabędzia, który wciąż jeszcze stanowi “kopalnię” odkryć astronomicznych.

J(an). G(adomski). *Kronika astronomiczna, Urania 5/8, 1933, pisownia oryginału.*

## NA OKŁADCE

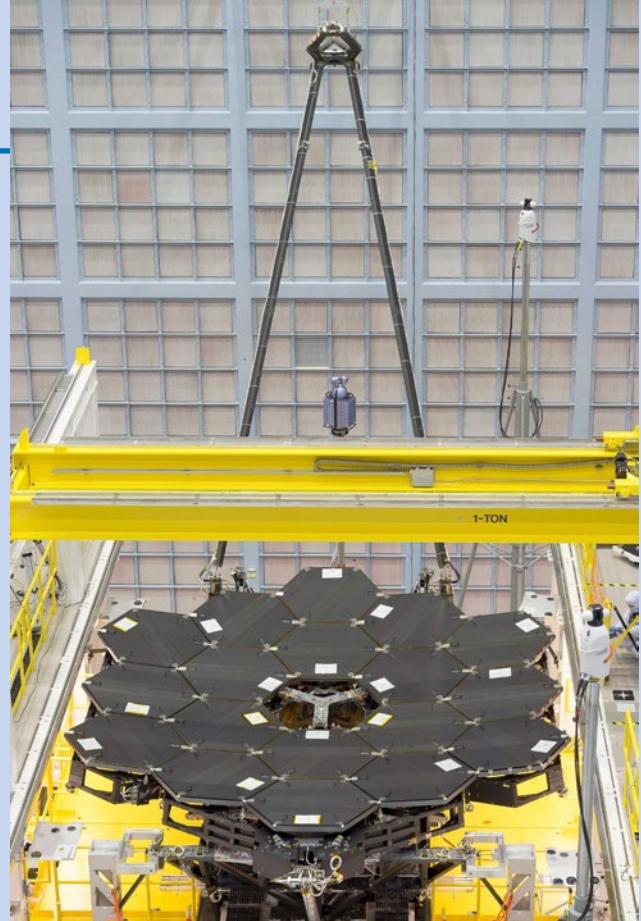


Kadr ze zdjęcia wykonanego przez Marka Nikodemę podczas tranzytu Merkurego na tle tarczy słonecznej 9 maja 2016 r. o godz. 20.26. Merkury jest widoczny w pobliżu dolnej krawędzi Słońca, które powoli chowa się za wieczorną panoramę Kcyni (teleobiektywy 500 mm, f/7.1, ISO 200, eksp. 1/6400 s)

Astronomia w szkole: TELESKOP DLA NAUCZYCIELA I UCZNIA	66
<b>Krzyżówka</b>	70
<b>Astrożarty Jacka D.</b>	70
<b>Poczta</b>	71
<b>Zaproszenia (złoty, obozy, konkursy etc.)</b>	71

### LUTY 2016

**4 II** — Zakończono montaż lustra głównego dla kosmicznego teleskopu Jamesa Webba. Osiemnaście sześciokątnych segmentów tworzy zwierciadło o średnicy 6,5 m (fot. obok). Po wyniesieniu na orbitę w 2018 r. teleskop Jamesa Webba będzie największym „okiem” w Kosmosie. Nie całkiem jednak zastąpi teleskop Hubble'a, bowiem będzie pracował w dziedzinie podczerwonej. (zob. „Urania” 2/16, s. 35).



Źródło: NASA/Chris Gunn

**6 II** — W miejscowości Vellore w Indiach spadł 10-kg meteoryt. Posypały się szyby, w wyniku czego 4 osoby zostały ranne, z których jedna wkrótce zmarła. Jest to pierwszy w historii udokumentowany przypadek śmierci człowieka w wyniku spadku meteorytu. Dwa wcześniejsze (1825 r. Indie i 1908 r. Podkamienna Tunguska) to tylko niepotwierdzone pogłoski.

**7 II** — Po raz pierwszy spektroskopowo zbadano skład atmosfery super-Ziemi, jaką jest planeta 55Cancri e (masa 8 razy większa od Ziemi). Okazało się, że głównymi składnikami atmosfery są prawdopodobnie wodór i hel, natomiast nie widać śladów wody. To dość zaskakujące — lekka atmosfera u planety, której temperatura powierzchni wynosi ok. 2000 K.

**10 II** — Zachęcieni odkryciem przez próbnik Dawn tajemniczych białych plamek w kraterze Occatorna powierzchni Ceres („Urania” 2/15, s. 12), astronomowie postanowili sprawdzić, czy nie da się ich zaobserwować z Ziemi. Nie bezpośrednio, bo są na to zbyt małe, ale poprzez efekt lekkiego chybienia się prędkości radialnej planetki, wynikającego z przesuwania się białych plamek na tarczy Ceres w rytm jej 9-godzinnego obrotu. Nie tylko się to udało, ale odkryto wyraźne nieregularności tego efektu. Wygląda na to, że rozgrzewając się na Słońcu, białe plamki się kurczą, odbudowując się nocą. A więc Ceres jest aktywna!

**11 II** — Ogłoszono odkrycie fal grawitacyjnych. Historycznej pierwszej obserwacji dokonano 14 IX 2015 r., wkrótce po uruchomieniu ulepszonej wersji detektora LIGO (dwa interferometry laserowe — jeden w stanie Washington, drugi w Luizjanie), po półwieczu bezowocnych prób. Zarejestrowany sygnał powstał podczas koalescencji dwóch czarnych

dziur o masach 36 i 29 M<sub>☉</sub>, w galaktyce odległej o 1,3 mld lat św. Otwarte zostało nowe okno na Wszechświat i jego historię, aż do samych początków. (zob. „Urania” 2/16, s. 8)

**18 II** — Od pewnego czasu wiadomo było, że galaktyka spiralna NGC 4569 zawiera stanowisko za mało gazu, jak na ten typ. Gdzie się podziała? Odnaleziono go tuż obok galaktyki (czerwone kłaczki na prawo od galaktyki na zdjęciu obok), i jest go tam akurat tyle, ile brakuje w NGC 4569. Zapewne został wywiany przez napór gazu międzygalaktycznego, z gromady Panny, przez którą właśnie przebija się NGC 4569.

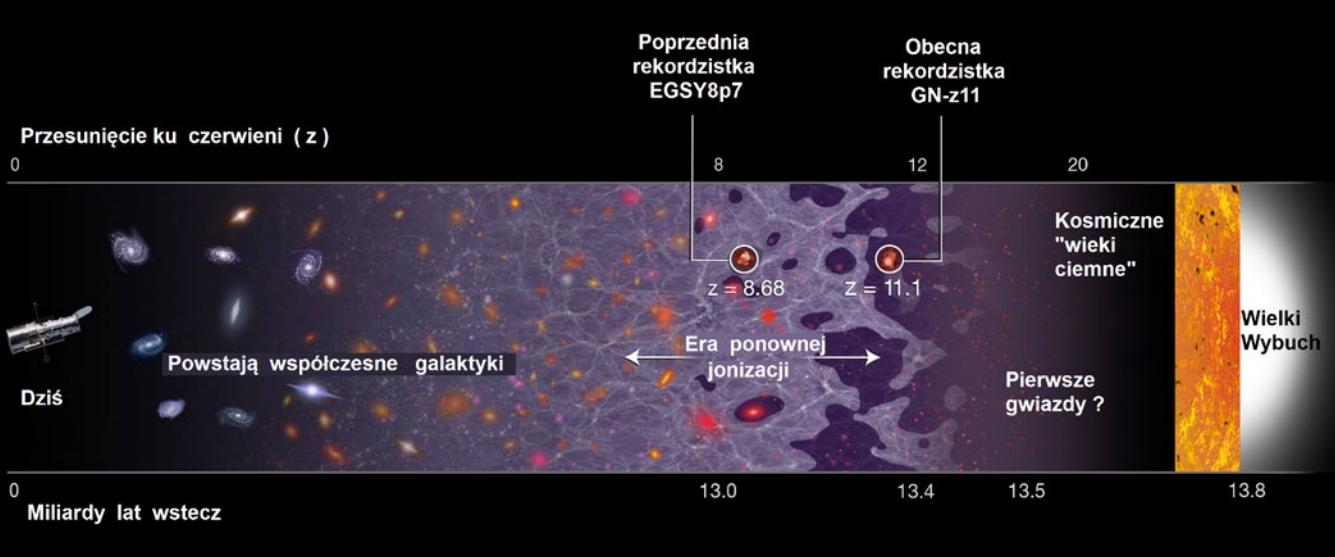
**18 II** — Opublikowano wyniki pomiarów temperatury powierzchni Tytana (księżyca Saturna), wykonane przez próbnik Cassini w latach 2004–2016. Najwyższa zanotowana temperatura wynosi –180°C. Co ciekawe, nawet tam, tak daleko od Słońca (9,5 j.a.), występują pory roku wynikające z nachylenia osi rotacji do płaszczyzny orbity. Tyle że zima na biegunie jest zaledwie o 3°C chłodniejsza od tropikalnych „upałów”.



Źródło: CFHT/Coelum

### MARZEC 2016

**2 III** — Uczyniono ważny krok ku poznaniu tajemnicy szybkich rozbłysków radiowych (*FRB* — *fast radio burst*). Choć są silne, to jednak bardzo krótkie — trwają zaledwie kilka milisekund, dlatego niezwykle trudno je dostrzec. Dotychczas zarejestrowano ich mniej, niż sformułowano hipotez na temat ich natury. Do dziś nie jest nawet pewne, czy wysyłają je obiekty galaktyczne, czy pozagalaktyczne („Urania” 4/13 s. 36, 4/14 s. 6). Okazało się jednak, że przy najmniej jeden z nich robi to dosyć często. Z tego samego miejsca w kosmosie, z którego dotarł do nas rozbłysk radiowy 2 XI 2012 r., zaobserwowano 10 kolejnych rozbłysków w czasie dwóch 3-godzinnych sesji w maju i czerwcu 2015 r. Jedno jest więc



pewne: jakkolwiek jest mechanizm rozbłysków, nie niszczy on źródła. Nie jest to więc katastrofa w rodzaju wybuchu supernowej lub koalescencji dwóch gwiazd neutronowych. Przynajmniej w tym przypadku. (zob. „Urania” 2/16, s. 39)

**3 III** — Znów pobito rekord: odtąd najdalszą galaktyką, której odległość zmierzono, jest GN-z11 (zob. „Urania” 2/16, s. 38). Jej widmo jest przesunięte ku czerwieni o  $z = 11.1$ , co oznacza, że widzimy ją taką, jaką była zaledwie 400 mln lat po Wielkim Wybuchu (rys. wyżej).

**7 III** — Powierzchnia Merkurego przypomina Księżyca nie tylko rzeźbą, ale i bardzo słabą zdolnością odbijania światła (średnie albedo to tylko 0,07 — jak świeży asfalt). Księżyca poczerniają zawarte w minerałach skorupy związki żelaza, które jednak są niewinne w przypadku Merkurego. Analiza danych zebranych przez misję MESSENGER pokazała, że tu odpowiedzialny jest węgiel w postaci grafitu, który skryształował w fazie formowania się skorupy planety.

**17 III** — Coś uderzyło w Jowisza. Trwający 1 s błąsk tuż przy krawędzi planety został przyłapany na zapisach wideo przez dwóch obserwatorów (fot. niżej). Cokolwiek to było — planetoida czy jądro komety — musiało to być ciało małe, o średnicy kilku — kilkunastu metrów. Licząc od słynnego bombardowania Jowisza przez kometę Shoemaker-Levy 9 w 1994 r., to już szósty taki przypadek. Według teoretyków, kolizje tak małych ciał z Jowiszem zdarzają się średnio parę razy miesięcznie, jednak rzadko je widujemy.

**21 III** — Kometa 252P/LINEAR minęła Ziemię w odległości zaledwie 5,3 mln km (14 razy dalej niż Księżyca). Ostatnie tak

bliskie spotkanie z kometą miało miejsce w 1983 r. (kometa C/1983 H1 IRAS-Araki-Alcock; 12,2 średnich odległości Ziemia-Księżyca). Co więcej, miesiąc wcześniej wybuchła, jaśniejąc kilkaset razy i osiągając w maksymum blask 4<sup>m</sup> (na fot. niżej w towarzystwie gromady kulistej M14).



źródło: José J. Chambó, www.cometografia.es

**22 III** — Jeszcze bliżej, bo tylko 3,4 mln km (9 razy dalej niż Księżyca) śmignęła obok Ziemi kometa P/2016 BA14 (Pan-STARRS). To prawdopodobnie nie przypadek. Obie komety biegły po niemal identycznych torach, sięgając w aphelium orbity Jowisza. Zapewne niegdyś były jednym obiektem, który pewnego razu zanadto zbliżył się do króla planet, co skończyło się rozerwaniem na dwa ciała.

**30 III** — Egzoplaneta 55 Cancri e zwrócona jest ku swej gwieździe stale tą samą stroną. Właśnie zmierzono temperaturę obu jej półkul — dzienną i nocną. Oczywiście spodziewano się różnicy, ale niezbyt wielkiej. Przecież ta planeta ma atmosferę (patrz notatka po datą 7 II), która powinna skutecznie rozprowadzać ciepło po całym globie. Tymczasem nocna strona ma temperaturę 1100°C, dzienna zaś aż 2400°C. Co więcej, najgoręcej nie jest w punkcie podgwiezdowym, lecz 40° na wschód. Nic tu się ze sobą nie zgadza i tylko jedno jest pewne — do pełnego i spójnego obrazu tej planety jest jeszcze daleko, ale będzie to obraz fascynujący.

Wybrał i skomentował Marek Muciek



# Najpotężniejsze katastrofy we Wszechświecie: cała para w... fale grawitacyjne<sup>1</sup>

# Zderzenia czarnych dziur

Krzysztof Belczyński  
Wojciech Gładysz

*W zupełnej ciszy i totalnej ciemności następuje zderzenie czarnych dziur. Ta katastrofa nie generuje fal dźwiękowych, nie pojawiają się jakiekolwiek fale elektromagnetyczne, nie są emitowane neutriona. Natomiast kiedy dwie czarne dziury zbliżają się do siebie, w szaleńczym pędzie porównywalnym z prędkością światła, sama czasoprzestrzeń zaczyna drżeć, wibrować, aż dochodzi do potężnego wyładowania energii w postaci fal grawitacyjnych.*

Kiedy 14 września 2015 r. amerykańskie obserwatorium LIGO zanotowało zderzenie dwóch czarnych dziur, odbraliśmy echo zdarzenia, w którym, w mgnieniu oka, została wyemitowana energia przyjmiewająca cały widzialny Wszechświat. Dwie masywne czarne dziury, jedna o masie 36 a druga 29 mas Słońca, zderzyły się i utworzyły jedną, która liczyła 62 masy Słońca. Tak, nikogo sztuka dodawania nie zadowzi, całe 3 masy Słońca (sic!) uległy redukcji w tej kolizji. Znikiły one ze świata materialnego, ale pojawiły się w postaci fal grawitacyjnych. Fale te,

rozchodzące się z prędkością światła, dotarły do Układu Słonecznego i zostały zarejestrowane przez dwa detektory LIGO oddalone od siebie o około 3000 km na terenie USA.

## 100 LAT PO EINSTEINIE

Fale grawitacyjne są konsekwencją równań ogólnej teorii względności podanej przez Alberta Einsteina w 1916 r. Od lat 60. XX w. naukowcy próbowali je „zobaczyć” i poddać wspomnianą teorię ostatecznej próbie. Pierwsze detektory (tzw. *bar detectors*) zostały zaprojektowane przez Josepha Webera. Były to aluminiowe cylindry o długości około dwóch metrów i średnicy jednego metra zawieszone na stalowych linkach. Przechodząca fala grawitacyjna miała wprawić jeden z tych cylindrów w drgania rezonansowe, które zostały z kolei przekształcone przez sensory w sygnał elektryczny. Weber zadał sobie wiele trudu, aby odizolować swój układ doświadczalny od

wszelkiego rodzaju zaburzeń i twierdził, że jedynym liczącym się źródłem zakłóceń w cylindrach był przypadkowy ruch termiczny atomów aluminium. Ruch ten miał powodować zmianę długości cylindra o około  $10^{-16}$  m, mniej niż średnica protonu, lecz oczekiwana zmiana spowodowana przejściem fali grawitacyjnej przez cylinder była niestety niewiele większa. Ta cienka granica pomiędzy szumem a oczekiwana detekcją, w połączeniu ze słabą znajomością analizy danych przez Webera, miała wkrótce spowodować w świecie naukowym wielkie poruszenie. Ogłosił on pierwsze odkrycie fal grawitacyjnych pod koniec lat 60. Jednakże w latach 70., po wybudowaniu podobnych detektorów i przeprowadzeniu eksperymentów na całym świecie, te rewelacje zostały odrzucone jako nieprawdziwe, a detektory Webera odeszły do lamusa.

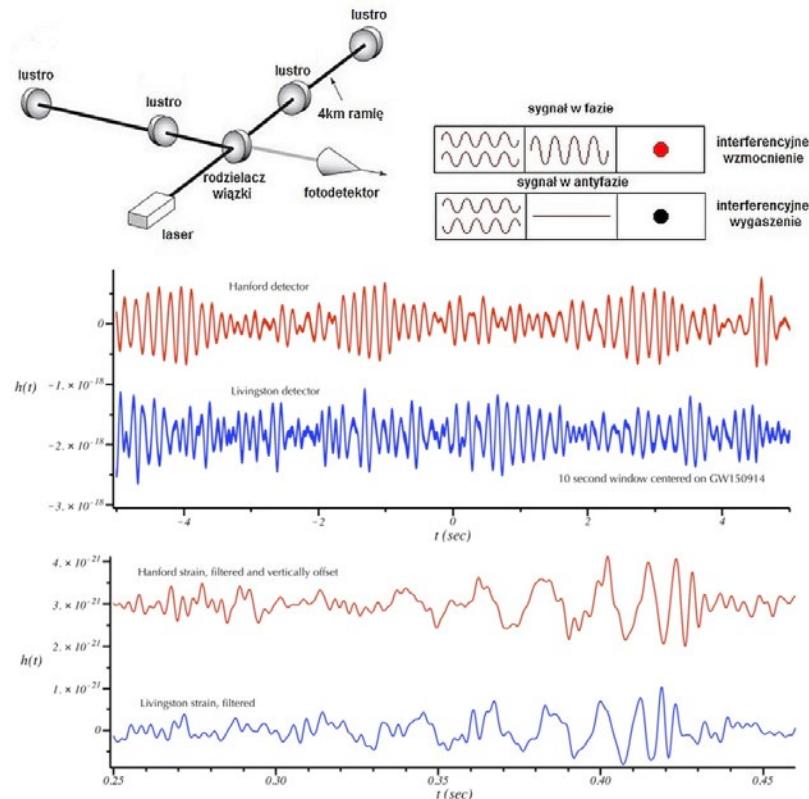
W 1974 r. Russell Hulse i Joseph Taylor odkryli istnienie pierwszego układu dwóch gwiazd neutronowych:

<sup>1</sup> Pierwsze doniesienia o fali grawitacyjnej skomentował w poprzednim numerze „Urani” (nr 2/2016 s. 8) fizyk doświadczalny, Grzegorz Karwasz. Tym razem oddajemy głos astrofizykom z grupy badaczy, którzy przewidzieli, że pierwsze obserwacje dotyczyć będą właśnie zderzeń czarnych dziur. W połowie czerwca podano informację o kolejnej po GW150914 detekcji zderzenia czarnych dziur w grudniu GW151226 i bardzo prawdopodobnym kandydatem na takie zjawisko z października ubiegłego roku LVT151012 (Red.)

PSR 1913+16 (Nagroda Nobla 1993). Układ ten powoli traci swoją energię orbitalną, a dwie tworzące go bardzo gęste gwiazdy neutronowe powoli zbliżają się do siebie, zacieśniając orbitę. Za około 300 mln lat nastąpi ich katastroficzne zderzenie, którego wynikiem będzie silna emisja fal grawitacyjnych oraz naprawdę prawdopodobniej towarzyszący temu błysk promieniowania gamma — najjaśniejsze źródło promieniowania elektromagnetycznego w znany nam Wszechświecie. Bazując na fakcie istnienia tego obiektu, astronomowie przewidzieli, że w lokalnym Wszechświecie może znajdować się niewidoczna populacja podwójnych gwiazd neutronowych. Przypuszczało się, że takich obiektów może być na tyle dużo, że każdego roku prawdopodobnie dochodzi do zderzenia dwóch, a nawet więcej, gwiazd neutronowych. Trzeba tylko sięgnąć odpowiednio głęboko w otaczający Kosmos, aby te zdarzenia zaobserwować. To niesłychanie ważne odkrycie otworzyło drogę dla astronomii fal grawitacyjnych.

W latach 80. w MIT rozpoczęto teoretyczne prace nad innym typem obserwatorium grawitacyjnego — detektorem opartym na interferometrze Michelsona. W latach 90. MIT wspólnie z Caltechem, pod patronatem National Science Foundation (amerykańską organizacją sponsorującą badania naukowe — odpowiednik polskiego NCN: Narodowego Centrum Nauki), rozpoczęli budowę LIGO. Są to dwa czterokilometrowe ramiona, ustawione względem siebie pod kątem prostym, przez które biegą wiązki lasera odbijające się od luster umieszczonych na ich końcach. Wiązki te służą jako bardzo precyzyjna linijka (wykrywają zmianę długości równą  $1/10\,000$  szerokości protonu) do pomiaru długości ramion. Całe urządzenie działa na zasadzie interferometru scalającego dwa źródła światła w jedno. Zostało zaprojektowane tak, aby wiązka wychodząca i powracająca znosiły się wzajemnie, gdy długość ramienia pozostaje niezmieniona. Gdy jednak długość ramienia się zmienia, z nałożeniem się dwóch wiązek powstaje wzór interferencyjny, który pozwala naukowcom wywnioskować, jakie źródło i o jakich parametrach wywołało takie zaburzenie. Sam projekt kosztował prawie miliard dolarów, a zaangażowanych w prace zostało około 1000 naukow-

## Zasada działania interferometru LIGO



U góry przedstawiono schemat i zasadę działania interferometru Michelsona w obserwatoriach LIGO. Centralne, nachylone pod kątem  $45^\circ$  do głównych wiązek luster zarówno rozdziela, jak i splata wiązki powracające z ramion interferometru. Gdy drogi optyczne w ramionach są identyczne (lub różnią się o siebie o wielokrotność długości fali), sygnały się dodają i otrzymujemy interferencyjne wzmacnienie obrazu. Interferometry LIGO są jednak zestrojone w antyfazie, tzn. drogi optyczne w ramionach różnią się o pół długości fali i sygnały się odejmują (wygaszają). Najmniejsza nawet zmiana wzajemnej długości ramion zwielokrotnionej kilkaset razy poprzez wewnętrzne odbicia spowoduje pojawienie się sygnału interferometrycznego na fotodetektorze. Pierwszy interferogram obejmuje 20 sekund wokół detekcji fali grawitacyjnej. Modulacja amplitudy interferogramu pokazuje zakłócenia (drgania) niskiej częstotliwości. Prawdziwy sygnał jest blisko 1000 razy słabszy i ukryty jest w grubości linii. Najwyższy interferogram pokazuje zaledwie 20 ms, podczas których sygnał fali grawitacyjnej jest już prawie widoczny. Detektor Livingston otrzymał sygnał jako pierwszy, czyli sygnał Hanford jest opóźniony o około 7 milisekund z powodu czasu propagacji fali grawitacyjnej między detektorami. Dodatkowo sygnały są odwrócone o  $180^\circ$  skutkiem odwrotnego usytuowania ramion w obu detektorach, dając efekt pokazany w poprzednim numerze „Uranii” (rys. 1 i 2 w „Uranii” 2/2016 s. 8–9). Pełen proces wyluskiwania sygnału pierwszej fali grawitacyjnej, ilustrowany graficznie i... akustycznie, można odnaleźć w pięknym artykule samego dyrektora LIGO, Davida Reitze, skąd zaczerpnęliśmy dwa z wielu pokazanych tam interferogramów: <http://www.soundsofspacetime.org/detection.html> (Red.)

ców, w tym też kilkunastu Polaków. Pierwsze wstępne obserwacje LIGO przeprowadziło w latach 2005–2010, jednakże niewielka czułość pierwszych obserwacji (LIGO było czułe na detekcję zderzenia dwóch gwiazd neutronowych tylko do 18 megapar seków) nie pozwoliła sięgnąć w głąb Wszechświata na tyle, aby zaobserwować fale grawitacyjne.

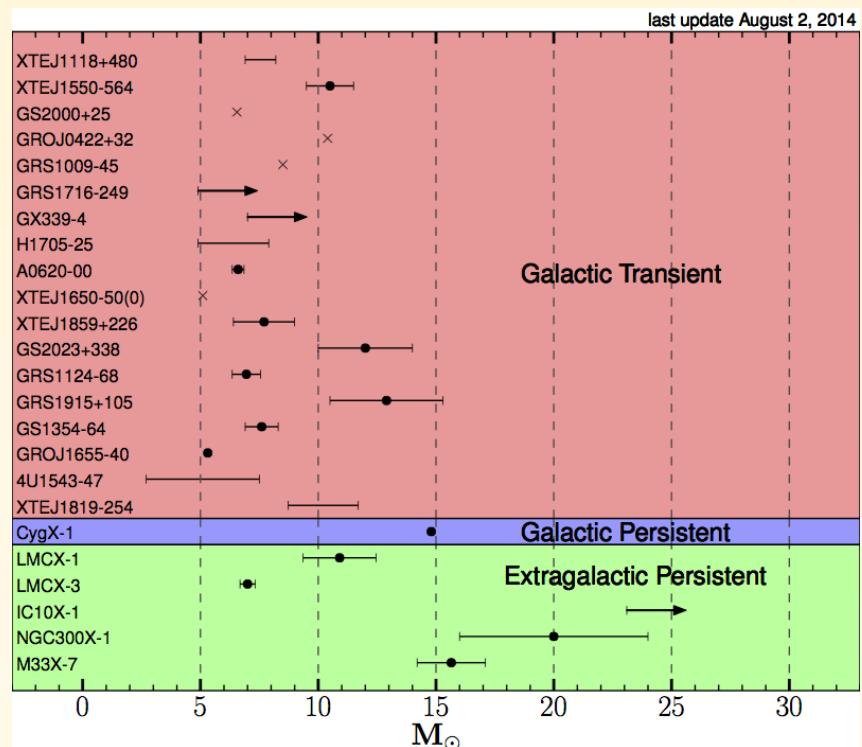
Instrumenty grawitacyjne umieszczone na Ziemi działają w zakresie wysokich częstotliwości fal grawitacyjnych: od około 20 Hz do tysięcy Hz. Ze strony niskich częstotliwości czułość LIGO jest ograniczona drganiem sejsmicznymi skorupy ziemskiej, a ze strony wysokich częstotliwości stabilnością laserów używanych w interferometrach. Ten specyficzny zakres częstotliwości, w którym

pracują naziemne detektory, pozwalające na obserwacje fal grawitacyjnych tylko z bardzo specyficznych źródeł — za najbardziej obiecującą uważa się (do zeszłego roku) zderzenia dwóch gwiazd neutronowych (NS-NS). Sądzono tak po pierwsze dlatego, że ich zderzenia produkują fale grawitacyjne w samym środku zakresu czułości LIGO, ale przede wszystkim dlatego, że wiemy na pewno o ich istnieniu! Obecnie od pierwszego odkrycia (PSR 1913+16) zanotowaliśmy już około 10 kolejnych układów podwójnych gwiazd neutronowych, a nowe są cały czas odkrywane.

### PODŁÓJNE CZARNE DZIURY — NASZA SPECJALNOŚĆ<sup>2</sup>!

Podwójne gwiazdy neutronowe nie są jednakże jedynymi obiektami astrofizycznymi, które mogą wygenerować fale grawitacyjne o częstości próbkoowanej przez LIGO. W szczególności zderzenie czarnej dziury z gwiazdą neutronową (BH-NS) lub zderzenie dwóch czarnych dziur (BH-BH) powinno prowadzić do powstania bardzo silnych fal grawitacyjnych. I choć współczesna astronomia ma dowody na istnienie około 20 czarnych dziur (rys. 1) i dodatkowo kilkadziesiąt obiektów, które prawdopodobnie zawierają czarne dziury, to do chwili obecnej nie było żadnych dowodów na istnienie systemów składających się z gwiazdy neutronowej i czarnej dziury ani układów dwóch czarnych dziur. Podkreślimy tu, że mówimy o „lekkich” czarnych dziurach, które tworzą się w wyniku ewolucji masywnej gwiazdy. Supermasywne czarne dziury, których masy wynoszą miliony mas Słońca, i które spotyka się w centrach galaktyk, są poza zakresem częstości, w którym działają naziemne detektory fal grawitacyjnych. Tylko gwiazdy znacznie masywniejsze niż Słońce, umierając w wybuchu supernowej, mogą zamienić się w gwiazdę neutronową.

Jeżeli dwie takie masywne gwiazdy (ważące od 10 do 20 mas Słońca) żyły obok siebie w układzie podwójnym, obiegając się wzajemnie, mogły dojść do powstania układu podwójnego gwiazd neutronowych. Gwiazdy o jeszcze większych masach (ważące od 20 do 100 mas Słońca) kończą swoje życie, tworząc czarne dziury (patrz: rys. 2). Jednakże tych najcięższych



Rys. 1. Prezentacja mas znanych do momentu detekcji fali grawitacyjnej czarnych dziur. Wszystkie one są składnikami ciasnych podwójnych układów rentgenowskich (X-ray binaries). Większość galaktycznych obiektów stanowi układy „tymczasowe” aktywne (transient), podczas gdy wszystkie pozagalaktyczne są trwałymi (persistent) źródłami rentgenowskimi. Masy oznaczone krzyżkami są stosunkowo niepewne, w niektórych przypadkach można podać tylko zakres prawdopodobnej masy, a w niektórych jej dolną granicę (źródło: <http://www.stellarcollapse.org/bhmasses>)

gwiazd jest dużo mniej niż gwiazd, które mogą dać życie gwiazdom neutronowym, nie oczekiwano więc, że to właśnie zderzenia czarnych dziur mogą być pierwszym zaobserwowanym źródłem fal grawitacyjnych. Dodatkowym potwierdzeniem tych przypuszczeń był fakt, że jak dotąd nikomu nie udało się zaobserwować ani układu czarna dziura-gwiazda neutronowa (poszukiwanie radiowe) czy układu dwóch czarnych dziur (obserwacje mikrosoczewkowania grawitacyjnego).

Przełom w zrozumieniu powstawania czarnych dziur nadchodzi w 2010 r. Teoretyczne badania nad ewolucją najmasywniejszych gwiazd pozwalają na przedstawienie nowej teorii powstawania czarnych dziur. Ten milowy krok ma swój początek w bardzo prostym, wręcz oczywistym, spostrzeżeniu — Wszechświat składa się z gwiazd o szerokim zakresie składu chemicznego: od gwiazd o małej metaliczności (procentowej zawartości pierwiastków innych niż wodór i hel) do tych, które ciężkich pierwiastków mają względnie dużo. Słońce, dla przykładu, zalicza się do tej drugiej kategorii i poza wodorem i helem zawiera aż 2% cięższych pierwiastków. Pierwsze gwiazdy powstające z pierwotnej materii miały tych

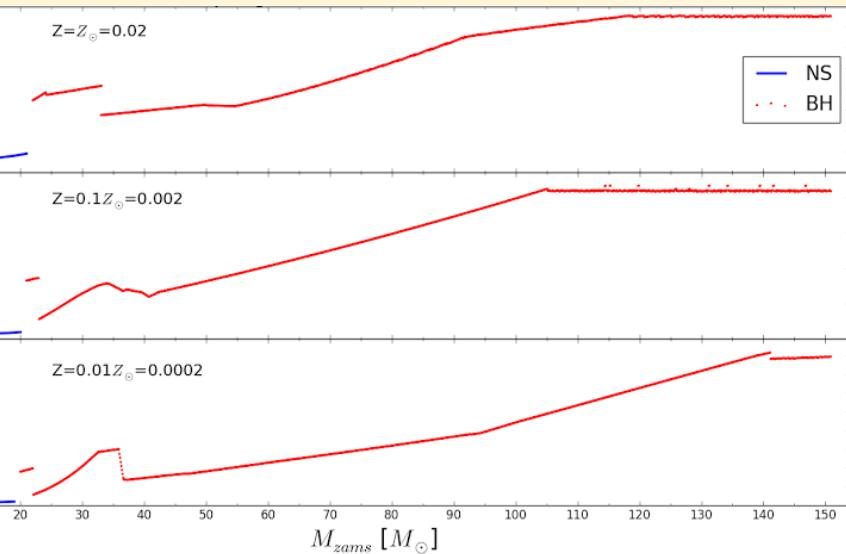
metali 0%. Natomiast gwiazdowe populacje pośrednie, wzbogacone o produkty fuzji uwolnione w wybuchach supernowych, im później się utworzyły, tym bardziej posiadały wzbogacony skład chemiczny (miedzy 0% a 2%). Do 2010 r. wszystkie przewidywania ilości powstawania i koalescencji czarnych dziur oparte były na modelach gwiazd o dużej zawartości metali (takich jak Słońce, tylko dużo masywniejszych). Jednakże okazuje się, że przy znacznie mniejszej metaliczności (0,2% i mniej) czarne dziury są nie tylko bardziej masywne, ale tworzą się znacznie efektywniej w układach podwójnych.

W pierwszym kroku pokazujemy, w oparciu o najnowsze oszacowania siły wiatrów gwiazdowych, że czarne dziury mogą ważyć aż 80 mas Słońca, a nie tylko 10–20 mas Słońca, jak przypuszczano do 2010 r. Ten wynik ma olbrzymi wpływ na ocenę szansy detekcji fal grawitacyjnych. Im bardziej masywnie są czarne dziury, tym silniejsze fale grawitacyjne produkuje ich zderzenie i tym łatwiej je „dostrzec”. Obecne badania zdają się wskazywać, że gwiazdy mogą utworzyć czarne dziury o masie 100 mas Słońca, a nawet cięższe! Są trzy główne czynniki, które pozwa-

<sup>2</sup> Patrz również „Urana” 4/2015 s. 8.

lają na zwiększenie masy czarnej dziury: (1) słabsze wiatry występujące przy małej zawartości metali; (2) zwiększone mieszanie w centrum gwiazdy wywołane albo szybką rotacją, albo efektywną konwekcją lub (3) fakt, że gwiazdy mogą osiągać masy znacznie większe, niż dotąd przypuszczano.

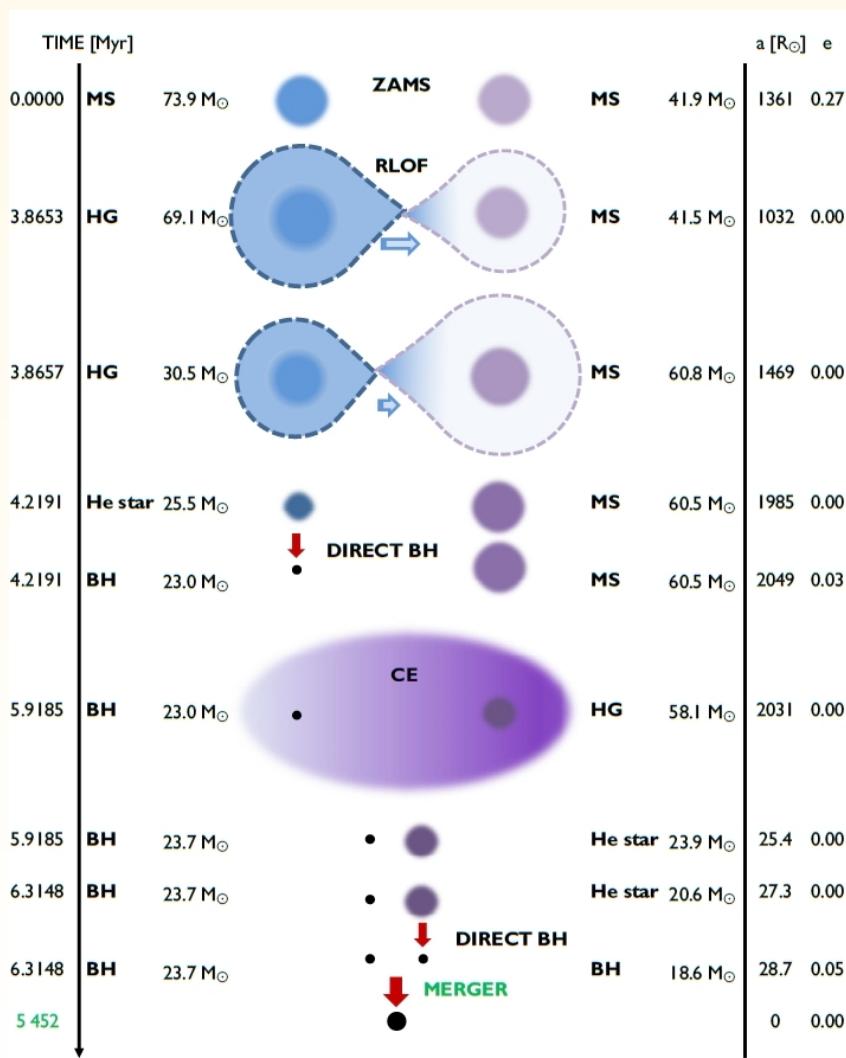
W drugim kroku pokazujemy, że dotychczasowe oszacowania ilości zderzeń czarnych dziur we Wszechświecie były całkowicie nieprawidłowe. Wszystkie istniejące prace na temat powstawania układów dwóch czarnych dziur były dotychczas oparte na ewolucji gwiazd takich, jakie typowo znajdują się w naszej Galaktyce — są to głównie gwiazdy o dużej zawartości ciężkich pierwiastków (metali). Ewolucja tych gwiazd, a w szczególności ich gwałtowna ekspansja zaraz po ciągu głównym (wypaleniu wodoru), powoduje, że te gwiazdy bardzo rzadko produkują układy dwóch zderzających się czarnych dziur. Gwałtowny wzrost rozmiarów gwiazdy znacząco zwiększa prawdopodobieństwo



Rys. 2. Zależność finalnej ( $M_{\text{remainant}}$ ) masy obiektu zwartego (gwiazdy neutronowej — NS lub czarnej dziury — BH) od masy początkowej gwiazdy ( $M_{\text{zams}}$ ) dla różnych wartości metaliczności, gdzie  $Z=0.02$  to metaliczność słończa. W rosnącej masie maksymalnej osiąganej przez czarne dziury widoczny jest wpływ wiatrów gwiazdowych, znacząco słabnących z malejącą metalicznością, które są jednym z głównych czynników powodujących utratę masy przez gwiazdę w trakcie ewolucji. Widoczny jest także tzw. mass gap, czyli brak obiektów zwartych w przedziale ok. 2–5 mas Słońca. Warto zwrócić uwagę, że zakres skali masy końcowej zmienia się od ok.  $90 M_{\odot}$  dla  $Z=0.002$ , poprzez ok.  $45 M_{\odot}$  dla  $Z=0.02$ , do zaledwie  $16 M_{\odot}$  dla  $Z=0.002$ .

zainicjowania transferu masy z jednej gwiazdy na drugą w układzie podwójnym. Jeżeli transfer masy jest inicjo-

wany zaraz po ciągu głównym, to albo dwie gwiazdy bardzo szybko zlewają się w jedną dużą gwiazdę, albo transfer



Rys. 3. Przykład ewolucji układu podwójnego kandydującego do zderzenia (merger) czarnych dziur (BH) o końcowych masach niespełna 24 i  $19 M_{\odot}$ . Do zderzenia dochodzi dopiero po blisko 5,5 mld lat, ale układ odległy o około 1/3 promienia orbity Merkurego ( $28.7 R_{\odot}$ ) czarnych dziur powstaje już po około 630 mln lat, czyli przez blisko 5 końcowych miliardów lat życia układu nic w nim się nie dzieje, poza nieuchronnym zbliżaniem się obiektów, aż do koalescencji. Tego typu ewolucja możliwa jest dzięki niskiej metaliczności początkowej obydwu gwiazd: w tym wypadku wynosi ona  $Z=0.002$ , czyli zaledwie 10% metaliczności słończej. Z jednej strony pozwala ona utworzyć na ciągu głównym (MS) gwiazdy bardzo masywne, z drugiej zapobiega silnym wiatrom gwiazdowym podczas ewolucji. Wiatry te będą najsielniejsze w fazie wypełnienia przez pierwszą gwiazdę krytycznej powierzchni Roche'a (RLOF) oraz fazy wspólnej otoczki (CE), dając łączną utratę masy bliską  $70 M_{\odot}$ . Ponad  $4 M_{\odot}$  układ traci na emisję neutrin podczas dwóch zapadnięć gwiazd do czarnej dziury. Warto zauważyć (patrz skala separacji po prawej stronie), że w fazie wspólnej otoczki obiekt wypełniający rozmiarami orbitę Jowisza. Tłumaczenia poszczególnych skrótów w słowniczku

## Słowniczek niektórych pojęć i skrótów

**BH:** ang. *black hole*; czarna dziura — obszar czasoprzestrzeni, którego ze względu na natężenie grawitacji nawet światło nie może opuścić; przedmiotem artykułu są tzw. „gwiazdowe czarne dziury” będące wynikiem ewolucji najbardziej masywnych gwiazd. Inne, tzw. supermasywne (o masach rzędu milionów i miliardów  $M_{\odot}$ ) czarne dziury spotyka się w centrach galaktyk.

**Caltech:** ang. *California Institute of Technology*; Kalifornijski Instytut Technologiczny — jedna z najlepszych prywatnych uczelni w USA na przedmieściach Los Angeles.

**CE:** ang. *common envelope*; wspólna otoczka — krótki i gwałtowny etap ewolucji układu podwójnego gwiazd, do którego dochodzi w sytuacji, gdy przepływ masy z jednego składnika na drugi jest tak szybki, że nie jest w stanie w tym tempie jej przyjąć (zaakreować).

**donor:** dawca — gwiazda pełniąca w danej chwili ewolucji układu podwójnego rolę dostawcy materii, która przepływa z *donora* na *akretora*.

**HG:** ang. *Hertzsprung Gap*; przerwa Hertzsprunga — tu charakterystyczny szybki etap ewolucji gwiazd masywniejszych od ok.  $1,5 M_{\odot}$ : po wyczerpaniu się wodoru helowe jądro zaczyna się kurczyć pod wpływem grawitacji, a aktywna termonuklearnie pozostaje cienka warstwa wodoru na jego powierzchni. Staje się cieńsza, co zmniejsza całkowitą produkcję energii, ale gorętsza i gęstsza, co zwiększa wydajność reakcji. Gwiazda musi szybko przebudować swoją wewnętrzną strukturę, rozbudowując głęboką konwekcję i staje się czerwonym olbrzymem. Szybkie tempo tego etapu (milion i mniej lat) prowadzi do charakterystycznej szczeliny (strefy unikania) między ciągiem głównym

a gałęzią olbrzymów na diagramie Hertzsprunga-Russella, którą jako pierwszy zauważył właśnie Ejnar Hertzsprung (stąd nazwa)

**LIGO:** ang. *Laser Interferometer Gravitational Wave Observatory*; Laserowe I Interferometryczne Obserwatorium Fal Grawitacyjnych obejmujące dwie niezależne stacje w Livingston i Stanford (USA).

**MIT:** ang. *Massachusetts Institute of Technology*; Instytut Technologiczny w Massachusetts — amerykańska prywatna politechnika założona w 1861.

**MS:** ang. *Main Sequence*; ciąg główny — najdłuższy etap w ewolucji gwiazd, podczas którego gwiazdy czerpią energię z syntezy wodoru w hel w swoich jądrach; pas przebiegający wzdłuż krzywej na diagramie Hertzsprunga-Russella, w którym zgrupowane są takie gwiazdy.

**NS:** ang. *neutron star*; gwiazda neutronowa — końcowy produkt ewolucji średniodmasywnych gwiazd ( $\sim 8-15 M_{\odot}$ ), obiekt o średnicy 10–15 km, masie 1,4–2,5  $M_{\odot}$  i gęstości rzędu miliarda ton na  $\text{cm}^3$ !

**RLOF:** ang. *Roche Lobe Overflow*; przepływ przez powierzchnię Roche'a — gwiazda w układzie podwójnym w miarę ewolucji zwiększa rozmiary, aż osiągnie powierzchnię krytyczną (ekwipotencjalną) zwaną powierzchnią Roche'a, wówczas przez punkt osobliwy  $L_1$  między gwiazdami zaczyna przepływać materia. Przepływ z gwiazdy masywniejszej zacieśnia układ i może doprowadzić do powstania fazy wspólnej otoczki (CE).

**ZAMS:** ang. *Zero Age Main Sequence*; Ciąg Główny Wieku Zeroowego — początek życia gwiazdy na ciągu głównym — zerowy wiek gwiazdy oznaczający moment rozpoczęcia reakcji termojądrowych; linia na diagramie Hertzsprunga-Russella w obszarze ciągu głównego odpowiadająca położeniu tych gwiazd.

masy jest w miarę spokojny (zachodzi w długiej skali czasowej — czy to nuklearnej, czy termicznej) i prowadzi do rozszerzenia się orbity układu. Dwie gwiazdy oddalają się od siebie, co wynika z zasady zachowania momentu pędu. W żadnym z tych wypadków nie dochodzi do uformowania się ciasnego układu dwóch czarnych dziur, które mogłyby się zderzyć, generując fale grawitacyjne. W przypadku gwiazd o małej metaliczności sytuacja wygląda jakościowo zupełnie inaczej. Gwiazdy te również zwiększą swoje rozmiary, ale dzieje się to znacznie później w ich życiu — nie zaraz po ciągu głównym, ale na kolejnym etapie ewolucji: głównie podczas palenia helu w centrum. Gwiazdy te mają wtedy zupełnie inną strukturę (np. ich otoczki są konwektywne, a nie promieniste tak jak dla gwiazd po ciągu głównym) i transfer masy jest bardzo gwałtowny. Zachodzi on w skali dynamicznej gwiazdy donora i prowadzi do tak zwanej fazy wspólnej otoczki. Niesie ona ze sobą znaczne zacieśnienie się orbity układu (o czynnik około 100) i pozwala na utworzenie ciasnego układu dwóch czarnych dziur i do ich zderzenia w czasie krótszym niż wiek Wszechświata.

Przyjmując jako punkt wyjścia fakt, że wiele pradawnych gwiazd miało bardzo małą metaliczność oraz to, że nawet w lokalnym Wszechświecie wiele gwiazd zawiera dużo mniej cięższych pierwiastków niż Słońce, policzyliśmy, jaka jest rzeczywista ilość zderzeń czarnych dziur we Wszechświecie. Wyniki były zaskakujące! Nie tylko okazało się, że instrumenty takie jak LIGO powinny zaobserwować jako pierwsze zderzenia czarnych dziur, ale że zderzenia te powinny być obserwowane 25 razy częściej niż zderzenia gwiazd neutronowych. Nasze pierwsze oszacowania z 2010 r. usprawnialiśmy przez ostatnie 5 lat i najnowsze oceny pokazują, że tych zderzeń powinno być aż... 1000 razy więcej! Jednakże już z naszych pierwszych obliczeń we wspomnianym roku wynikało, że pierwsza detekcja nastąpi, kiedy LIGO osiągnie czułość 50–100 Mpc (liczoną zasięgiem detekcji zderzenia gwiazd neutronowych). Dajmy tu, że pierwsza detekcja, z września 2015 r., została dokonana przy czułości LIGO równej 70 Mpc.

W trzecim kroku te czysto teoretyczne przewidywania znalazły pierwsze poparcie obserwacyjne. Od początku lat 90. niezrozumiałym był brak

gwiazd neutronowych i czarnych dziur w zakresie masy od 2 do 5 mas Słońca. W 2012 r. udało nam się pokazać, w oparciu o te usprawnione modele powstawania czarnych dziur, że ta tak zwana „przerwa masowa” (mass gap) jest naturalną konsekwencją szybkości i energetyki wybuchu supernowych.

### NA LAPTOPIE I SMARTFONIE<sup>3</sup>

Wszystkie nasze obliczenia są prowadzone za pomocą syntezy populacji. Jest to astrofizyczny odpowiednik laboratorium umożliwiający testowanie różnych modeli działania Wszechświata. Działa ona jak funkcja, której argumentami są m.in. początkowa masa gwiazdy, metaliczność obłoku gazowego, w którym się ona formuje, możliwe najbardziej szczegółowy fizyczny opis znanych etapów ewolucji gwiazdowej i mnóstwo innych parametrów skalibrowanych na potrzeby danego modelu. W wyniku jej działania otrzymujemy całą sekwencję ewolucyjną danej gwiazdy, a w końcowym efekcie populację milionów gwiazd, których los i własności możemy porównać z obserwacjami i na tej podstawie sprawdzać nasze założenia, które, jeśli

<sup>3</sup> Patrz również „Urania” 2/2016 s. 13

okazują się być uzasadnione, pomagają nam tłumaczyć nowe zjawiska fizyczne zachodzące we Wszechświecie. Stworzyliśmy jeden z najlepszych kodów tego typu: StarTrack. Nasze przewidywania są dostępne na stronie [www.syntheticuniverse.org](http://www.syntheticuniverse.org), a każdy zainteresowany może użyczyć nam swojego komputera i wziąć udział w naszych obliczeniach w ramach programu UNIVERSE@HOME (<http://universeathome.pl/universe/>) koordynowanego przez mgr. Grzegorza Wiktorowicza. Zachęcamy każdego do udziału w badaniach naukowych!

W czasie kiedy LIGO przechodzi modernizacje w latach 2010–2015, dr Michał Dominik (członek naszego zespołu), wspólnie z prof. Krzysztofem Belczyńskim oraz prof. Tomaszem Bulikiem (wszyscy z Obserwatorium Astronomicznego Uniwersytetu Warszawskiego) pracują nad przewidywaniami własności fizycznych czarnych dziur. W serii trzech prac (patrz bibliografia)

grafia poniżej) dochodzimy do wniosku, że najprawdopodobniej pierwsza para czarnych dziur, która zostanie odkryta, będzie posiadała łączną masę od 20 do 80 mas Słońca. Ostateczne potwierdzenie prac naszego zespołu nadchodzi 11 lutego 2016 r., kiedy zespół LIGO na konferencji prasowej w Waszyngtonie, USA ogłasza pierwszą detekcję fal grawitacyjnych. Źródłem tych fal było zderzenie dwóch czarnych dziur o całkowitej masie 65 mas Słońca.

### Bibliografia:

DOUBLE COMPACT OBJECTS. I. THE SIGNIFICANCE OF THE COMMON ENVELOPE ON MERGER RATES; Michał Dominik, Krzysztof Belczyński, Christopher Fryer, Daniel E. Holz, Emanuele Berti, Tomasz Bulik, Ilya Mandel, and Richard O’Shaughnessy: *The Astrophysical Journal* 759 s. 52, 2012; otwarta wersja robocza: <https://arxiv.org/abs/1202.4901v2>

DOUBLE COMPACT OBJECTS. II. COSMOLOGICAL MERGER RATES; Michał

Dominik, Krzysztof Belczyński, Christopher Fryer, Daniel E. Holz, Emanuele Berti, Tomasz Bulik, Ilya Mandel, and Richard O’Shaughnessy: *The Astrophysical Journal* 779 s. 72, 2013; otwarta wersja robocza: <http://arxiv.org/abs/1308.1546v3>

DOUBLE COMPACT OBJECTS. III. GRAVITATIONAL-WAVE DETECTION RATES; Michał Dominik, Emanuele Berti, Richard O’Shaughnessy, Ilya Mandel, Krzysztof Belczyński, Christopher Fryer, Daniel E. Holz, Tomasz Bulik, and Francesco Pannarale: *The Astrophysical Journal* 806 s. 263, 2015; otwarta wersja robocza: <http://arxiv.org/abs/1405.7016v2>

### Bonus z ostatniej chwili — model ewolucji prowadzący do fali grawitacyjnej GW150914:

THE FIRST GRAVITATIONAL-WAVE SOURCE FROM THE ISOLATED EVOLUTION OF TWO 40-100 M<sub>SUN</sub> STARS; Krzysztof Belczyński, Daniel E. Holz, Tomasz Bulik, Richard O’Shaughnessy: *Nature* 534, s. 512, 2016; otwarta wersja robocza: <http://arxiv.org/abs/1602.04531v2>



Fot. Małgorzata Wiśniewska-Krasinska

Autorami artykułu są kierownik niezwykłego zespołu badawczego, profesor Krzysztof Belczyński (z lewej) i najmłodszy członek grupy, student w okolicach licencjatu, Wojciech Gladysz (z prawej). Napisany z wielką emocią gdzieś w samolocie tekst Profesora uzupełnił i oprawił ilustracjami Wojtek. Emocji trudno się dziwić, bo przewidziane przez grupę zjawiska – zderzenia czarnych dziur w układach podwójnych – właśnie znajdują kolejne potwierdzenia w najbardziej przełomowym odkryciu XXI w., falach grawitacyjnych. Szczególna rolę w tych badaniach odegrał niedawny doktorant Profesora, dr Michał Dominik (w środku), którego doktorat zawierał wiele z tych obliczeń. Dr Dominik jest pierwszym autorem serii wspomnianych w tekście artykułów (patrz bibliografia). Zespół działa w Obserwatorium Astronomicznym Uniwersytetu Warszawskiego i uzupełniają go profesor Tomasz Bulik, inicjator tej tematyki i przed laty promotor Krzysztofa, oraz doktorant Grzegorz Wiktorowicz (wszyscy OA UW) i sporadycznie kilkoro innych doktorantów i naukowców z różnych ośrodków. W szczególności należy tu wymienić trzech Amerykanów, Dana Holza, Chrisa Fryera, Richarda O’Shaughnessy’ego, oraz Włocha Emanuela Berti. Wniosek z tych prac jest niesamowity! Oto masywne układy podwójne powstałe 1–7 mld lat po Wielkim Wybuchu, w bliskich nam epokach, czili 5–11 mld lat później, powinny kończyć ewolucję w postaci koalescencji czarnych dziur.

Na łamach „Uranii”, gościśmy niedawno Grzegorza Wiktorowicza, który już prezentował część wyników zespołu. Najpierw zaprezentował możliwe scenariusze prowadzące do powstania czarnej dziury w wyniku ewolucji masywnej gwiazdy, ze szczególnym uwzględnieniem kolapsu bez zjawiska supernowej („Urania” nr 4/2015 s. 8), a ostatnio szczegółowo wyjaśnił wspomnianą i w tym artykule ideę obliczeń naukowych w chmurze osobistych laptopów i smartfonów („Urania” nr 2/2016 s. 13).

Nie zabrakło przedstawicieli grupy w programie telewizyjnym Astronarium. Już w odcinku 5 „Gwiazdy kataklizmiczne”, właśnie Grzegorz uzupełnia całą menażerię układów o te zawierające czarne dziury i gwiazdy neutronowe. Z kolei w bardzo popularnym odcinku o „Komputerach w astronomii” (odc. 16) sam Chris Belczyński opowiada o opisanych w tym numerze symulacjach w chmurze, nawet nie zajknawszy się, że już mają potwierdzoną detekcję LIGO. W ostatnim z wyprodukowanych, odcinku 26 „Fale grawitacyjne” o wynikach Belczyńskiego i spółki opowiada współpracująca z zespołem Belczyńskiego prof. Dorota Gondek-Rosińska z Uniwersytetu Zielonogórskiego.

Krzysztof był chyba najzdolniejszym studentem astronomii na UMK, z jakim miałem przyjemność się zaprzyjaźnić. Z prawdziwą dumą po ponad dwudziestu latach upowszechniam jego wyniki w artykułach popularnonaukowych i na filmach. Niezwykły jest też bezpośredni i partnerski styl, w jaki je osiąga, jednocześnie grupę badawczą, otwartą tak dla mistrzów, jak i studentów. Być może zawdzięczę to... górom. Warto wspomnieć, że Krzysztof Belczyński jest kultową postacią wśród wielu ludzi gór i wspinaczy. Na wielu drogach uzyskiwał rekordy świata w czasie przejścia. Bardzo długo, wybierając się na konferencję naukową, jako główne kryterium rozważał jej lokalizację, odpowiednio bliską jakiejś wyjątkowo wysokiej, gładkiej jak szkło i przewieszonej na 45° ściany („tylko” pionowe go nie interesowały). Obcując na co dzień z grawitacją czarnych dziur, podobno dopiero po kilkunastu kontuzjach uwierzył w tę ziemską. Jakiekolwiek 20 lat temu, podczas jednej z konferencji, zaproponował mi zbiegniecie z Turbacza do Koninek. Trwało to kilka minut. Do dzisiaj jestem dumny, że poddałem i nie umarłem! Chris tylko się otrzepał i poszedł na wykład.

Maciej Mikołajewski

Kto powinien dostać Nobla za fale grawitacyjne?

# Jeszcze jedna hipoteza Einsteina ostatecznie potwierdzona

Copyright Project Syndicate 2016

Artykuł ten ukazał się (po angielsku) w maju 2016 r. w *Project Syndicate*, opiniotwórczej witrynie internetowej, współpracującej z wieloma wiodącymi światowymi dziennikami. Dziękujemy pani Joannie Rose z redakcji *Project Syndicate* za zezwolenie na publikację polskiego tłumaczenia w „*Uranii*”.

GÖTEBORG — Dawno, dawno temu, w bardzo odległej galaktyce, dwie ogromne czarne dziury, każda o masie większej niż 30 mas Słońca, zderzyły się i zlały w jedną, jeszcze większą i masywniejszą, wylatującą potężny blysk fali grawitacyjnych, który z prędkością światła począł biec we wszystkich kierunkach poprzez Kosmos, rozpraszając swą energię w niezmierzonej pustce przestrzeni.

14 września 2015, po upływie ponad miliarda lat po tym zderzeniu, blysk dotarł do Ziemi już niezmiernie osłabiony i został zarejestrowany przez interferometry LIGO (Laser Interferometer Gravitational-Wave Observatory) jako delikatny „ćwierk” fali grawitacyjnej. Było to pierwsze bezpośrednie potwierdzenie hipotezy Alberta Einsteina o istnieniu fal grawitacyjnych, sformułowanej 100 lat wcześniej.

LIGO, zarządzane przez amerykańską US National Science Foundation, używa dwóch laserowych interferometrów, ulokowanych na przeciwwległych końcach USA. Są to technologicznie bardzo zaawansowane instrumenty, prawdziwe cuda techniki, zdolne do zarejestrowania niezwykle małych zmian długości interferometrów wywołanych drobnymi odkształceniami geometrii czasoprzestrzeni w czasie przechodzenia fali grawitacyjnej. W przypadku detekcji dokonanej 14 września 2015 r. (i dlatego nazwanej GW150914), zmiana długości interferometru wynosiła zaledwie tysięczną część rozmiaru protonu!

Trudności w zmierzeniu tak małego efektu były olbrzymie, zważywszy na przeróżne zakłócenia i szумy, które mogły zupełnie zniszczyć sygnał i zniszczyć jego wewnętrzną spójność. LIGO szukało igły w stogu siana — cichego i krótkiego ćwierku we wszechobecnym, potężnym chaosie. Kluczem poszukiwań były koreacje pomiarów obu interferometrów. Szum i chaos zarejestrowany i zmierzony w jednym nie jest bowiem w żaden sposób skorelowany z szumem i chaosem zmierzonym w drugim. Natomiast sygnał pochodzący od przechodzącej fali grawitacyjnej powinien się najpierw pojawić w jednym interferometrze, a potem — w tym samym kształcie — w drugim, gdy dotrze do niego fala grawitacyjna. Pomiary kształ-

tu sygnału GW150914 dokonane przez oba interferometry zgadzały się z ogromną dokładnością, wykluczającą przypadek. To na pewno była fala grawitacyjna!

Nikt nie wątpi, że ten wspaniały wyczyn naukowy zostanie uhonorowany Nagrodą Nobla. Pytanie, które sobie wielu zadaje, brzmi: Kto powinien ją otrzymać? Wielki sukces LIGO to nie tylko tryumf technologii, ale może przede wszystkim wynik trwającej sto lat pracy teoretyków nad matematycznym opisem fal grawitacyjnych — nie tylko zresztą samego Einsteina, od którego się to wszystko zaczęło, ale także Leopolda Infelda, Joshua Goldberga, Richarda Feynmanna, Felixa Pirani, Ivora Robinsona, Hermanna Bondiego i André Lichnerowicza.

Wspaniałe odkrycie LIGO było możliwe, w szczególności, dzięki teoretycznym pracom polskiego fizyka Andrzeja Trautmana, który nadał teorii fal grawitacyjnych ścisły matematyczny rygor oraz dzięki pracom francuskiego fizyka Thibaulta Damoura, który opracował i wprowadził skuteczne w praktyce algorytmy, pozwalające na wyłonienie z obserwowanych własności fal grawitacyjnych dokładnych informacji o ich astrofizycznych źródłach. Ich prace stworzyły solidny matematyczny fundament teorii, na którym opiera się sukces LIGO.

Ogólna teoria względności Alberta Einsteina jest niewątpliwie największym intelektualnym osiągnięciem ludzkości. Jednak nikt nigdy nie dostał Nagrody Nobla za rozwijanie jej matematycznych podstaw — a to one właśnie stanowią o zapierających dech pięknie i głębio teorii Einsteina. To prawda, że Nagrodę Nobla otrzymało już kilku fizyków za obserwacyjne potwierdzenie ważnych przewidywań teorii Einsteina, nie dostał jej jednak nigdy żaden teoretyk. Zupełnie inaczej wygląda to w przypadku mechaniki kwantowej: kilka Nagród Nobla dostali teoretycy za prace w duchu czysto matematyczne.

Mam wielką nadzieję, że w tym wyjątkowym wypadku Komitet Noblowski doceni wyjątkową rolę teorii w wyjątkowym w historii dziele Einsteina i przyzna Nagrodę Nobla we właściwych proporcjach: dla jednego fizyka eksperymentatora z zespołu

zasłużonego za wymyślenie i skonstruowanie instrumentów LIGO oraz dla dwóch teoretyków: Trautmana i Damoura.

LIGO, i jego europejski odpowiednik Virgo, dokonają na pewno wielu zdziwiających odkryć. Pomiary fal grawitacyjnych zapewniągląd w zjawiska, które obecnie pozostają poza zasięgiem wszystkich naszych teleskopów i instrumentów: będziemy z bliska obserwować Wielki Wybuch, horyzonty czarnych dziur, wnętrza gwiazd neutronowych... Co ważniejsze, obserwacje fal grawitacyjnych mogą zrewolucjonizować naszą wiedzę o Wszechświecie i naturze rzeczywistości. Oto, dlaczego.

Ogólna teoria względności dokładnie opisuje „duże” obiekty i zjawiska fizyczne: ludzi, skały, planety, gwiazdy, galaktyki, cały Kosmos. Mechanika kwantowa opisuje, równie dokładnie i skutecznie, „małe” obiekty: kwarki, elektrony, atomy i molekuły.

Te dwie najbardziej fundamentalne teorie współczesnej fizyki nie są kompatybilne, a nawet być może są sprzeczne. Mimo ogromnego wysiłku wielu fizyków nie zdołano sformułować jeszcze kwantowej teorii grawitacji. Rozważane dotąd prowizoryczne modele kwantowej grawitacji, dotyczące pewnych szczególnych aspektów fizyki czarnych dziur, nigdy nie zostały przetestowane obserwacyjnie; nikt nie wie, czy są prawdziwe. Niektóre z nich prowadzą do groźnych paradoksów.

Wielu fizyków sądzi, że problemy te świadczą, iż nie rozumiemy jakiejś zupełnie podstawowej cechy natury. W desperacji, często zmieszanej z arrogancją, niektórzy proponują zupełnie szalone kwantowo-grawitacyjne koncepcje, wprowadzające dziwaczne alternatywy standardowych einsteinowskich czarnych dziur — oczywiście bez żadnych eksperymentalnych podstaw. To zawstydzające zamieszanie sprawadziło wielu dzisiejszych fizyków na manowce: rzeczywiście istniejący, trudny i fundamentalnie ważny problem pogodzenia ogólnej teorii względności z mechaniką kwantową stał się dla nich bezsensowną, napuszoną błagą. Potrzebne są solidne fakty, obserwacje, które zmiotą wszystkie te nonsensy, a nawet być może podpowiadzą inspiracje, jak rozwiązać problem. Dokładnie tego spodziewam się po przyszłych obserwacjach fal grawitacyjnych.

Marek Abramowicz

Nota od tłumacza (i zarazem autora): czasem trudno jest tłumaczyć własne teksty. Kiedy pisałem oryginalny tekst po angielsku, starałem się zachować anglosaską powściągliwość. Po polsku nie zawsze potrafiłem, a nawet nie zawsze chciałem, trzymać emocje na wodzy i dlatego mój polski przekład jest na pewno emocjonalnie o wiele wyraźniejszy niż mój angielski oryginał.

# Ślady po (nie tak) dawnych supernowych

Jak wyśledzić kosmiczne kataklizmy sprzed kilku milionów lat?

Jeśli w zbyt bliskiej odległości od Układu Słonecznego wybuchnie supernowa, może to oznaczać poważne problemy dla ludzkości, a w skrajnym wypadku nawet stanowić koniec naszej cywilizacji. Ile takich względnie bliskich eksplozji nastąpiło w ostatnich kilku milionach lat i czy możemy w jakiś sposób odszukać ich pozostałości?

**J**est wiele kosmicznych zjawisk mogących spowodować na Ziemi globalną katastrofę. Najczęściej wspominaną jest możliwość zderzenia z odpowiednio dużą planetoidą. Może słusznie – należy o tym możliwej często wspominać, bo wydaje się, że to sposób, by przekonać polityków do wydatkowania „na planetoidy” pewnej ilości pieniędzy. To ostatnie ma spory sens, bo... zupełnie umiarkowana ich ilość wystarczy, aby odnaleźć wszystkie niebezpieczne planetoidy, a następnie by, w przypadku gdyby któraś rzeczywiście stanowiła zagrożenie, zmienić jej orbitę tak, by bezpiecznie minęła Ziemię. Tym samym opowieści o zagrożeniu można traktować jak rozsądny nacisk na podjęcie decyzji. Sensowne jest również nie za częste wspominanie o tych kosmicznych zagrożeniach, na które w chwili obecnej nie mamy żadnych środków zaradczych. W pierwszym rzędzie o prawdziwym końcu (Wszech)świata, jakim mogłyby być przejście fazowe zmieniające fizykę. Niestety nie widać żadnych możliwości przeciwdziałania temu wydarzeniu. Na szczęście, jak się wydaje, mało prawdopodobnemu: prace z lat osiemdziesiątych sugerują, że „naturalne” prawdopodobieństwo jest skrajnie małe, a w celu zdestabilizowania współczesnej próżni siłą zewnętrzną trzeba zderzyć jednocześnie w tym samym miejscu około 100 fotonów o odpowiedniej energii, co „w naturze” jest zupełnie nieprawdopodobne. Ale dla „zielonych ludzików” nie powinno to (lub coś innego prowadzącego do podobnego rezultatu) stanowić problemu. Dlatego mam nadzieję, że albo ich nie ma, albo... są rozsądniejsi od ludzi.

Między tymi dwoma rodzajami końca świata są rozliczne inne, o których też się mało mówi. Jednym z nich jest wybuch pobliskiej supernowej. Trudno wyobrazić sobie sposób na choćby zminimalizowanie skutków takiej katastrofy. No, może trudno wyobrazić sobie współcześnie, bo teoretycznie jest to możliwe, np. przez stworzenie odpowiedniej tarczy: schronów, leków czy najbardziej realnie – przepisów dotyczących życia w warunkach bliskiej supernowej na niebie. Tak w ogóle, zachęcałbym pracowników do odpowiednich przemyśleń. Może jakiś doktorat na ten chyba dość interesujący temat?

Na początku kwietnia, konkretnie w numerze *Nature* z 7 kwietnia, ukazały się dwa artykuły na temat wybuchów pobliskich supernowych. Jak to często w takich wypadkach bywa, w *Nature* skomentowano problem i umieszczono w nieco szerszym kontekście w trzecim krótkim tekście (komentarz: A.L. Melott s. 40, prace: A. Wallner i 14 innych autorów s. 69 oraz D. Breitschwerdt i 5 innych autorów s. 73).

Przeczytamy tam (Melott), że pobliskie supernowe mogą być niebezpieczne, już gdy wybuch następuje w odległości rzędu 100 parseków. Stają się śmiertelnie groźne z odległości zblionej do ośmiu parseków. Oznacza to, że powinniśmy przejść supernową o jasności zblionej do jasności Księżyca. Wyraźnie większa jasność powinna być już śmiertelna. Jednak już wybuch supernowej w odległości stu parseków miałby poważne skutki dla naszej cywilizacji. W szczególności Mellot sugeruje, że takie zjawisko mogłyby spowodować epokę lodową, nie mówiąc już o innych nieszczęściach, trudnych do zauważenia w zapisie kopalnym (typu wymarcia kilkudziesięciu procent populacji). Ale to, jakie szkody w ziemskiej biosferze mógłby poczynić taki wybuch, jest problemem dla biologów (lekarzy, biznesmenów, administratorów itd.).

Z astronomicznego punktu widzenia istotne jest to, jak często takie zjawiska zachodzą i jakie ślady pozostawiają. Oszacowanie częstości zdarzeń wydaje się dosyć proste. Jeżeli w galaktyce o rozmiarze Drogi Mlecznej zachodzą dwa takie zdarzenia na stulecie (Wallner ocenia to na  $2 \pm 0,7$  na stulecie), to w obszarze o promieniu stu parseków powinno zachodzić raz na 2–4 mln lat. Z cytowanych powyżej artykułów możemy się dowiedzieć, że istnieją sposoby stwierdzenia pobliskich wybuchów supernowych.

Supernowe rozsypana w przestrzeni rozliczne nuklidy i można się pokusić o ich odnalezienie na Ziemi. Robi się to od wielu lat, co nie znaczy, że nie ma z tym kłopotów. Na przykład beryl 10 jest produkowany również w atmosferze. Z kolei pluton 244 roznosiły na Ziemi próbki jądrowe lat 50. Dodatkowo, aby wpływ wiatru słonecznego i pól magnetycznych nie był za wielki, odpowiednie nuklidły muszą zlepiać się w ziarna. W przeciwnym wypadku promieniowanie słoneczne i magnetosfera uniemożliwią dostanie się takich nuklidów w pobliże Ziemi. Trzeba więc znaleźć nuklid mogący pochodzić głównie z supernowych, spełniający powyższe wymagania oraz znaleźć sposób na datowanie przynajmniej w okresie milionów lat. Najkorzystniejszym nuklidem z tego punktu widzenia okazuje się żelazo 60, mające okres półrozpadu około 2,6 mln lat. Taki okres półrozpadu umożliwia przebycie odległości rzędu setek lat świetlnych, a nuklid nawet po kilku milionach lat zalednia na Ziemi powinien być jeszcze możliwy do zaobserwowania. Naturalnym miejscem takich poszukiwań są osady oceaniczne. Z warstwy można odczytać wiek, a z ilości atomów wielkość strumienia, przez który przeszła nasza planeta. Tak właśnie postąpił Wallner ze współpracownikami. Badając różnego rodzaju próbki (rdzenie, konkrecje itp.) ze wszystkich oceanów, stwierdzono istnienie domieszkę nuklidu  $^{60}\text{Fe}$ . Ponieważ znaleziono tę domieszkę we wszystkich oceanach, twierdzenie, że jest pochodzenia kosmicznego jest dobrze uzasadnione. Tym bardziej że podobną warstwę tego nuklidu, rzędu  $10^8$  atomów na  $\text{cm}^2$ , znaleziono na Księżycu (L. Fimiani i in., *Phys Rev Lett.* z 15 kwietnia 2016 r.). Nuklid  $^{60}\text{Fe}$  można znaleźć i w promienio-

**Superbąbel** — obszar (pustka) o rozmiarach rzędu setek lat świetlnych, wypełniony gorącym gazem wprowadzonym do ośrodka międzygwiazdowego przez wiatry gwiazdowe wielu gwiazd. W dalszym etapie kształtuje go także wybuchi supernowych. Wokół pustki formuje się gęsta „powłoka” ze stygnącego gazu wymiananego z superbąbel. Oprócz terminu „superbąbel” można też spotkać określenie „superbańska”. Angielski termin to *superbubble*.

**Bąbel** — można powiedzieć, że to mniejsza wersja superbąbla. Ma rozmiary rzędu kilkudziesięciu lat świetlnych. Powstaje w wyniku oddziaływanego wiatrów gwiazdowych od pojedynczych gwiazd masywnych.

**Bąbel Lokalny** — superbąbel, w którym aktualnie znajduje się Słońce. Przypuszczalnie jest wynikiem wybuchów supernowych w ostatnich kilku lub kilkunastu milionach lat.



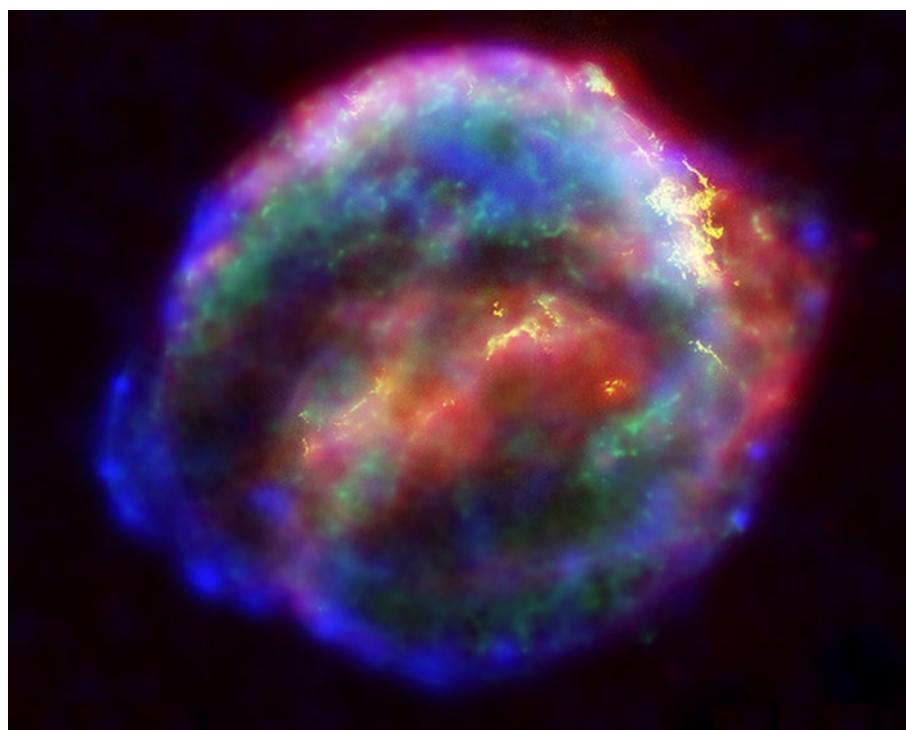
Hipotetyczne wybuchi supernowych, które doprowadziły do utworzenia Bąbla Lokalnego, wewnątrz którego znajduje się Słońce – przewidywania na podstawie modelu rozprzestrzeniania się nuklidu  $^{60}\text{Fe}$ . Źródło: D. Breitschwerdt i in./Nature nr 532

waniu kosmicznym, choć jest go rzeczywiście niewiele. Konkretnie, w ciągu 17 lat używania instrumentu CRIS na pokładzie należącego do NASA satelity ACE zdolaño znaleźć 15 (niecałą sztukę rocznej!) nuklidów  $^{60}\text{Fe}$ . Możemy o tym przeczytać w Science z 6 maja 2016 r. (W.R. Binns i dziesięciu innych autorów, Science t.6286, s. 677). Autorzy pracy szacują, że supernowa, która wytworzyła te nuklidy, musiała wybuchnąć nie wcześniej niż sto tysięcy, ale nie później niż kilka milionów lat temu. Do podobnych wniosków dochodzą autorzy badań osadów oceanicznych. Okazało się to możliwe, m.in. dzięki atmosferycznej produkcji  $^{10}\text{Be}$ . Omawiany nuklid wydaje się pochodzić sprzed 1,5–3,2 mln lat. Podobne oszacowane w przypadku Księżyca uzyskuje Fimiani (2,2 mln lat). A więc w tym okresie gdzieś w pobliżu wybuchła supernowa. Rozsądne wydaje się spróbowanie znaleźć jej ślady metodami astronomicznymi.

Jak wiadomo (np. z pracy Melotta), Słońce znajduje się wewnątrz sporego bąbla gorącej materii. W rzeczywistości nie tylko bąbla, co wielu nakładających się bąblów z możliwymi do określenia granicami. Można sądzić, że wspomniane bąble to resztki ekspandujących szczątków supernowych. Jak pisze Breitschwerdt: „Lokalne bąble otaczające Układ Słoneczny pochodzą z wybuchów 14 do 20 supernowych”. Jak z tego widać, Ziemia i jej biosfera musiała przeżyć w ostatnim, liczonym w milionach lat, okresie sporą supernowę, jako że w skali kosmicznej tego typu bąble nie są zbyt trwałe. Z pomiarów  $^{60}\text{Fe}$  Wallner szacuje, że były co najmniej dwa takie wybuchi. Jeden, jak już wspomniano, między 1,7 do 3,2 mln lat, i drugi w okresie 6,6 a 8,7 mln lat. Dużo bardziej precyzyjne dane przedstawia Breitschwerdt. Znając kształt bąbla i mając model rozchodzenia się w przestrzeni szczątków supernowej, można pokusić się o znalezienie miejsca, gdzie

nastąpiły wybuchy. I Breitschwerdt takie miejsca podaje. Powinno to być gdzieś na niebie południowym w okolicach gwiazdozbiorów Centaura i Skorpiona. Warto więc przyjrzeć się, co znajdziemy w tym kierunku w odległości rzędu stu parseków. Okazuje się, że można tam zidentyfikować dwie gromady gwiazd Tr 10 i Vel OB2, w sumie około osiemdziesięciu gwiazd. Znając ich własności, można było uzyskać początkową funkcję mas (ilości gwiazd o różnych masach w momencie powstania gromady), a dalej rzeczą jest już oczywista — z teorii ewolucji gwiazd można oszacować, kiedy i ile gwiazd zakonczyło już swoją ewolucję, czyli kiedy i ile supernowych już było. A znając aktualnie prędkości gromad, można określić, gdzie to było. Oczywiście nie jest to całkiem proste. Początkowa funkcja mas jest tylko dopasowaniem, a z prędkością gromad też są kłopoty. W miarę dokładnie znane są prędkości radialne, pozostałe składowe są w dużej mierze domysłem (statystycznym, wyniki są uzyskane w znacznej mierze metodami statystycznymi). Podobnie jest z oszacowaniem sposobu podróżowania w przestrzeni nuklidów  $^{60}\text{Fe}$ . Jednak mimo tych wszystkich zastrzeżeń, ilość danych podanych w pracy jest imponująca. Załączona w ramach *Extended Data* tabela podaje 16 możliwych supernowych z takimi danymi jak moment wybuchu, ilość rozrzuconej masy, położenie na sferze i odległość. Warto zauważać, że prędkość rozprzestrzeniania się szczątków supernowej nie jest zbyt wielka i np. supernowe, które mogły wybuchnąć kilka tysięcy lat temu, nie dorzuciły jeszcze wyprodukowanych przez siebie nuklidów do materii Układu Słonecznego.

Ostatnia ze znajdujących się w tabelce supernowych wybuchła 1,5 mln lat temu i miała masę 8,81 masy Słońca. Wybuch



Pozostałość po supernowej Keplera (SN 1604) jest oddalona od nas o 13 tys. lat świetlnych. Tak odległy wybuch nie stanowi zagrożenia. Kolory: promieniowanie X: 4–6 keV – niebieski, zielony – 0,3–1,4 keV; zakres widzialny: żółty, podczerwień: czerwony. Źródło: NASA/ESA/JHU/R.Sankrit & W.Blair

najwcześniej był miał nastąpić 12,6 mln lat temu, a gwiazda mogła mieć masę 19,86 masy Słońca. Kolejne supernowe miały coraz mniejsze masy (bo moment ich narodzin był taki sam!) i jak twierdzą Autorzy pracy, wybuchały (statystycznie) coraz bliżej Słońca. Wybuch pierwszej z zamieszczonych we wspomnianej tabelce gwiazd odpowiada odległości około 300 pc, te najbliższe to 91 i 96 pc. We wspomnianej tabelce im wcześniej i dalej, tym większa składowa hipotetyczna w danych, jednak mimo to praca budzi podziw — ze stosunkowo niewielkiej ilości danych wyjściowych uzyskano rzeczywiście dużo informacji, choć czasami hipotetycznych i wymagających dalszych weryfikacji. W sumie wydaje się jednak, że czegoś się dowiedziano o katastrofach, jakie przeżyła Ziemia.

Jerzy Kuczyński

### Hipotetyczne wybuchy supernowych, które utworzyły Babel Lokalny

Moment wybuchu (wstecz) [mln lat]	Masa supernowej [masy Słońca]	Masa wyrzuconej materii [ $10^{-5}$ mas Słońca]	Pozycja na niebie		Gwiazdozbiór
			Rektascensja $\alpha$	Deklinacja $\delta$	
12,6	19,86	6,3	17 <sup>h</sup> 17 <sup>m</sup>	-7° 09 <sup>m</sup>	Wężownik
12,0	18,61	5,5	17 <sup>h</sup> 37 <sup>m</sup>	-0° 21 <sup>m</sup>	Wężownik
11,3	17,34	5,0	17 <sup>h</sup> 12 <sup>m</sup>	-6° 39 <sup>m</sup>	Wężownik
10,0	15,41	4,2	17 <sup>h</sup> 07 <sup>m</sup>	-6° 48 <sup>m</sup>	Wężownik
10,0	15,36	4,1	17 <sup>h</sup> 27 <sup>m</sup>	-0° 23 <sup>m</sup>	Wężownik
8,7	13,89	3,6	17 <sup>h</sup> 00 <sup>m</sup>	-7° 23 <sup>m</sup>	Wężownik
8,0	13,12	3,4	17 <sup>h</sup> 14 <sup>m</sup>	-3° 34 <sup>m</sup>	Wężownik
7,5	12,65	3,3	16 <sup>h</sup> 49 <sup>m</sup>	-8° 46 <sup>m</sup>	Wężownik
6,3	11,62	3,0	16 <sup>h</sup> 30 <sup>m</sup>	-12° 03 <sup>m</sup>	Wężownik
6,1	11,48	2,9	16 <sup>h</sup> 52 <sup>m</sup>	-10° 04 <sup>m</sup>	Wężownik
5,0	10,76	2,7	16 <sup>h</sup> 12 <sup>m</sup>	-15° 19 <sup>m</sup>	Skorpion
4,2	10,21	2,6	16 <sup>h</sup> 16 <sup>m</sup>	-24° 35 <sup>m</sup>	Skorpion
3,8	10,02	2,6	16 <sup>h</sup> 28 <sup>m</sup>	-15° 40 <sup>m</sup>	Wężownik
2,6	9,37	2,4	16 <sup>h</sup> 01 <sup>m</sup>	-17° 05 <sup>m</sup>	Waga
2,3	9,21	2,4	15 <sup>h</sup> 10 <sup>m</sup>	-45° 35 <sup>m</sup>	Wilk
1,5	8,81	2,3	15 <sup>h</sup> 32 <sup>m</sup>	-24° 44 <sup>m</sup>	Waga

# Gregoriańska reforma kalendarza

# Jak

Wiesław Krajewski

# przepadło 10 dni?

*Dzieła matematyczne pisane są dla matematyków, którzy — o ile się nie mylę — dostrzegą, że moje trudy przyniosą pewną korzyść również Kościółowi powszechnemu, nad którym władzę sprawuje Twoja Świątobliwość. Bo nie tak dawno, za Leona X, gdy na Soborze Laterańskim roztrząsano zagadnienie poprawy kalendarza kościoelnego, pozostało je bez rozstrzygnięcia jedynie z tego powodu, że nie rozporządzano jeszcze dostatecznie dokładnymi pomiarami lat i miesięcy, ani też ruchów Słońca i Księżyca. Od tego czasu, zachęcony przez znakomitego męża, ks. Pawła, biskupa Fossombrone, który wówczas sprawą tą kierował, zacząłem wytychać umysł, by te rzeczy dokładniej zbadać. Czego zaś w tej materii zdolałem dokazać, to pozostawiam przede wszystkim ocenie Twojej Świątobliwości, jak i wszystkich innych uczonych matematyków.*

Mikołaj Kopernik — *De Revolutionibus*  
(thum. Mieczysław Brożek)

Słowa Mikołaja Kopernika zawarte w końcowym fragmencie listu dedykacyjnego do papieża Pawła III, poprzedzającego słynne księgi *O obrotach* wskazują, że jednym z bodźców do podjęcia intensywnych obserwacji Słońca i Księżyca, a w konsekwencji do pracy nad szczególnym opracowaniem nowego systemu świata była dla Kopernika konieczność reformy kalendarza.

Jak widać, to bardzo ważne zagadnienie w owych latach. Zajmowali się nim najwięksci uczeni epoki. Aby omówić je bliżej i uzasadnić konieczność przeprowadzenia reformy, trzeba najpierw przedstawić zasady, zalety i wady obowiązującego wtedy kalendarza juliańskiego.

## Świetny pomysł Sosigenesa

Kalendarz juliański został opracowany teoretycznie przez astronoma aleksandryjskiego Sosigenesa, a wpro-

wadzony w roku 46 p.n.e. przez Juliusza Cezara. Zaczął obowiązywać od 1 stycznia 45 r. p.n.e. (według ówczesnej rachuby lat — w 708 r. od założenia Rzymu). Za podstawę przyjęto słoneczny kalendarz egipski. Główną jego zasadą było wprowadzenie 365-dniowego roku podzielonego na 12 miesięcy, przy czym co cztery lata następował rok przestępny liczący 366 dni. Pozostałe założenia reformy kalendarza dotyczyły długości poszczególnych miesięcy oraz korekty związanej z przywróceniem zgodności daty równonocy wiosennej (wtedy był to 25 marca) z faktycznym położeniem Słońca na ekliptyce. Nie są to jednak zagadnienia istotne dla naszych rozważań, podobnie jak i późniejsze korekty wprowadzone przez cesarza Augusta.

Najważniejsze w nowym kalendarzu było ustalenie regularnego schematu wprowadzania lat przestępnych

w niezwykle prostej kolejności — po trzech zwykłych następował jeden rok przestępny. Wcześniej konieczne było wprowadzanie w nieregularnych odstępach czasu całego miesiąca przestępstnego, teraz — tylko jednego dnia. Uzyskano w ten sposób średnią długość roku wynoszącą 365,25 dnia (365 dni i 6 godzin).

Kalendarz juliański był bezsprzecznie najlepszym i najwygodniejszym kalendarzem, jakie zostały w tamtych czasach stworzone. Dlatego w roku 325, na soborze w Nicei (obecnie Iznik w Turcji), Kościół katolicki oficjalnie przyjął kalendarz juliański jako powszechnie obowiązujący i polecił władzom chrześcijańskim wprowadzić go w podległych im krajach.

Tymczasem rzeczywista dłużność roku zwrotnikowego<sup>1</sup> wynosi

<sup>1</sup> Rok zwrotnikowy jest to okres pomiędzy kolejnymi przejściami Słońca średniego przez średni punkt równonocy wiosennej.

365,2422 dnia (365 dni 5 godzin 48 minut i 46 sekund), czyli rok według kalendarza juliańskiego był o 0,0078 doby (11 minut i 14 sekund) za długi. Ta pozornie niewielka różnica stała się jednak jego podstawową wadą. Słońce systematycznie wyprzedzało datę kalendarzową. Rok po roku (średnio biorąc) osiągało punkt równonocy o 11 minut i 14 sekund wcześniej, niż wynikało to z rachuby dni. Czyli znajdowało się w tym dniu na ekliptyce coraz dalej, a więc kalendarz zaczynał się spóźniać. Co 128 lat różnica narastała o 1 dzień. W miarę upływu czasu, rozbieżność między rokiem astronomicznym a rokiem kalendarzowym stawała się zauważalna. Kalendarz zaczynał tracić synchronizację z porami roku. Pierwszy dzień kalendarzowej wiosny zaczynał przypadać w momencie, kiedy wiosna w przyrodzie już się rozpoczęła, a dzień był już wyraźnie dłuższy niż noc.

Różnicę tę zauważono dość wcześnie. W czasie obrad soboru nicejskiego w 325 r. obserwowana równonoc wiosenna przypadała już 21 marca (według ówczesnej terminologii — XII dnia przed kalendami kwietniowymi). Data ta została wtedy oficjalnie przyjęta i obowiązuje do dziś. Przesuwanie się momentu równonocy miało jednak mniejsze znaczenie. Ważniejszy okazał się problem z właściwym ustaleniem daty Wielkanocy — podstawy całego roku kościelnego. Sprawa miała więc aspekt religijny. Według reguły ustalonej na soborze nicejskim, Niedziela Wielkanocna przypada na pierwszą niedzielę po paschalnej pełni Księżyca<sup>2</sup>. A więc Wielkanoc musi nastąpić z początkiem wiosny, między 22 marca (jeśli pełnia paschalna przypadnie 21 marca i będzie to sobota) a 25 kwietnia (jeśli ostatnia zimowa pełnia przypadnie 20 marca w sobotę).

### Problemy narastają

Już w VIII w. Beda Czcigodny zauważał, że pełnia Księżyca przypadała wcześniej, niż wynikało to z tablic. W wieku XIII (różnica między prawdziwą a kalendarzową równonocą wynosiła wtedy już 7 dni) Robert Grosseteste (ok. 1175–1253) — reformator, matematyk i biskup Lincolnu — również zwrócił uwagę na ten problem i zaproponował nawet pewne modyfikacje. John Hollywood (zm. 2 Paschalna pełnia Księżyca to pierwsza pełnia przypadająca w dniu równonocy wiosennej lub po nim.

1244) — profesor Sorbony, znany pod zlatynizowanym nazwiskiem Sacrobosco — przedstawił schemat korygujący ten problem w pracy pt. *De anni ratione* (została ona jednak wydana dopiero w roku 1538). Pojawiały się także inne propozycje. Zgłosili je między innymi Konrad ze Strasburga, Kampanus z Novary oraz Roger Bacon (ok. 1212 – ok. 1292). Traktatem Bacona *De reformatione calendaris* zainteresował się papież Klemens IV i poprosił autora o jego kopię. W ten sposób problem reformy kalendarza trafił do jedynej władzy, która tę reformę mogła wprowadzić.

Sprawa reformy kalendarza budziła coraz większe zainteresowanie astronomów. W 1277 r. zostały opublikowane Tablice alfonsyńskie podające długość roku, a właśnie długość roku zwrotnikowego musiała być elementem wyjściowym w pracach nad reformą kalendarza. W XIV w. różni astronomowie obserwowali równonocne, zgłaszały zastrzeżenia i proponowali środki zaradcze. W 1344 r. papież Klemens VI zaprosił do Awinionu dwóch wybitnych astronomów — Firmina z Bellevalu i Jana z Murs — aby podali propozycję korekty kalendarza. Sugierowali oni, aby reformę przeprowadzić już w 1349 r. Niestety, panująca w tym czasie w Europie wielka epidemia dżumy sprawiła, że reforma nie doszła do skutku. Późniejsza trudna sytuacja papiestwa znów odsunęła reformę na dalsze lata.

W roku 1415 kardynał Pierre d'Alilly (ok. 1350 – ok. 1420) przedłożył kwestię reformy kalendarza na soborze w Konstancji pracę *Exhortatio super correctione calendarii*. Wyraził on opinię, że obliczenia kalendarzowe są ważniejsze dla wiary niż obliczenia finansowe. Jego propozycje nie były oryginalne, opierały się na pracach Grossetesta, Sacrobosco i Bacona. Mimo że zagadnienie reformy było na soborze dyskutowane, a papież wydał już nawet dekret w tej sprawie, do jej wprowadzenia jednak nie doszło.

Kolejną próbę poprawy kalendarza podjęto w roku 1434 podczas soboru w Bazylei. Sobór zlecił komisji uczonych rozważenie tej sprawy. Mikołaj z Kuzy (1401–1464), kardynał, filozof i matematyk, przedstawił sprawozdanie z prac komisji w 1437 r. Według niego należało opuścić w kalendarzu jeden cały tydzień z końcem maja 1439 r.

Burzliwe dzieje soboru i konflikt z papieżem sprawiły, że projekt nie został zatwierdzony i znów do reformy nie doszło.

Sprawa odzyla w 1474 r., kiedy to słynny astronom niemiecki Johannes Müller (Regiomontanus) podał do wiadomości, że — według jego dokładnych obliczeń — tylko na przestrzeni kolejnych 56 lat — od roku 1477 do 1532, data Wielkanocy została aż w 30 przypadkach źle wyznaczona. W 1475 r. papież Sykstus IV wezwał go do Rzymu, aby przedyskutować reformę kalendarza i polecił mu opracować jej projekt. Niestety, Regiomontanus zmarł w 1476 r., nim podjęto jakiekolwiek działania.

### Zróbmy coś z tym wreszcie

W XVI w. niezgodność kalendarza ze zjawiskami astronomicznymi od czasu soboru nicejskiego wzrosła już do 10 dni. Prawdziwa równonoc wiosenna przypadała 11 marca. Sprawa reformy stała się pałąca.

W 1512 r. papież Juliusz II zwołał sobór laterański V, który po jego śmierci kontynuował i zakończył w 1517 r. papież Leon X. Pojawiła się tam nowa, wpływowa postać — Paweł z Middelburga — astronom, astrolog, lekarz i biskup. O nim to właśnie wspomina Kopernik w cytowanym na wstępie liście. W 1494 r. Paweł otrzymał od papieża Aleksandra VI biskupstwo miasta Fossombrone. Odtąd coraz bardziej zaprzątać go zaczyna sprawa prawidłowego obchodzenia święta Wielkiej Nocy. W Fossombrone, w połowie roku 1513 wydał on imponujące dzieło, w którym zawarł kompendium wiedzy o potrzebie reformy kalendarza. Dziełem tym jest *Paulina, sive de recta Paschae celebratione et de die passionis domini nostri Iesu Christi*. Do tego wielkiego dzieła włączył Paweł wiele swoich wcześniejszych pism na ten temat. Potężny tom, liczący ponad 800 stron, zadziwia erudycją autora, który w 33 księgach roztrząsa sprawę daty Wielkanocy i Męki Pańskiej. *Paulina* jest dziełem pełnym symboliki. Liczy tyle ksiąg, ile Chrystus przeżył lat. Pierwszy tom zawiera 14 ksiąg — tyle, ile lat żył Chrystus za cesarza Augusta, a drugi — książę 19, ile Chrystus żył za Tyberiusza. Całość ma parę dedykacji, m.in. do papieża Leona X, do soboru i do komisji kalendarzowej soboru. *Paulina* pomyślana została bowiem

jako memoriał pod adresem papieża i tocżącego się soboru. I wywarła pożądane wrażenie.

Listem z 16 II 1514 r., Leon X wezwał Pawła z Fossombrone do Rzymu i na porządku dziennym dziesiątej sesji soboru, zapowiedzianej na 1 grudnia, polecił umieścić sprawę kalendarza. Na sesji tej wyłoniono komisję do reformy kościelnego kalendarza, na czele której stanął oczywiście biskup Paweł. Jeszcze przed tą sesją, 21 VII 1514 r. zostało rozesiane breve papieskie do cesarza Maksymiliana i panujących większych krajów oraz do uniwersytetów i profesorów teologii i astronomii, aby wydali swą opinię co do reformy kalendarza. Wśród adresatów breve były m.in. uniwersytety w Wiedniu, Paryżu, Tybindze, Leuven i Krakowie oraz król Zygmunt I Stary. Trzy dni później wystosowano również takie breve do innych mniejszych książąt i republik. Paweł z Middelburga napisał wkrótce broszurę pomyślaną jako załącznik do tych brewe i stanowiącą jakby podsumowanie i skrót dotyczących prac nad reformą kalendarza. Ta broszura to *Compendium Correctionis Calendarii pro recta Paschae Celebrazione*. Ponieważ tylko niewielka liczba zapytanych odpowiedziała na papieskie wezwanie, 1 VI 1515 r. Leon X rozeszał nowe breve, które było pewnego rodzaju ponagleniem. Dało ono pozytywny wynik, ponieważ tym razem na adres komisji soboru napłynęły liczne odpowiedzi. Paweł z Middelburga z odpowiedziami tymi szczegółowo się zapoznał i wydał 4 VI następnego roku w Rzymie nowe, kilkunastostronicowe pismo o postępie prac nad reformą, pt. *Secundum Compendium correctionis Calendarii*. Paweł wymienia w nim nazwiska niektórych astronomów, którzy przysłali odpowiedź. Wśród nich — Mikołaja Kopernika.

### Głosy z Polski

Zaproszenie do współpracy nad reformą kalendarza uzyskał Kopernik od biskupa Pawła niejako prywatnie, gdyż nie był on ani profesorem jakiekolwiek uczelni, ani też oficjalnie nie zajmował się astronomią. Na wezwaniu o współpracę przy reformie kalendarza zaważyła znajomość, jaką Paweł i Kopernik zawiązali jeszcze we Włoszech.

Projekt reformy kalendarza autorstwa Kopernika nie dochował się do naszych czasów. Z zachowanych

śladów możemy tylko domyślać się, że był on gotowy być może już po pierwszym breve papieskim i zawierał pomysł przeniesienia dni równonocy na 8 kwietnia i 8 października, to jest tak, jak je umieścił Pliniusz. Znając kult Kopernika dla starożytności, możemy ze znacznym prawdopodobieństwem ten właśnie pomysł przypisywać jego projektowi reformy. Nie znalazł on jednak uznania. Już w pierwszym czytaniu nadesłanych referatów został mocno skrytykowany przez Pawła z Middelburga tak z teologicznego, jak i astronomicznego punktu widzenia. Krytyka ta dotarła do Kopernika i nie tylko nie zniechęciła go, lecz nawet zmobilizowała do nowych studiów astronomicznych, których celem było wyznanie dłużności roku zwrotnikowego. Wspomina o tym Kopernik w swoim *Liście dedykacyjnym do papieża Pawła III* na wstępie do *De revolutionibus*. I rzeczywiście, około roku 1515 Kopernik wzrokł obserwacje astronomiczne. Ich liczba wtedy wyraźnie się zwiększyła. Na ten okres datuje się również rozpoczęcie prac nad *De revolutionibus*, o czym także wspomina Kopernik w *Liście dedykacyjnym*. W tym czasie Kopernik pilnie obserwował pozycje Słońca w okresie równonocy. Wykorzystał je potem w księdze III swego dzieła. W latach 1516–1521 rezydował na zamku w Olsztynie i tam właśnie prowadził swe obserwacje. Zachowała się po nich wyryta w ścianie krużganka tablica, umożliwiająca wyznaczenie nie tylko momentu równonocy, lecz także momentów przed i po niej w odstępach 5° dłużności ekliptycznej. Po zakończeniu obrad soboru laterańskiego, Kopernik zarzucił obserwacje kalendarzowe prowadzone za pomocą tej tablicy i nigdzie już nawet o niej nie wspomina. Prawdopodobnie uważały on sprawę reformy za przedwczesną, ponieważ nie była wtedy jeszcze znana dokładnie dłużność roku zwrotnikowego.

Ale odpowiedź Kopernika nie była jedyną z Polski. Otrzymawszy papieskie wezwanie, Uniwersytet Krakowski wezwał najbardziej wówczas znanego swego astronoma, a był nim Mar-

ueritate Friburgensi rector & regentes studii eiusdem. Præter hos uniuersitatum nomine scribentes sunt Nicolaus pol cesareus maiestatis physicus frater Gregorius prior carthusiensis Constantiæ diocesis. Ioannes Itoller iulilingensis. Nicolaus copernicus warmienis. Pro rege catholico Hispanie scriptis reuerendus pater episcopus tertusensis. Pro rege Lusitanie siue Portugaliae Didacus ulixbonensis. Pro rege poloniæ reuerendus pater archiepiscopus gnesineus. libellum produxit. Pro studio Ferranensi Peregrinus priscianus: qui omnes in hoc conuenient quod canon pascha non recte hac tempestate obseruantur, & quod omnino per sanctitatem tuam vel per hoc sacrosanctam lateranensem concilium corrigi debet. In hanc quoque sententiam uenerunt omnes Astrologi qui studiisertius coram sanctitate tua & reueredissimis dominis cardinalibus ad hoc deputatis vocati uota sua deposuerunt. Omnes inquit præter hunc solu assertum doctorem parisiensem supius designatum dixerunt errorem hunc corrigidū efficiet in modo corrigendi uarii fuerint. Non ergo diffrenda est huius erroris correctio: nam princeps qui non corrigit erroris, uidetur approbare eum. & ut vulgo dicit solet: humanum est errare, sed diabolicum est in errore perseverare: adeo enim hic error sensim & paucatim crevit ut iam intolerabilis factus sit. Huius autem erroris correctio spectat ad sanctitatem tuam non solum ex potestate summa & autoritate a christo accepta b

*Secundum compendium correctionis calendarii* Pawła z Middelburga — strona, na której wymieniony jest Mikołaj Kopernik

cin Biem z Olkusza, do opracowania naukowego referatu na temat reformy kalendarza. Początkowo Biem wymawiał się od tego zadania, broniąc się, iż już od lat nie zajmuje się astronomią, lecz teologią, ale zwolniony przez władze uniwersytetu od zajęć podjął się tej pracy w lipcu 1514 r. Po dwóch latach, 3 XII 1516 r., ukończył pierwszą część referatu.

Biem proponował poprawę kalendarza środkami łagodnymi, niezrywającymi radykalnie z wielowiekową tradycją Kościoła i silnie podkreślał znaczenie teologiczne reformy. Całość swego referatu Biem podzielił na trzy rozdziały, z których opracowana i przekształcona do Rzymu część obejmowała tylko dwa pierwsze. Omawiał w nich przede wszystkim, jak to się stało, że zbaczano nieraz z teologicznie prawidłowego obchodzenia Wielkanocy w odniesieniu do faz Księżyca, a także jakie mogą być sposoby reformy kalendarza dla uniknięcia tego błędu. Nie opracował on już trzeciego rozdziału — jak na przyszłość uniknąć takich kalendarzowych rozbieżności, sprawiających teologiczne kłopoty.

Pierwszy rozdział przepelniony jest religijną symboliką, tłumaczącą i uzasadniającą ustaloną przez sobór nicejski termin równonocy wiosennej i zależność Wielkanocy od faz Księżyca. W zakończeniu Biem wyjaśnił



Tablica Kopernika do obserwacji Słońca w okresie równonocy na ścianie krużganka zamku w Olsztynie (fot. Marek Muciek)

w sposób bardzo jasny i naukowy różnice długości roku zwrotnikowego i kalendarzowego oraz wynikłe stąd przesunięcie. Ciekawszy i jeszcze bardziej z astronomią związany jest rozdział drugi, chociaż raz i w nim pewne niezdecydowanie autora i zbyt wielka liczba sugerowanych rozwiązań. Proponował on bowiem najpierw termin wiosennego zrównania dnia z nocą przełożyć na stałe na dzień 10 marca, lecz zaraz zastrzegł, iż nie jest to dobre rozwiązanie. Lepszym byłoby po prostu opuszczenie pewnej liczby dni, by prawdziwa równonoc wiosenna wróciła na dawny termin. Jednak nie mógł się zdecydować na ich liczbę. Proponował raz 11, raz 14, to znów 7 dni, przy czym przy ostatnich dwóch propozycjach przeważyły motyw teologiczne oraz troska o nienaruszalność tygodnia z niedzielą na czele, przeważająca nad argumentami astronomicznymi. Natomiast konkretne i zdecydowane było zaproponowanie przez Biema nowej rachuby tzw. liczby złotej 19-letniego cyklu księżycowego Metona<sup>3</sup>. Przesunięcia kalendarza juliańskiego w stosunku do roku zwrot-

nikowego i tutaj doprowadziły bowiem do niezgodności.

Tradycyjna metoda wyznaczania Wielkanocy była bowiem zajęciem dość żmudnym i polegała na użyciu tabel i almanachów. Aby uzyskać datę Wielkanocy, średniowieczny komputysta (łac. *computista* — tak zwano specjalistów od kalendarza liturgicznego) znajdował najpierw złotą liczbę G danego roku. Dla dowolnego roku Y n.e. określona jest ona wzorem  $G = 1 + \text{MOD}(Y, 19)$ , gdzie symbol  $\text{MOD}(a, b)$  oznacza resztę z dzielenia a przez b. Teraz sprawdzał tabelę tzw. liter niedzielnych. Oblicza się je ze wzoru  $N = 7 - \text{MOD}((Y + Y/4 + 4), 7)$ , przy czym N=1 odpowiada litera A, N=2 to B itd. Na przykład dla roku 1500 złota liczba wynosi 19, natomiast jego literą niedzielną jest D. Potem sprawdzał w tabelach daty pełni Księżyca, szukając pierwszej pełni po równonocy, czyli po 21 marca. Pełnia paschalna w 19 roku cyklu przypada na 17 kwietnia, a literą kalendarzową tej daty jest B. Pierwszy dzień po 17 kwietnia, dla którego literą kalendarzową jest D, to 19 kwietnia. Tak więc datą Niedzieli Wielkanocnej w roku 1500 był 19 kwietnia. Bardzo skomplikowane! Na podstawie nowej liczby złotej, w opar-

ciu o swój solidny warsztat naukowy i astronomiczny Biem opracował starańnie daty świąt ruchomych do roku 1720.

Mimo pośpiesznego wysłania pracy Biema do Rzymu już 12 XII 1516 r., nie doszła ona na czas. Nie miało to jednak wielkiego znaczenia, podobnie jak i fakt, że była ona później chwalona jako jedna z naukowo najlepszych. Po prostu na ostatniej sesji soboru (16 III 1517 r.) kwestia reformy kalendarza, którą miał sobór załatwić, nie była w ogóle poruszana. O zaniechaniu reformy zdecydowała znaczna rozbieżność opinii astronomów i zbyt wiele proponowanych rozwiązań.

### Nareszcie jakaś decyzja

Na nowo poprawą kalendarza zainteresował się następny sobór, zwołany do Trydentu przez papieża Pawła III w 1545 r., a trwający z licznymi przerwami do roku 1563 (za papieża Piussa IV). Olbrzymie kłopoty, jakie trąpyły wówczas Kościół, spowodowane przez silnie krzewiącą się reformację i nieudane porozumienie z protestantami tak zasadniczo absorbowaly obrady, że sprawę reformy kalendarza przekazano wówczas do załatwienia bezpośrednio papieżowi. Uchwała soboru

<sup>3</sup> Okres obejmujący 19 lat, wprowadzony do rachuby czasu w Atenach w 433 r. p.n.e. przez astronoma Metona z Aten. Po upływie cyklu Metona fazy Księżyca przypadają na te same dni w roku.

wzywała papieża, by zreformował brewiarz i chociaż nie wspominała o kalendarzu, Pius IV postanowił mimo to przeprowadzić reformę, ale zmarł w roku 1565. Sprawę przejął jego następca Pius V, który przesunął o 4 dni nominalną datę nowiu paschalnego, aby uzyskać lepszą zgodność z obserwacjami, oraz nakazał korektę pozwalającą uniknąć dużych rozbieżności na przyszłość. Była to pewna reforma, ale nie taka, jakiej oczekiwali astronomowie. Pius V zmarł w 1572 r., a jego następcą został Grzegorz XIII.

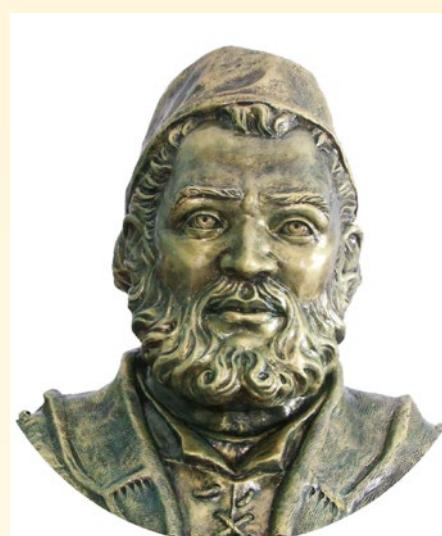
Nowy papież uważał, że uchwała soboru trydenckiego wymagała jednak reformy kalendarza i podjął się tego zadania. Zwołuje do Rzymu konferencje naukowe w tej sprawie. Na jedną z nich miała wpływać praca kalendariografa krakowskiego Piotra Słowackiego (Petrus Slovacius), uzyskując pochwałę samego papieża, lecz największe uznanie zdobył projekt opracowany przez neapolitańskiego lekarza i astronoma Alojzego Lilio (Aloysius Lilius, zwany też Luigi Giglio, ok. 1510–1576). Gdy zmarł, projekt ten dalej referował jego brat Antoni, także lekarz.

Propozycja Liliusa była podobna do sugestii Sacrobosco, opracowanej 350 lat wcześniej, ale wydrukowanej dopiero w 1538 r. Nie wiadomo, czy Lilio czytał pracę Sacrobosco. Oryginalny rękopis Liliusa zaginął, nie zachowała się też żadna jego kopia. Grzegorz XIII przekazał projekt Lilio do oceny biskupowi Tomaszowi Gigli z Sory w Kalabrii. Tomasz skonsultował się z licznymi ekspertami. Większość z nich oceniła koncepcję reformy pozytywnie, chociaż niektórzy zaproponowali udoskonalenia, a kilku uznało ją za zbyt skomplikowaną. W 1575 r. eksperci spotkali się z papieżem. Podczas audiencji wyrazili poparcie dla propozycji Lilio, skrytykowali inne koncepcje oraz wezwali Grzegorza do zreformowania kalendarza.

Prawdopodobnie właśnie wtedy papież powołał komisję pod przewodnictwem biskupa Gigliego, która miała doradzać w sprawie reformy. W skład tej komisji weszli m.in.: Antoni Lilio, astronom dominikanin Ignacy Danti, uczony historyk Piotr Chacòn (1525–



Papież Grzegorz XIII — portret Lavinii Fontany



Aloysius Lilius (1510–1576) — popiersie autorstwa Giuseppe Capoano

–1582) oraz niemiecki jezuita i astronom Krzysztof Clavius (1538–1612), który wówczas pracował w Collegium Romanum (uniwersytecie rzymskim) i odegrał ważną rolę w formułowaniu, a potem wyjaśnianiu zasad reformy. Komisja obradowała kilka lat, ale nie potrafiła dokonać ostatecznego wyboru. Wreszcie, około 1577 r. na przewodniczącego komisji wybrano Guglielma Sirleto (1514–1585) — kardynała i uczonego. Pod jego kierownictwem komisja wkrótce uzgodniła swoje stanowisko i zarekomendowała propozycję Liliusa.

Piotr Chacòn opracował wtedy broszurę zawierającą główne założenia koncepcji Lilius, a papież rozesłał ją w 1578 r. królom i książętom chrześcijańskim w celu rozpatrzenia przez innych uczonych. W 1580 r. komisja sporządziła sprawozdanie, w którym uwzględniła większość propozycji Liliusa i przedłożyła je papieżowi. Dokument ten podpisali (oprócz wyżej wymienionych członków komisji): biskup Vincenzo Lauri z Mondovi, patriarcha Ignatius (były patriarcha Antiochii, przybyły do Rzymu niespodziewanie i bez zaproszenia jako przedstawiciel Kościoła wschodniego, zaproszono więc go do komisji), Leonardo Abel ( tłumacz Ignatiusa, mówiącego tylko po arabsku) oraz Seraphinus Olivarius (francuski ekspert prawa kościelnego). Do końca 1581 r. ustalono, że projekt jest do przyjęcia, papież zatwierdził sprawozdanie komisji i wreszcie 24 II 1582 r. (według obowiązującego wtedy jeszcze kalendarza juliańskiego, był to dzień VI przed kalendami marcowymi) podpisał bullę *Inter gravissimas*

*Pastoralis officii* (której autorem był Piotr Chacòn), wprowadzającą reformę w życie. Bulla została wywieszona 1 marca na drzwiach bazyliki św. Piotra, a jej kopie rozesiano do wszystkich krajów katolickich.

Po ponad 350 latach reforma została dokonana. Rok 1582 nazwany został rokiem reformy. Papież kazał wybić medal na pamiątkę tego wydarzenia, a reforma kalendarza przeszła do historii pod nazwą gregoriańskiej.

### Istota reformy

Zasadniczym celem reformy było przywrócić datę Wielkanocy na właściwe miejsce w kalendarzu, tak by przypadła zawsze w sąsiedztwie prawdziwej daty równonocy wiosennej, zgodnie z ustaleniami soboru nicejskiego. W toku dyskusji wyrażano różne opinie co do tego, na jaką datę powinna przypadać równonoc wiosenna. Za datą 21 marca opowiedzieli się król Hiszpanii i patriarcha Ignatius, wskutek czego przyjęto właśnie tę. Wymagało to przesunięcia dat o 10 dni. Dokonano tego jednym śmiały pociągnięciem, polegającym po prostu na opuszczeniu tych 10 dni z kalendarza. Tak więc bulla papieska nakazywała, aby po dacie 4 października 1582 r. (czwartek) nastąpił od razu piątek 15 października. Zachowana została więc ciągłość rachuby dni tygodnia. Wybór 4 października nie był przypadkowy. W tym dniu przypada wspomnienie św. Franciszka z Asyżu, już wtedy bardzo popularnego świętego, po tej dacie natomiast nie było żadnych ważniejszych świąt, których pominięcie byłoby trudne do zaakceptowania. Papież zresztą określił,

kiedy należy obchodzić święta tych patronów, którzy „wypadli” z kalendarza. W ten sposób równonoc wiosenna powróciła na dzień 21 marca.

Drugim celem reformy było usunięcie wędrówki równonocy w kalendarzu w przeszłości. Aby tego uniknąć, przyjęto nowy schemat kolejności lat przestępnych. Ustanowiono, że — tak jak dotychczas — rok liczy 365 dni, a w latach przestępnych (podzielnych bez reszty przez 4) — 366 dni, z tym że — w odróżnieniu od kalendarza juliańskiego — spośród lat zawierających całkowitą liczbę setek tylko te będą przestępne, które dzielą się bez reszty przez 400 (np. 1600, 2000 — przestępne, a 1700, 1800, 1900 — zwykłe). W ten sposób, w każdym 400-leciu, wśród lat zakończonych pełnymi setkami, przypadają trzy lata zwykłe, a więc w porównaniu z kalendarzem juliańskim, liczba lat przestępnych w tym okresie zmniejszyła się o trzy. Dzięki tej modyfikacji, średnia długość roku osiągnęła po reformie 365,2425 dnia (365 dni 5 godzin 49 minut i 12 sekund). Jest to wartość różniąca się od rzeczywistej zaledwie o 0,0003 doby (26 sekund). Z różnicą tej dopiero po upływie 34 stuleci (dokładniej — po 3320 latach) urośnie jeden dzień. W ten sposób, wprowadzając jedynie niewielkie modyfikacje, uzyskano satysfakcjonującą zgodność kalendarza ze zjawiskami astronomicznymi.

Warto dodać, że w roku reformy różnica ta wynosiła 24 sekundy, była więc mniejsza. Obecna różnica wynika z tego, że długość roku zwrotnikowego nie jest stała i ulega nieznaczнемu skróceniu — o 5,3 s na 1000 lat. Długość doby również nie jest stała. Ulega ona wydłużeniu wskutek hamowania przypływowego o ok. 1/600 sekundy na 100 lat. Wskutek kumulacji obu okresów, efekt skracania roku zwrotnikowego zostaje co najmniej podwojony. Dlatego jeden dzień różnicy kalendarz gregoriański będzie wykazywał już po 2620 latach, czyli około 4200 r. Dopiero po tym czasie należałoby pominać jeden rok przestępny, zastępując go zwykłym. Jest to na tyle odległa przeszłość, że nie trzeba się tym dziś martwić.

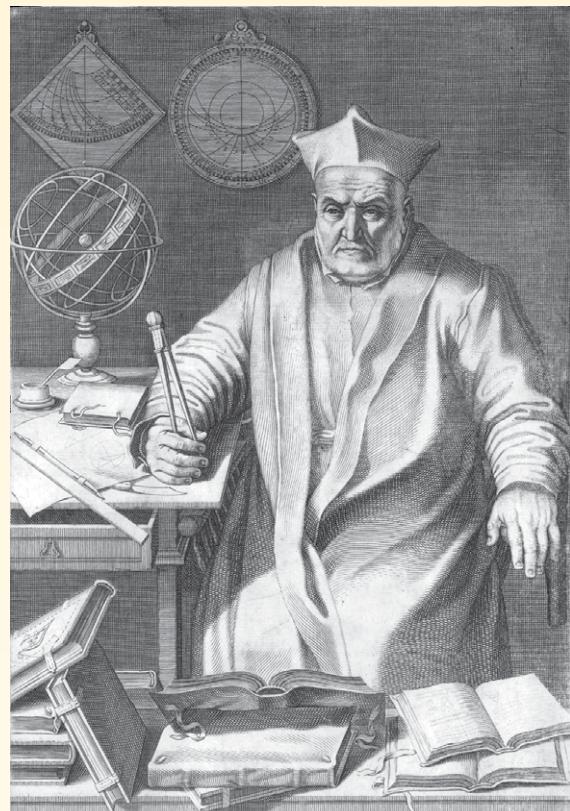
Oczywiście bez zmian w nowym kalendarzu pozostały miesiące i ich wewnętrzny rozkład. W swej bulli papież określa również nowe reguły ustalania dnia Wielkanocy (zaniechanie

używania cyklu Metona i rezygnacja ze stosowania liczby złotej, a zastąpienie jej wprowadzeniem epakty<sup>4</sup>) oraz zmienia sposób wprowadzania dodatkowego dnia w roku przestępny. Według tradycji rzymskiej, dzień przestępny w kalendarzu juliańskim następował przed dniem VI przed kalendami marcowymi (czyli przed 24 lutego wg naszego nazewnictwa) jako dzień VI bis. Papież przenosi go na dzień następujący po 28 lutego.

### Przyjęcie reformy w Europie

Bullę papieską w sprawie reformy kalendarza od razu respektowały tylko kraje katolickie i dokonały jej w roku 1582 lub 1583, natomiast państwa protestanckie się opierały (tabela). Głównym powodem sprzeciwu była niechęć do podporządkowania się papieżowi, co było zrozumiałe, biorąc pod uwagę ówczesną sytuację Kościoła. Tam bulla papieska nie tylko nie była respektowana, ale należało ją oficjalnie potępiać. Próba reformy zastrzyła tylko trwające tam od kilkudziesięciu lat spory religijne. Protestanci zarzucali papieżowi, że jest „antychystem, który nawet czas chce zmieniać”, a reforma miała być „robotą diabła”. Szerzyło się przekonanie, że papież „podstępnie jak wąż i z wilczą przebiegłośćią” stara się wykorzystać kalendarz w celu ponownego podporządkowania sobie chrześcijaństwa. Mimo to istnieli protestanci astronomowie — przede wszystkim Tycho Brahe i Kepler — którzy zaaprobowali reformę gregoriańską. W 1613 r., na zjeździe w Ratyzbonie Kepler wyraził pogląd, że przyjęcie kalendarza gregoriańskiego nie oznacza podporządkowania się bulli papieskiej, a jedynie wynikom obliczeń dokonanych przez astronomów i matematyków.

<sup>4</sup> Epakta to liczba określająca fazę Księżyca w pierwszym dniu roku kalendarzowego. Oznaczała liczbę dni, jaka upływa w dniu 22 marca od ostatniego nowiu. W ten sposób epakty ułatwiały znalezienie terminu pełni po równonocy wiosennej.



Christofer Clavius (1538–1612) — XVI-wieczna rycina wg obrazu Francesca Villameny

Opory przed wprowadzeniem reformy kalendarza miały też inny charakter. Konieczność opuszczenia szeregu dni wpływała na obchody różnych uroczystości, świąt, urodzin, jak również terminy spłat długów, rat, kontraktów na dostarczanie różnych dóbr, a także zwolnienia ze służby wojskowej i z więzień. To wszystko wprowadzało pewien — choć przejściowy — zamęt w życiu publicznym. Wśród ludu pojawiły się też innego rodzaju obawy: czy teraz ptaki będą wiedziały, kiedy odlatywać do ciepłych krajów, a ziarno — kiedy kielkować, kwiaty — kiedy kwitnąć? Choć dziś takie pytania wydają się nam niedorzeczne, to jednak w owych czasach były zadawane. Prócz tego warto wspomnieć, że w tamtych latach wieś tradycyjnie prowadziła prace polowe według rytmu wyznaczanego przez święta kościelne. Ich przesunięcie o 10 dni spowodowało dezorganizację życia chłopów, którzy długo nie mogli zrozumieć, co się stało.

Spory, obawy i niechęć do wprowadzenia nowego kalendarza trwały w środkowej i zachodniej Europie jeszcze przeszło 100 lat. Protestanckie Niemcy przyjęły go pod nazwą „kalendarza poprawionego” w roku 1700. Anglia opierała się reformie jeszcze dłużej. Astronomowie angielscy, tacy jak John

Dee, Thomas Digges i Henry Savile, odnosili się do niej życzliwie. John Dee, posługując się danymi z dzieła Kopernika, opracował nawet, i to już w 1583 r., jedenastodniową korektę kalendarza (jego zdaniem dokładniejszą od dziesięciodniowej gregoriańskiej), ale nie wprowadzono jej w życie z powodu gwałtownego sprzeciwu biskupów, którzy utrzymywali, że nowy kalendarz jest skażony papizmem. Przypominali oni też o ekskomunice rzuconej przez poprzednika Grzegorza XIII, papieża Piusa V, na królową Elżbietę. Anglia uznała kalendarz dopiero w 1752 r. Posłużono się wtedy właśnie korektą Johna Dee. Największy sprzeciw i zamieszanie wywołało przesunięcie daty o 11 dni. Zbuntowane tłumy fanatyków, nie chcąc się podporządkować zarządzeniom pochodzący od papieża, biegły po ulicach z okrzykami: „Zwróćcie nam nasze 11 dni!”. Byli przekonani, że zostały im one wyrwane z życia.

W końcu jednak rozsądek zatrymował. Według słów kazania wygłoszonego przez wielebnego Peirsona Lloyda, jeśli Anglia miała pozostać przy dawnym kalendarzu, to „Następstwo czasu doprowadziłoby dwa święta — Boże Narodzenie i Wielkanoc — do tego, że byłby obchodzone jednocześnie w tym samym dniu” (powstrzymywał się tylko od uświadomienia wiernym, ile tysięcy lat przemieniłoły, nimby to się stało). W Anglii wprowadzenie nowego kalendarza wiązało się z przeniesieniem początku roku z 25 marca na 1 stycznia. Wywołało to dodatkowe protesty w związku z wcześniejszym płacением podatków. Wskutek tego rok finansowy pozostał bez zmiany, kończył się bowiem 5 kwietnia (dawnego 25 marca).

W wielu krajach wprowadzenie nowego kalendarza wiązało się z dużo większym zamieszaniem, niżby się można tego spodziewać. Szwecja przyjęła go w 1583 r. Jednak potem, kiedy została objęta reformacją i przyjęła luteranizm, został on odwołany. Dopiero na początku XVIII w. zdecydowano się przywrócić kalendarz gregoriański, ale nie jednorazowo, a stopniowo, rezygnując z 11 dni przestępnych w latach 1700–1740. Jednak to się nie udało. Przez pomyłkę, lata 1704 i 1708 znów były przestępne. Powstał w ten sposób wyjątkowy chaos. Swoisty kalendarz „szwedzki” nie zgadzał się wtedy z żadnym innym — ani juliańskim, ani

## Przyjęcie reformy gregoriańskiej na świecie

Kraj	Rok	Pominięte daty
Italia	1582	5–14 października
Portugalia	1582	5–14 października
Hiszpania	1582	5–14 października
Polska	1582	5–14 października
Luksemburg	1582	15–24 grudnia
Francja	1582	10–19 grudnia
Austria	1583 <sup>(1)</sup>	
Holandia (katolicy)	1582 <sup>(2)</sup>	
Holandia (protestanci)	1700 <sup>(2)</sup>	
Niemcy (katolicy)	1583 <sup>(1)</sup>	
Czechy	1584	7–16 stycznia
Szwajcaria (katolicy)	1584 <sup>(1)</sup>	11–21 stycznia
Węgry	1587	22–31 października
Niemcy (protestanci)	1700	19–28 lutego
Dania (włączając Norwegię)	1700	19–28 lutego
Szwajcaria (protestanci)	1700	19–28 lutego
Anglia i kolonie	1752	3–13 września
Szwecja	1753 <sup>(2)</sup>	18–28 lutego
Alaska	1867 <sup>(3)</sup>	
Japonia	1873 <sup>(2)(4)</sup>	
Egipt	1875 <sup>(4)</sup>	
Albania	1912	
Chiny	1912 <sup>(2)(4)</sup>	19–31 grudnia 1911 r.
Bułgaria	1915 <sup>(2)</sup>	
Rosja	1918	1–13 lutego
Jugosławia	1919 <sup>(2)</sup>	
Rumunia	1919	1–13 kwietnia
Grecja	1924	10–22 marca
Persja	1925 <sup>(4)</sup>	
Turcja	1926	19–31 grudnia

<sup>(1)</sup> Pominięte daty były różne w poszczególnych częściach kraju.

<sup>(2)</sup> Data zmiany jest niepewna, niekiedy z powodu tego, że różne władze nakazywały różne daty.

<sup>(3)</sup> Alaska zmieniła kalendarz, kiedy została kupiona od Rosji przez Stany Zjednoczone.

<sup>(4)</sup> W tych krajach nie stosowano kalendarza juliańskiego przed przyjęciem kalendarza gregoriańskiego w podanym roku.

Niektóre kraje zmieniły datę początku roku na 1 stycznia przed porzuceniem kalendarza juliańskiego.

gregoriańskim. Dlatego w roku 1712, przez wprowadzenie dodatkowego dnia przestępnego (30 lutego), postanowiono powrócić do kalendarza juliańskiego. I dopiero 17 II 1753 r., po którym nastąpił 1 marca, Szwecja (wraz z podległą jej Finlandią) przyjęła kalendarz gregoriański, tym razem na stałe. Finlandia z kolei, kiedy po wojnach szwedzko-rosyjskich, ostatecznie w 1809 r. znalazła się pod panowaniem rosyjskim, znów używała kalendarza juliańskiego.

We Francji w 1793 r. w miejsce kalendarza gregoriańskiego wprowa-

dzono kalendarz rewolucyjny — wzorowany na starożytnym kalendarzu egipskim. Rok liczył w nim 12 miesięcy po 30 dni, a miesiące dzieliły się na 3 dekady. Był on niewygodny, niepopularny i bardzo utrudniał kontakty z resztą Europy. Dopiero w 1806 r. Napoleon Bonaparte przywrócił we Francji kalendarz gregoriański. W 1871 r. kalendarz republikański obowiązywał jeszcze w krótkim okresie Komuny Paryskiej, były to jednak jego ostatnie dni.

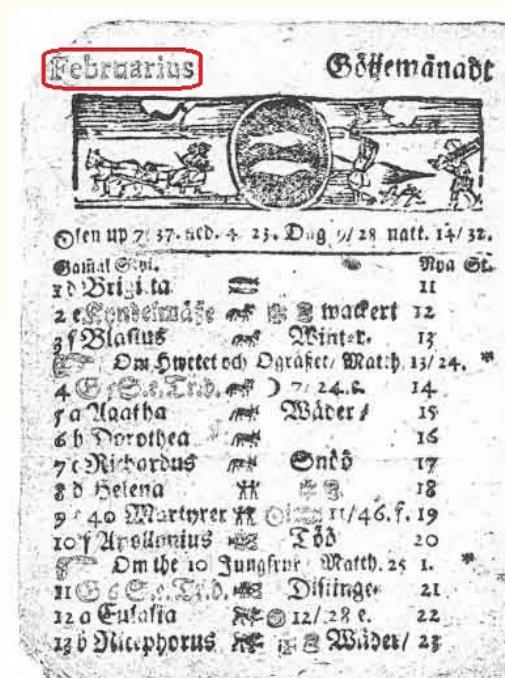
**W Polsce też nie bez problemów**

Polska przyjęła nowy kalendarz w terminie określonym bullą papieską. Trzeba jednak pamiętać, że nasz kraj zamieszkowali także zarówno protestanci, jak i wyznawcy prawosławia. Dlatego i u nas nie obyło się bez kłopotów, które niekiedy wywoływały znaczne konflikty. Szczególnie ostro zarysowały się one w należącej wtedy do Polski Rydze. Rada miejska i patrycjat wywiązały się za przyjęciem nowego kalendarza, związek cechów i warstwy plebejskie były przeciwko. Zaczęło się w roku 1584 od wybijania okien w kolegium jezuickim. Następnie, w oddanym jezuitom kościele protestanckim, na Boże Narodzenie tłum rozpoczęł nabożeństwo „przedwcześnie” odprawiane według nowego kalendarza. Z kolei burgrabią Ecke zaarrestował pastora za jego kazanie wypowiedziane w Boże Narodzenie obchodzone według starego kalendarza. Zapoczątkowało to liczne zamieszki, w których krew lała się po obu stronach. Wreszcie, 16 I 1586 r. zawarto porozumienie, w którym uznano stary kalendarz za obowiązujący, a burgrabię, sekretarza Rady oraz kaznodzieja jezuickiego musieli uchodzić z miasta. Ujął się za nimi król Stefan Batory, a gdy Rada Miasta wykonała wyrok śmierci na dwu zwolennikach reformy, na przełomie lipca i sierpnia 1586 r. doszło do regularnego oblężenia miasta przez wojska królewskie. Śmierć króla (2 XII 1586 r.)

przerwała działania wojenne, ale zamieszki, nazywane „kalendarzowymi”, trwały nadal. Zakończyło je 2 VIII 1587 r. powieszenie przywódców kalendarzowej opozycji i definitive wprowadzenie 26 IX kalendarza gregoriańskiego w Rydze.

## **Reszta świata**

Wprowadzenie kalendarza gregoriańskiego poza Europą nie budziło takich emocji. W koloniach hiszpańskich, portugalskich, francuskich i angielskich obowiązywał kalendarz taki jak w państwie, do którego należały. Na terytorium obecnej Kanady i Stanów Zjednoczonych zależało to od pierwszego zasięgu wpływów: wschodni Washington i Oregon, dolina Mississippi - Teksas, Floryda, Kolorado, Arizona. Nowy Meksyk.



dag		XXX	Dagur.
○ nr 6/39. ned. 9/30. Dag. 10/32. tim. N. 11/22.			
14 c Valentijn	W	o h q	24
15 d Sigfriq	W	z z	25
16 e Sulvana	z z	Frost/	26
17 f Cupporus	z z		27
18 Om Urhelarna i Wingården Matth. 20/ 2:			
19 a Sifflugz.	W	Concordia	28
19 a Susanna	W	12/15. e.	29
20 d Vickim	A	o o o	1. Mord
21 c Benedictus	A	Bläst/	2
22 d Victor	Z	Uhrwäder/	3
23 e Terriuslong	Z		4
24 f Matthias	A	Kale/	5
25 Om syra handa Edes Åt. Euci 8/ 4.			
25 d Syrgesf.	A	Slottsdagen.	6
26 g Victoria	Z	12/ 7. e.	7
27 a Leopold	Z		8
28 b Romanus	Z	ofsladigt/	9
29 c Nestor	W	o h q	10
30 d Lilliblåd:	W	z z	11

Dwie strony poświęcone lutemu ze szwedzkiego almanachu na rok 1712. Dwa słowa obok daty 30 II to: „Tillökad” (dodany) i „Snöö” (śnieg — w ówczesnych kalendarzach odważnie podawano prognoze pogody na każdy dzień roku)

# CALENDARIVM GREGORIANVM P E R P E T V V M.

Orbi Christiano vniuerso à GREGORIO XIII. P. M. pre-  
positum. Anno M. D. LXXXII.

**GREGORIVS EPISCOPVS  
SERVVS SERVORVM DEI  
AD PERPETVAM REI MEMORIAM.**

**D**INTER gravissimas Pastoralis officij nobis curas, ex postrema non est, ut que cōfeso Triduum Concilio Sui Apostolis reformari patet, sed ad hanc optimam, Deum adiutorum perducantem. Sane existent Cœli patres, cum ad reliquias cogitationes breviter quoque curam adlongenter, tempore tamen exclusi rem tam ex ipsius Concilii decreto ad auctoritatem & indicium Romanis Pontificis resulerunt. Duxerunt Brevarium praecipue continentem, quorum unam prece, laudesque diuinæ, usus sibi prof. siue diebus proficiuntur, alterum per hunc ad ammos festi, & festivitatis coepit dominare curia, Sola, & Lumen nostra est. Aequum quidem felici recordatione suis p̄s p̄s beatorum imperi ab solitudo curiam, atque edidit. Hoc vero quidem nostrum ex quoq[ue] Calendari constitutio, tandem a Româna Pontificis predecessoribus nos, & ipsius tertium est, verum subito, ex aliâ extremitate per ad hoc solitudo tempus non potuit. Quod ruror emendandi Cœlestium, quæc etiam statu motu perit propositum, propter magis, & ferocius intercedere difficultates, quæ huiusmodi demandatio tempestatis habuit, neque perennem erant, neque antiquissime vita inoblitus, quod in prima pars illarum curiarum etiam sermone. Invenit ueroq[ue] exinde uirtus, licet nescio, Dei dispensatio fructi, in hac cognitione, caraque vestimenti, subiectus est nobis a deo etiam plus natura, & uirtutum, & medicina doctore, quemq[ue] aliosq[ue] ueroq[ue] fratres conscripsit, in quo per nouum quendam Epactarum Cyclum ab eo exaugetur. Et certe omnia esse numeri norma dicitur, atque ad quamvis ante solis migrationem in accommulationem, omnis, quem Calendario colligatur, conformatio, & scinditur modis duratrix, fieri per profectio, ut Calendarium ipsius nulli circumnotiatione in postrem expeditum est, ut uero. Non enim his restituendi Calendarij rationem exigere volumine cam prebenimus ad Clericorum Principes, celebratores & universitates paucos ante annos m[od]i, & r[ati]o, quæ omnia in communione, & communione omnium consenserunt, illi cum quæ maxima operis intentio, & corde respondiderint, coram uo omnium confessione adduci, ut id ad Calendarij emendationem adhibeatur, in alia & hanc rerum persistimus, quis longe ante ex primary Christiani artis uolumen dilatetur: ut ex aliud uolumen tempore, & diligentia ad eam factuacionem sublassum, & Cyclatum, utrum, quæc in recensiorum vndeque conquistatis, ad diligenterne persuperas interfestuissent, sibi, & doctrinam humanam, quæ decesseris, inducere hanc præcessori elegere, non Epactarum Cyclum, cuiusnulli etiam dicuerunt, quæc accurata circumspectione uisajent ad Calendarij perfectio, maxime pertinet.

Strona tytułowa bulli papieskiej *Inter gravissimas* z 24 lutego 1582 r.

panii; na Alasce wprowadzono nowy kalendarz po wykupieniu jej od Rosji. Kraje azjatyckie, takie jak Chiny, Japonia, Tajlandia, Iran, Turcja przyjęły kalendarz gregoriański dopiero w XIX lub XX wieku. Wcześniej nie stosowano tam kalendarza juliańskiego. W Chinach, kalendarz gregoriański zastąpił tradycyjny chiński w 1912 r., ale praktycznie nie był on

Rosja wprowadziła go dekretem Rady Komisarzy Ludowych dopiero po Rewolucji Październikowej w 1918 r. Jednak 1 X 1929 r. wprowadzono w Rosji nowy, eksperymentalny kalendarz, zupełnie wolny od jakichkolwiek religijnych naleciałości. Jedna z jego zasad

było to, że tydzień był pięciodniowy, a miesiące miały po 6 tygodni. W roku było 12 miesięcy po 30 dni, a pozostałe 5 dni były dniami świątecznymi. Reformę przeprowadzono pod hasłem tygodnia nieprzerwanej produkcji. Społeczeństwo zostało podzielone na pięć kast oznaczonych kolorami. Obywatele każdego koloru odpoczywali innego dnia. W ten sposób codziennie do pracy przychodziło 80% załogi, a kolejno i fabryki pracowały w trybie ciągłym. Pięciodniowy tydzień nie sprawdził się. Chcąc utrzymać przynajmniej walor areligijności, władze wprowadziły wtedy tydzień 6-dniowy. Jednak i ta reforma wprowadziła podziały w społeczeństwie i chaos administracyjny. W końcu, 26 VI 1940 r. zdecydowano się powrócić do 7-dniowego tygodnia.

Kościół wschodni właściwie nigdy nie przyjął reformy gregoriańskiej. Nie zmienił też metody obliczania daty Wielkanocy. Największy sprzeciw wobec nowego kalendarza wyraziły Kościoły wschodnie ustami patriarchów Konstantynopola, Aleksandrii i Armenii. Do krajów wahających się jeszcze w latach dwudziestych ubiegłego wieku z przyjęciem kalendarza gregoriańskiego należały Jugosławia, Grecja i Rumunia, których rządy były podporządkowane duchowieństwu prawosławnemu. W 1923 r., w czasie soboru prawosławnego w Konstantynopolu, niektóre patriarchaty i autokefalie Kościoła prawosławnego we wschodnim obszarze śródziemnomorskim przyjęły kalendarz nazwany neojuliańskim lub nowym wschodnim, jako nieporchodzący od biskupa rzymskiego. Został on opracowany przez wybitnego astronoma, profesora uniwersytetu w Belgradzie, Milutina Milankovića. W myśl tej reformy, lata podzielne przez 100 są przestępne tylko wówczas, gdy reszta z dzielenia numeru stulecia przez 9 wynosi 2 lub 6. Nowy kalendarz wschodni jest tak pomyślny, żeby być jak najdłużej zgodnym z kalendarzem gregoriańskim. Pierwsza różnica nastąpi dopiero w 2800 r. (przestępny w kalendarzu gregoriańskim, a zwykły w neojuliańskim). Kalendarz juliański nadal obowiązuje między innymi w Rosyjskiej Cerkwi Prawosławnej, posługując się nim mnisi z góry Atos w Grecji i niektórych innych klasztorów. Także na wyspie Föula, trzydzieści kilometrów na zachód od Szetlandów, nadal obchodzi się



Rzeźba z Bazyliki św. Piotra w Rzymie przedstawiająca przyjęcie kalendarza przez Grzegorza XIII. Źródło: Wikipedia/Creative Commons

takie święta jak Boże Narodzenie czy szkocki sylwester (Hogmanay) według kalendarza juliańskiego.

### Nieporozumienia

Stosowanie przez pewien czas dwóch odmiennych kalendarzy w różnych krajach Europy musiało wiązać się z różnymi niedogodnościami i nieporozumieniami. Na przykład utrzymywano niegdyś, że Cervantes i Szekspir umarli tego samego dnia, w rzeczywistości jednak taka zbieżność nie miała miejsca. Cervantes zmarł w Madrycie w sobotę 23 IV 1616 r. (według obowiązującego już w Hiszpanii kalendarza gregoriańskiego), a Szekspir w Stratfordzie we wtorek 23 IV 1616 r., ale według nadal jeszcze wtedy obowiązującego w Anglii kalendarza juliańskiego. Data ta przeliczona na nowy styl daje 3 V 1616 r., czyli Szekspir przeżył Cervantesa o 10 dni.

Ciekawy jest też przypadek Jerzego Waszyngtona, który urodził się 11 II 1731 r. (wtedy obowiązywał kalendarz juliański) i w młodości w tym właśnie dniu obchodził swoje urodziny. Kiedy w 1752 r. Anglia przyjęła kalendarz gregoriański, zmieniła się data jego urodzin o 11 dni na 22 II. Jednak w związku z jednocosnym przesunięciem dnia Nowego Roku z 25 marca na 1 stycznia, zmienił się również rok urodzenia Waszyngtona z 1731 na 1732.

Również dzień śmierci Elżbiety I Tudor — 24 marca przypadł w ostatni dzień roku 1602 wg rachuby brytyjskiej, choć wg rachuby obowiązującej w pozostałej części Europy był to rok 1603. Pomimo jednak, że wg nowego porządku juliański 24 marca przypadał w zapisie gregoriańskim 3 kwietnia,

to przyjęło się zapisywać datę śmierci tej królowej bez korekty daty dziennej i miesięcznej, a jedynie ze skorygowanym (na 1603) rokiem. Podobnie datę egzekucji Karola I Stuarta zapisywana niegdyś jako 30 stycznia 1648 koryguje się obecnie na 1649, ale bez doliczania dodatkowych dni do daty dziennej. Identyczna sytuacja dotyczy dat urodzin i śmierci Edmunda Halleya. Urodził się 29 X 1656 r., a zmarł 14 I 1741 r. Tak jest na jego nagrobku (*Mortuus MDCCXLII*). Ale są to daty według obowiązującego wtedy w Anglii kalendarza juliańskiego. Według kalendarza gregoriańskiego odpowiada im 8 XI i 25 I, ale już roku 1742.

Z kolei Wilhelm III Orański wypłynął w 1688 z Holandii 11 listopada, a wylądował w Brixham w Anglii... 5 listopada, choć przecież oczywiście nie mógł wkroczyć do Anglii przed wyruszeniem na wyprawę. Po prostu czas rozpoczęcia podróży liczony jest wg nowej rachuby, a dokonania Wilhelma w Anglii — starej. Także w Rosji roczną Rewolucji Październikowej (25 X 1917 r.) obchodzi się według nowego kalendarza 7 XI, ale nazwa pozostała. Niedostosowanie się Rosji do obowiązującego w innych krajach kalendarza było też przyczyną kilkunastodniowego spóźnienia się sportowców rosyjskiej ekipy olimpijskiej na igrzyska do Londynu w 1908 r.

Kalendarz gregoriański można ekstrapolować wstecz i przypisać daty gregoriańskie dniom sprzed roku 1582 (są to tzw. daty proleptyczne). Okazuje się wówczas, że dzień oznaczony w kalendarzu gregoriańskim jako poniedziałek 1 stycznia 1 roku n.e. to 3 stycznia 1 roku n.e. w kalendarzu ju-

liańskim. Od 1 III 200 roku obie daty były identyczne, natomiast 1 III 300 roku kalendarz gregoriański zaczął wyprzedzać juliański o 1 dzień. Różnica ta przyrastała o 1 dzień każdego 1 marca roku o numerze podzielnym przez 100, ale niepodzielnym przez 400. Znając tę zasadę, możemy bez trudu przeliczyć każdą datę gregoriańską na odpowiadającą jej datę juliańską i odwrotnie.

### Nie ma róży bez kolców

Obecnie kalendarz gregoriański jest oficjalnym kalendarzem przyjętym dla celów administracyjnych przez Organizację Narodów Zjednoczonych, stosowanym powszechnie na całym świecie, we wszelkich kontaktach międzynarodowych. Lokalnie praktykowane są przez niektóre kraje lub większe populacje wyznaniowe także inne kalendarze (np. hebrejski, chiński, indyjski, islamski), związane głównie z panującą religią lub uwarunkowane historycznymi tradycjami.

Kalendarz gregoriański ma jednak sporo wad. Zostały one odziedziczone po Juliuszu Cezarze i czasach rzymskich. Przede wszystkim razi w kalendarzu nierówna liczba dni w poszczególnych miesiącach. Mamy więc aż 7 miesięcy 31-dniowych, a tylko 4 miesiące po 30 dni i jeden o 28 lub 29 dniach. Rzuca się w oczy brak poczucia harmonii i symetrii w rozmieszczeniu miesięcy, a „chwiejny” luty dopełnia tego obrazu. Pociąga to za sobą nierówność półroczy — pierwsze trwa 181 lub 182 dni, drugie natomiast 184 dni. Podobnie kwartały mają 90, 91 lub 92 dni. Nierówne są także stulecia (mają 36 524 lub 36 525 dni). Drugą poważną wadą jest brak stałego związku między datą w miesiącu a dniem tygodnia. Każdy miesiąc (za wyjątkiem marca po zwykłym lutym) zaczyna się innego dnia tygodnia. Wskutek tych wad liczba dni roboczych w poszczególnych miesiącach może różnić się nawet o kilka. Niekorzystna jest też niepełna liczba tygodni w roku (52 i jeden lub dwa dni), przez co rok kończy się w ten sam dzień tygodnia, w którym się zaczął (w roku przestępny następuje tu przesunięcie o jeden dzień). Istnieje więc aż 14 różnych kombinacji kalendarzy. Wadą są także ruchome święta kościelne. Można by rzec — kompletny nieład, tyle że ideału chyba nie osiągniemy. Czynione były w ostatnich wiekach próby

ulepszenia kalendarza, polegające na bardziej równomiernym podziale roku na miesiące i kwartały oraz stabilizacji daty Wielkanocy wraz z innymi świętami ruchomymi. Rozpatrzone kilkaset różnych projektów, ale żaden nie okazał się idealny. Źródłem niepowodzeń wszelkich prób reformy kalendarza jest niewspółmierność między liczbą dni roku astronomicznego, dni miesiąca księżyckiego i tygodnia 7-dniowego. Rok zwykły liczy 52 tygodnie i 1 dzień. Ten 1 dzień to prawdziwa „kula u nogi” każdego projektu. Kiedy wszystko już się dobrze zgadzało, zawsze pozostała jakaś „reszta” — dzień lub kilka dni — bez daty, bez oznaczenia, poza regularnym cyklem 7-dniowym, różnie nazywane, ale zawsze niepasujące do ogólnej reguły kalendarza.

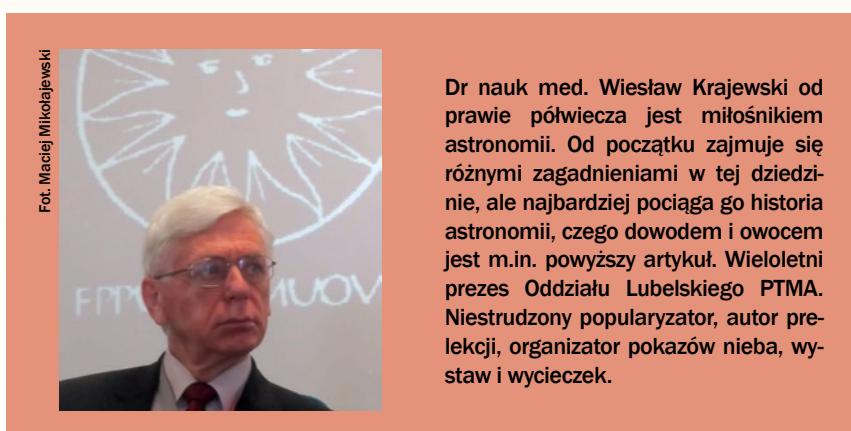
W ubiegłym wieku sprawa reformy kalendarza przewijała się w pracach różnych organizacji. W 1914 r. powstała Międzynarodowa Liga Reformy Kalendarza (przekształcona w 1922 roku w Międzynarodową Ligę Kalendarza Stałego). W 1930 r. założono Stowarzyszenie Kalendarza Światowego, publikujące czasopismo *Journal of Calendar Reform*, natomiast Liga Narodów powołała nawet specjalny Komitet ds. Zbadania Reformy Kalendarza. W latach 50. czyniono na forum ONZ próby wprowadzenia nowego kalendarza światowego. Do żadnej reformy jednak nie doszło. Sedno leży chyba w tym, że świat nie odczuwa obecnie pilnej potrzeby takiej reformy. Są inne problemy.

Być może bliższa jest zmiana dotycząca ustabilizowania ruchomości świąt kościelnych. W XX w. dała się zauważać tendencja, by ustabilizować datę Wielkanocy. Propozycje przedstawiano na forum Ligi Narodów i jej następczyni — ONZ. Konstytucja Świętej Liturgii Soboru Watykańskiego

skiego II z 1963 r. dopuszcza zasadę ustalonej daty Wielkanocy. Patriarcha konstantynopolitański Atenagoras I w wielkanocnym orędziu z 1969 r. wezwał do usuwania różnic pomiędzy Kościołami i ustalenia wspólnej daty Wielkanocy. Konsultacje na ten temat prowadziła również Światowa Rada Kościołów w 1997 r. Sprawa odzylała w ostatnich latach. Na razie nie osiągnięto porozumienia, ale kompromis jest możliwy. Spośród proponowanych stałych dat — druga niedziela kwietnia wymieniana była najczęściej.

Drugi typ reform kalendarza polega na dokładniejszym jego dostosowaniu do prawdziwej długości roku zwrotnikowego. Przykładem jest kalendarz neojuliański. Tego typu modyfikacji, które w dłuższym okresie czasu dają nawet jeszcze lepsze przybliżenie, jest wiele. Okazuje się jednak, że nie ma to wielkiego sensu. W ostatecznym rozrachunku, wszystkie nowe reguły mijają się z celem z powodu wspomnianych już zmian długości roku zwrotnikowego. Dlatego wydaje się, że zamiast tego rodzaju reform, jedyną metodą poprawienia kalendarza w przyszłości powinno być stosowanie zasad dynamicznych, polegających na doraźnej zamianie lat mających być przestępnyimi na zwykłe, w miarę stwierdzania odpowiednio dużych rozbieżności.

Kalendarz juliański przetrwał ponad 1600 lat, a gdzieniekdzie używany jest do dziś. Kalendarz gregoriański istnieje już pięte stulecie i na pewno będzie obowiązywał co najmniej tak samo długo. Udział Mikołaja Kopernika w reformie kalendarza okazał się niewielki, ale zapoczątkowanej jej koniecznością obserwacje przyczyniły się do rewolucyjnego odkrycia w dziejach ludzkości.



Dr nauk med. Wiesław Krajewski od prawie półwiecza jest miłośnikiem astronomii. Od początku zajmuje się różnymi zagadnieniami w tej dziedzinie, ale najbardziej pociąga go historia astronomii, czego dowodem i owocem jest m.in. powyższy artykuł. Wieloletni prezes Oddziału Lubelskiego PTMA. Niestrudzony popularyzator, autor prelekcji, organizator pokazów nieba, wystaw i wycieczek.

Największa impreza robotyczno-kosmiczna w Europie

# European Rover Challenge 2016

Jasionka koło Rzeszowa, 10–13 września 2016 r.

European Rover Challenge (ERC), czyli Europejskie Zawody Łazików Marsjańskich, to jedno z największych na świecie wydarzeń z dziedziny robotyki związanej z Kosmosem. Impreza gromadzi setki zawodników (studentów, konstruktorów) oraz wiele tysięcy widzów. W tym roku odbędzie się w Centrum Kongresowo-Wystawienniczym Jasionka koło Rzeszowa w okresie od 10 do 13 września 2016 r. Podobnie jak w ubiegłym roku, będzie też obecna „Urania” ze swoim stoiskiem i innymi atrakcjami. Zachęcamy do wybrania się na ERC 2016 we wrześniu!

Przedstawiamy wywiad z Łukaszem Wilczyńskim, organizatorem ERC 2016, który przeprowadziliśmy w maju.

**Krzysztof Czart:** Dla kogo jest European Rover Challenge?

**Łukasz Wilczyński:** Wydarzenie ma bardzo szeroką grupę odbiorców, dlatego że z jednej strony, w kwestii samych zawodów skupiamy się na zawodnikach, czyli na studentach, doktorantach, pracownikówach uczelni technicznych z całego świata, a z drugiej strony mamy misję popularyzacji i inspiracji – więc skupiamy się też na bardzo szerokim gronie odbiorców, wśród których, jak obserwujemy od dwóch lat, prym wiodą rodziny z dziećmi. W zeszłym roku zrobione zostały badania na grupie 1000 osób w Polsce i wyszło, że grupą docelową, która najczęściej nas odwiedza, jest ojciec z synem. W zeszłym roku odwiedzających doliczyliśmy się około 30 tysięcy.

**KC:** Jakich atrakcji mogą spodziewać się odwiedzający w tym roku?

**ŁW:** Myślę, że to będą atrakcje dosyć zbliżone do tego, co się działa poprzednio. Pewien profil imprezy trzymamy cały czas, czyli skupiamy się na rzeczach związanych z nowacjami, technologiami, pokazami naukowymi. Z takich rzeczy, które mogę już zapowiedzieć, będą na pewno pokazy astronomiczne. Będą warsztaty robotyczne z różnymi rodzajami robotów, zarówno humanoidalnymi, jak i edukacyjnymi. Będą także testy silnika rakietowego, ale robione w poziomie, ponieważ w tym roku jesteśmy bardzo blisko strefy nielotnej, niedaleko lotniska, więc nie możemy strzelać rakiety w górę.

Co będzie jeszcze? Będą na pewno pokazy związane ze strefą dla mniejszych dzieci. Prowadzimy rozmowy z Akademią Duckie Deck, czyli projektem, który ma na celu inspirację, edukację dzieci w całej Polsce. Będą pokazy związane z firmami kosmicznymi, które w tym momencie jeszcze ustalają, co będą prezentować. No i będą też różne warsztaty, ponieważ w tym roku miejsce oferuje nam trochę większe możliwości robienia warsztatów. Są sale warsztatowe, duże, mniejsze, a nawet pokoje do takich malutkich warsztatów kilkuosobowych. Mamy już w tym momencie zgłoszenia od kilku zainteresowanych uczestników, np. Akademia Duckie Deck chce robić warsztaty dla rodzin z dziećmi, my sami będziemy realizować warsztaty dla nauczycieli. ERC będą też towarzyszyć warsztaty ESERO, czyli biura edukacyjnego Europejskiej Agencji Kosmicznej, od którego dostaliśmy grant na zrealizowanie trzech warsztatów. To wszystko będzie się działało w sobotę, niedzielę i poniedziałek.

Natomiast w poniedziałek i wtorek, czyli 12–13 września, będzie tzw. strefa wiedzy. Ruszy wtedy jednodniowa konferencja o robotyce kosmicznej, poświęcona wykorzystaniu systemów autonomicznych, np. w górnictwie kosmicznym. We wtorek będą warsztaty mentoringowe dla wszystkich wystawców i dla wszystkich zawodników. W ich trakcie chcemy pomóc w takich kwestiach, jak: w jaki sposób skomercjalizować swoje działania? Z kim rozmawiać, aby tego dokonać? Pokażemy kilka ciekawych przykładów, jak można osiągnąć sukces poprzez starty w zawodach takich jak ERC.

Myślę, że bardzo dużą pomocą dla wielu wystawców, szczególnie tych, którzy reprezentują stowarzyszenia, organizacje pasjonackie i tak dalej, będą warsztaty pozyskiwania funduszy, bo że tak powiem, każda organizacja, która robi coś ciekawego, nigdy nie narzeka na nadmiar gotówek. Plan zakłada też warsztaty marketingowe, gdyż jest to istotna rzecz, żeby umieć się tak naprawdę przebić. Zauważamy, że czasem to, co reprezentują sobą organizacje pasjonatów, to jest największy magnes na tego typu wydarzeniach – pokazują fantastyczne rzeczy, które przyciągają o wiele więcej osób niż stoiska firm czy instytucji.

**KC:** Natomiast w przypadku zawodników, jak przebiegają takie zawody?

2007	2009	2010	2011	2013	2014	2015	2016
Pierwsza edycja zawodów University Rover Challenge (URC)	Pierwsza europejska drużyna i pierwsza polska konstrukcja na URC	Polacy na podium	I miejsce Łazika Magma 2 z Politechniki Białostockiej	I miejsce Łazika Hyperion z Politechniki Białostockiej, II miejsce Łazika Scorpio z Politechniki Wrocławskiej	I edycja zawodów European Rover Challenge (Podzamcze koło Kielc)	II edycja ERC (Podzamcze koło Kielc) – 26 drużyn, w tym 13 z Polski	III edycja ERC (Jasionka koło Rzeszowa) – 47 drużyn, w tym 17 z Polski

**ŁW:** Mamy w tym momencie trzydniowe wydarzenie, które zaczyna się ceremonią otwarcia w sobotę, a kończy ceremonią zamknięcia i wręczeniem nagród w poniedziałek. Zawody, które odbywają się już od dwóch lat w Polsce, właściwie są troszeczkę zbliżone do zawodów amerykańskich. Mamy tutaj oczywiście „tor marsjański”, na którym przygotowane są specjalne konkurencje.

Pierwsza część odbywa się przed zawodami: zbudowanie robota i przygotowanie się bardzo poważnie do dokumentacji itd. Trzeba pamiętać, że zawody to jest jakby wierzchołek góry lodowej albo *crème de la crème*, ponieważ przez cały rok oceniamy zawodników. Teraz np. trwa tego typu wstępna ocena. Na miejsce zawodów przyjadą drużyny, które przebrną ten proces, które pokażą, że mają naprawdę dobrego łazika i umieją nim działać.

A jak jest na miejscu zawodów? Są specjalnie przygotowane konkurencje, dedykowane przyszłemu zastosowaniu tego typu łazików. Pierwsza konkurencja to jest tzw. laboratorium naukowe, czyli geologia. Celem jest skierowanie łazika w miejsce oznaczone, pobranie próbki ziemi, czyli wkopanie się za pomocą specjalnego uchwytu manipulacyjnego, przewiezienie i zbadanie — poszukanie w próbce tzw. śladów życia. Ważne są dane, sposób pomiaru, a mniej czas. O tym się nieradko zapomina: nikt na Marsie nie ściga się, jak szybko Curiosity zrobi badania, bardziej liczy się dokładność. Więc my też stawiamy na staranność, dlatego zawody zajmą aż trzy dni i dlatego zawody będą trwały do rana do późnego

**Odometria** — dział miernictwa zajmujący się mierzeniem odległości przy pomocy czujników, które określają zmianę pozycji w czasie względem pozycji startowej. Odometria jest często używana w robotyce.



Łukasz Wilczyński w towarzystwie kandydatek na astronautki



Jedna z ekip startujących w ubiegłym roku wraz ze swoim łazikiem

wieczora i dlatego mają ograniczoną liczbę drużyn. Zakładamy, że drużyny bardzo uważnie podchodzą do zadania i czasami potrafią to trwać kilkadziesiąt minut.

Następna konkurencja symuluje możliwość zdalnego naprawienia łazikiem jakiegoś urządzenia, które się zepsuło. Czyli trzeba podjechać, zbadać napięcie, za pomocą bardzo umiejętnego zdalnego korzystania z manipulatora sprawdzić, co może zadziałać i z pomocą odpowiednich przełączników przywrócić zasilanie na urządzeniu. Zastanawiamy się, czy przypadkiem w tym roku nie zaskoczymy drużyn, być może samo urządzenie nie będzie zwykłym panelem, takim jak w zeszłym roku czy dwa lata temu, ale zbudujemy coś ciekawszego. Pozostawiamy to jednak jako niespodziankę dla drużyn.

Trzecia konkurencja polega na jeżdżeniu i przetransportowaniu pewnego elementu z punktu A do punktu B. To jest też ważne, ponieważ tego typu łaziki będą musiały asystować astronautom, tajkonatom czy marsonautom, jak ich może nazwiemy w przyszłości. Proszę pamiętać, że celem tego rodzaju zawodów, zarówno europejskich ERC, jak i amerykańskich URC, jest *de facto* szkolenie i nabycie kompetencji przez ludzi, którzy w przyszłości najprawdopodobniej będą pracować w tym sektorze.

Czwarta konkurencja jest dosyć ciekawa, ponieważ wyłączamy kamerę i mamy tzw. nawigację na ślepo. Łaziki muszą przejechać cztery punkty, od punktu A do B, do C i do D. Do tej pory zespoły mogły korzystać z nawigacji satelitarnej, ale wprowadzamy inne inne formy orientacji przestrzennej, które zostały opisane bardzo mocno w regulaminie. Drużyny będą to wykorzystywać licząc, np. algorytmy podejścia. Tutaj tak naprawdę liczy się przede wszystkim odbycie tej podróży dokładnie we wszystkie cztery punkty. Ma to zasymulować awarię na łaziku. Przykładowo gdyby łazik Curiosity stracił na Marsie wizję, to wtedy tylko i wyłącznie można nawigować z oddali. Łazika można zobaczyć, bo satelity cały czas robią zdjęcia, i go namierzyć. Na Marsie nie ma nawigacji satelitarnej, więc od tego roku zdecydowaliśmy się, że jednak będziemy iść raczej w kierunku na przykład odometrii niż prostej nawigacji satelitarnej z montowaniem zwykłego odbiornika GPS na łaziku.

Następne zadanie – ostatnie – jest być może mało widowiskowe, bo odbywa się w pomieszczeniu zamkniętym,



A może by tak jako jedno z zadań w zawodach „łazików marsjańskich” wprowadzić transport „Uranii” do Czytelników?

ale jest bardzo ważne, ponieważ każdy zespół, gdy się tworzy, musi stanąć przed jakąś komisją. Czy to są jurorzy na ERC, przyszli inwestorzy, wewnętrzna komisja w ESA albo w NASA. Trzeba udowodnić, że nasz projekt jest dobry, wart realizacji. Trzeba obronić swój projekt. To uczy działania jako zespół, przygotowywania się bardzo dobrze jeśli chodzi o zarządzanie projektem, o dokumentację każdego etapu. W tym zadaniu uczestnicy muszą pokazać całą dokumentację, pokazać, co zrobili, gdzie mieli błędy i jak z nich wybrnęli. Jurorzy oceniają poziom przygotowania pod kątem właśnie zarządzania projektem. Jeśli ktoś nie doceni tej konkurencji, to może wygrać wszystkie poprzednie etapy, a tutaj pogrzebać swoje szanse.

**KC:** Czy w kolejnych latach planowane są zmiany?

**ŁW:** Myślę, że nie będziemy zwiększać w przyszłych latach liczby konkurencji, natomiast mamy sygnały od tego roku, że chcą startować drużyny niestudentkie. Warunkowo dopuściliśmy dwie takie drużyny, jedną kompletnie złożoną z niestudentów, a drugą, która jest łączona. W tym roku nie było czasu na zmiany regulaminu, ale od przyszłej edycji chcemy uruchomić kategorię open, czyli żeby mogły startować drużyny nieuniwersyteckie. Pokazuje nam to, że organizacja ERC w ostatnich latach zainspirowała kolejne pokolenie. Gimnazjalisi, licealiści – oni też chcą budować łaziki. Te łaziki będą, podejrzewam, na takim poziomie, jak pierwsze łaziki studenckie, które startowały w URC.

Obserwujemy bardzo mocno, że to są już konstrukcje coraz bardziej profesjonalne, coraz bardziej odstałe od takiego typowego wyobrażenia o łazikach studenckich. Proszę pamiętać, jak długo opisywana była Magma parę lat temu, która jechała z ekipą białostockiej. Tam były kółka,



Porównanie rozmiarów trzech generacji łazików marsjańskich z NASA. Odpowiedniki Sojournera, Spirita/Opportunity oraz Curiosity. Źródło: NASA

zdaje się od łóżka dziecięcego. To już nie te same konstrukcje, to już jest bardzo zaawansowane, dlatego myślimy, żeby podzielić konkurs, aby było kilka kategorii, tak aby drużyny profesjonalne mogły się coraz bardziej profesjonalizować, a drużyny, które dopiero startują, miały możliwość jednak mimo wszystko wejścia w taki konkurs.

**KC:** A jak sobie radzą polskie zespoły?

**ŁW:** Polskie zespoły radzą sobie, myślę, że najlepiej na świecie – tak można powiedzieć. Konkurs URC jest konkurem, które polskie drużyny wygrywają, w zeszłym roku wygrała Politechnika Rzeszowska. W ERC jest o tyle trudniej, że troszeczkę inaczej podchodzimy do oceniania, mamy o wiele bardziej rygorystyczne podejście. W związku z tym u nas trzeba się jeszcze bardziej starać niż w USA – choćby wprowadzenie odometrii zamiast prostego GPS-u.

W naszym konkursie akurat pierwszą edycję wygrała drużyna z Polski. W drugiej edycji już zajęła drugie miejsce, ponieważ pojawiły się drużyny z uniwersytetów technicznych z Kanady, więc konkurencja zaczęła bardzo mocno rosnąć w góre.

**KC:** Ile w tym roku startuje drużyn?

**ŁW:** Zgłosilo nam się 60 drużyn z 12 krajów świata. Nie wszystkie drużyny niestety będą w stanie wystartować, ponieważ bardzo mocno oceniamy zgłoszenia. Ostatecznie do udziału w finale zakwalifikowało się około czterdziestu drużyn.

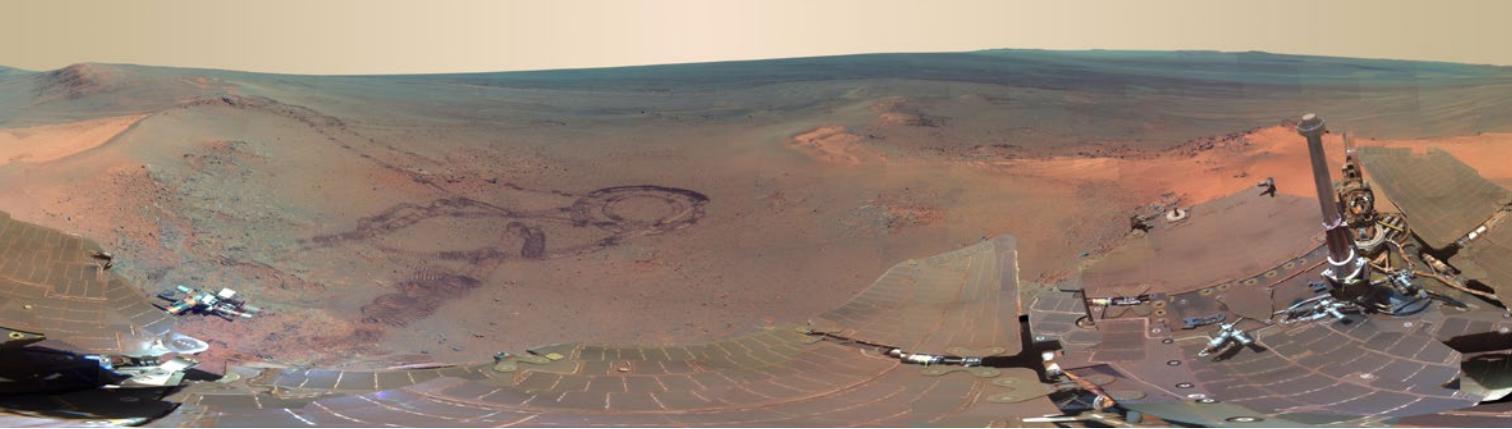
W tym roku może być o tyle ciekawie, że przyjeżdżają zespoły z krajów, które do tej pory nie startowały. Na przykład dwa zespoły z Włoch. Mówię „o tyle ciekawie”, bo jeden z nich jest prowadzony przez profesora Giancarlo Genta,

który w zeszłym roku miał wykład, był gościem specjalnym. To jest ekspert od spraw robotyki i okazuje się, że ma swój zespół uniwersytecki, studencki, budujący roboty na Politechnice Turyńskiej. Gdybym miał powiedzieć, kto mógłby być faworytem w tym roku, to bym obstawał właśnie m.in. Włochów, ponieważ jest to bardzo zaawansowany zespół, z wysokiej klasy specjalistą, który nimi dowodzi.

Zobaczmy, jak się sprawdzą Australijczycy, którym w zeszłym roku trochę się nie udało, ale okazuje się, że to też tak naprawdę mocny zespół. No i wierzę w drużyny hinduskie, które z roku na rok się profesjonalizują. Oni co prawda postawili w tym roku na ilość, czyli zarzucili nas zgłoszeniami, ale myślę, że będą w stanie też coś pokazać. Trzeba pamiętać, że hinduskiej agencji kosmicznej udało się coś niesamowitego – wysłała sondę na Marsa i to przy tak niskich kosztach, jakich nikt by się nie spodziewał. Z nowych drużyn, których wcześniej nie mieliśmy, są też dwie drużyny z Peru, które z kolei bardziej podchodzą do łazików od strony wykorzystywania ich w ratownictwie, w przypadku kataklizmów, a więc robotyka jest tam mocno rozwinięta. ■



Grupowe zdjęcie zawodników startujących w ERC 2015



Panorama z łazika Opportunity (kolory sztuczne). Źródło: NASA/JPL-Caltech/Cornell/Arizona State Univ.

Stacje PL612, PL610 i PL611 już obserwują!

# Obrazy kwazara z polskiego LOFAR-a<sup>1</sup>

*POLFAR — to nazwa polskiego konsorcjum naukowego, które właśnie dołącza swoje instrumenty do międzynarodowego radiointerferometru rejestrującego sygnały radiowe na niskich częstotliwościach LOFAR (od ang. LOw Frequency ARray). Po wejściu do ESO, to kolejny wielki sukces instrumentalny polskich astronomów i badaczy Kosmosu w ostatnich latach. Spośród kilku projektów astronomicznych umieszczonych przez Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego na liście rozważanych inwestycji bieżących na razie tylko LOFAR doczekał się pełnej realizacji.*

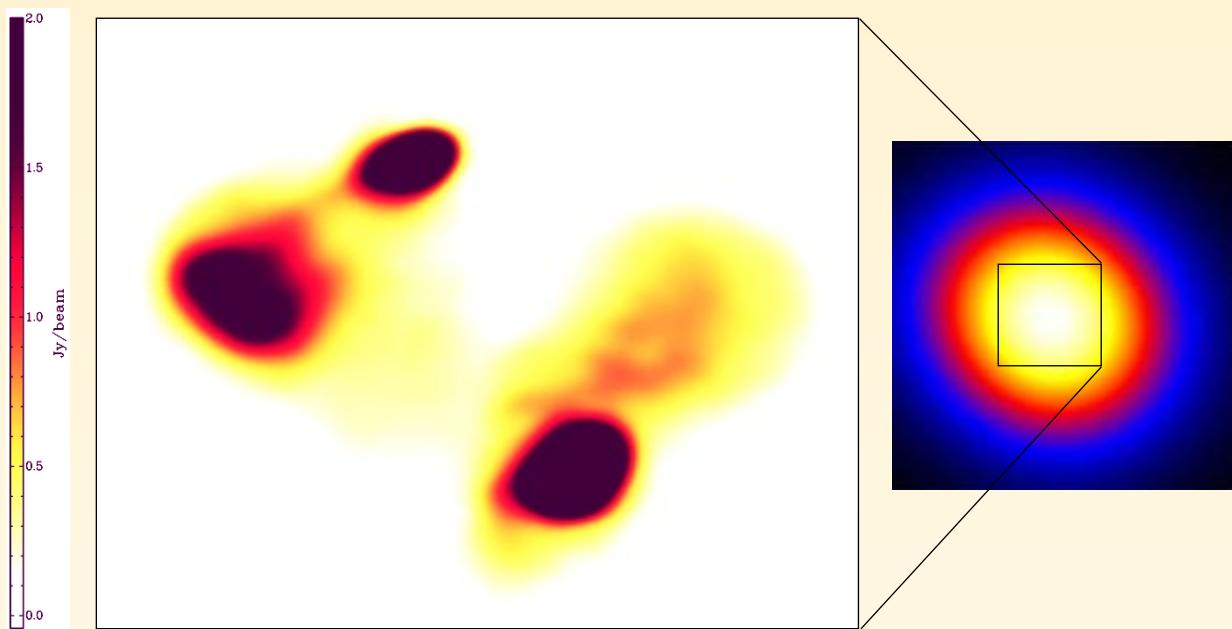
<sup>1</sup> Obszerny artykuł Leszka Błaszkiewicza o placach i nadziejach związanych z LOFAR-em można znaleźć w „Uranii” sprzed dwóch lat nr 3/2014 (red.)

Polskie stacje LOFAR-a zostały zbudowane pod koniec ubiegłego roku pod nadzorem głównych konsorcjanów: PL611 w Łazach pod Krakowem (Uniwersytet Jagielloński), PL612 w Bałdach pod Olsztynem (Uniwersytet Warmińsko-Mazurski), PL610 w Borówcu pod Poznaniem (Centrum Badań Kosmicznych PAN w Warszawie). Dziś polskie stacje pracują już rutynowo. Razem z innymi stacjami tworzą największy na świecie interferometr radiowy działający w zakresie niskich częstotliwości. Na konferencji w Zandvoort w Holandii prof. Ger de Bruyn z Uniwersytetu Groningen przedstawił właśnie pierwsze obrazy nieba uzyskane dzięki polskim stacjom LOFAR-a (rys. 1). Obserwacje przeprowadzone w lutym 2016 r. ukazują strukturę kwazara 3C196, odległego od Ziemi o 7 mld lat świetlnych. Same stacje holenderskie są niewystarczające, widzą obiekt jako pojedynczą plamkę. Dopiero ich połącz-

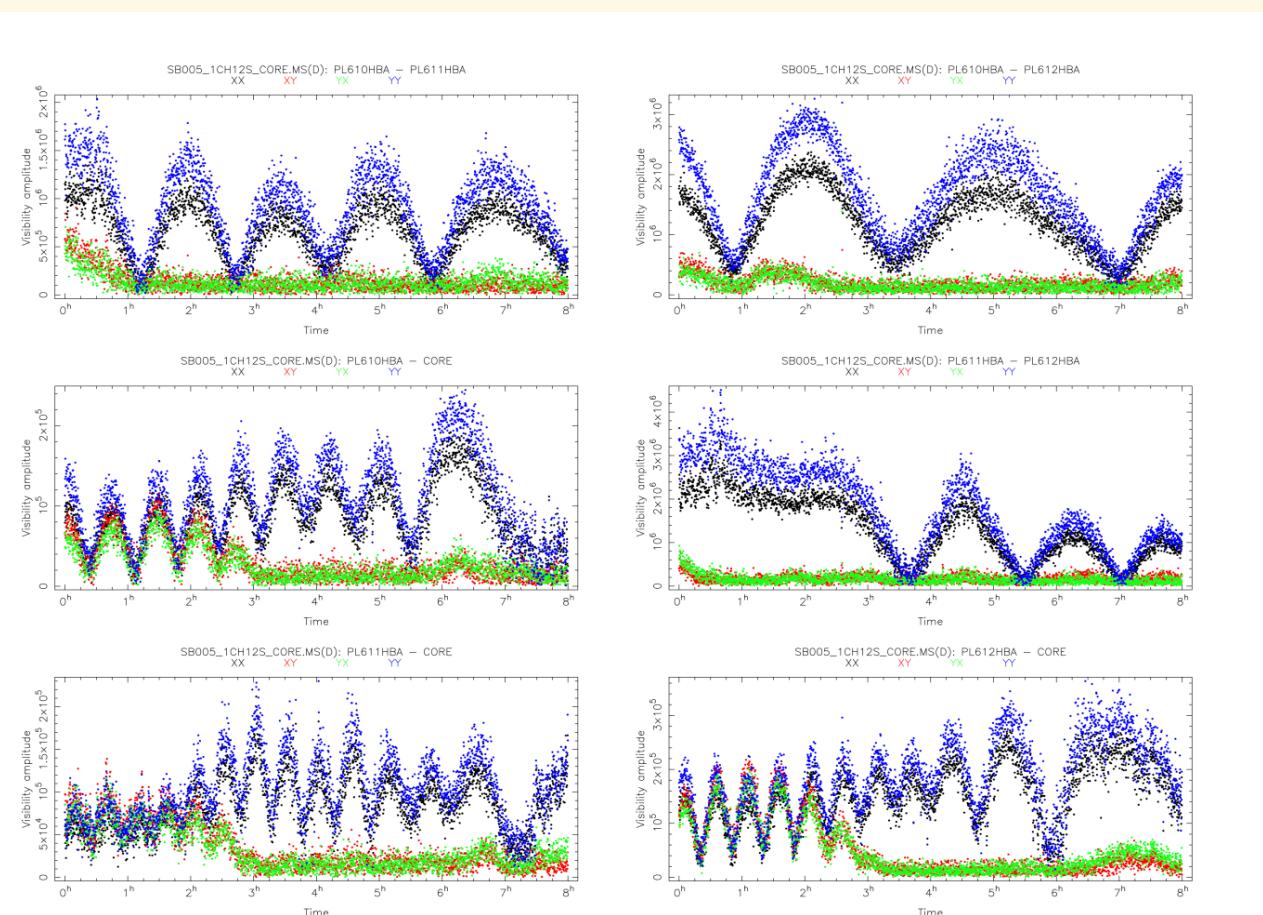
czenie z antenami w Polsce i innymi stacjami międzynarodowymi pozwala spojrzeć z dziesięciokrotnie lepszą zdolnością rozdzielczą i ujawnić bogatą morfologię obiektu: zwarte regionalne silnego promieniowania i rozciągnięte obszary o słabszej emisji. Poprawne działanie polskich stacji oraz ich stałe powiązanie łączem internetowym o prędkości 10 GB/s z superkomputerem w Groningen w Holandii to sukces współpracy pomiędzy Uniwersytetem Jagiellońskim, Uniwersytetem Warmińsko-Mazurskim, Centrum Badań Kosmicznych PAN, Centrum Superkomputerowo-Sieciowym PIONIER i partnerami międzynarodowymi.

Analiza struktury kwazara 3C196, choć ciekawa sama w sobie, posłuży w tym wypadku do badań rozciągających się jeszcze dalej obszarów neutralnego wodoru. Dotyczy to szczególnie tzw. epoki wtórnej jonizacji Wszechświata, która nastąpiła krótko po Wielkim Wybuchu. Doszło w niej do powstania pierwszych gwiazd

## 3C196 116 MHz (11.02.2016) 0,5"



Rys. 1. Z lewej: ujawnione detale struktury kwazara 3C196 na częstotliwości 116 MHz (długość fali ok. 2,6 m) w wyniku obserwacji LOFAR-a przez trzy polskie i 48 pozostałych stacji. Z prawej: analogiczny obraz z obserwacji wyłącznie stacjami holenderskimi. Zdolność rozdzielczą jest w tym wypadku zbyt mała, by zidentyfikować złożoną morfologię kwazara. Polskie stacje i pozostałe stacje międzynarodowe pozwalają dziesięciokrotnie zwiększyć zdolność rozdzielczą obrazów uzyskanych ze stacji holenderskich. Źródło: ASTRON



Rys. 2. Skorelowane sygnały o różnych polaryzacjach (różne kolory) z polskimi i holenderskimi stacjami LOFAR-a podczas obserwacji kwazara 3C196 pomiędzy poszczególnymi polskimi stacjami PL610, PL611, PL612 oraz pomiędzy polskimi stacjami a połączonymi dwudziestoma czterema stacjami holenderskimi (ozn. CORE). Źródło: ASTRON

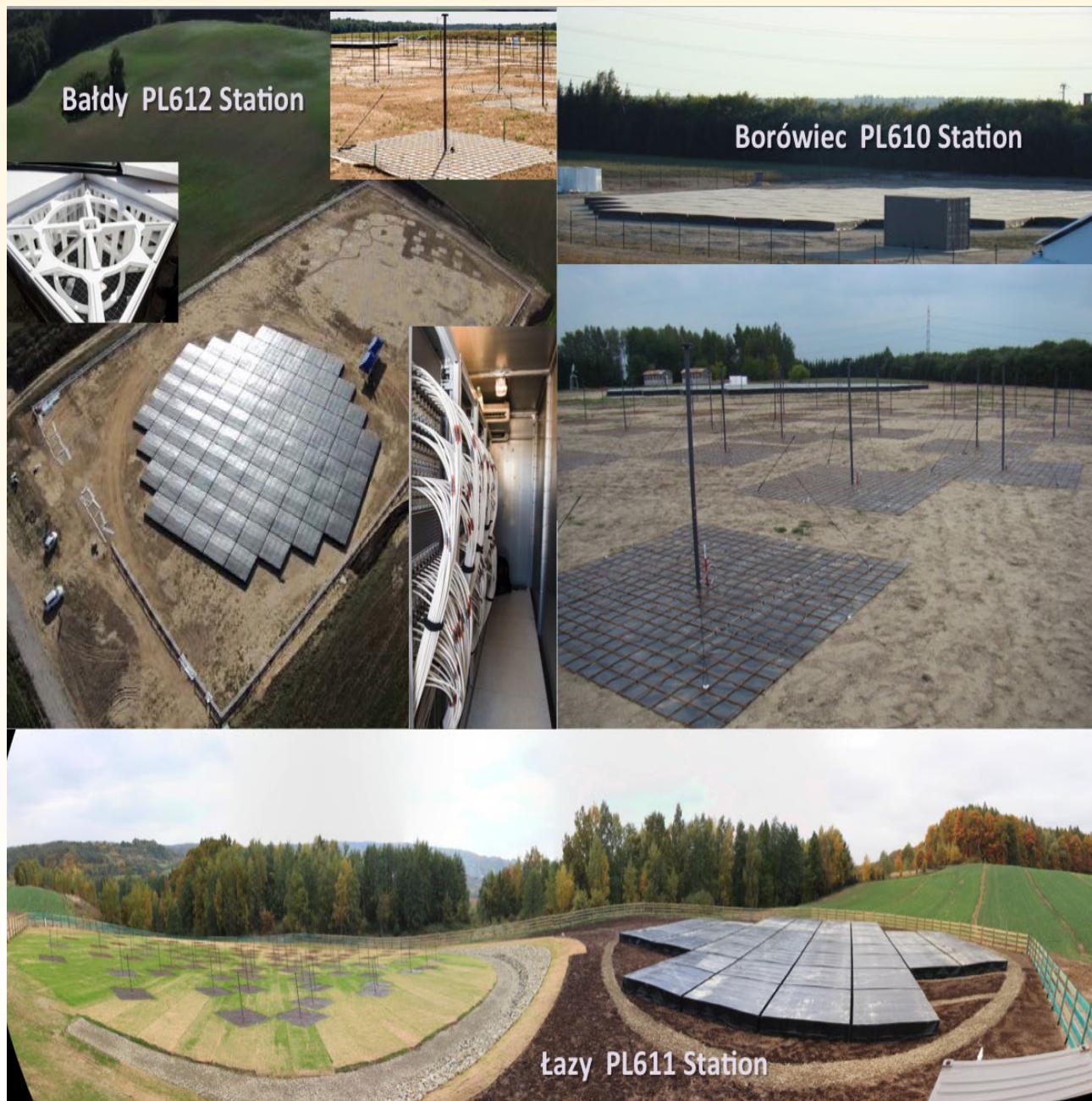
i czarnych dziur. Pod wpływem promieniowania masywnych gorących gwiazd, wybuchających supernowych, dysków akrecyjnych wokół młodych czarnych dziur objętość obłoków neutralnego wodoru bardzo szybko malała. Odtworzenie ówczesnego tempa i charakteru jonizacji jest więc zupełnie kluczowe i powinno odpowiadać ilości i strukturze źródeł promieniowania jonizującego we wczesnym Wszechświecie. Uzyskanie obrazów tak odległych zakątków Wszechświata wymaga osiągnięcia w LOFAR-ze dynamiki sygnału radiowego rzędu miliona. Konieczne jest do tego dokładne zbadanie struktury bliższych i silniej-

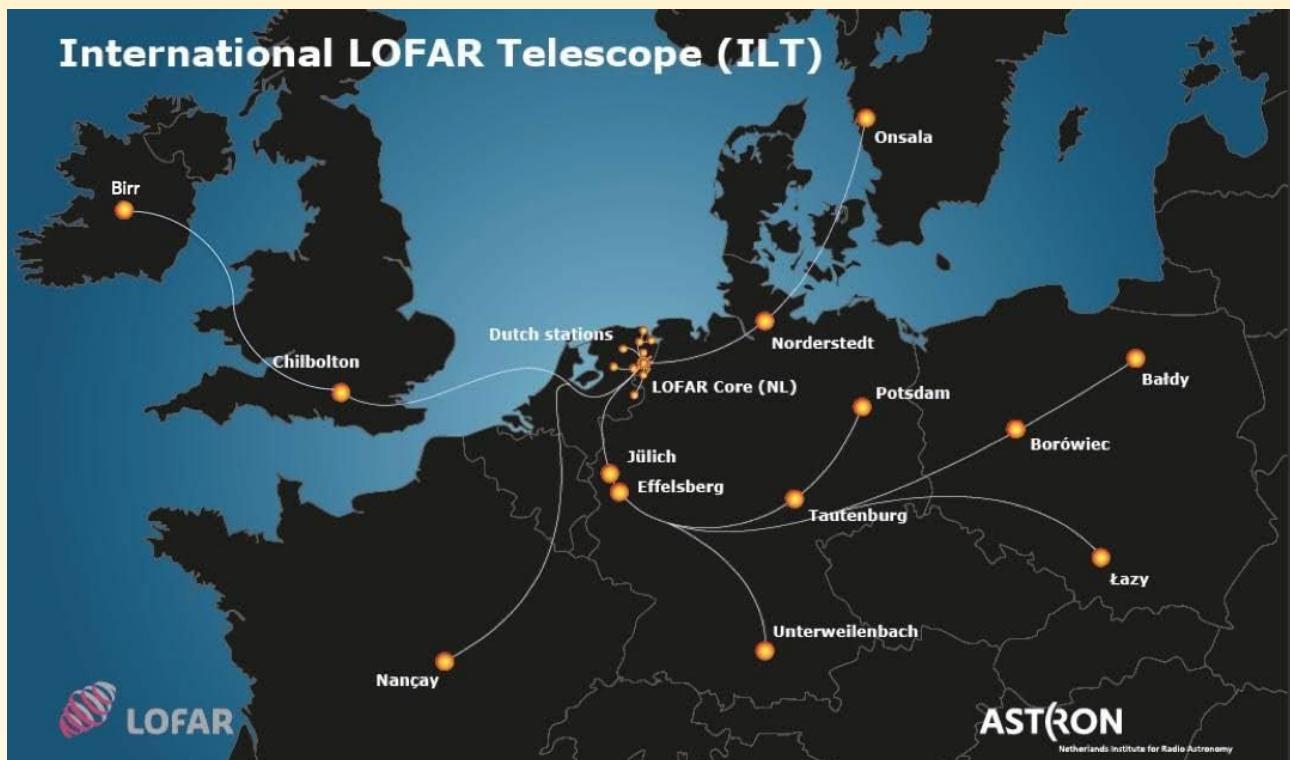
szych źródeł (jak 3C196), a następnie ich usunięcie z map. Wymagana jest do tego zdolność rozdzielcza pozwalająca rozróżnić na niebie szczegóły rzędu 0,5", co jest osiągalne dopiero dzięki (między innymi) polskim antennom, najbardziej oddalonym od centrum LOFAR-a w Holandii. Detekcja sygnałów z epoki wtórnej jonizacji Wszechświata to jedno z najbardziej znaczących wyzwań współczesnej astrofizyki.

*We got good fringes from all Polish stations* — powiedział prof. de Bruyn podczas konferencji. Te dobrze widoczne oscylujące sygnały (listki in-

terferencyjne, rys. 2) są najlepszym dowodem poprawnego działania polskich stacji i procesu korelacji sygnałów. Uzyskano je, usuwając wpływ ziemskich zakłóceń i zmian ziemskiej jonasfery podczas obserwacji. Polskie stacje potwierdzają też olbrzymie możliwości tkwiące w niskoczęstotliwościowej interferometrii radiowej opartej o anteny rozmieszczone w re-kordowych dla tej techniki odległościach ponad 1000 km.

Obecnie interferometr LOFAR (rys. 3) składa się z 38 stacji holenderskich, 3 polskich, 6 niemieckich oraz pojedynczych w Szwecji, Wielkiej Brytanii, Francji oraz Irlandii





Rys. 3. Lokalizacja stacji LOFAR-a. Źródło: ASTRON

(w budowie). Teleskop pracuje w zakresie od najniższych częstotliwości radiowych dostępnych do obserwacji z powierzchni Ziemi 10 MHz do 240 MHz (zakres długości fal 30–1,25 m). Każda stacja LOFAR-a składa się z kilkudziesięciu niewielkich anten radiowych odpowiednio ze sobą połączonych. Zarejestrowane sygnały z poszczególnych anten są przetwarzane cyfrowo i przesyłane do superkomputera w Groningen, gdzie podlegają procesowi korelacji i wstępnej kalibracji. Trzy polskie stacje powstały w ramach projektu należącego do tzw. Polskiej Mapy Drogowej Infrastruktury Badawczej<sup>2</sup>, który został sfinansowany przez Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego.

Instrument ma duże pole widzenia i może jednocześnie obserwować różne części nieba, a więc doskonale nadaje się do badań dużych jego obszarów. Prowadzone badania naukowe

skupiają się w ramach kilku tzw. Projektów Kluczowych LOFAR-a, w których uczestniczą polscy naukowcy. Ich tematyka to:

- Przeglądy całego nieba — dla wyjaśnienia kosmologicznej ewolucji procesów powstawania gwiazd i aktywnych jąder galaktyk.
- Pulsary i błyski radiowe — sondowanie ekstremalnych warunków astrofizycznych, które prowadzą do obserwowanych jasnych błysków promieniowania radioowego.
- Epoka wtórnej jonizacji Wszechświata — zrozumienie ewolucji pierwszych gwiazd i czarnych dziur.
- Kosmiczny magnetyzm — pochodzenie i ewolucja pól magnetycznych, które przenikają Wszechświat.
- Słońce i nasze środowisko ko-

smiczne — powiązanie struktury wiatru słonecznego, rozbłysków słonecznych, stanu ziemskiej ionosfery, badania tzw. „pogody kosmicznej”.

- Promieniowanie kosmiczne — wyjaśnienie pochodzenia najbardziej energetycznych cząstek we Wszechświecie.

LOFAR rewolucjonizuje niskoczęstotliwościową astrofizykę i jest prekursorem zastosowań zaawansowanych technologii sprzętowo-programistycznych, które zostaną wykorzystane w planowanych przyszłych generacjach interferometrów, takich jak Square Kilometre Array.

Krzysztof Chyży,  
Andrzej Krankowski,  
Hanna Rothkahl

Autorzy komunikatu reprezentują kolejno głównych konsorcjantów kierujących poszczególnymi stacjami: Zakład Radioastronomii i Fizyki Kosmicznej na Uniwersytecie Jagiellońskim, Centrum Diagnostyki Radiowej Środowiska Kosmicznego na Uniwersytecie Warmińsko-Mazurskim w Olsztynie oraz Centrum Badań Kosmicznych PAN w Warszawie. Latem planują odwiedzić polskie stacje kamery serialu ASTRONARIUM, a „Urania” będzie informować o międzynarodowych wynikach i polskich odkryciach LOFAR-a. Warto podkreślić, że cały system europejski będzie obserwował wspólnie tylko od poniedziałku do piątku. Podczas weekendów polscy koordynatorzy mogą wykorzystać swoje stacje według własnych pomysłów indywidualnie albo łącząc trzy stacje w krajowy interferometr.

<sup>2</sup> Rozpowszechniona — niestety również w oficjalnych dokumentach — koszmarna kalka językowa ang. *roadmap*, co oprócz planu dróg i autostrad może oznaczać również „plan lub kierunek działania” lub dosłownie „drogę/kierunek planowania”. W przypadku cytowanego dokumentu, najlepsze i skromne byłyby „Polska Ścieżka Rozwoju Infrastruktury Badawczej”. (Red.)

## Studenci projektują oświetlenie przyjazne mieszkańcom i nocnemu niebu

# Światło i cień w krajobrazie miasta

Ograniczenie zanieczyszczenia światłem wymaga współpracy wielu dziedzin nauki i techniki. Zorganizowany we Wrocławiu projekt „Światło i cień w krajobrazie miasta” był okazją do takiej współpracy. W ramach projektu interdyscyplinarne grupy studentów starały się tak ukształtować światłem nocny krajobraz miasta, aby zyskali na tym i mieszkańcy, i nocne niebo.

W ciągu ostatnich kilkudziesięciu lat problem zanieczyszczenia światłem stał się dla astronomii bardzo uciążliwy. Pojaśnienie nocnego nieba powoduje gorsze warunki przy naziemnych obserwacjach i pomiarach astrofizycznych, a w obszarach silnie zurbanizowanych często całkowicie je uniemożliwia. Światło z oświetlenia ulicznego, podświetlanych całą noc reklam lub billboardów oraz silna iluminacja klużcowych dla miasta budowli powoduje, że w bardzo dużych aglomeracjach miejskich nigdy nie zapada prawdziwa noc, a ich mieszkańcy mają do czynienia zaledwie z półmrokiem. Światło to ma także wpływ na warunki obserwacyjne poza miastem, powodując łunę, która pogarsza widoczność obiektów na nocnym niebie. Intensywne użytkowanie sztucznego światła działa również niekorzystnie na przyrodę i ludzi, zaburzając naturalne rytm dnia i nocy.

Od pewnego czasu problem ten jest podejmowany przez projektantów oświetlenia i iluminacji. Coraz większą uwagę zwraca się na kompleksowość rozwiązań oświetlenia miast oraz minimalizowanie jego wpływu na śro-

dowisko poprzez dobór odpowiednich opraw oświetleniowych, barwy i typu źródeł światła oraz rozsądne dobieranie kierunków jego padania. Związek ma to oczywiście również z próbą ograniczenia zużycia energii, a to przekłada się na znaczne korzyści finansowe.

Interdyscyplinarny projekt wrocławskich środowisk akademickich „Światło i cień w krajobrazie miasta”, zorganizowany przez Instytut Architektury Krajobrazu Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu wraz z firmą Philips Lighting Polska, miał na celu zapoznanie potencjalnych przyszłych projektantów z obecnymi problemami projektowania oświetlenia i iluminacji. Odbywał się on od kwietnia do maja 2016 r., a uczestnikami byli studenci Akademii Sztuk Pięknych we Wrocławiu, Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu, Politechniki Wrocławskiej, Uniwersytetu Wrocławskiego oraz Wyższej Szkoły Zawodowej w Nysie. Projekt został zrealizowany jako warsztaty połączone z wykładami i konferencją na temat kształcania przestrzeni publicznej poprzez światło, projektowania kompleksowego i ergonomicznego oświetlenia miasta

oraz sposobów uzyskiwania efektów o wysokich walorach estetycznych przy zachowaniu funkcjonalności.

Celem części warsztatowej były próby zaprojektowania oświetlenia ulicy Legnickiej we Wrocławiu wraz z elementami iluminacji, które miałyby zwiększyć funkcjonalność i atrakcyjność ciągów komunikacyjnych i elementów małej architektury. Duży nacisk podczas warsztatów położono na to, by projektowane elementy oświetlenia były przyjazne środowisku, przy jednoczesnym zachowaniu idei płynącej od pomysłodawcy. Ważne też, aby zminimalizować niepożądane skutki zbytniego pojaśnienia przestrzeni ulicy, a tym samym zmniejszyć wpływ oświetlenia na jasność nieba w mieście. Grupy studentów tworzyły projekty, które zawierały iluminację wybranych fragmentów ulicy Legnickiej. Projekty uwzględniały potrzeby użytkowników ulicy, najnowsze trendy oraz obecne niedostatki i niejednorodności w oświetleniu, które są częstą przypadłością polskich miast. My, jako studenci Uniwersytetu Wrocławskiego z Wydziału Fizyki i Astronomii, otrzymaliśmy role konsultantów mających wspomóc projektantów w kwestiach doboru widma emisji i ukierunkowania światła tak, by uzyskać jak najmniejszy wpływ na środowisko i nocne niebo. Zauważylismy, że uczestnicy z innych uczelni, w odróżnieniu od organizatorów, nie zetknęli się wcześniej ze zjawiskiem zanieczyszczenia światłem i byli bardzo wdzięczni za nasze rady w tej dziedzinie.

Warsztaty zakończyły się wyborem projektów, które posiadały duży potencjał realizacyjny. Zaplanowano instalację niektórych ich elementów jako tymczasowe w wyznaczonych punktach ulicy Legnickiej. Niestety, warunki pozwalające na realizację tylko iluminacji kładki przy placu Solidarności. Wszystkie oprawy oświetlenia LED użyte w tej instalacji zostały zapewnione przez partnera projektu — firmę Philips Lighting Polska.

Dzięki takim inicjatywom jak ta we Wrocławiu coraz większe rzesze projektantów i zarządców oświetlanych nocą obiektów zaczyna dostrzegać problem nieodpowied-

niego oświetlenia polskich miast. Nie oznacza to, że projektowanie iluminacji jak najmniej ingerującego w nocną ciemność całkowicie wyeliminuje problem zbyt jasnego nieba w miastach. Jednak w pewnych rejonach, jak np. na obrzeżach miast czy strefach śpiących, można uzyskać bardzo dobre

rezultaty, minimalizując ilość użytego światła. Uświadamianie i zachęcanie do projektowania i utrzymywania oświetlenia w zgodzie z naturalną paletą barw, dbania o odpowiednie natężenie i kierunek wiązki daje nadzieję, że w przyszłości problem pojaśnienia nocnego nieba nie będzie

tak mocno dotykał tych, którzy cierpią przyjemność i wiedzę z rozgwieźdzonego nieba.

Martyna Maciejowska,  
Małgorzata Pietras,  
Sebastian Strzelecki



Kładka dla pieszych nad ulicą Legnicką we Wrocławiu — miejsce realizacji wybranych elementów oświetlenia ze studenckich projektów.  
Fot. Wiktor Chojnacki



# Chronometr i metoda długościowa

Józef Gawłowicz

*Astronawigacja, najstarsza córa astronomii, była od starożytności do lat 70. ubiegłego wieku głównym sposobem prowadzenia okrętu po obszarach wodnych Ziemi w warunkach oderwania się od lądu. Sceneria tego działu nawigacji jest urzekająca. Oto ciemny aksamit olbrzymiej kopuły nieba skrzącego się gwiazdnym pyłem. Na jego tle rozsypane klejnoty migocących w nieskończonej dali gwiazd. Dookoła bezmiar oceanu i pusta linia widnokręgu. Samotny okręt, odległy o setki i tysiące mil od lądu, podąża do celu. Prowadzi go człowiek według tych właśnie gwiazd... Jak? Czy można to opisać językiem prostym, zrozumiałym i jednocześnie wystarczająco ścisłym?*

Za pomocą sekstantu można było wyznaczyć szerokość geograficzną statku z dużą dokładnością, a warsztaty nawigacyjne oprócz dużych sekstantów hebanowych zaczęły produkować mniejsze sekstanty metalowe a później miniaturowe (rys. 1).

Nierozwiążany był jednak problem dokładnego określania długości geograficznej. Straty w żegludze rosły, aż w 1707 r. doszło do utraty całej eskadry okrętów wojennych z ponad dwoma tysiącami marynarzy na pokładzie. Śmiercią marynarza zginął admirał dowodzący eskadrą sir Cloutesley Shovell. Flota dowodzona przez admirała Shovella wracała do Anglii z bazy w Gibraltarze. Uciekając przed zachodnim sztormem, okręty, po zmianie kursu, znalazły się nagle — nie znając dokładnie swojej długości geograficznej — pomiędzy skałami Wysp Scilyjskich podczas ciemnej nocy i uległy rozbiciu. Po tej katastrofie powstała w An-

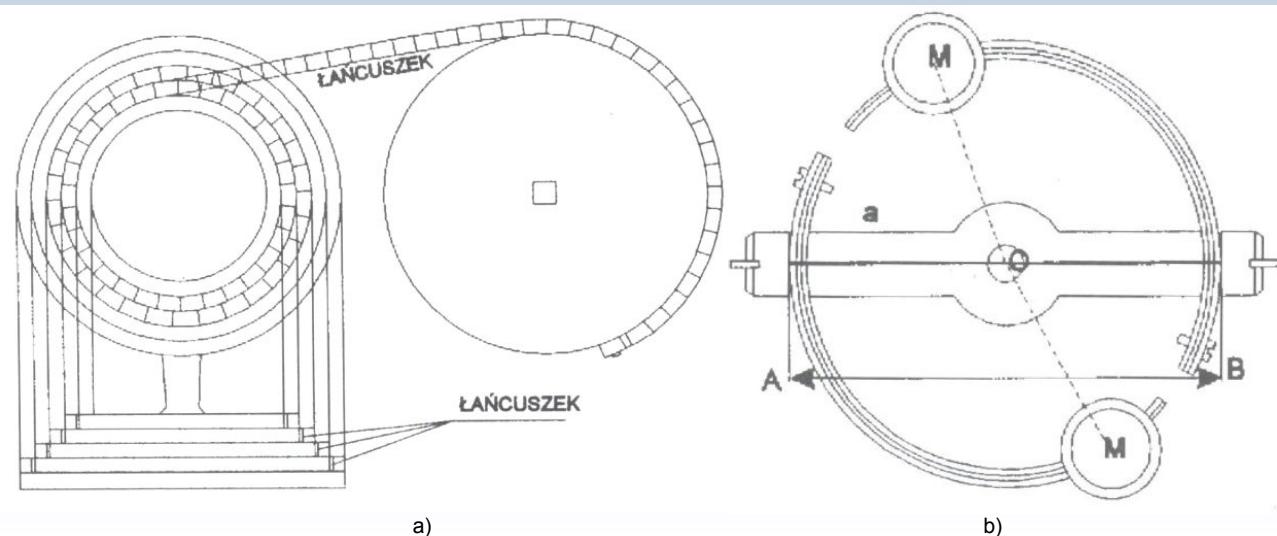
glii specjalna komisja o nazwie **Board of Longitude**, która zajęła się rozwiązyaniem problemu dokładnego określania długości. W wyniku petycji do parlamentu, podczas panowania królowej Anny, wydano w roku 1714 akt przyznający wysoką nagrodę za rozwiązanie problemu określania długości: 10 000 funtów za jakąkolwiek metodę określania długości z dokładnością do jednego stopnia, 15 000 funtów za dokładność do 40 mil morskich oraz 20 000 funtów za dokładność do 30 mil morskich.

Problem dokładnego określania długości dotyczył całego ówczesnego świata żeglugowego, toteż wcześniej przed Anglią wysokie nagrody za jego rozwiążanie ustanowiły

Hiszpania i Holandia, a po Anglii — Francja (tzw. Prix Rouille wynosząca 10 000 liwrów i ufundowana w roku 1715). Nagroda angielska była najwyższa, toteż w rozwiązywanie tego



Rys. 1. Pomiar wznesienia słońca przez autora (Pacyfik styczeń 2000) na mostku flagowego 74 tysięcznika „Belgrano” kompanii Hamburg Süd



Rys. 2. Kompensacja chodu chronometru i temperatury otoczenia

problemu zaangażowały się najtęższe umysły: Newton, Halley, Huygens, Leibnitz i Hooke. Problem chronometru rozwiązyany został jednak zadowalająco tylko przez Johna Harrisona, człowieka niewykształconego, lecz o ogromnej inteligencji wrodzonej i wybitnej wyobraźni technicznej. Harrison był z zawodu cieślą w małej wiosce Barrow i już w roku 1726 wykonał razem z bratem kilka precyzyjnych zegarów, których błąd nie przekraczał sekundy w ciągu miesiąca. Harrison, wykonując chronometr morski, ominął wahadło i balans wagowy, które przy kolysaniu statku wprowadzają błędy w chodzie chronometru, a zastosował sprężynę z urządzeniem wyrównawczym. Składało się ono z dwu bębnów — walcowego i stożkowego, na które nawinięty był rodzaj linki (rys. 2a). Słabnącą siłą rozwijającą się sprężyny była wyrównywana zwiększającym się obwodem stożka, a więc chód pozostawał bez zmian. Oprócz tego zastosował kompensację temperatury w formie balansu, w którym masy wahliwe M są umieszczone na wygiętych taśmach bimetalicznych (wewnętrzna niklowa, zewnętrzna mosiężna). Większy współczynnik rozszerzalności mosiądu powoduje zginanie się taśm do wewnątrz a więc promień wań mas ulega zmniejszeniu mimo wzrostu długości (AB) beleczki (a), na której są osadzone. W ten sposób moment bezwładności balansu się zmniejsza. Ponieważ jednocześnie zmniejsza się elastyczność spirali, okres wań balansu

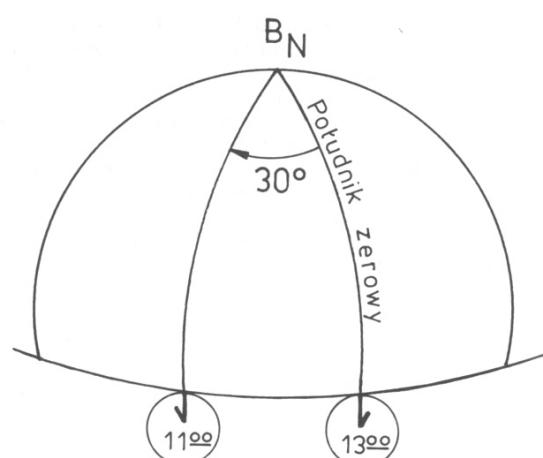
pozostaje niezmieniony, o co właściwie chodziło (prawa część rys. 2b).

Te dwa ważne szczegóły odróżniają chronometr od zwykłego, nawet bardzo dokładnego zegara. Oczywiście Harrison wiedział, że przy ówczesnym poziomie technicznym i technologicznym nie jest możliwe wyprodukowanie chronometru, który by się nie spieszyl i nie spóźniał. Tajemnica leży w równomierności jego chodu, a więc w tym, żeby różnica, o jaką chronometr spieszzy się lub spóźnia, była taka sama w danym dniu, w dniu poprzednim i w dniu następnym. Przykładowo, jeśli zegar spieszzy się o sekundę dziennie, to w ciągu 40 dni podróży morskiej różnica wyniesie 40 sekund. Należy więc odjąć od odczytu 40 sekund, aby otrzymać dokładny czas czterdziestego dnia podróży.

Podeczas podróży próbnych chronometr Harrisona okazał się trzykrotnie dokładniejszy od wymagań dla otrzymania najwyższej nagrody, lecz komisja Board of Longitude zwlekała z jej wypłacaniem, żądając wykonania następnych egzemplarzy, aby upewnić się, że wynalazek nie był przypadkiem. Wykonanie pierwszego chronometru zajęło Harrisonowi

trzydzieści lat. Był on wielką maszyną i ważył 33 kilogramy. W kolejnych latach wykonywał Harrison mniejsze i coraz dokładniejsze chronometry, a nagroda została mu wypłacona dopiero u schyłku życia w roku 1773, gdy miał 80 lat, i to na osobistą interwencję króla.

Chronometry Harrisona znajdują się w Muzeum Morskim w Greenwich. Kopie tych chronometrów wykonane przez zegarmistrza Kendalla były wypróbowane przez sławnych nawigatorów — jeden zabrał James Cook w podróż polarną, a drugi uczeń Cooka, sławny z despotycznego charakteru kapitan William Bligh na dowodzony przez siebie żaglowiec „Bounty” (chronometr i sekstant zatrzymany został później przez buntowników pod dowództwem I oficera Christiana Fletchera). James Cook



Rys. 3. Długość geograficzna z porównania czasów

prowadził już nawigację oceaniczną podobną do współczesnej. Doceniał (oprócz sekstantu i chronometru) rolę obliczeń matematycznych dla dokładności pozycji, znał tajniki nawigacji w tropikach, szerokościach średnich i nawigację polarną. Wychował — pomimo przedwczesnej śmierci w potyczce z krajowcami — kilkunastu doskonałych nawigatorów, z których uczestnik trzeciej ekspedycji William Bligh zawdzięcza swoją sławę również temu, że wysadzony przez buntowników na szalupę z marynarzami, którzy dochowali mu wierności, dokonał bezprzykładnego wyczynu w dziejach żeglugi — podzielił 18 marynarzy na dwie wachty i przeprowadził bez sekstantu małą szalupę przez archipelagi Fidżi i Nowe Hydry oraz Cieśninę Torresa, aż do wyspy Timor, pokonując 3018 mil morskich i walcząc przez 41 dni z burzliwym naowczas Oceanem Spokojnym.

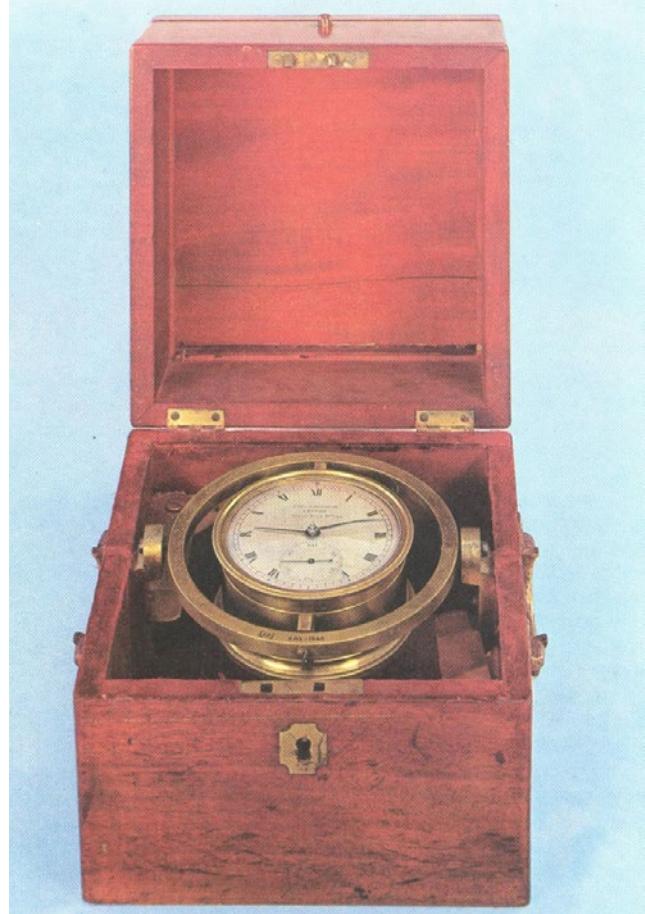
Wynalazek **chronometru** był dla nawigacji równie doniosły jak wynalazek sekstantu. Idea określania długości geograficznej (rys. 3) z uży-

ciem chronometru polega teoretycznie na porównaniu różnicy czasów pomiędzy chronometrem wskazującym czas Greenwich (długość zerowa) a chronometrem wskazującym czas miejscowy. Różnica czasu byłaby dokładną różnicą długości pomiędzy południem zerowym, czyli samą długością. W praktyce na statku jest tylko jeden chronometr pokazujący czas Greenwich oraz zwykłe zegary okrętowe pokazujące czas właściwy dla danej strefy pływania, ale nie na tyle dokładne, żeby obliczać długość. Linię pozycyjną obliczaną tzw. metodą długościową po wynalezieniu chronometru ilustruje rys. 5. Na kuli ziemskiej widzimy trójkąt ZBG. Wierzchołek Z to pozycja okrętu, której nie znamy. Biegun to wierzchołek B, a punkt G to rzut gwiazdy na Ziemię (prosta łącząca gwiazdę ze środkiem Ziemi przecinająca w tym punkcie jej powierzchnię). Rzut gwiazdy pędzi z szybkością obrotu Ziemi, a więc na rysunku jest uwidocznione jego położenie chwilowe, aktualne tylko w momencie pomiaru wysokości.

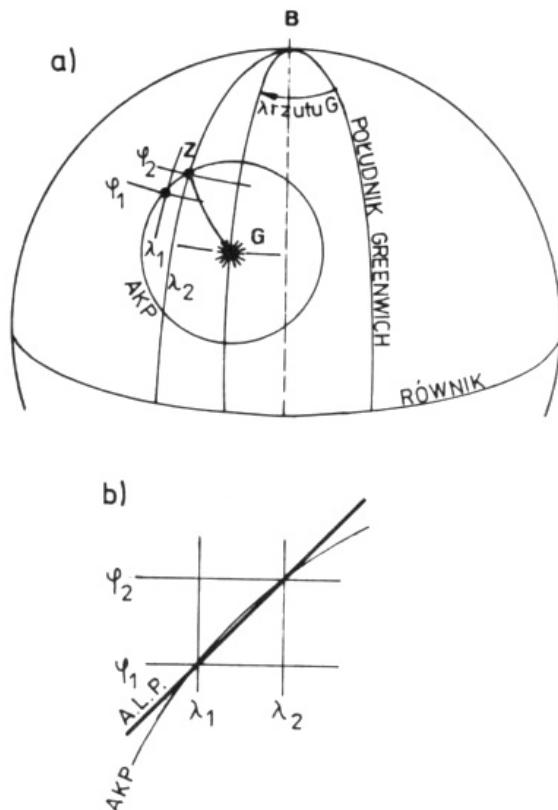
Po Harrisonie udoskonalało chronometry morskie wielu innych twórców. Wyróżnia się wśród nich francuski geniusz zegarmistrzostwa Pierre Le Roy oraz Anglik Thomas Earnshaw, którego instrumenty były już bardzo podobne do współczesnych (rys. 4), zaś znacznie tańsze od chronometrów Harrisona.

Moment pomiaru notowano na sygnał „stop!” według chronometru po cząwszy od sekund i minut, aby nie popełnić błędu. Wówczas do obliczeń należy założyć szerokość geograficzną, aby z trójkąta ZBG po jego rozwiązaniu otrzymać długość geograficzną punktu Z. Krzywizna gigantycznego koła pozycyjnego pozwala na wykreślanie jego fragmentu jako prostej linii pozycyjnej. Dwukrotne obliczenia długości przy dwukrotnych założonych szerokościach geograficznych nazwano **metodą siecznej**.

Metody długościowej używano prawie sto lat, lecz zorientowano się, że ma ona pewne błędy. Dopiero kolejnej, bardziej dokładnej metody tzw. wysokościowej używa się do dzisiaj.



Rys. 4. Chronometr Thomasa Earnshawa z roku 1795



Rys. 5. Metoda długościowa. AKP — koło pozycyjne.  
a) na kuli ziemskiej, b) na mapie. Obliczenia robi się dwa razy

## Czy w Szczecinku wieża ciśnień zbliży do gwiazd?

Miasto Szczecinek planuje zaadaptować zabytkową wieżę ciśnień na obserwatorium astronomiczne, które będzie służyło edukacji i popularyzacji astronomii. W maju był prowadzony przetarg na dokumentację projektową. Trzymamy kciuki za powodzenie tej inwestycji.

W zlokalizowanej na wzgórzu, w centrum miasta, dawnej 36-m wieży ciśnień mają powstać obserwatorium astronomiczne oraz pomieszczenia służące edukacji i popularyzacji astronomii. Obserwatorium ma umożliwiać m.in. obserwacje i astrofotografię zarówno ciał Układu Słonecznego, jak i tzw. obiektów głębokiego nieba. W zamierzeniach wyposażenie tego miejsca będzie tworzyć warunki do prowadzenia własnych, niezależnych programów badawczych w różnych obszarach astronomii. Zakłada się, że będzie tu umieszczona również stacja pogodowa i bolidowa, a fotograficzne przeglądy nieba umożliwią poszukiwanie komet, planetoid, supernowych. Funkcjonalność obserwatorium ma umożliwiać także rejestrację astrometryczną zjawisk zakryciowych, fotometrię gwiazd zmiennych oraz obserwację sztucznych satelitów.

Drugą funkcją obserwatorium będzie edukacja i popularyzacja nauki. Publiczne oraz dedykowane obserwacje astronomiczne mają być wzbogacane pokazami multimedialnymi, projekcjami filmowymi i wszelkimi innymi formami popularyzacji astronomii i nauk pokrewnych oraz szeroko rozumianej wiedzy o Wszechświecie.

Do realizacji tych zadań przewidziano w pełni zautomatowaną kopułę obserwacyjną, umożliwiającą zdalne (w tym przez internet) informatyczne sterowanie i rejestrację cyfrową wyników obserwacji oraz badań obiektów astronomicznych. Podstawowym instrumentem obserwatorium będzie uniwersalny refraktor-astrograf, wyposażony w czułą i szerokopolową monochromatyczną kamerę CCD, kamerę video do obserwacji zjawisk zakryciowych, zestaw do obserwacji Słońca, nowoczesną lustrzankę oraz dwa przenośne仪器 obserwacyjne. Szczecinek może pochwalić się własnymi tradycjami związanymi z Kosmosem. Przez wiele lat działał tutaj astronom amator, miłośnik astronautyki Adam Giedrys. Jego postać jest upamiętniona nazwą jednego z rond, pomnikiem i imieniem szkoły (Gimnazjum nr 3). Miasto zadbało w 2007 r., by historyczne obserwatorium astronoma zostało zabezpieczone nową kopułą. W całej Polsce aktywnych w popularyzowaniu astronomii jest nadal wiele osób, które dzielą się pasją z Adamem Giedrysem w Szczecinku. Je-



Zabytkowa wieża ciśnień w Szczecinku. Ma tutaj powstać obserwatorium astronomiczne.  
Fot. G. Piekarzewicz

den z jego wychowanków prowadzi lokalne Koło Przyjaciół Astronomii, i inny zadeklarował napisanie biografii astronoma.

Grzegorz Piekarzewicz

## Prześlij zdjęcie do Archiwum Fotografii Komet

Zachęcamy wszystkich „komeciarzy” do przesyłania swoich zdjęć komet do Archiwum Fotografii Komet prowadzonego przez Sekcję Obserwatorów Komet PTMA.

Jest to inicjatywa otwarta dla każdego pasjonata komet. Archiwum zostało uruchomione z myślą, by stworzyć polskie miejsce, w którym każdy zainteresowany będzie mógł podzielić się ze światem wykonanym przez siebie zdjęciem do wolnej komety. Niezależnie od tego, czy

na naszym ujęciu widzimy jedynie niewyraźną, zaszumioną plamkę, czy dzieło dorównujące pracom prezentowanym w najlepszych galeriach astrofotografii, pamiętajmy, że zdjęcia komet mają także niebagatelną wartość naukową. Zbiór fotografii danego obiektu mówi nam wiele o jego ewolucji w czasie i jest bardzo dobrym uzupełnieniem dla danych z obserwacji wizualnych.

W jaki sposób przesłać własne zdjęcie komety do archiwum? Wystarczy wejść w zakładkę „Prześlij zdjęcie komety” na stronie SOK PTMA (<http://sok.ptma.pl>) i wypełnić znajdujący się tam formularz. W formularzu wpisujemy swoje imię i nazwisko, nazwę fotografowanej komety oraz podstawowe dane na temat sposobu jego wykonania (dokładna data, użyty



Zestaw zdjęć komet z Archiwum Fotografii Komet. Źródło: sok.ptma.pl

## W skrócie

sprzęt, informacje o naświetlaniu). Następnie należy już tylko wybrać zdjęcie z dysku komputera i kliknąć „Wyślij zdjęcie”. Jeśli operacja się powiedzie, powinno pojawić się potwierdzenie wysłania.

Adam Tużnik

### „Vademecum miłośnika astronomii” ma 25 lat

Kwartalnik „Vademecum miłośnika astronomii” świętuje w tym roku swoje 25 urodziny. Życzymy wszystkemu najlepszego od nieco starszej, bo blisko 100-letniej „Uranii”!

„Vademecum miłośnika astronomii” to czasopismo w formacie wielkości zeszytu, opisujące to, co widać na niebie oraz poruszające tematy związane ze sprzętem optycznym i astronomicznym. W numerze 1/2016 znajdziemy kalendarzyk astronomiczny na kwiecień, maj i czerwiec, komunikat Towarzystwa Obserwatorów Słońca, opis gwiazdozbiorów Wolarza i Korony Północnej, a także informacje o obserwacjach Marsa i o gwieździe zaćmieniowej HW Virginis.

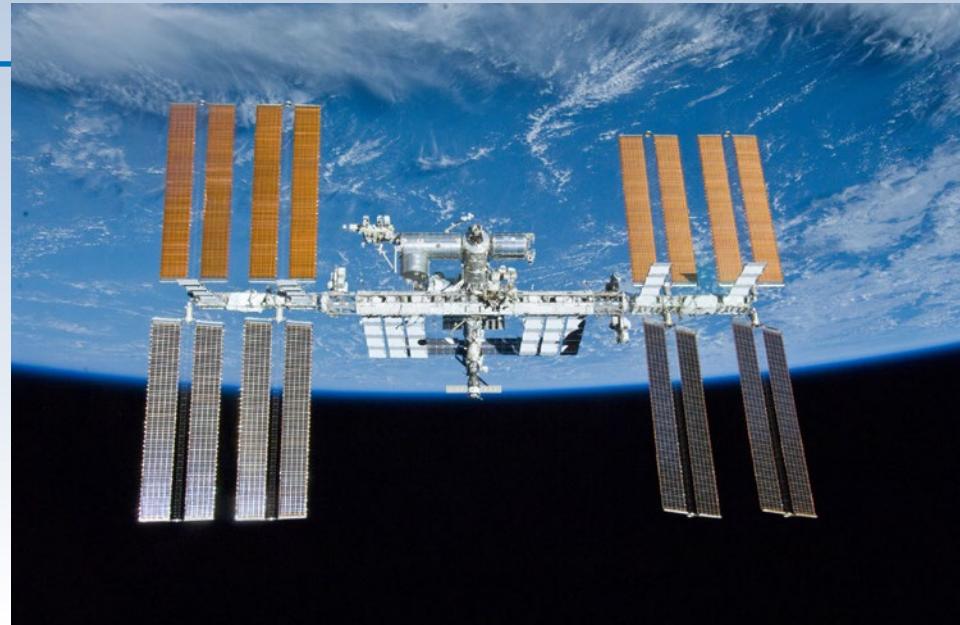
Pierwszy numer tego czasopisma ukazał się w 1991 r. Zewnętrzna forma okładki nie zmieniała się od tamtej pory, ciągle jest to zdjęcie obiektu niebieskiego (oczywiście w każdym numerze inne) otoczone ramką w jednolitym kolorze, zmieniającym się z numeru na numer. Warto przypomnieć, że rok 1991 był bardzo ciekawy z punktu widzenia czytelników czasopism astronomicznych. Poza tym, że pojawiło się „Vademecum miłośnika astronomii”, to zmiany zaszły także w „Postępach Astronomii”, które zyskały kolorową okładkę i zmieniły formułę z naukowej na popularnonaukową. A w tym samym i następnym roku zmianom uległa również „Urana”. Po kilku latach „Urana” i „Postępy Astronomii” połączyły się, zachowując numerację „Uranii”.

(kc)



### 100 000 razy dookoła świata

16 maja 2016 r. Międzynarodowa Stacja Kosmiczna (ISS) okrążyła Ziemię po raz stu tysięczny. Na stacji stale przebywają astronauti, do tej pory odwiedziły ją



Międzynarodowa Stacja Kosmiczna (ISS) na orbicieokoziemskiej. Źródło: STS-132 Crew, Expedition 23 Crew, NASA

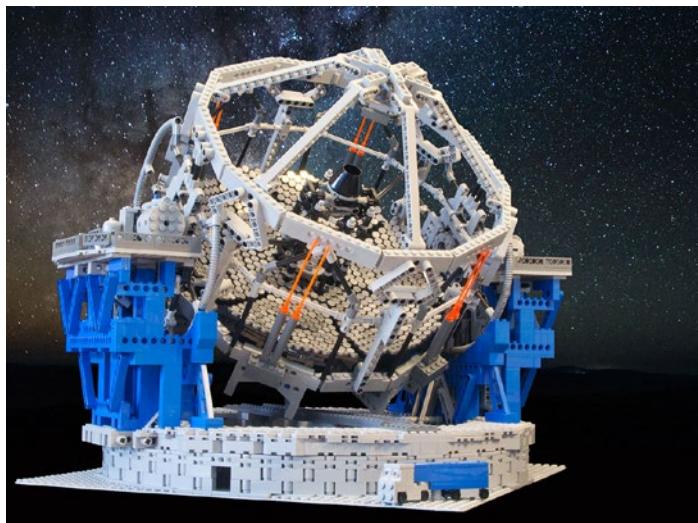
222 osoby, wliczając w to obecnie pracującą w Kosmosie załogę. Jednego obiegu dokonuje w ciągu 90 min, na pokonanie 100 000 orbit potrzebowała ponad 17 lat.

Z okazji tak okrągłego wyniku amerykańska agencja kosmiczna NASA podała kilka ciekawostek na temat stacji ISS. Pokonany przez stację dystans to 4 254 046 970 km, a więc 10 razy doleciałaby do Marsa i z powrotem albo prawie do Neptuna. W ciągu całej działalności stacji kosmicznej przeprowadzono na jej pokładzie 1922 badania naukowe, których wyniki opisano w ponad 1200 publikacjach. W szczególności przeprowadzono eksperymenty takie, jak VEGGIE — dotyczący wzrostu roślin w warunkach mikrogravitacji czy badania Twin's Study mające pomóc w poznaniu wpływu mikrogravitacji na ludzkie ciało i w odpowiednim przeprowadzeniu przyszłego lotu załogowego na Marsa. W ramach projektu Twin's Study na pokładzie stacji przez prawie rok przebywał amerykański astronauta Scott Kelly, a na powierzchni Ziemi jego brat bliźniak.

(kc)

### Model teleskopu E-ELT jako zestaw klocków LEGO?

Model teleskopu E-ELT jako zestaw klocków LEGO w skali 1:150? Tak, to możliwe. Właśnie trwa głosowanie. Jeśli model zbierze odpowiednią liczbę głosów,



Model teleskopu E-ELT zbudowany z 5274 klocków LEGO. Ma skalę około 1:150 w stosunku do prawdziwego E-ELT, który aktualnie jest budowany przed Europejskie Obserwatorium Południowe (ESO). Źródło: Frans Snik/ESO

Firma produkująca klocki dla dzieci zastanawia się teraz nad wprowadzeniem zestawu do budowy modelu E-ELT. Poddała pomysł pod głosowanie internautów. Jeśli uzyska odpowiednią liczbę głosów popierających, będzie można kupić w sklepach zestaw LEGO do budowy modelu teleskopu E-ELT. Zachęcamy do głosowania! Można także głosować na model innego z teleskopów ESO – teleskopu VLT. Strona do głosowania: <https://ideas.lego.com/projects/134715>.

(kc)

## ESO podpisało największy kontrakt w historii astronomii naziemnej

25 maja 2016 r. podpisano w Garching koło Monachium kontrakt na budowę kopuły i głównej struktury Ekstremalnie Wielkiego Teleskopu Europejskiego (E-ELT). Wartość umowy wynosi 400 mln euro i jest to największy w historii kontrakt związany z budową teleskopu naziemnego. Zamawiającym jest Europejskie Obserwatorium Południowe (ESO), a głównym wykonawcą będzie konsorcjum firm włoskich o nazwie ACE Consortium, w tym m.in. firma Cimolai, która brała udział w budowie Stadionu Narodowego w Warszawie.

Teleskop E-ELT będzie miał zwierciadło główne o średnicy 39 m, co daje powierzchnię zbierającą światło większą niż zsumowane razem powierzchnie luster wszystkich obecnie używanych naukowo teleskopów naziemnych z zakresu widzialnego i podczerwonego. E-ELT ma rozpoczęć obserwacje w 2024 r. Budowa kopuły zacznie się w 2017 r., a jak na razie udało się wyrównać wierzchołek góry Cerro Armazones, na której powstanie ten gigantyczny teleskop oraz zbudować drogę dojazdową. Wcześniej ESO przyznało też kilka innych kontraktów na budowę pierwszych instrumentów dla teleskopu. Warto wspomnieć, że polscy naukowcy i inżynierowie wezmą udział w projektowaniu jednego ze spektrografów (HIRES), a później być może również zbudują jego elementy.

ESO przygotowało m.in. wizualizacje, jak będzie wyglądać teleskop E-ELT i porównanie jego rozmiarów z różnymi słynnymi budowlami. W przypadku Polski do porównania wybrano Kościół Mariackiego w Krakowie. Wizualizację prezentujemy obok.

(kc)

## Zaobserwowano plamy na powierzchni gwiazdy innej niż Słońce

Międzynarodowa grupa badawcza zaobserwowała struktury na powierzch-



Porównanie rozmiarów teleskopu E-ELT oraz Kościoła Mariackiego w Krakowie. Źródło: ESO

ni gwiazdy zeta Andromedae ( $\zeta$  And, 34 And), odległej o 181 lat świetlnych od Ziemi. Badaczom udało się zarejestrować obrazy techniką interferometrii w trakcie trwającego 18 dni cyklu obrotu gwiazdy dookoła swojej osi. Na powierzchni dostrzeżono ciemniejsze plamy, zapewne odpowiedniki dobrze znanych plam słonecznych, tylko dużo większe. W przypadku zeta Andromedae zachowanie się plam jest jednak inne niż na Słońcu. Według hipotezy naukowców obserwujemy sytuację, jaka mogła występować, gdy Słońce było bardzo małe. Uzyskane obrazy pokazują plamy w obszarach biegunkowych, a to oznacza, że ich występowanie nie jest ograniczone jedynie do pasa wokół równika, jak to obserwuje się na Słońcu. Badacze wskazują, że trzeba będzie poprawić teorie opisujące wpływ pola magnetycznego na zachowanie gwiazd i ich ewolucję.

Co ciekawe, gwiazdę zeta Andromedae można na niebie dostrzec nawet gołym okiem, w konstelacji Andromedy. Sugierujemy jednak do tego celu użyć lornetki lub teleskopu. Jest to gwiazda zmienna,

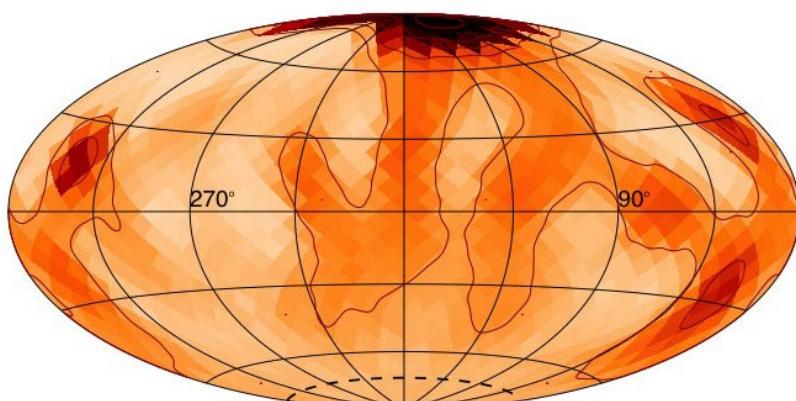
układ podwójny. Ma jasność około 4 mag w paśmie V.

(kc)

## Misja Kepler odkryła ponad 1200 nowych planet pozasłonecznych

NASA ogłosiła w maju, iż w ramach misji Kepler udało się potwierdzić 1284 nowe planety pozasłoneczne. To największa grupa odkrytych egzoplanet ogłoszona jak dotąd za jednym razem. Oznacza to wzrost liczby potwierdzonych planet pozasłonecznych do ponad 3200.

Naukowcy przeprowadzili analizy kandydatek na planety z katalogu z lipca 2015 r. opracowanego na podstawie danych z pracującego w Kosmosie teleskopu Keplera. Spośród 4302 potencjalnych planet, w przypadku 1284 obiektów prawdopodobieństwo, że rzeczywiście mamy do czynienia z planetą, jest większe niż 99%. Kolejne 1327 kandydatek to prawdopodobnie też planety, ale poziom pewności nie przekracza 99%, zatem w ich przypad-



Mapa plam na powierzchni gwiazdy zeta Andromedae. Źródło: Rachael Roettenbacher i John Monnier (University of Michigan)

## W skrócie

ku wymagane są dalsze badania. Z kolei za 707 innych przypadków odpowiedzialne są prawdopodobnie inne zjawiska astronomiczne, a nie planety. W najnowszych analizach potwierdzono dodatkowo 984 kandydatki na planety wcześniej zweryfikowane innymi technikami.

Spośród nowych egzoplanet około 500 to planety skaliste, typu ziemskiego. Wniosek ten oparty jest na rozmiarach planet. Dziewięć z nich krąży wokół swoich gwiazd w ekosferze, czyli strefie, w której na powierzchni planety może występować woda w stanie ciekłym. Zwiększa to liczbę znanych planet o tej własności do 21.

Sumaryczne statystyki planet pozasłonecznych przedstawiają się aktualnie następująco. Spośród ponad 5000 kandydatek na planety znalezionych różnymi metodami ponad 3200 zostało potwierdzonych, z czego 2325 to planety odkryte przez misję Kepler.

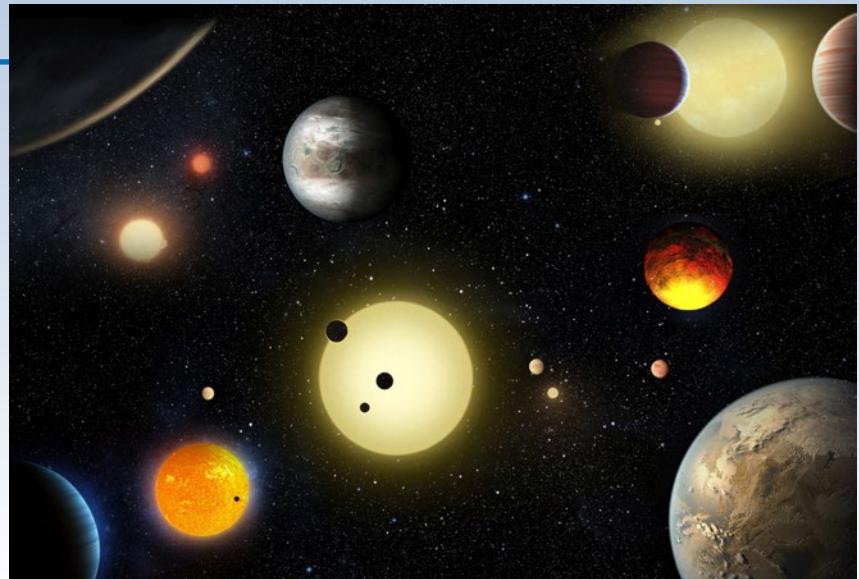
Teleskop Keplera mierzy jasność gwiazd, poszukując niewielkich osłabień blasku spowodowanych tranzytami planet, czyli przejściemi planet na linii widzenia pomiędzy nami a gwiazdą. To sytuacja podobna do zjawiska, które mogliśmy obserwować z Polski 9 maja 2016 r., kiedy planeta Merkury przeszła na tle tarczy Słońca. W przypadku odległych gwiazd nie dostrzeżemy samej planety, ale możemy o niej wnioskować pośrednio poprzez efekt, jaki wywołuje na światło gwiazdy.

Teleskop Keplera monitorował 150 tys. gwiazd w wybranym fragmencie nieba przez cztery lata. W roku 2018 amerykańska agencja kosmiczna NASA szuka kolejną misję, która będzie stosować tę samą technikę obserwacji. Transiting Exoplanet Survey Satellite ma monitorować 200 tys. pobliskich gwiazd w poszukiwaniu planet, szczególnie takich o wielkości Ziemi lub nieco większych.

(kc)

## Opublikowano nowy katalog z paralaksami 112 tysięcy gwiazd

Astronomowie potrafią wyznaczyć odległość do gwiazdy, jeśli zmierzą tzw. paralakzę, czyli kąt, o jaki zmieniła się pozorna pozycja gwiazdy na niebie przy obserwacjach prowadzonych z różnych punktów. Obserwatorium Morskie Stanów Zjednoczonych (USNO) opublikowało nowy katalog z paralaksami 112 tys. gwiazd. Nosi on nazwę URAT Parallax Catalog. Powstał na podstawie obserwacji wykonywanych teleskopem USNO Robotic Astrometric Telescope (URAT) w Naval Observatory Flagstaff Station (NOFS) w Arizonie. Obserwacje prowad-



Artystyczna wizja wybranych planet pozasłonecznych odkrytych w ramach misji Kepler. Źródło: NASA/W. Stenzel

dzono przez trzy lata, od kwietnia 2012 r. do czerwca 2015 r.

Obserwowano łącznie 200 mln gwiazd, przy czym zdecydowana większość z nich jest zbyt daleko, aby dać wiarygodne pomiary paralaksy. Ostatecznie paralaksy udało się wyznaczyć dla prawie 112 tys. gwiazd, w tym 58 tys. takich, dla których były już znane paralaksy oraz 53,5 tys., dla których to pierwsze wyznaczenia tego parametru. Charlie Finch oraz Norbert Zacharias z USNO wyznaczyli paralaksy ze średnim błędem 4 milisekund łuku.

Jak podkreśla amerykańskie obserwatorium, jest to największy katalog paralaks gwiazd od czasów publikacji katalogu z misji satelity Hipparcos w 1997 r., który dotyczył prawie 120 tys. gwiazd. Na dodatek użyty teleskop ma zasięg 17 mag, czyli większy niż Hipparcosa.

Niedługo możemy się spodziewać kolejnej porcji wyznaczeń odległości do gwiazd. Podobne obserwacje są wyko-

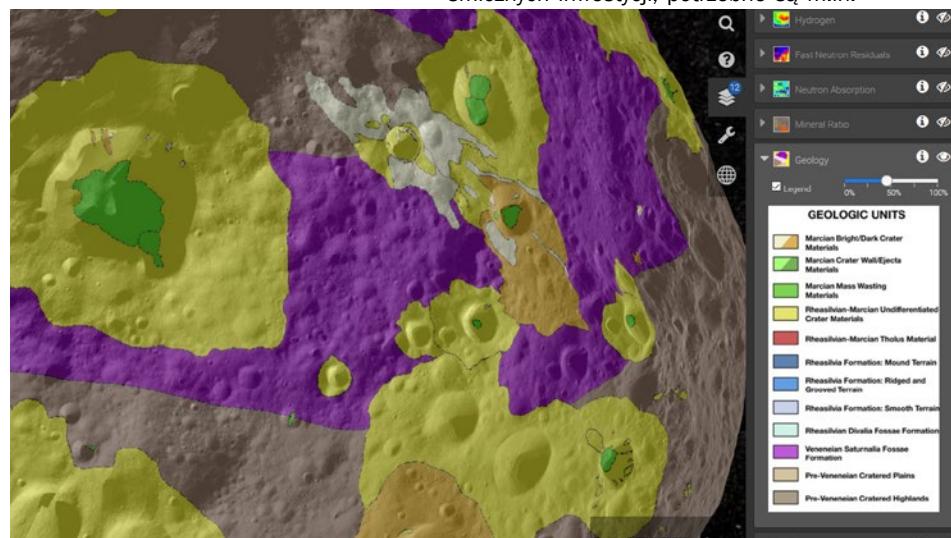
nywane w ramach projektu PanSTARRS, który dysponuje większym teleskopem niż USNO. Astronomowie z niecierpliwością czekają także na dane z satelity Gaia, który ma zmierzyć miliard gwiazd. Przypuszczalnie pierwsze wyniki tych pomiarów będą około 2018 r.

(kc)

## Prawne kwestie górnictwa w Kosmosie

Czy KGHM lub inne polskie firmy będą kiedyś posiadały kopalnie w Kosmosie? Serwis „Prawo i Kosmos” zwrócił uwagę na problem prawny związany z wydobyciem surowców ze złóż pozaziemskich. Czyją własnością jest kopalina wydobyta z takiego złoża? Na razie nikt nie prowadzi prac wydobywczych na planetoidach czy na Księżyku, ale nie można tego wykluczyć w perspektywie kolejnej dekady.

Aby firmy mogły przygotować się do kosmicznych inwestycji, potrzebne są m.in.



Ekran z internetowego narzędzia Vesta Trek udostępnionego przez NASA. Oznaczono różne obszary geologiczne na trójwymiarowym modelu planetoidy Vesta. Źródło: NASA

odpowiednie rozwiązania prawne regulujące sytuację zarówno na szczeblu międzynarodowym, jak i krajowym. W Polsce brak ustawodawstwa w tym zakresie. Na pewno problem wymaga szerszego spojrzenia z perspektywy traktatów międzynarodowych, ale mimo tego niektóre kraje zaczęły wprowadzać własne przepisy w tej dziedzinie.

„Stany Zjednoczone ustanowiły pod koniec 2015 r. ‘precedens ustawodawczy’ w zakresie tzw. kosmicznego górnictwa. Przyjęły akt prawnny, na którym wzorowaliśmy się w trakcie prac nad naszym projektem ustawy. W Europie również podjęto kroki legislacyjne w tym kierunku. Mowa o Luksemburgu. Trwa spór, czy takie przepisy są zgodne m.in. z art. II tzw. Traktatu o Przestrzeni Kosmicznej. Trudno jednoznacznie wskazać, jak się on zakończy. W tym kontekście warto przynajmniej rozpocząć w Polsce dyskusję nad prawnymi kwestiami, dotyczącymi „kosmicznego górnictwa” – tłumaczy mgr Mariusz Kłoda, doktorant prawa na Wydziale Prawa i Administracji UMK w Toruniu.

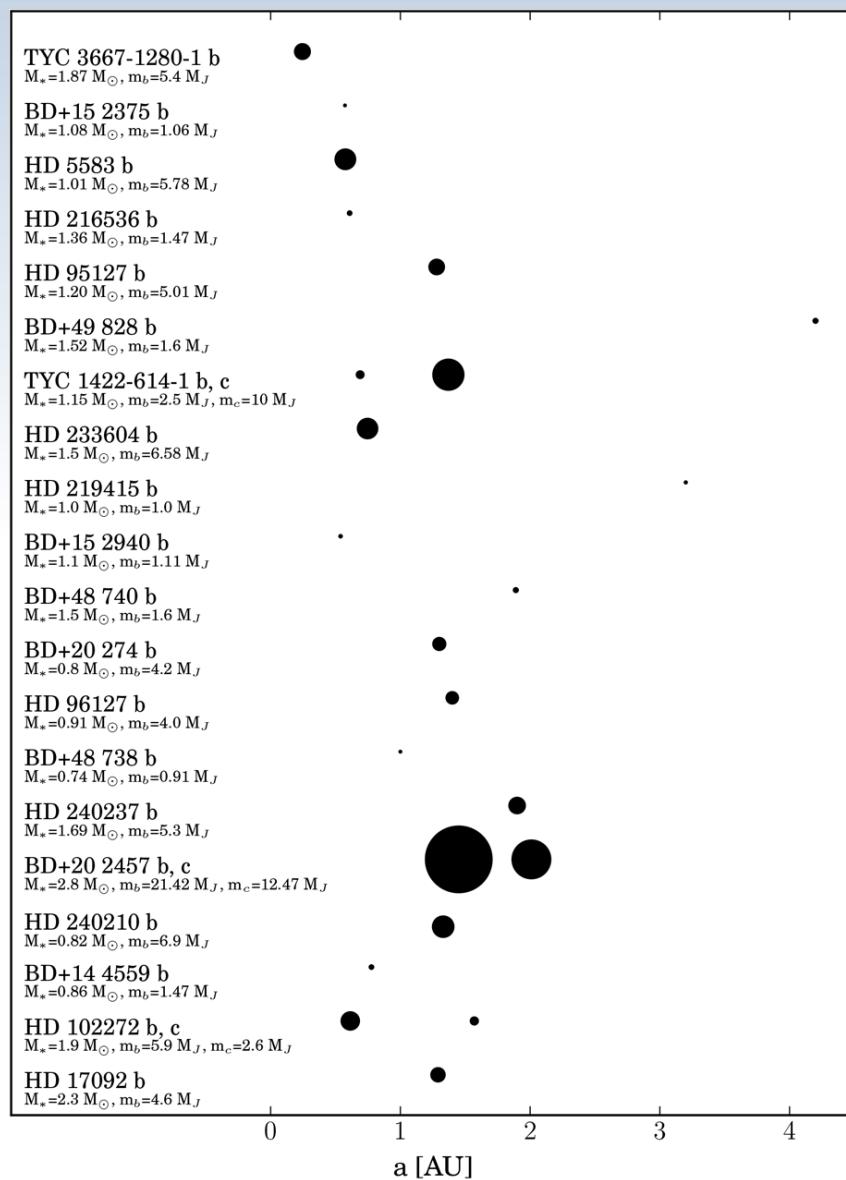
Serwis Prawo i Kosmos przygotował propozycję projektu polskiej ustawy, aby zapoczątkować w naszym kraju szerszą dyskusję nad tym problemem, która być może doprowadzi do przyjęcia odpowiednich przepisów przez parlament.

We wstępie do propozycji czytamy: Świat (np. USA, zob. H.R.2262-U.S. Commercial Space Launch Competitiveness Act, title IV – Space Resource Exploration and Utilization Act of 2015) pracuje nad odpowiednimi regulacjami prawnymi, które miałyby umożliwić komercyjne wydobycie szeroko rozumianych surowców ze złóż pozaziemskich. Z uwagi na fakt, iż polski ustawodawca wydaje się nie dostrzegać tego zjawiska, przygotowaliśmy własny projekt ustawy. Dotyczy on kwestii nabycia własności kopalin, wydobytej z pozaziemskiego złoża kopalin. Zdajemy sobie sprawę z tego, że jest to tylko część problematyki związanej z tzw. kosmicznym górnictwem. Niemniej (wg nas), ma ona znaczenie kluczowe dla całego zjawiska. Poniższy projekt ma przede wszystkim prowokować do dyskusji.

(kc)

## Dwudziesta planeta odkryta przez astronomów z Torunia

Międzynarodowy zespół astronomów, którym kieruje prof. Andrzej Niedzielski z Centrum Astronomii UMK, ogłosił w kwietniu odkrycie swojej dwudziestej planety pozasłonecznej. Planeta należy do kategorii gorących jowiszu i okrąża czerwonego olbrzyma. Astronomowie z Torunia specjalizują się właśnie w po-



szukiwaniach tego rodzaju planet, czyli badają, co może czekać Układ Słoneczny za kilka miliardów lat, gdy Słońce wejdzie w fazę czerwonego olbrzyma i zwiększy swoje rozmiary, sięgając być może nawet orbity Ziemi.

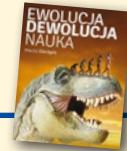
Planeta okrąża gwiazdę TYC 3667-1280-1 odległą od nas o 1600 lat świetlnych. Gwiazda ma średnicę 6 razy większą niż rozmiary Słońca i jest 30 razy jaśniejsza. Można ją zobaczyć na niebie w gwiazdozbiorze Kasjopei.

Sama planeta uzyskała oznaczenie TYC 3667-1280-1 b, zgodnie ze stosowanymi regułami, według których planety oznacza się kolejnymi małymi literami alfabetu, poczynając od b, dopisując taką literę do oznaczenia gwiazdy. Obiekt ma masę 5 razy większą niż Jowisz. Krąży bar-

dzo blisko swojej gwiazdy, jeden „rok” na tej planecie trwa tylko 26,5 dnia. Gdyby planetę umieścić w Układzie Słonecznym, to jej orbita wypadłaby dwa razy bliżej Słońca niż orbita Merkurego.

Zespół prof. Niedzielskiego odkrywa planety, wykonując obserwacje spektroskopowe za pomocą 9,2-m teleskopu Hobby-Eberly w Teksasie (nazwa skrócona: HET) w Stanach Zjednoczonych, a w przypadku najnowszych pięciu odkryć były prowadzone także obserwacje za pomocą 3,6-m teleskopu Galileusza, na którym jest zamontowany spektrograf HARPS-N – jeden z najbardziej dokładnych spektrografów na świecie, mogący osiągać dokładność w pomiarach prędkości radialnych lepszą niż 1 m/s.

(kc)



# Ewolucja nierozumiiana

Rozmawiałam ostatnio ze znajomym na ogólnie pojęty temat astronomii i wyglossił on następujące twierdzenie: „Wiesz, ja tam nie wierzę w tę „teorię Kopernika”. Wszyscy mówią, że to Ziemia krąży wokół Słońca, ale przecież codziennie widać, jak to Słońce zatacza łuk na niebie, więc jakby spojrzeć też z drugiej półkuli, to wyjdzie pełne koło.” Zartuję, nie powiedział tak. Powiedział: „Wiesz, ja tam nie wierzę w tę „teorię ewolucji”. Wszyscy mówią, że człowiek pochodzi od małpy, ale przecież małpy ciągle żyją i jakoś nie zmieniają się w ludzi.”

Nie udało mi się wyprowadzić go z błędu. Mam jednak nadzieję, że Państwa przekonam...

Zacznijmy od tego, czym ewolucja jest. Właściwie, żeby stresić główne założenie, wystarczyłoby przytoczyć pełny tytuł najważniejszego z dzieł Darwina: „O powstawaniu gatunków drogą doboru naturalnego, czyli o utrzymywaniu się doskonalszych ras w walce o byt” (ang. *On the Origin of Species by Means of Natural Selection, or the Preservation of Favoured Races in the Struggle for Life*). Zaznaczmy istotny fakt: w czasach Darwina dominujący pogląd był taki, że wszystkie istniejące gatunki powstały przy stworzeniu świata przez Boga i tylko w taki sposób gatunki mogą powstawać. Darwin jako przyrodnik oraz hodowca zauważał, że w warunkach domowych, poprzez dobór sztuczny, można relatywnie szybko uzyskiwać nowe odmiany i rasy. Dzięki swojej pięcioletniej podróży, w trakcie której dotarł do wybrzeży Ameryki Południowej, Afryki i Australii, zrozumiał, że taki sam proces zachodzi w naturze, jednak musi on być znacznie bardziej rozciągnięty w czasie. Przede wszystkim założył jednak, że proces ten może nie ograniczać się do powstawania nowych ras, ale w szerszej perspektywie nagromadzenie dziedzicznych zmian może prowadzić do tworzenia nowych gatunków (gatunkiem określamy zbiór osobników mogących krzyżować się,

dając płodne potomstwo). Jako główne mechanizmy napędzające zjawisko znane dziś jako specjacja wymienił dobór naturalny oraz walkę o byt. Doborem naturalnym nazwał *zasadę utrzymywania się korzystnych dla osobnika zmian oraz odrzucania szkodliwych*<sup>1</sup>. Na przykład: jeśli w danych warunkach łatwiej przeżyć osobnikom o długiej sierści, będą się one rozmnażać i ich potomstwo również będzie miało długą sierść, a osobniki o krótkiej sierści nie będą się rozmnażać i w końcu może ich zupełnie zabraknąć. Zasada ta dotyczy więc w głównej mierze zagadnień związanych ze zmiennością i jej dziedziczeniem, czym obecnie zajmuje się genetyka. Drugi z mechanizmów napędzających ewolucję Darwin nazywał walką o byt. Pomimo filozoficznego brzmienia, dotyczy ona powszedniego zjawiska związanego z możliwością zaspokajania przez organizmy swoich podstawowych potrzeb i rozmnażania się w tempie nie mniejszym niż organizmy konkurujące z nimi o zasoby pozywienia, miejsce czy dostęp do światła. Opisując życie jako zjawisko całościowe, dotyczące nie osobnika, ale wielu osobników pochodzących z różnych królestw Darwin wykazał się nowatorskim podejściem i stworzył fundamenty dziedziny dzisiaj znanej jako ekologia (ekologia zajmuje się interakcjami pomiędzy organizmami oraz organizmami a środowiskiem).

Ewolucja nie jest więc teorią powstania życia na Ziemi, tylko teorią powstawania gatunków! Dlatego nie jest sprzeczna ani z poglądem kreatywnistycznym (sam Darwin postulował powstawanie gatunków *od niewielu stworzonych form*), ani z hipotezą panspermii.

Kiedy po raz pierwszy sięgnęłam po „O powstawaniu gatunków”, zaskoczyły mnie podobieństwa pomiędzy nim a „O obrotach sfer niebieskich”. Po pierwsze, odejście od „jedynej słuszej” drogi indukcji na rzecz metodologii hipotetyczno-dedukcyjnej.

<sup>1</sup> Darwin Karol, *O powstawaniu gatunków*, Wyd. 2, Warszawa, WUW, 2015, ISBN 978-83-235-1192-2.

Innymi słowy: próba stworzenia uniwersalnej teorii na podstawie wielu przesłanek (takiej, która wszystkie te przesłanki będzie wyjaśniać!) zamiast zastanawiania się, jakie są możliwe przyczyny tego, że gatunki istnieją, a Ziemia i Słońce wciąż zmieniają położenie względem siebie. Po drugie, obie teorie pomimo upływu lat nie zostały obalone i w swoich kluczowych punktach pozostają takie same. Zostały jednak znacznie poszerzone o późniejsze szczegółowe odkrycia i wciąż możemy się spodziewać ich dalszych modyfikacji. W końcu po trzecie, pomimo że teorie obu uczonych wyznaczyły niesamowity zwrot w swoich dziedzinach i zapoczątkowały nową erę myślenia, mając decydujący wpływ na ich dalszy rozwój, znajomość ich naukowych podstaw dla większości ludzi nie ma i nigdy nie będzie mieć żadnego znaczenia praktycznego. I tutaj pojawia się fenomen. „Teoria” w potocznym znaczeniu tego słowa jakoś nie pasuje nam do teorii Kopernika. Ale do teorii Darwina — dziwnym trafem — owszem. Dlaczego? Nie mam pojęcia, wszak w obu wypadkach są to teorie naukowe, właściwie paradigmatyczne i ich słuszność nie jest kwestią wiary. Zdaję sobie sprawę, że zawsze znajdzie się przynajmniej jedna osoba, która za wszelką cenę będzie próbowała dowieść, że obowiązujące teorie są błędne. To dobrze, bo o ile znajdzie na poparcie swojej hipotezy dowody, których prawdziwości nie będzie można zaprzeczyć, to stanie się kolejnym Kopernikiem lub Darwinem. Zwrócmy jednak uwagę, w jaki sposób ci naukowcy działały: zbierali przesłanki, weryfikowali je i każdy swój wniosek konsultowali z współpracnymi im specjalistami (Darwin wymieniał nawet ich nazwiska, a także publikował fragmenty listów). W związku z tekstem zamieszczonym we wstępniaku „Uranii” 2/2016 chciałabym przyjrzeć się kilku antyewolucyjnym argumentom prof. Gertycha. Oprę się tutaj na dostępnej w internecie krótkiej książeczce „O ewolucji w szkołach europejskich”.

skich”<sup>2</sup> streszczającej główne postulaty.

1. *Ewolucja nie osiągnęła jeszcze stanu, w którym wszyscy przyznawaliby, że jakiś określony wynik mógłby ją dyskwalifikować.* Kryterium falsyfikowalności rzeczywiście jest wyznacznikiem tego, czy hipotezę będziemy mogli nazwać teorią naukową. W przypadku teorii ewolucji mamy wiele przykładów hipotetycznych odkryć, które mogłyby ją obalić. Niektóre zaproponował już sam Darwin, jak na przykład ten w rozdziale VI: *Dobór naturalny nie może wytworzyć u żadnego gatunku jakiejkolwiek modyfikacji, która byłaby korzystna wyłącznie dla innego gatunku [...] Gdyby można było dowieść, że jakiś szczególny budowy jednego gatunku powstał wyłącznie dla korzyści drugiego gatunku, obaliłoby to moją teorię, ponieważ szczególny taki nie mógłby powstać drogą doboru naturalnego.*

2. *Zasoby genetyczne naszej planety maleją.* Profesor uznał, że ewolucja postuluje wzbogacanie zasobów genetycznych planety, sam z kolei skłania się ku procesowi odwrotnemu, który nazwał dewolucją. Nie jestem w stanie zgodzić się z żadnym z tych twierdzeń. W naturze panuje homeostaza, czyli równowaga. Niektóre geny są eliminowane, inne rozgałęziają się z czasem w całe rodziny, a kodowane przez nie białka zyskują i/lub tracą pewne swo-

<sup>2</sup> Giertych Maciej, *O ewolucji w szkołach europejskich* [online], 2007 [dostęp: 22.04.2016]. Dostępny w Internecie: <http://giertych.pl/pliki/evolution.pdf>

je funkcje, przez co możemy mówić o nowych genach. Owszem, na poziomie populacji może występować zjawisko tzw. erozji genetycznej. Ilościowo zasoby genetyczne planety pozostają jednak względnie stałe. Czy gdyby gatunki się nie pojawiały, a jedynie wymierały, moglibyśmy w dzisiejszych czasach wciąż cieszyć się tak ogromną bioróżnorodnością?

3. *Bez izolacji nie ma ras.* To prawda, ale należy pamiętać, że istnieją też inne rodzaje izolacji niż izolacja przestrzenna. Na przykład żyjące w Polsce trzy gatunki świetlików być może mogłyby się ze sobą krzyżować, gdyby nie to, że... wysyłają różne sygnały świetlne, co izoluje je w momencie wyboru partnerów. Zjawisko izolacji przez różnice w zachowaniach nazwano izolacją etologiczną, a rodzajów takich zjawisk jest o wiele więcej. Powstawanie gatunków z populacji nie rozdzielonej geograficznie to specjacja sympatyczna.

4. *Nigdzie nie znajdziemy organów czy funkcji w procesie doskonalenia.* Funkcją w procesie doskonalenia, którą wyraźnie obserwujemy w obecnych czasach, jest zdolność trawienia laktazy. Pierwotnie gen kodujący białko enzymatyczne laktazę, która katalizuje reakcję hydrolizy laktazy był aktywny jedynie przez pierwsze lata życia. Około 8000 lat temu wśród ludzi zaczęła pojawiać się cecha tolerancji laktazy przez całe życie (LP, z ang. *lactase persistence*) będąca wynikiem mutacji

genu kodującego laktazę. Dzisiaj widzimy, że cechę LP posiadają nie tylko ludzie z „pierwotną” mutacją, ale również z co najmniej pięcioma innymi, co oznacza, że funkcję tolerancji laktazy ludzie uzyskiwali na kilka różnych, niezależnych od siebie sposobów. A wciąż populacje są bardzo zróżnicowane pod względem jej posiadania.

5. *Pozytywne mutacje to bardziej postulat niż obserwacja.* Mutacje opisane wyżej zapewniły naszemu gatunkowi dodatkowe źródło białka i wapnia w diecie, z całą pewnością można by je więc uznać za pozytywne. Kolejnym przykładem są nieustanne mutacje wirusa grypy, coraz lepiej przystosowujące go do atakowania ludzkich komórek. Czy to nie pozytywne mutacje, patrząc z perspektywy wirusa?

W XVI w. Mikołaj Kopernik dowiódł, że nie wszyscy kręci się wokół Ziemi, a sama Ziemia podlega takim samym prawom jak inne planety. Do dziś istnieje Towarzystwo Płaskiej Ziemi nie uznające tej teorii. W XIX w. Darwin dowiódł, że nie wszyscy kręci się wokół człowieka, a sam człowiek podlega takim samym prawom jak inne gatunki. Nie łudzę się, że wszyscy to zaakceptują, jednak szczerze zachęcam do rzetelnego badania tematów, które nas interesują, zanim wypracujemy sobie na ich temat opinię. Od braku wiedzy na temat ewolucji nikt jeszcze na szczęście nie umarł.

Julia Rachowka

**astrożarty Jacka D.**

WIESZ, ZASTANAWIAŁEM SIĘ  
OSTATNIO NAD TEORIĄ EHOLOUCJI  
I STWIERDZIŁEM, ŻE KUPY TO SIĘ  
NIE TRZYMA... CZY WIDZIAŁ KTOŚ ABY  
POJAWIAŁY SIĘ, W NASZYCH CZASACH  
JAKIEŚ NOWE GATUNKI?

J.D.'2016

# Casting na postdoczkę, czyli baba z brodą



Jeden z bardziej znanych obrazów Marcela Duchampa, zatytułowany „L.H.O.O.Q”, przedstawia Monę Lisę Leonarda da Vinci z domalowanym wąsikiem. Obraz ten, w humorystyczny i ironiczny sposób traktujący dziedzictwo renesansowej sztuki, stał się kiedyś ikoną ruchu dadaistów.

W 2014 r. w konkursie piosenki Eurowizji zwyciężyła reprezentująca Austrię wykonawczyni o pseudonimie Conchita Wurst, która brawurowo wykonany utwór pt. „Rise like a Phoenix” przyprawiła równie brawurowym wizerunkiem scenicznym. Conchita, dawniej zwana Thomasem, występuje w wieczorowych kreacjach, jakie najczęściej zakładane są przez uczestniczki tego konkursu, jednak do sukni, długich gęstych loków i brokatowego makijażu nosi też brodę i wąsy.

Trudno nie zauważać osoby, która się tak wyróżnia z tł — niezależnie od tego, czy akceptujemy odmiennosć i łamanie stereotypów, czy też nie, osoba taka po prostu zwraca na siebie ogólną uwagę. W innym wypadku piosenka, piękna, lecz podobna do wielu innych, mogłaby przejść bez większego echa, a z kolei obraz Duchampa byłby kolejną reprodukcją klasycznego dzieła, jedną z tych, jakie są sprzedawane w kioskach muzeów na całym świecie.

Na jazdach naukowych prezentujący swoje utwory uczni ni przede wszystkim chcą być zauważeni. Dawno już wykłady konferencyjne przestały służyć temu, aby dyskutować podstawową wiedzę, słuchać, rozumieć, nauczać, rozwijaya akademickie problemy. Na to jest miejsce (może...) na seminariach zakładowych, częściej już tylko w zaciszu pracowni lub w korespondencji mailowej. Jednak po to, aby podjąć z kimś merytoryczną dyskusję, trzeba najpierw wiezieć, że taka osoba istnieje i czym się zajmuje. A z kolei po to, aby w natłoku obowiązków znaleźć czas na przeczytanie cudzej pracy, trzeba albo być nieoprawnym idealistą poszukującym prawdy o świecie, albo zwyczajnie mieć w tym jakiś interes.

Idealistami są zazwyczaj ludzie młodzi. To oni tworzą słuchającą z otwartymi oczami i głowami, lecz milcząłą, publiczność na sali.

Po doktoracie przychodzi pierwszy moment zderzenia się z brutalną prozą życia, czyli potrzebą znalezienia zatrudnienia. I tak rodzi się targowisko próżności, czyli casting na postdoka. Kto przedstawi bardziej atrakcyjnie swoje wyniki, obrazki, filmy, potwierdzając jednocześnie każdym zdaniem i miną, że jest osobą pracowitą i zaangażowaną, a przeszlemu pracodawcy przyniesie same korzyści, ten zwiększa

swoje szanse. W świecie nauki liczą się również referencje, więc promotorzy dwoją się i troją, aby pokazać osiągnięcia swoich wychowanków. Umieszczenie jak największej liczby studentów w jak najlepszych instytucjach naukowych i „załatwienie” im dalszej kariery niewątpliwie podnosi prestiż profesora. Ukoronowaniem starań jednych i drugich jest zdobycie przez postdoka stałej pozycji i rozpoczęcie samodzielnej działalności.

Samodzielni pracownicy naukowi walczą głównie o granty. I tu już walka jest bezpardonowa. Ilość wystąpień, zaproszonych wykładów, cytowań oraz ogólna „widzialność” w środowisku, jest równie ważna, a nieraz ważniejsza niż ilość, a także jakość prac naukowych. Baby szybko z tej walki odpadają. No, chyba że mogą się przydać do grantów jako ich wykonawcy, realizujący pomysły szefa. Tu jednak konkurencję stanowią młodsze panie, doktorantki, stażystki na czasowych płatnych z grantu kontraktach.

Bez grantów, bez pieniędzy, nie moglibyśmy niestety robić tego, co robimy. Nie warto więc pewnie obrażać się na rzeczywistość. Lepiej działać zgodnie z regułami gry, bo inaczej z niej całkiem odpadniemy.

Co jednak zrobić, skoro te właśnie reguły zostały utworzone w czasach, kiedy w gronie chętnych do prowadzenia naukowej działalności nie było jeszcze bab? Ani takich bez brody, ani, tym bardziej z...?

Pierwszą strategią jest przedłużanie młodości. Młodzietka Calineczka zawsze z wdziękiem może powiedzieć, że do prowadzonych badań motywuje ją wyłącznie ciekawość poznawcza, zyskując pełną uwagę, powodowaną przy tym nieraz cichą nostalgią tych, którym już taka ciekawość minęła. Strategia ta jednak trochę krótkowzroczna. Jeśli bowiem ciekawość Calineczki zaprowadzi ją niechcący na zbyt życzne tereny, zawsze można jej powiedzieć, aby wracała do kwiatków na łące, a zbiór plonów zostawiła jednak gospodarnejjszym od niej gryzoniom.

Druga strategia, trochę dalej idąca od pierwszej, to eksponowanie swojej siły witalnej. Nie bez powodu na Eurowizyjny występ reprezentantek kraju nad Wisłą zostały wybrane hoże blondyny\* — mamy to w swoich genach, a oglądalność była

\* Wiolonczelistką w żerńskim kwartecie smyczkowym towarzyszącym Szpakiowi, była Ewa Leszczyńska, studentka Akademii Muzycznej w Poznaniu i córka jednego z najbardziej zasłużonych pracowników warsztatów w obserwatorium astronomicznym UMK w Piwnicach. Astronomiczne geny są wszędzie! (Red.)

nawet całkiem, całkiem... Strategia ta grozi jednak niestety zaszufladkowaniem w naukowym środowisku międzynarodowym, gdzie co prawda geny są rozmaite, ale bycie blondynką niestety na ogół nie pomaga w zdobywaniu mikrofonu i zabieraniu głosu w dyskusji.

Trzecia strategia, długofalowa, to przebranie się za kaprala. Co prawda bez wąsików, ale z donośnym głosem i wolą walki podobną do męskiej można porwać za sobą spory tłumek. Tłumek jest gotów służyć swej dowódczyni, zwłaszcza jeśli zapewni ona środki na duże przedsięwzięcia, na przykład takie jak nowa misja kosmiczna, biorąc na swoje barki negocjacje z politykami. W pewnym momencie jednak, gdy sytuacja jest już ustabilizowana w taki czy inny sposób, a dowódca niepotrzebny lub można go zastąpić kimś innym, następuje bezpardonowy odstrzał, a kapral sam sobie winny, bo mógł przewidzieć konsekwencje.

Reguły, jakie są, każdy widzi. Próbować je zmienić od razu, to donkiszoteria. Nie zdziwmy się zatem, że dopóki ta bańka nie pęknie, to pojawiać się w niej będą kolejne, co raz bardziej śmiałe strategie przetrwania w męskim świecie. Może aby zdobyć europejski grant, w konkursie prowadzonym na wzór Eurowizji, weźmie w końcu udział jakaś baba z brodą. Pomyśli, że tylko taki *entourage* pozwoli jej zaistnieć i załapać się na kawałek tortu.

Tylko że żyjemy przecież w postmodernizmie i to wszystko już było... Na przykład, bohater tak zwanej „afery koszlowej”, dr Matt Taylor, brodaty 40-letni naukowiec z ESA, w niezwykle skuteczny sposób nagłośnił kiedyś sukces misji kosmicznej Rosetta, ubierając się na konferencję prasową w strój wymalowany wizerunkami roznegligowanych pań. Z kolei Polskę w tym roku reprezentował śpiewający falsetem długowłosy wokalista (po naszemu jednak skromny, bo bez brokatowej sukni).

A Conchita Wurst i tak naprawdę nazywa się Thomas.  
Agnieszka Janiuk



Szare jest jądro komety 67P/.Czuriumow-Gerasimienko, ale koszule mogą być kolorowe! Nie wszyscy zrozumieli propagandowy chwyt i społeczny podtekst stroju dra Matta Taylora podczas wystąpienia o sukcesie misji Rosetta



Trzy strategie egzystencji bab w nauce na przykładzie autorki i jej córki: 1. Calineczka (ta mniejsza); 2. Hoże Blondyny (obydwie), 3. Kapral (w stroju samuraja)



# Zawiłości współczesnej meteorytyki

**H**istoria meteorytyki w Polsce sięga początków XIX w. a to za sprawą Dzienników Wileńskich, które będąc jedynym w owych czasach biuletynem naukowym w języku polskim publikowały także informacje o spadkach aerolitów na ziemiach polskich i poza nimi. Kolejne historyczne duże spadki takie jak Białystok (1827) oraz Suberbolid Pułtuski (1868) nie pozwoliły porzucić tego, jakże interesującego w owych czasach i współcześnie tematu. W roku 1894 Ernest Chladni wydał przełomową rozprawę o upadaniu kamieni z Kosmosu. Z kolei już w 1825 r. Feliks Drzewiński zaprezentował pracę „o kamieniach meteorytycznych i przyczynach mogących je tworzyć”, niestety mijającą się z rzeczywistością. W latach współczesnych żywe zainteresowanie tematem jest kontynuowane, ale wydaje się, że bardziej amatorsko niż naukowo. Meteorytami zajmuje się u nas bardzo duże grono pasjonatów, natomiast ludzi związanych z meteorytami zawodowo jest jak na lekarstwo. Powód jest wiele, ale najważniejszy chyba ten, że dla większości naukowców meteoryty to materia dostępna tylko w ograniczonych ilościach, stosunkowo droga i z definicji „obca”. Tak w istocie jest i z tego samego powodu meteoryty są traktowane zarówno przez naukowców, a także amatorów, jak cenne skarby. A skarbów poszukiwali Indiana Jones, Allan Quatermain czy książkowy Bilbo Baggins, bohaterowie z naszych lat młodości i stąd chyba fenomen sporego grona poszukiwaczy meteorytów w naszym kraju. Na szczęście nasze prawo nie zakazuje zbierania meteorytów, inaczej niż archeologicznych zabytków, których poszukiwanie z wykrywaczem metalu może prowadzić do poważnych konsekwencji prawnych (stan na czerwiec 2016), nie tylko zresztą w Polsce.

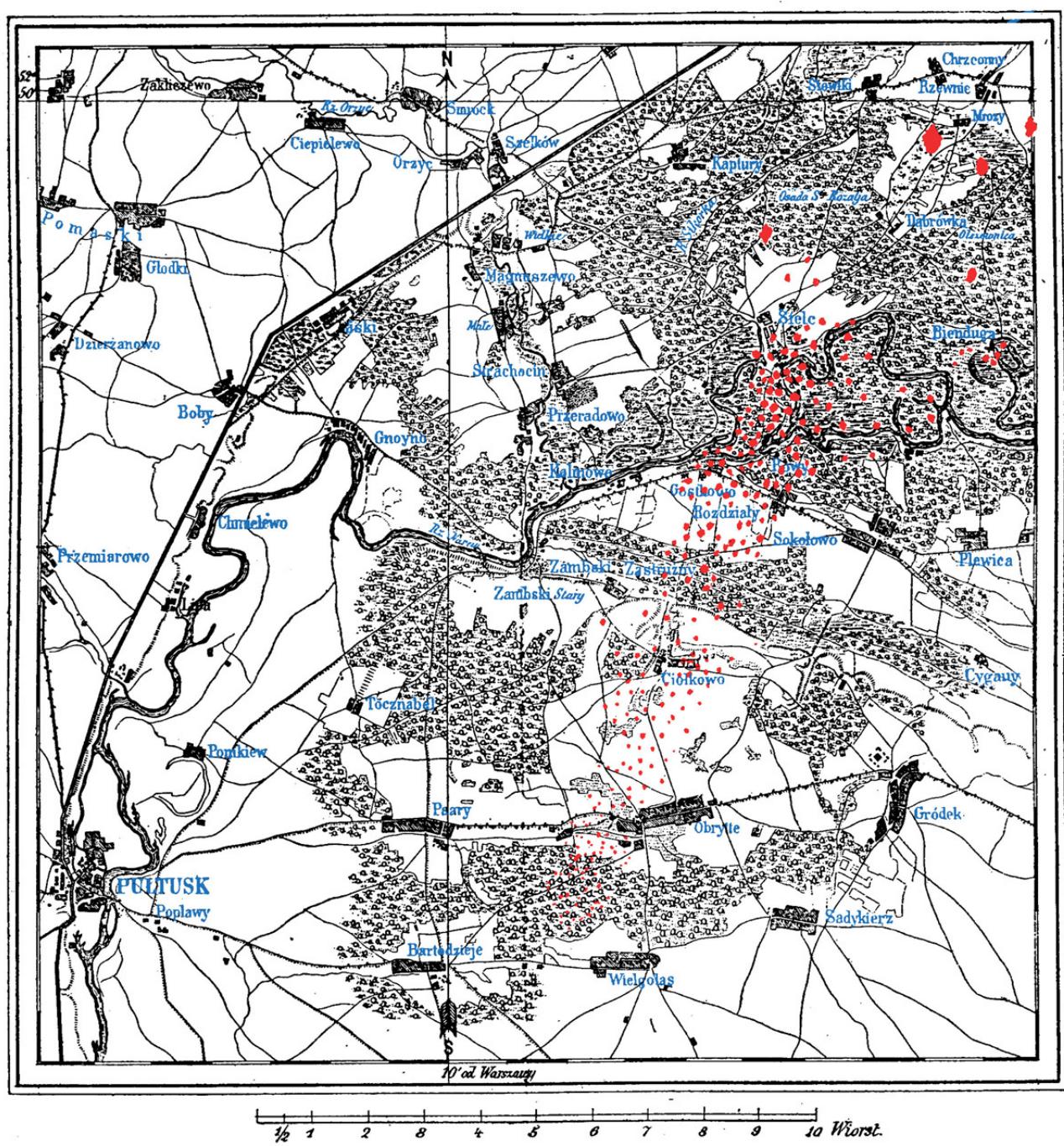
**N**ajwiększym obserwowanym spadkiem w historii nowożytnej do lutego 2013 r., kiedy poleciał Superbolid Czelabiński, był wspomniany meteoryt Pułtuski. W Czelabińsku bolid zrzucił na ziemię ogromną ilość meteorytów i duża ich część wciąż leży na polach w okolicach miejscowości Pervomaisky (URANIA, 4/2013, s. 22–27). Podobnie jest z meteorytem pułtuskim, który jest klasycznym przykładem „deszczu meteorytowego”. Fragmenty tego meteoroidu spadły co najmniej w obszarze od wsi Obryte po Św. Rozalię (a nawet Rzewnie), formując pole rozrzułu przedzielone Narwią na dwie względnie równe części. I właśnie wokół tej rzeki poszukiwacze próbują swojego szczęścia ze skutkiem dużo lepszym niż próby wygrania w loteria. Ponieważ były to kiedyś tereny zalewowe, meteoryty nie zostały tam pozbierane, a melioracja i fakt przesunięcia głównego koryta Narwi daje wysokie szanse na odnalezienie. Trwające dziś poszukiwania specjalistycznymi wykrywaczami (do poszukiwań meteorytów kamiennych stosuje się typ VLF) przynoszą od kilku do kilkunastu nowych meteorytów rocznie z pół pod Pułtuskiem. Natomiast nie wszystkie miejsca znalezienia okazów są podawane do publicznej wiadomości, poszukiwacze bowiem nie zawsze są chętni do wskazywania bardziej lub mniej meteorytonośnych obszarów i to nie tylko w Pułtusku, ale także w innych miejscach, np. w Morasku. Naukowcy nie mają pretensji o taką postawę, bo cieszy każdy „uratowany” meteoryt i nieważne, że jest to znany i już dawno przebadany materiał. W materii kosmicznej wciąż odkrywa się coś nowego, głównie nieznane do tej pory minerały, przeważnie związane z wietrzeniem, np. czochralskiit, reevesyt czy jarosyt. Poza tym teraz naukowcy

są w stanie określić przybliżone miejsce znalezienia, badając sam okaz. Analiza składu zanieczyszczeń okazów może wskazać na rodzaj gleb, w które spadł meteoryt, co pozwala na znalezienie korelacji z miejscem ich zaledania. W ten sposób można zrekonstruować pole rozrzułu meteorytów, uwzględniając te o nieznanej dokładnie lokalizacji. Czy da się to zrobić dla każdego meteorytu? Osobiście jestem pewien, że w przyszłości podobne analizy pozwolą na jednoznaczne umiejscowienie na Ziemi nie tylko meteorytów, ale także minerałów czy nawet zabytków archeologicznych. Już teraz badania izotopowe są w stanie powiedzieć, z jakiej dokładnie kopalni pochodziło srebro stosowane do wyrobu monet w średniowieczu, możemy też sobie wyobrazić, że w przyszłości część meteorytów może zmienić swoje domniemanie ziemskie miejsce pochodzenia.

Pierwszym polskim meteorytem, który mógłby przejść taką „próbę ognia”, jest niezarejestrowany jeszcze meteoryt Siewierz. Wyołał on dyskusje w świecie meteorytowym, bo wielu owiany jest tajemnicą a mówiąc wprost — historia jego odnalezienia jest właściwie nieznana. W roku 2010 zarejestrowano meteoryt Paryż, który naprawdopodobniej z Paryża nie pochodzi, ale został odnaleziony w 2001 r. w pudełku z różnymi przedmiotami należącymi kiedyś do inżyniera górnictwa pracującego w Koloniach Francuskich. Przedmioty te wraz z meteorytem zostały zakupione na wyprzedaży na przedmieściach stolicy Francji i stąd paryska lokalizacja. Był precedens, meteoryt został zarejestrowany jako *unknown location* (nieznana lokalizacja), a teraz mamy podobny taki przypadek — meteoryt Siewierz rozpoznany w przedmiotach po zmarłym 20 lat temu dziadku. Zdjęcie okazu a potem jego fragment został przekazany do sprawdzenia pewnemu jubilerowi a następnie kolekcjonerowi meteorytów, który potwierdził jego kosmiczne pochodzenie. Tym sposobem po-dejrzenie znalazców okazało się trafione i możemy mieć 23. polski meteoryt. Tylko czy na pewno polski? Dla jednych (kolekcjonerów) ma to znaczenie, dla innych (naukowców) nie, jak to mówią w dobie globalizacji nie ma granic, a wszystkie meteoryty i tak pochodzą z Kosmosu, nieważne gdzie wylądowały.

Drugim polskim meteorytem ostatnio sklasyfikowanym jest żelazny meteoryt Tartak. Dokładne miejsce jego odnalezienia nie jest znane (tym bardziej że na początku funkcjonował pod nazwą Suwałki a potem Pietronajć). Wiadomo natomiast, że meteoryt odnaleziono dwukrotnie — za pierwszym razem został porzucony, a dopiero drugi znalazca rozpoznał w nim cechy kamienia z Kosmosu. Meteoryt ten został sparowany z meteorytem z Syberii o nazwie Ssyromolotovo — oba powstawały w tej samej części macierzystej planetki, w warunkach raczej odbiegających od standardowych, na co wskazują właśnie wyniki badań.

**M**orasko to miejsce, w którym nastąpił kilkutonowy spadek kosmicznego żelaza, jakie pozostało po wtargnięciu kilkudziesięciotonowej planetki do naszej atmosfery. Jest najłatwiejszym do odnalezienia w Polsce meteorytem — można tego dokonać przy pomocy najprostszego wykrywacza metalu typu PI. Od jakiegoś czasu ze spadkiem tym skojarzone są zagłębiania bezodpływowe, przy których były znajdowane i nadal są meteoryty. Pierwszym, który dostrzegł w nich kratery, był pionier polskiej meteorytyki Jerzy Pokrzywnicki. Do dziś powszechnie są uważane za kratery



Mapka miejsca spadku deszczu meteorytów pochodzącej z broszury wydanej przez Szkołę Główną w Warszawie.

Fot. 1. Mapa szkicująca pole rozrzutu meteorytu Pultusk — widoczne zagęszczenie okazów w okolicach Narwi

impaktowe i mało kto chce z taką teorią wchodzić w polemikę. Wszelkie dowody dotyczące meteorytowego pochodzenia zagłębień zbierane są na Wydziale Geologii Uniwersytetu im. A. Mickiewicza w Poznaniu, co jest oczywiste, gdyż poznańscy geolodzy mają te obiekty dosłownie „za płotem”. Od niedawna funkcjonuje także teoria stawiająca tezę, że przelot ciała meteoroidowego, który dał spadek pod Moraskiem, mógł być obserwowany w średniowieczu w środkowej Europie. Utożsamiano z nim takie meteoryty, jak niemiecki Tabarz (odległość 475 km) czy polskie Przełazy (odległość 105 km). Oba meteoryty mają tę samą unikalną i niepodważalną klasifikację bazującą na pierwiastkach śladowych (np. iryd, gal, german). O ile z dłuższej wersji trajektorii pierwsi autorzy się wycofali, przyznając, iż pewnie mamy w Ta-

barz do czynienia z przeniesionym Moraskiem, o tyle druga wersja została rozszerzona na wschód — pojawiły się nowe znaleziska w miejscowości Jankowo Dolne — pierwsza była o masie 11 kg oraz później wiele mniejszych (jak donosił znalezca). I tu pojawiły się zapytania: jeżeli meteoroid leciał od strony Przełazów i wytworzył kratery w Morasku, to jakim prawem fizyki mniejsze fragmenty poleciały ponad 50 km dalej? Same kratery są zbyt małe, aby przy eksplozji dostarczyć szrapnelom energię pozwalającą na tak daleki wyrzut. A jeżeli wszyscy się mylą i przelot nastąpił z drugiej strony, to sytuacja jest analogiczna (wtedy na końcu mamy Przełazy). Na szczęście w ostatniej publikacji geolodzy wycofali się z tej teorii, przyznając, iż najprawdopodobniej w Jankowie Dolnym doszło do znalezienia meteorytów przeniesionych

z Moraska. Tylko kto i dlaczego przeniósł tam i porzucił aż kilkanaście okazów? To chyba dobry temat dla socjologów, a przy okazji powiem, że w internecie pojawiły się zapytania, na które odpowiedzi próbowało odnaleźć kilka osób, a wyniki ich pracy są na stronach www. Nasi zachodni sąsiadzi mieli podobny przypadek z meteorytem „znalezionym” w Inningen w Bawarii w latach 90. Niestety, został on zarejestrowany jako nowy meteoryt niemiecki, ale po jakimś czasie wykonano badania, które zdetronizowały go jako przedstawiciela dużego rosyjskiego spadku Sikhote-Alin.

**M**agicznym miejscem, do którego sam chętnie wracam, jest obszar spadku meteorytu Białystok. Jestem bowiem przekonany, że meteoryty wciąż można znaleźć w okolicy rzeki Supraśl. Znaleziska eukrytów w innych miejscach pokazują, że nieprawdą jest jakoby ten rodzaj meteorytów ulegał szybkiej degradacji na Ziemi i nawet kilkaset lat nie powinno stanowić tu problemu. Znane są też doniesienia o meteorytach, które trzymano w domach jeszcze w latach 60. ubiegłego wieku. Czy były to nowe znaleziska, nie wiadomo, ale pewne jest, że w tej chwili lokalna pamięć o meteorytach prawie zginęła. Co prawda miejscowi znamy doniesienia o tym spadku, ale w większości tylko z białostockiej prasy, która wraca co jakiś czas do tematu, opisując to niezwykłe zjawisko. W Polsce niewiele jest okazów tego meteorytu — najbardziej znany fragment znajduje się w Muzeum Ziemi PAN w Warszawie, pozostały jest zaledwie kilka i nie do końca znane jest ich prawdziwe pochodzenie. Meteoryt ten na początku został zaliczony do howardytów, czyli brekcji eukrytowo-diogenitowej z planetoidy Westy, po jakimś czasie ponowne badania klasycyfikacyjne pokazały, że to jednak eukryt. O dziwo, w prywatnych kolekcjach można odnaleźć meteoryty, które nadal wyglądają na howardaty.

Z Westy pochodzą również mezosyderyty — rodzaj meteorytów, który zawiera podobną ilość materiału achondrytowego skalnego i żelaznego. Badania izotopowe wskazują na ich impaktowe pochodzenie i rzeczywiście wyniki analiz przyrządami misji DOWN potwierdziły te przypuszczenia (podobnie wykazały obecność diogenitów, eukrytów i howardytów w płaszczu tej planetki). Wśród polskich kolekcjonerów meteoryty te cieszą się dużym uznaniem, a to za sprawą

rządkości ich występowania i pewnie także za sprawą meteorytu Łowicz, który spadł w 1935 r. i jest właśnie przedstawicielem tej grupy. W przeciwieństwie do Białegostoku meteoryt jest powszechnie znany w miejscu upadku. Mówią się o kraterach, które powstały na polach i o tym, że część z nich została zasypana, zanim wydobyto z nich meteoryty. Czy są to historie prawdziwe, nie wiadomo, natomiast istnieją udokumentowane doniesienia o wytworzonych kraterach oraz o przetrzymywanych przez okoliczną ludność meteorytach jeszcze długo po wojnie. Z tego powodu tereny spadku meteorytu Łowicz są odwiedzane przez poszukiwaczy i podobno nawet jeden okaz udało się po latach odnaleźć. Niestety, nic bliżej o nim i o okolicznościach odnalezienia nie wiadomo.

**P**oszukiwanie meteorytów może być zajęciem intratnym. Jednym z pierwszych poszukiwaczy na ziemiach polskich był niejaki Karol Schmidt, który zafascynowany opisem bolidu obserwowanego w 1935 r. przez pewnego żołnierza niemieckiej straży celnej Th. Tantza szukał meteorytu pod Ostrzeszowem. Niestety do dziś odległe przeloty bolidów wydają się ludziom okazją do zrobienia interesu życia. I nie wszyscy zdają sobie sprawę z tego, że pozorem jest tylko spadek „tuż za lasem”. Tak naprawdę bolidy obserwujemy z odległości do 100 km i co więcej, większość z nich zniknie w atmosferze, docierając do ziemi tylko w postaci pyłu. Schmidt też przeinwestował i powinien być dla nas przestrogą. Niestety, tak nie jest — nie raz oglądamy w telewizji znaleziska kamieni (głównie żużel) pokazywane po przelocie dużych bolidów. Dziwne, że zawsze znajdzie się jakiś geolog, który potwierdzi kosmiczne pochodzenie skały, nie wykonując podstawowych badań — przy okazji polecam przekazywanie fragmentów okazów do weryfikacji raczej kolekcjonerom meteorytów, którzy są bardziej biegli w rozpoznawaniu materii z Kosmosu niż niejeden profesor. Dlaczego geolog ma znać się na meteorytach, skoro to nauka o skałach ziemskich a nie kosmicznych? Podobnie było w przypadku zeszłorocznego bolidu Ostrowite, który polecał w Polsce północno-zachodniej. Dość sprawnie zaliczony został do taurydów (analiz PKiM), a już na drugi dzień mogliśmy oglądać potwierdzone znaleziska w TV — „meteoryt” z tego bolidu odnaleziono aż na Śląsku!



Fot. 2. Meteoryt Pultusk znaleziony w 2015 r. w starorzeczu Narwi

**P**olska jest krajem, w którym działa bardzo wielu aktywnych poszukiwaczy. Ilość ziemskich kamieni przesyłanych z naszego kraju do specjalistycznych jednostek badających meteoryty wyprzedza o rząd wielkości inne kraje nie posiadające pustyn. Jesteśmy też jedynym krajem, w którym działają dwie organizacje zrzeszające miłośników meteorytów — Polskie Towarzystwo Meteorytowe oraz Pracownia Komet i Meteorów. Na szczęście mają wspólnych członków i co więcej, w tym roku nawiązana została oficjalnie współpraca między organizacjami. Oby zaowocowała znalezieniem nowych polskich meteorytów. Pole do popisu mają też polscy naukowcy. Meteorytowych zagadek jest mnóstwo, tylko kilka zostało tu ujawnionych i mniejmy nadzieję, że jest jedynie kwestią czasu, aby przynajmniej część z nich została rozwikłana.

Zbigniew Tymiński

# Zadanie zawodów finałowych

## LVII Olimpiady Astronomicznej (2013/2014)

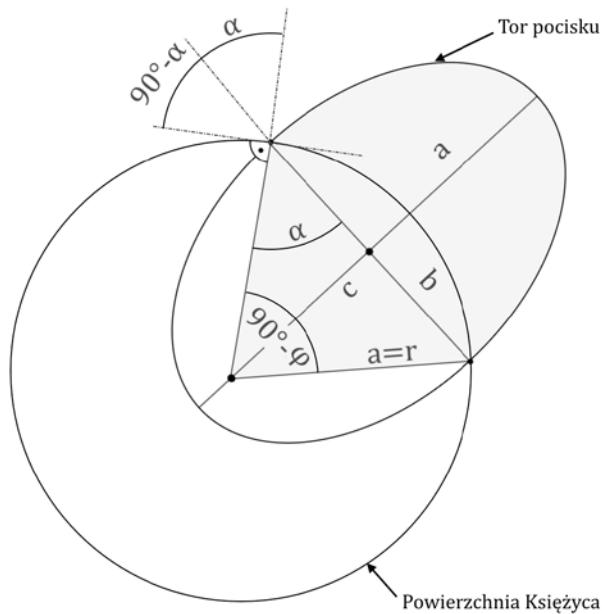
**Treść zadania:**

Z północnego bieguna księżycowego wystrzelono pocisk, nadając mu prędkość początkową równą lokalnej pierwszej prędkości kosmicznej. Wiedząc, że pocisk upadł na powierzchnię Srebrnego Globu po czasie  $\Delta t = 4512$  sekund od momentu wystrzelenia, oblicz:

- do jakiej szerokości selenograficznej pocisk dotarł,
- na jaką maksymalną wysokość wzniósł się pocisk ponad grunt księżycowy,
- pod jakim kątem do kierunku pionu pocisk został wystrzelony.

Przedyskutuj, jak długo mógłby trwać lot tego pocisku (aż do momentu jego upadku), gdyby wystrzelono go z tą samą prędkością, lecz pod innym kątem.

W rozwiązaniu pomini wpływ zaburzeń perturbacyjnych oraz przyjmij, że gęstość materii wewnątrz Księżyca jest funkcją jedynie odległości od jego środka.

**Rozwiązanie:**

Ciało wystrzelone z powierzchni Księżyca z I prędkością kosmiczną porusza się po części eliptycznej orbity o okresie i długości półosi wielkiej, identycznymi z odpowiadającymi parametrami orbity kołowej tuż nad powierzchnią Księżyca. Okazuje się jednak, iż część tej orbity znajduje się poniżej powierzchni ciała centralnego (rys. 1). Ponieważ postawiono założenie o sferycznie-symetrycznym rozkładzie masy wewnątrz Księżyca, ruch pocisku możemy rozpatrywać jako ruch punktowego ciała, wokół punktowej masy centralnej.

Wszelkie obliczenia można jednak prowadzić jak dla orbity eliptycznej o półosi wielkiej  $a$  i równej promieniowi Księżyca  $r$ . Na rysunku zaznaczona jest również tzw. półos mała orbity  $b$  i odległość między środkiem elipsy a jej ogniskiem — czyli środkiem Księżyca —  $c$ . Aby obliczyć okres obiegu pocisku na takiej orbicie, można rozpatrzać orbitę kołową tuż nad powierzchnią Księżyca. Prędkość orbitalna takiego pocisku na takiej orbicie wynosi:

$$v_I = \sqrt{\frac{GM}{a}}$$

gdzie  $M$  — masa Księżyca,  $G$  — stała grawitacji.

Okres obiegu pocisku po hipotetycznej orbicie wyniesie:

$$T = \frac{2\pi a}{v_I} = \frac{2\pi a^2}{\sqrt{GM}}$$

Po podstawieniu wartości liczbowych otrzymujemy wynik  $T = 4595$  s.

Znając czas potrzebny do przebycia całej orbity przez pocisk, a więc jej okres, i czas jaki zajęło mu przebycie rzeczywistej drogi nad powierzchnią Srebrnego Globu, możemy skorzystać z II prawa Keplera, by wyznaczyć mimośród orbity. Oznaczmy przez  $P_x$  zakreślona przez promień wodzący pocisku część pola elipsy, a przez  $P_e$  pole elipsy:

$$\frac{\Delta t}{T} = \frac{P_x}{P_e} = \frac{\frac{1}{2}\pi ab + bc}{\pi ab} = \frac{\frac{1}{2}\pi a + c}{\pi a}$$

Z definicji mimośród wynika, że jest on równy  $e=c/a$ . Podstawiając to do wzoru otrzymujemy:

$$\frac{\Delta t}{T} = \frac{\frac{1}{2}\pi + e}{\pi}$$

co pozwala zapisać:

$$e = \pi \left( \frac{\Delta t}{T} - \frac{1}{2} \right) = 0,6116$$

Jak widać na rysunku, punkt o największej wysokości nad powierzchnią znajduje się na końcu osi wielkiej, w punkcie zwany apocentrum (dla Księżyca aposelenium). Odległość od środka Księżyca wynosi  $a+c$ , zatem wysokość maksymalna nad powierzchnią wyniesie:

$$H_{max} = a + c - a = c = ae = 1,06 \times 10^6 \text{ m}$$

Zaznaczony na rysunku kąt  $\alpha$  można obliczyć za pomocą funkcji trygonometrycznych:

$$\sin \alpha = \frac{c}{a} = e \rightarrow \alpha = \arcsin e = 37,7^\circ$$

Pocisk wystrzelono pod kątem  $90^\circ - \alpha = 52,3^\circ$ .

Szerokość selenograficzną miejsca upadku  $\varphi$  można wyliczyć z następującej zależności widocznej na rysunku:

$$\frac{90^\circ - \varphi}{2} + \alpha + 90^\circ = 180^\circ \rightarrow \varphi = 2\alpha - 90^\circ = -14,6^\circ$$

Aby obliczyć, ile trwałby lot pocisku, gdyby został wystrzelony pod innym kątem, można wykorzystać przekształcenie wcześniejszej wyprowadzonego wzoru:

$$\Delta t = T \cdot \frac{\frac{1}{2}\pi + e}{\pi}$$

Gdyby pocisk został wystrzelony pionowo,  $e$  dążyłoby do 1 (pocisk poruszałby się po pionowym torze, po czym spadłby z powrotem na biegun księżykowy), zatem czas lotu wynosiłby:

$$\Delta t = T \cdot \frac{\frac{1}{2}\pi + 1}{\pi} = 5315 \text{ s}$$

Gdyby zaś pocisk wystrzelić niemal poziomo, leciałby po torze zbliżonym do koła, aż uderzyłby w okolicę przeciwnego bieguna Księżyca, przelatując połowę swojej orbity w czasie:

$$\Delta t = T \cdot \frac{\frac{1}{2}\pi + 0}{\pi} = \frac{1}{2}T = 3248 \text{ s}$$

Mateusz Bronikowski

Autor rozwiązania jest dwukrotnym laureatem Olimpiad Astronomicznych (LVII, LIX). Uczestniczył w 8 Międzynarodowej Olimpiadzie z Astronomii i Astrofizyki w Rumunii i będzie reprezentował Polskę na tegorocznnej olimpiadzie w Indiach. Jest absolwentem I Liceum Ogólnokształcącego w Rybniku oraz członkiem Koła Astronomicznego „Albireo”.

# Pierwszy Nadzwyczajny Walny Zjazd Delegatów PTMA

**23 kwietnia 2016 r.**, po raz pierwszy w historii Polskiego Towarzystwa Miłośników Astronomii, odbył się Nadzwyczajny Walny Zjazd Delegatów PTMA, na którym zostały zatwierdzone zmiany w Statucie Towarzystwa. Obradowało 41 delegatów na 45 uprawnionych, z 19. oddziałów terenowych. Obrady odbywały się w Wyższej Szkole Finansów i Biznesu w Białymostku, w mniej atmosferze dzięki Wojtkowi Burzyńskiemu (Oddział Białystok).

**N**adzwyczajny Walny Zjazd Delegatów PTMA został otwarty przez Prezesa Towarzystwa, Mieczysława Janusza Jagłę, który też został wybrany przewodniczącym obrad. Prezes Jagła przedstawił sprawozdanie z pracy Zarządu Głównego w roku 2015 oraz plany na rok 2016. Przypomniał m.in., że głównym źródłem finansowania działalności Towarzystwa jest dochód z części kamienicy przy ulicy Miodowej 13a w Krakowie, będącej własnością PTMA, w której ma siedzibę Zarząd Główny. Część kamienicy została podarowana PTMA w latach 70. XX w., przez mecenasę Jaskólskiego. Poprzedni Prezes, Henryk Brancewicz doprowadził do podziału hipotecznego posesji Miodowa 13 i zapisu własności PTMA w Księgach Wieczystych. Dr Brancewicz – dziś Honorowy Prezes PTMA – podkreślił również znaczenie Funduszu im. Tadeusza Jarzębowskiego, który pozwala na finansowanie nagród dla uzdolnionej młodzieży, wspieranie konferencji i jest drugim źródłem finansowania działalności Towarzystwa. Trzecim „źródkiem” finansowym są składki członkowskie.

**N**astępnie Komisja Statutowa (patrz artykuł obok s. 55) zreferowała proponowane zmiany Statutu Towarzystwa. Odbyła się dyskusja nad proponowanymi zmianami, w której delegaci przedstawiali swoje stanowiska i propozycje, w szczególności w zakresie możliwości



uzyskania osobowości prawnej przez oddziały terenowe. Delegaci przyjęli ze zrozumieniem propozycje Zarządu i zrezygnowali z tego pomysłu\*.

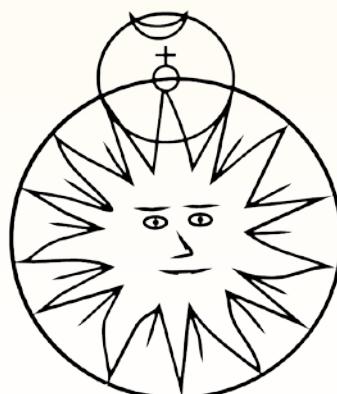
**P**odjęto Uchwałę nr 1 Nadzwyczajnego Walnego Zjazdu Delegatów z dnia 23 kwietnia 2016 r. w sprawie zmiany Statutu Towarzystwa, którą dokonano w nowej sytuacji prawnej Rzeczypospolitej Polskiej. Nowy Statut znacznie umacnia rolę Prezesa, ułatwiając zarządzanie Towarzystwem. Prezes ma teraz prawo samodzielnego podejmowania decyzji w bieżących pilnych sprawach Towarzystwa. Decyzje te podlegają zatwierdzeniu przez Zarząd Główny, który ma prawo przelewania swoich uprawnień na Prezydium ZG PTMA. Prezes jest samodzielnie uprawniony do składania oświadczeń

\* Rezygnacja z samodzielności Oddziałów, mimo niemal jednomyślnego głosowania, rozczarowała niektórych delegatów. Problem był przez kilka godzin bardzo wnikliwie analizowany i dyskutowany na poprzedzającym Walny Zjazd zebraniu Zarządu. Zapisy nowej ustawy o stowarzyszeniach spowodowałyby w praktyce albo oderwanie się oddziałów od Towarzystwa, albo niebezpieczną dla jego istnienia odpowiedzialność finansową Prezesa i Zarządu Głównego za zobowiązania Oddziałów. Zarząd rozumiejąc, że lokalnym organizacjom łatwiej zdobywać środki samorządowe, nie będzie oponował wobec zakładania jedno- lub wielozadaniowych fundacji przez członków i pod patronatem Oddziałów. (Red.)

woli oraz do zaciągania zobowiązań majątkowych w imieniu Towarzystwa. Może go zastąpić dwóch członków Zarządu działających łącznie. Dokumenty Towarzystwa wychodzące na zewnątrz podpisuje jednoosobowo Prezes Towarzystwa albo łącznie dwie osoby: upoważniony przez Prezesa członek Zarządu i Sekretarz.

W dwóch dodatkowych uchwałach Nadzwyczajny Walny Zjazd Delegatów dokonał pojedynczych zmian personalnych w Głównej Komisji Rewizyjnej i Głownym Sądzie Koleżeńskim, w związku z rezygnacją poprzednich członków tych organów statutowych.

Mieczysław Borkowski





# Nowy statut PTMA\*

Na ostatnim Walnym Zjeździe Polskiego Towarzystwa Miłośników Astronomii, który odbył się 17 maja 2014 r. w Białymostku, delegaci w toku ożywionej dyskusji na temat działalności i dalszego funkcjonowania PTMA zwracali uwagę na wiele problemów, zadań i wyzwań, jakie stoją przed nowym Zarządem i członkami PTMA. Zwracano uwagę na takie sprawy, jak promocja Towarzystwa, możliwości zainteresowania nowych członków, wizerunek w interecie, samodzielność Oddziałów, gospodarka finansowa i sposoby pozyskiwania środków na działalność statutową, sposoby współpracy z administracją samorządową. Dało się zauważać duże zaangażowanie uczestników i chęci do pracy na rzecz rozwoju Towarzystwa i dostosowania jego działalności do nowych czasów i warunków. Kończąc Zjazd, prowadzący obrady zastanawiał się też głośno nad koniecznością zmiany statutu i sugerował nawet możliwość zwołania nadzwyczajnego zjazdu, poświęconego temu właśnie zagadnieniu.

I właściwie od tego czasu rozpoczęły się trudne prace nad nowym kształtem tego najważniejszego dokumentu regulującego formę prawną i ramy działalności naszego Towarzystwa. Wkrótce zawiązała się grupa osób, które podjęły się tego zadania.

W skład Komisji Statutowej weszli Tadeusz Smela z Oddziału Szczecińskiego, Sebastian Soberski z Grudziądzia i Wiesław Krajewski z Lublina. Bodźcem i głównym postulatem zmian w tym okresie była możliwość uzyskiwania osobowości prawnej przez oddziały. Na tym problemie koncentrowały się pierwsze ustalenia. Ale nie tylko. Dotychczasowy statut został uchwalony w 1989 roku i zmieniony na zjeździe w Puławach w roku 1997. Od tego czasu minęła cała epoka. Konieczne więc było dostosowanie go do nowych warunków, nowych możliwości technicznych, informacyjnych i prawnych. Zmienił się też język, w wielu punktach przestarzały. Niektóre artykuły stały się nieaktualne, inne trzeba było zmodyfikować, jeszcze inne dodać. Praca nad nowym statutem była żmudna, czasochłonna i skomplikowana. Postępy prac były omawiane na każdym zebraniu Zarządu Głównego, zasięgano też opinii i propozycji od prezesów oddziałów i innych członków PTMA. Kiedy już wydawało się, że prace dobiegają końca, pojawiały się nowe projekty, kolejne zmiany.

W wyniku wielu dyskusji, wypracowany został nowy kształt statutu. W końcowej fazie naszych prac, sejm uchwalił nową ustawę Prawo o stowarzyszeniach. To dodatkowo zmusiło nas do dostosowania istniejących

zapisów statutu do wymogów tej ustawy. Trudna dla nas była też konfrontacja z prawnikiem. Jego wiedza i doświadczenie zmusiły nas do kolejnych zmian i poprawek. Okazało się, że nie wszystko sobie dobrze wyobrażałyśmy i nie we wszystkim mieliśmy rację. Jego argumenty i wyjaśnienie konsekwencji wprowadzenia niektórych zapisów sprawiły, że w rezultacie zrezygnowałyśmy z punktów dotyczących osobowości prawnej oddziałów. I takie stanowisko zajął też Zarząd Główny.

Ostateczna dyskusja i głosowanie nad przyjęciem nowego statutu odbyły się na pierwszym w historii PTMA Nadzwyczajnym Zjeździe Delegatów w Białymostku, 23 kwietnia br. W Zjeździe wzięło udział 41 z 45 uprawnionych delegatów. Wobec takiego quorum Zjazd był uprawniony do podejmowania tego rodzaju decyzji. W wyniku głosowania Zjazd przyjął rekomendowany przez Zarząd Główny projekt statutu bez głosów sprzeciwu, przy jednym głosie wstrzymującym się.

Przyjęliśmy statut, który wydaje się nowoczesny, dostosowany do aktualnie obowiązujących przepisów prawa, na miarę dzisiejszych czasów. Czy się sprawdzi, czy okaże się przydatny w codziennej działalności PTMA? To się dopiero okaże. Mamy takie przeswiadczenie. Z przyczyn prawnych nie wprowadziliśmy do niego wszystkich propozycji, jakie planowaliśmy. Był może powróćmy jeszcze do nich na zwyczajnym zjeździe delegatów.

Byłem członkiem Komisji Statutowej. Bez żadnej przesady stwierdzam, że dwuletnia praca w niej była autentyczną przyjemnością. Wprowadziliśmy tam tyle poprawek i zmian, że z powodzeniem można ten statut nazwać nowym. Dziękuję bardzo kolegom Tadeuszowi Smeli i Sebastiano Soberskiemu za bardzo dobrą i twórczą współpracę, mimo wielu różnych poglądów. Podziękowanie kieruję również do wszystkich członków PTMA, którzy nadsyłali swoje uwagi, propozycje i wątpliwości. Mam wrażenie, że to był kawał dobrej roboty.

Wiesław Krajewski

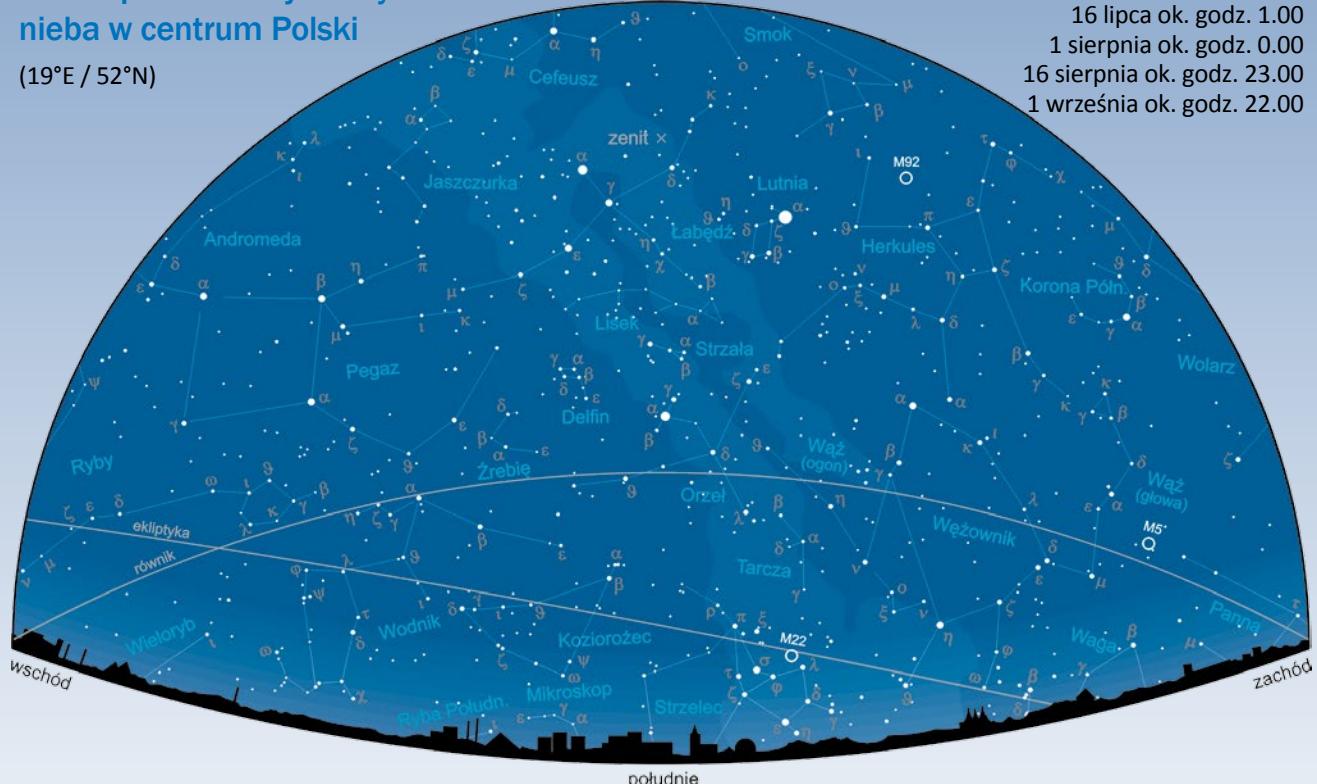
\* <http://ptma.pl/sample-page/>

# Niebo nad Polską

Widok południowej strony  
nieba w centrum Polski

(19°E / 52°N)

1 lipca ok. godz. 2.00  
16 lipca ok. godz. 1.00  
1 sierpnia ok. godz. 0.00  
16 sierpnia ok. godz. 23.00  
1 września ok. godz. 22.00



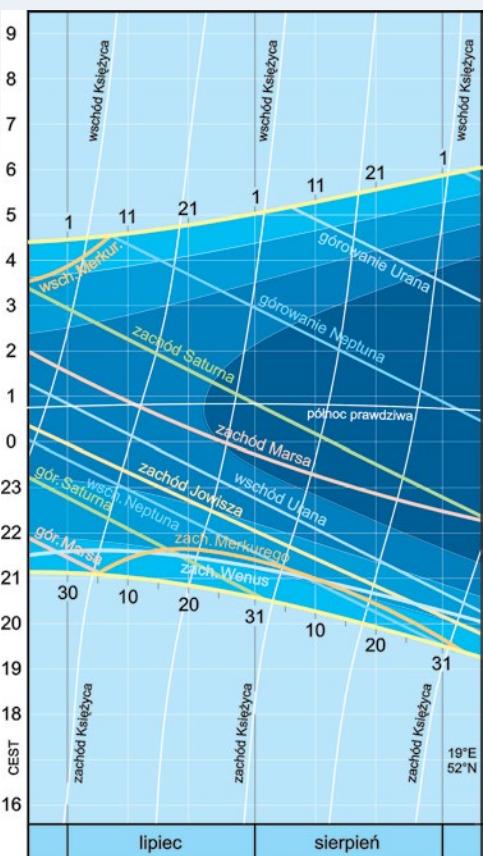
## Niebo w lipcu i sierpniu 2016

W sumie 62 lipcowe i sierpniowe dni, to już okres początkowo powolnego, ale z każdym tygodniem coraz szybszego skracania się dni a wydłużania letnich nocy. Z początkiem lipca, niespełna dwa tygodnie po letnim przesileniu, w centralnej Polsce dnia ubywa średnio o 1,5 min na dobę, w końcu lipca już o 3 min, a z końcem sierpnia niemal najszybciej — prawie o 4 min każdy kolejny dzień jest krótszy od poprzedniego.

W pierwszych dniach lipca na południowych krańcach Polski powracają noce astronomiczne, ale na obszarach wysuniętych najdalej na północ jeszcze przez cały miesiąc, aż do pierwszych dni sierpnia, trwają szare noce. Jednak z końcem sierpnia, nawet na północy Polski noc astronomiczna, ze Słońcem zanurzającym się przynajmniej na 18° pod horyzont, trwa już 5 h 40 min, a na południu nawet o godzinę dłużej. Stopniowo zmniejsza się również dysproporcja w długości dnia pomiędzy północnymi a południowymi krańcami naszego kraju: z początkiem omawianego okresu różnica wynosi 66 min, po dwóch miesiącach topniejąc do 20 min.

Na letnim nocnym niebie, z początkiem lipca, już krótko po zmierzchu, wysoko na południowym wschodzie błyszczą gwiazdny symbol tej pory roku — efektowny Trójkąt Letni. Prawy górny jego wierzchołek wyznacza 0,09<sup>m</sup> Wega z konstelacji Lutni — aż do połowy sierpnia najjaśniejsza gwiazda nocnego nieba, ustępująca dopiero pojawiającemu się przed świtem w ostatnim miesiącu lata Syriuszowi, z zimowej konstelacji Wielkiego Psa. Jednak w pierwszych tygodniach lipca Wega ma również na wieczornym niebie niemal dorównującą jej jasnością gwiazdnych konkurentów. To najwyższa gwiazda Trójkąta Wiosennego — znikający z nieba dopiero kilka godzin po północy pomarańczowy, 0,16<sup>m</sup> Arktur oraz niezachodząca u nas, okołobieguna, 0,24<sup>m</sup> Kapella z zimowego gwiazdozbioru Woźnicy,

W samym obszarze nazywanym niebem letnim, oprócz pozostałych gwiazd wytyczających wierzchołki Trójkąta Letniego: 0,93<sup>m</sup> Altaira z gwiazdozbioru Orła i 1,33<sup>m</sup> Deneba z Łabędzia, jasnośćą wyróżnia się również, jaśniejszy od nich, czerwonawy Antares, 1,06<sup>m</sup> najjaśniejsza gwiazda Skor-



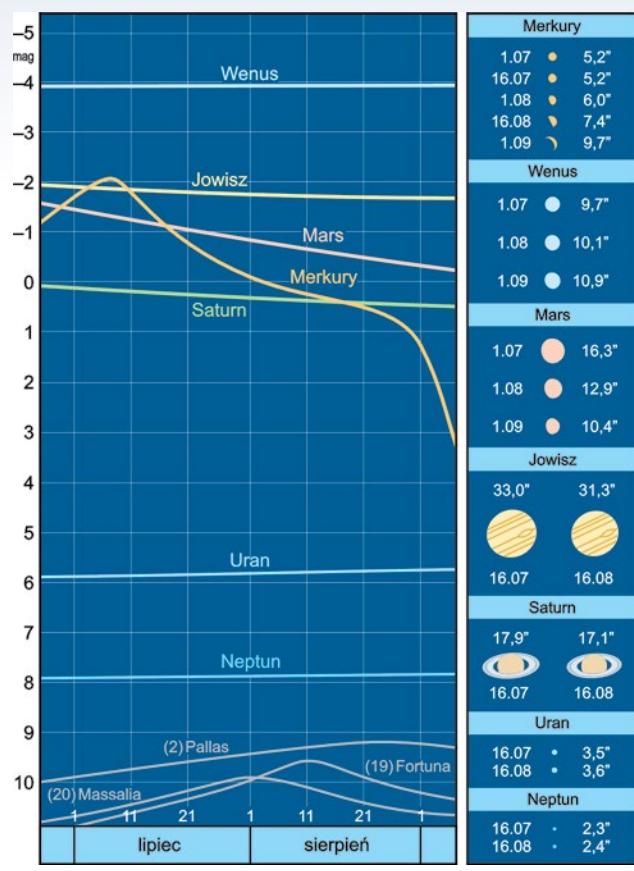
Wschody i zachody Słońca, Księżyca i planet

piona, nawet na południowych krańcach Polski wędrująca ponad horyzontem tylko przez 7,5 godziny, wznosząc się maksymalnie na  $14,5^\circ$ .

Z każdym kolejnym tygodniem, krótko po zmierzchu Trójkąt Letni obserwować będziemy coraz wyżej. Ale nawet pod koniec sierpnia jego środkowa (najwyższa) gwiazda — Altair góruje dopiero blisko 2 h po zmierzchu. W tym czasie na wschodzie w całej okazałości błyszczą już Jesienny Kwadrat Pegaza, zapowiadający coraz bliższy kres lata, a pod koniec ponad 10-godzinnych już nocy na wschodzie skrą się jaskrawym światłem gwiazdy tworzące Zimowy Sześciokąt, ze wschodząącym jako ostatni Syriuszem — najjaśniejszą gwiazdą całego nocnego nieba.

Dwa górne wierzchołki Trójkąta Letniego są u nas obiektymi okołobiegunkowymi, najwyższy Altair wznosi się przynajmniej na  $44^\circ$ . Z racji takiego położenia na niebie, Trójkąt Letni wznosi się najwyższy spośród wymienionych tu „geometrycznych” symboli kolejnych pór roku. Dzięki temu, jako jedyni — choć w różnych porach nocy — goście na niebie przez cały rok. Po zmierzchu będziemy go jeszcze mogli obserwować aż do końca stycznia. Ale z końcem jesieni Trójkąt Letni pojawić się będzie na krótko również rano, jeszcze przed świtem — przez blisko półtora miesiąca widoczny więc i rano, i wieczorem.

Mapki i wykresy zamieszczone na pierwszych dwóch stronach Kalendarza pozwalają zorientować się w wyglądzie południowej części nocnego nieba, widzianego z centrum Polski w lipcowe i sierpniowe noce, wyznaczyć godziny wschodów i zachodów Słońca, Księżyca i planet, prześledzić zmiany obserwowanych jasności i rozmiarów kątowych planet, w tym również szczególnie szybko zmieniające się kształty oświetlanej części tarczy Merkurego i Wenus. Ostatnia, panoramiczna mapa ukazuje m. in. zmieniające się w tym czasie położenia planet na tle gwiazd. Wszystkie momenty podano w obowiązującym w Polsce



Jasności, rozmiary kątowe i wygląd planet

## Ważniejsze wydarzenia lipca i sierpnia 2016

### lipiec

- 1 8.40 perygeum Księżyca, 365 989,1 km od Ziemi
- 3 22.00 maksymalna deklinacja Księżyca,  $\delta = +18^\circ 36'$
- 4 6.29 koniunkcja Księżyca  $5,6^\circ S$  z Merkurem
- 4 13.01 nów Księżyca
- 4 18.23 Ziemia w aphelium, 152,104 mln km od Słońca
- 5 3.09 koniunkcja Księżyca  $5,1^\circ S$  z Wenus
- 7 3.01 koniunkcja górnego Merkurego ze Słońcem ( $1,4^\circ N$ )
- 8 0.26 opoz. planety karłowatej Pluton, 32,11 au od Ziemi
- 9 3.41 Księżyca w węźle wstępującym,  $\lambda = 164^\circ 14'$
- 9 11.31 bliska koniunkcja Księżyca  $49^\circ S$  z Jowiszem
- 12 2.52 pierwsza kwadra Księżyca
- 13 7.24 apogeum Księżyca, 404 276,1 km od Ziemi
- 15 0.21 koniunkcja Księżyca  $7,6^\circ N$  z Marsem
- 16 7.44 koniunkcja Księżyca  $3,4^\circ N$  z Saturnem
- 16 23.58 bliska koniunkcja Merkurego  $31^\circ N$  z Wenus
- 18 5.39 maksymalna deklinacja Księżyca,  $\delta = -18^\circ 34'$
- 20 0.57 pełnia Księżyca
- 20 14.35 Słońce wkracza do gwiazdozbioru Raka ( $\lambda = 118,0^\circ$ )
- 22 11.30 Słońce wstępuje w znak Lwa ( $\lambda = 120^\circ$ )
- 23 6.53 koniunkcja Księżyca  $1,0^\circ N$  z Neptunem
- 23 9.49 Księżyca w węźle zstępującym,  $\lambda = 343^\circ 20'$
- 26 8.18 koniunkcja Księżyca  $2,8^\circ S$  z Uranem
- 27 1.00 ostatnia kwadra Księżyca
- 27 13.37 perygeum Księżyca, 369 668,4 km od Ziemi
- 29 22.35 Uran rozpoczyna ruch wsteczny w długości eklipt.
- 30 – maks. aktywności roju meteorów Delta Akwarydów
- 31 6.50 maksymalna deklinacja Księżyca,  $\delta = +18^\circ 32'$
- 31 12.52 opoz. planetoidy (20) Massalia, 1,691 au od Ziemi

### sierpień

- 2 22.45 nów Księżyca
- 4 6.12 koniunkcja Księżyca  $2,8^\circ S$  z Wenus
- 4 23.44 bliska koniunkcja Księżyca  $33^\circ S$  z Merkurem
- 5 9.49 Księżyca w węźle wstępującym,  $\lambda = 162^\circ 53'$
- 6 5.20 bardzo bliska koniunkcja Księżyca  $12^\circ S$  z Jowiszem
- 10 0.03 opoz. planetoidy (19) Fortuna, 1,276 au od Ziemi
- 10 2.05 apogeum Księżyca, 404 260,5 km od Ziemi
- 10 13.36 Słońce wkracza do gwiazdozbioru Lwa ( $\lambda = 138,0^\circ$ )
- 10 20.21 pierwsza kwadra Księżyca
- 12 3.04 koniunkcja Księżyca  $8,0^\circ N$  z Marsem
- 12 14.50 koniunkcja Księżyca  $3,6^\circ N$  z Saturnem
- 12 ~16.15 maksimum aktywności roju meteorów Perseidy
- 13 11.20 Saturn powraca do ruchu wstecznego w dług. eklipt.
- 14 15.01 maksymalna deklinacja Księżyca,  $\delta = -18^\circ 29'$
- 16 23.21 elongacja Merkurego,  $27,4^\circ E$  od Słońca
- 18 11.27 pełnia Księżyca
- 18 11.43 półciemne zaćm. Księżyca, w Polsce niewidoczne
- 19 13.21 koniunkcja Księżyca  $1,0^\circ N$  z Neptunem
- 19 16.14 Księżyca w węźle zstępującym,  $\lambda = 342^\circ 42'$
- 20 0.02 zakrycie  $4,2^m \varphi$  Aquarii przez Księżyca, do 0.23
- 20 12.36 opoz. planetoidy (2) Pallas, 2,400 au od Ziemi
- 22 3.19 perygeum Księżyca, 367 056,1 km od Ziemi
- 22 11.03 koniunkcja Merkurego  $4,0^\circ S$  z Jowiszem
- 22 13.47 koniunkcja Księżyca  $2,9^\circ S$  z Uranem
- 22 18.36 Słońce wstępuje w znak Panny ( $\lambda=150^\circ$ )
- 24 13.26 koniunkcja Marsa  $4,4^\circ S$  z Saturnem
- 25 5.41 ostatnia kwadra Księżyca
- 27 13.19 maksymalna deklinacja Księżyca,  $\delta = +18^\circ 37'$
- 28 0.28 bardzo bliska koniunkcja Wenus  $4^\circ N$  z Jowiszem
- 30 14.30 Merkury rozpoczyna ruch wsteczny w długości eklipt.
- 31 ~21.00 maksimum aktywności roju meteorów Aurygidów

sce wiosną i latem czasie urzędowym — środkowoeuropejskim letnim (CEST).

Słońce

W ciągu 62 dni lipca i sierpnia Słońce pokonuje na niebie dystans zaledwie  $59,4^\circ$ , o blisko stopień więcej niż w maju i czerwcu. To przede wszystkim z powodu dodatkowego dnia w porównaniu z poprzednimi dwoma miesiącami, bo zwłaszcza w lipcu tempo pozornego ruchu Słońca, będącego rezultatem ruchu obiegowego naszej planety, jest najmniejsze w związku z przejściem Ziemi 4 lipca przez aphelium, najodleglejszy punkt okołosłonecznej orbity. Zależność tę opisuje drugie z trzech praw ruchu planet, sformułowanych przed 400 laty przez Johanna Keplera.

Lipcowo-sierpienna trasa Słońca na niebie gwiazd rozpoczyna się w zachodniej części gwiazdozbioru Bliźniąt, w 1/3 zengkapiego w tej konstelacji odcinka ekiptyki, by po niespełna 20 dniach dotrzeć do Raka. Tu wędrować będzie przez 3 tygodnie, 10 sierpnia osiągając granice gwiazdozbioru Lwa, by przez pozostałe do końca sierpnia kolejne 3 tygodnie pokonać nieco ponad połowe fragmentu ekiptyki przebiegającego przez Lwa.

## Księżyc

Lipcową wędrówkę na tle gwiazd, oświetlony w 16,5%, ma-  
lejący Księżyca rozpoczyna nieco ponad trzy doby po ostatniej  
kwadrze, na granicy gwiazdozbiorów Barana i Byka, wschodzący  
2,2 h przed Słońcem. Po 2,3-krotnym okrążeniu pasa zodiaku  
i pokonaniu dystansu blisko  $827^\circ$ , z końcem sierpnia, 11 h  
przed nowiem oświetlony zaledwie w 0,2%, dotrze niemal do  
połowy odcinka ekliptyki przebiegającego w granicach konste-  
lacji Lwa,  $2,3^\circ$  na północ od granicy z Sekstantem.

Druga w omawianym okresie pełnia, 18 sierpnia, będzie miała miejsce  $32^{\circ}$  na zachód od węzła wstępującego jego orbity, 2,5 doby przed osiągnięciem tego punktu przez Księżyca. To zbyt daleko, by Księżyca znalazły się w cieniu Ziemi, wystarczy jednak, by zahaczyły o ziemski półciień. Półcielniowe zaćmienie Księżyca, 18 sierpnia w środku dnia, nie będzie jednak widoczne u nas, a jedynie z terenów obydwu Ameryk.

Mimo dłuższego niż w innych miesiącach czasu wędrówki, tym razem na lipcowo-sierpieniowej trasie z każdą z planet Księżyca spotka się tylko dwukrotnie. Szczególnie bliska będzie koniunkcja Księżyca z Jowiszem, rankiem 6 sierpnia, skutkująca zakryciem planety, obserwowanym jednak na antypodach – z terenu wysp Indonezji i ponad południowo-zachodnim Pa-

cyfikiem. W Polsce nie zaobserwujemy nawet największego zbliżenia (na  $0,9^\circ$ ), nastąpi ono bowiem prawie 5 godzin przed wschodem młodego Księżyca.

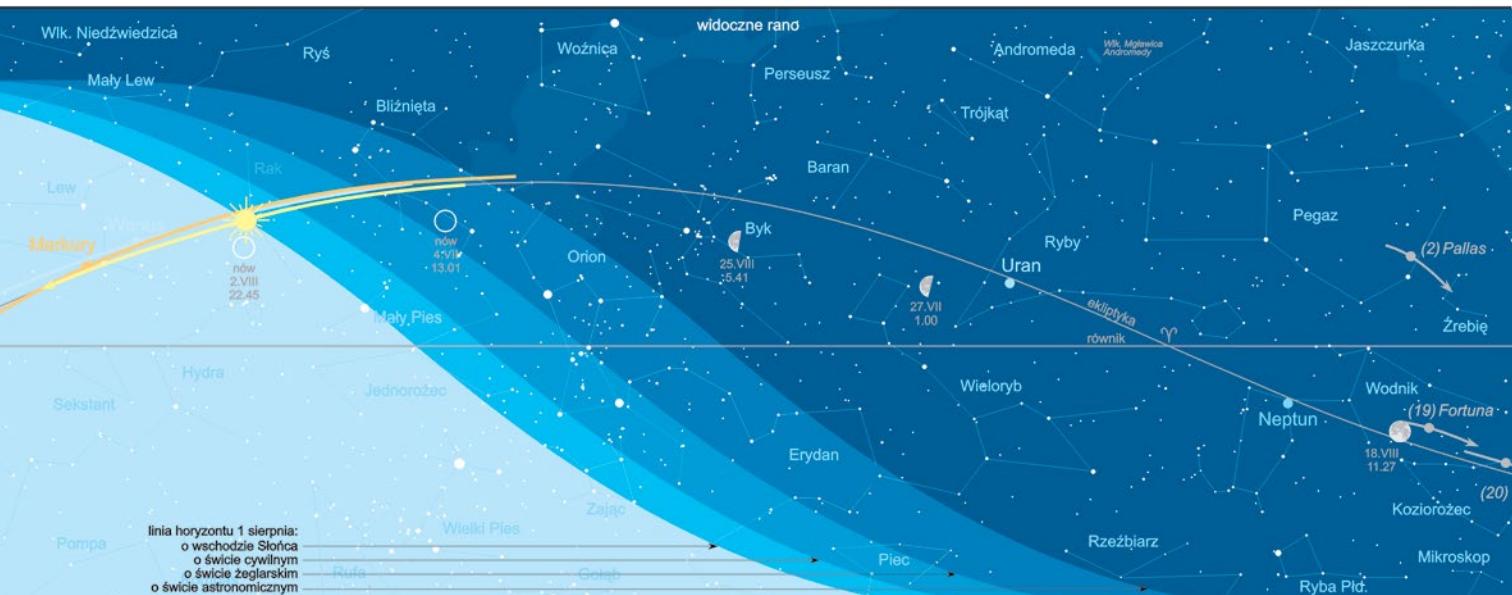
Nie znajdą się również na drodze Księżyca zbyt licznie jasne gwiazdy. Jednak na uwagę zasługuje, około północy z 19 na 20 sierpnia zbliżenie Księżyca, 1,5 doby po pełni, do 4,2<sup>m</sup> gwiazdy φ Aquarii. Dla niemal całego terenu Polski będzie to widoczne jako (w zasadzie brzegowe) zakrycie gwiazdy, na krańcach południowych trwające nawet ponad 20 minut. Jednak powyżej linii Gdynia–Słupsk–Darłowo do zakrycia już nie dojdzie — w Jastrzębiej Górze, podczas największego zbliżenia zaobserwujemy gwiazdę 0,2' od północnego brzegu księżycowej tarczy. W każdym przypadku, wobec ogromnej różnicy jasności — niemal pełnej tarczy Księżyca i gwiazdy czwartej wielkości — konieczne będzie użycie do obserwacji dobrej lornetki.

## Planety i planetoidy

Po majowej opozycji Marsa i czerwcowej Saturna, obydwie planety nadal są ozdobą nocnego nieba, ale głównie w pierwszej połowie lipcowo-sierpiennych nocy. Obydwie jednak w omawianym okresie stopniowo zmniejszają swój blask: Mars 2,7-krotnie, Saturn tylko o 25%. Poruszający się do końca czerwca ruchem wstecznym Mars, w lipcu powraca do ruchu prostego i stopniowo „rozpędzając się”, na powrót zbliża się na niebie do Saturna, czego skutkiem jest ich niezbyt bliska koniunkcja 24 sierpnia.

Stopniowo znika z nocnego nieba Jowisz, w sierpniu zachodzący już o zmierzchu. Również Wenus przez cały lipiec i sierpień zachodzi 30–45 minut po Słońcu, przeważnie jeszcze w czasie zmierzchu cywilnego. Nocą z 27 na 28 sierpnia obydwie te najjaśniejsze planety znajdują się wyjątkowo blisko na naszym niebie — zaledwie  $4'$  od siebie, niespełna  $1^\circ$  na północ od  $3,6^m$  gwiazdy Zavijah ( $\beta$  Virginis) przy zachodniej granicy konstelacji Panny. Obserwacja tej koniunkcji nie będzie jednak łatwa, ponieważ obydwie planety zachodzą zaledwie trzy kwadranty po Słońcu.

Mimo 27,5-stopniowej elongacji wschodniej Merkurego w połowie sierpnia, planeta ta również zachodzi już podczas zmierzchu, nie później niż 50 min po Słońcu. W takich warunkach bardzo trudna będzie obserwacja bardzo bliskiej koniunkcji obu planet dolnych, 16 lipca, kiedy Merkury i Wenus zachodząć będą już z końcem zmierzchu cywilnego. Na najbliższe dogodne warunki obserwacji Merkurego musimy poczekać do przełomu września i października.



Z miesiąca na miesiąc poprawiają się warunki widoczności Urana i Neptuna. Składa się na to zarówno coraz bliższa data ich opozycji — Neptuna już z początkiem września, Urana w połowie października — jak również coraz dłuższe noce astronomiczne.

Lipiec i sierpień to czas opozycji trzech w miarę jasnych planetoid. Jest wśród nich (2) Pallas, odkryta w 1802 r. przez Heinricha Olbersa, jako druga, jak wówczas sądzono — planeta pomiędzy Marsem i Jowiszem. Sporo lat minęło, by po odkryciu kilku kolejnych tego typu „planet” uznać je za nowy typ obiektów Układu Słonecznego — planetoidy (asteroidy). Jedynie pierwszej z nich (1) Ceres, po blisko 200 latach przywrócono miano planety, tyle że karłowatej. Do tej samej grupy obiektów, równo 10 lat temu przeniesiono — wcześniej dziewiątą planetę, dziś planetę karłowatą (134340) Pluto. W lipcu również Pluto znajdzie się w opozycji do Słońca, jednak z racji bez porównania większej odległości, jasnością 14,3<sup>m</sup> ponad stukrotnie ustępować będzie 4 razy mniejszej planetoidzie Pallas (9,2m).

Również, odkryte pół wieku po Pallas, planetoidy (19) Fortuna i (20) Massalia mają w omawianym okresie swoje opozycje, osiągając niewiele mniejsze od niej jasności.

## Roje meteorów

W okresie pomiędzy 12 lipca a 23 sierpnia każdego roku obserwuje się aktywność roju meteorów Delta Akwarydy. Wyróżnić można dwie części tego roju — znane już w starożytności, znacznie obfitsze Południowe Delta Akwarydy z maksimum 30 lipca (około 20 spadków meteoru w ciągu godziny) oraz Północne, z mało efektywnym, pięciokrotnie mniej licznym maksimum 9 sierpnia. Objawiające się dość szybkimi przelotami, 41 km/s, pochodzą z pozostałości po rozpadzie tzw. komet muskających Słońce.

W podobnym czasie, od 17 lipca do 24 sierpnia, aktywność swą wykazuje jeden z najbardziej znanych i obfitych rojów — Perseidy, pochodzący od okresowej komety 109P/Swift-Tuttle, okrążającej Słońce raz na 133,3 roku. Podczas tegorocznego maksimum, przewidawanego na 12 sierpnia pomiędzy godz. 15.00 a 17.30 naszego czasu, może dochodzić nawet do 150 spadków meteoru na godzinę, jednak z racji pełni dnia, obserwacje nie tak już licznych „spadających gwiazd” najlepiej prowadzić w drugiej połowie nocy 11/12 i 12/13 sierpnia.

Na przełomie sierpnia i września, przez tydzień aktywność wykazuje niezbyt obfit rój meteorów Aurygidy. Podczas maksimum, 31 sierpnia krótko po zmierzchu, przewiduje się w ciągu

godzin około 6 szybkich meteorów ze śladami, jednak równe lub nawet większe szanse ich dostrzeżenia mogą być po północy.

## Gwiazdy zmienne

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

Algol (β Persei), zmiana zaćmieniowa o okresie 2,8674 doby i zakresie zmian jasności od 2,1<sup>m</sup> do 3,4<sup>m</sup>. Tabela zawiera momenty głównych (głębszych) minimum jasności:

lipiec	sierpień
2, 1.56	26, 0.27
5, 22.45	28, 21.16
23, 3.38	15, 2.09
	17, 22.58

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

lipiec	sierpień
8, 22.58	10, 3.46
25, 1.21	20, 21.21

Mirydy — gwiazdy zmienne długookresowe o okresie zmian powyżej 100 dni. Ich prototypem jest Mira (omicron Ceti), której najbliższe maksimum przypadnie w końcu lutego 2017 r. W tabelce zestawiono przypadające w tych miesiącach maksima blasku innych, jaśniejszych miryd:

lipiec	sierpień
1, R Leo 5,8 <sup>m</sup>	24, R Cnc 8 <sup>m</sup>
8, R Ser 6,9 <sup>m</sup>	25, S Her 7,6 <sup>m</sup>
12, R Sgr 7,3 <sup>m</sup>	29, U Cyg 7,2 <sup>m</sup>
	8, R Dra 7,6 <sup>m</sup>
	24, V Mon 7,0 <sup>m</sup>
	27, R UMa 7,5 <sup>m</sup>
	28, S CrB 7,3 <sup>m</sup>

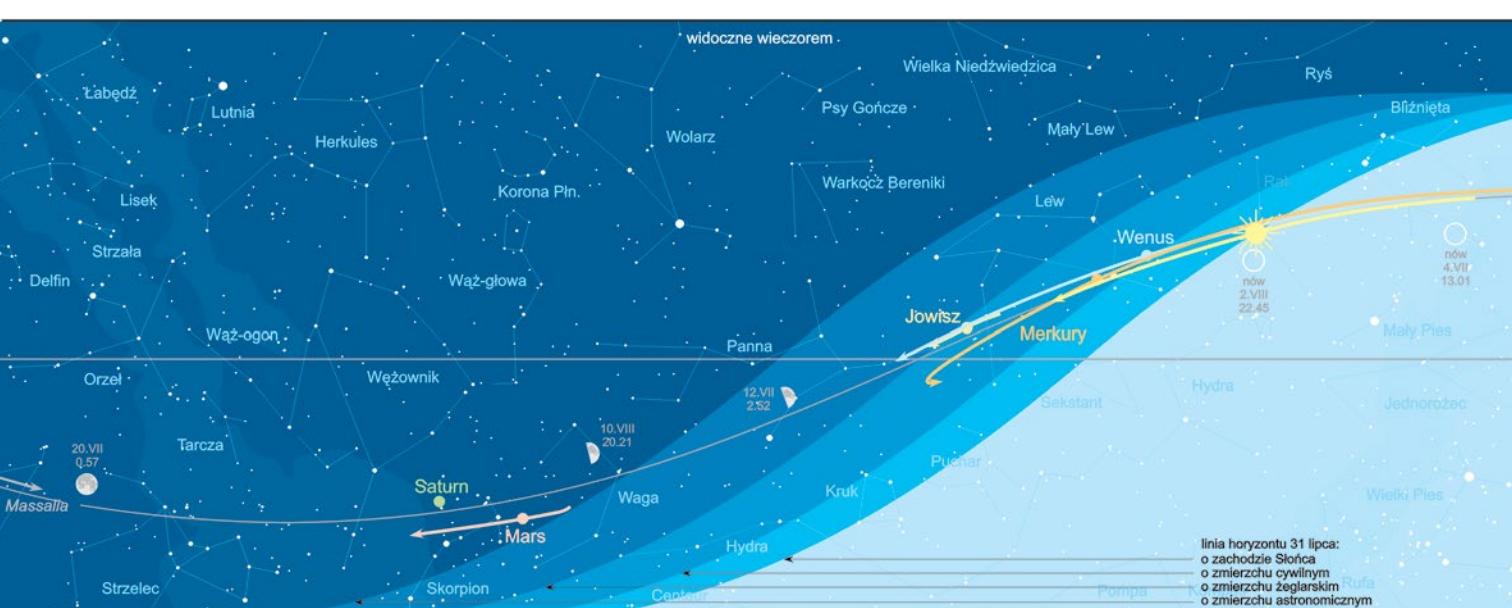
Opracował Jan Desselberger

Więcej informacji:

ALMANACH ASTRONOMICZNY  
TOMASZA ŚCIĘŻORA  
<http://www.urania.edu.pl/almanach>



ROCZNIK ASTRONOMICZNY  
INSTYTUTU GEODEZJI I KARTOGRAFII  
<http://www.igik.edu.pl/>



# W gromadzie różnej

**W**ie dość ciemne, zwłaszcza lipcowe noce, trudniejsze są obserwacje słabo świecących obiektów mgławicowych. Nieco łatwiej odnaleźć na niebie, wprawdzie bynajmniej nie punktowe, ale zazwyczaj wyraźnie silniej świecące w swej centralnej części, kuliste gromady gwiazd. Kontynuując rozpoczęty przed dwoma miesiącami przegląd tego typu obiektów astronomicznych, spróbujmy przyjrzeć się kilku najjaśniejszym z nich, usytuowanym w obszarze umownie nazywanym niebem letnim. Zaznaczono je na mapce nieba na pierwszej stronie Kalendarza.

Podobnie jak poprzednio, wszystkie przedstawione tu obiekty znalazły swoje miejsce w XVIII-wiecznym „Katalogu mgławic i gromad gwiazd” Charlesa Messiera. Niedostrzegalne gołym okiem, oglądane przez lornetkę lub niewielki teleskop wyglądają jak mgliste plamki i dopiero w większym teleskopie dostrzeżemy najjaśniejsze pojedyncze gwiazdy, spośród zazwyczaj setek tysięcy gwiazd składających się na każdą z nich.

Najmniej czasu na obserwację mamy w przypadku gromady kulistej **M22**, w usytuowanym najdalej na południe na naszym letnim niebie (wraz ze Skorpionem) gwiazdozbiorze Strzelca. To jeden z rekordowej liczby 15 obiektów Katalogu Messiera w tej konstelacji, z czego 12 to gromady gwiazd. W centralnej Polsce, podczas górowania gromada M22 wznosi się zaledwie na  $14^{\circ}$  nad horyzont. Z początkiem lipca, na nie do końca ciemnym niebie widoczna od zmierzchu aż po świt, z końcem sierpnia zachodzi już godzinę po północy.

To, odkryta w 1665 r. przez niemieckiego amatora astronomii Johanna Abrahama Ihlego, pierwsza znana gromada kulista, o największej sumarycznej jasności: 5,1 mag i największych rozmiarach kątowych:  $32'$ , dorównujących kątowej średnicy Księżyca na naszym niebie. Odległa o 10,4 tys. lat świetlnych, ma ona w rzeczywistości średnicę 97 lat św.

Położona znacznie wyżej, za to dalej na zachód, gromada kulista **M5** zachodzi godzinę wcześniej od poprzedniej, na jej obserwację mamy więc nieco mniej czasu. Dostrzeżona po raz pierwszy w 1702 r. przez Gottfrieda Kircha, jako tajemnicza rozmyta gwiazda, w 1781 r. zamieszczona w Katalogu Messiera jako mgławica, dopiero 10 lat później została poprawnie sklasyfikowana przez Williama Herschela. Nieco ciemniejsza od poprzedniej: 5,7 mag, niewiele też ustępuje jej kątowymi rozmiarami — na naszym niebie widoczna jest jako obiekt o kątowej średnicy  $23'$ . Wobec odległości 24,5 tys. lat świetlnych, jej rzeczywista średnica wynosi 164 lata św. Ukształtowana przed 10,6 miliardami lat jest jedną z najstarszych gromad kulistych, zawierającą około 100 tys. gwiazd.

Na obserwację kolejnej gromady mamy... cały rok, jest ona bowiem na terenie całej Polski obiektem okołobiegunkowym. To położona w północnej części gwiazdozbioru Herkulesa gromada **M92**. Odkryta w końcu 1777 r. przez Johanna Elerta Bodego, w 6 lat później również przez Williama Herschela, zaklasyfikowana do gromad kulistych. Przy jasności 6,4 mag, można ją również zaliczyć do najjaśniejszych. Także rozmiarami kątowymi:  $14'$ , ustępuje poprzednio omawianym, jednak jest to i tak połowa kątowej średnicy Księżyca, ale z odległości 26,7 tys. lat świetlnych wynika tego samego rzędu jej rzeczywista średnica: 109 lat św. Na podstawie jej masy, przyjmując jako średnią gwiazdę o masie Słońca, liczba gwiazd w M92 szacowana jest na 330 tysięcy.

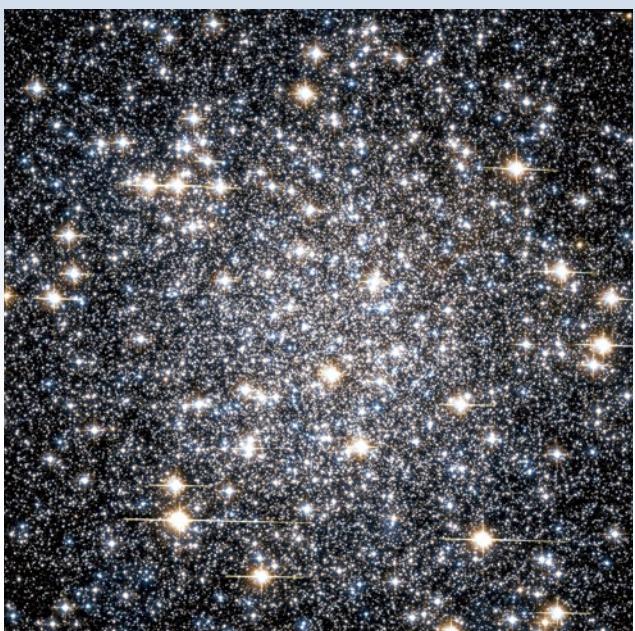
Pod jednym względem M92 przewyższa nie tylko dwie poprzednie gromady. Jej wiek szacowany jest na  $14,2 \pm 1,2$  mld lat, co nawet przy dolnej granicy zakresu błędu daje 13,0 mld

lat — zaledwie o 0,8 mld lat mniej od dziś przyjmowanego wieku Wszechświata. Jest to najstarsza gromada kulista w naszej Galaktyce.

Jan Desselberger



M5. Fot. Robert J. Vanderbei/Wikipedia



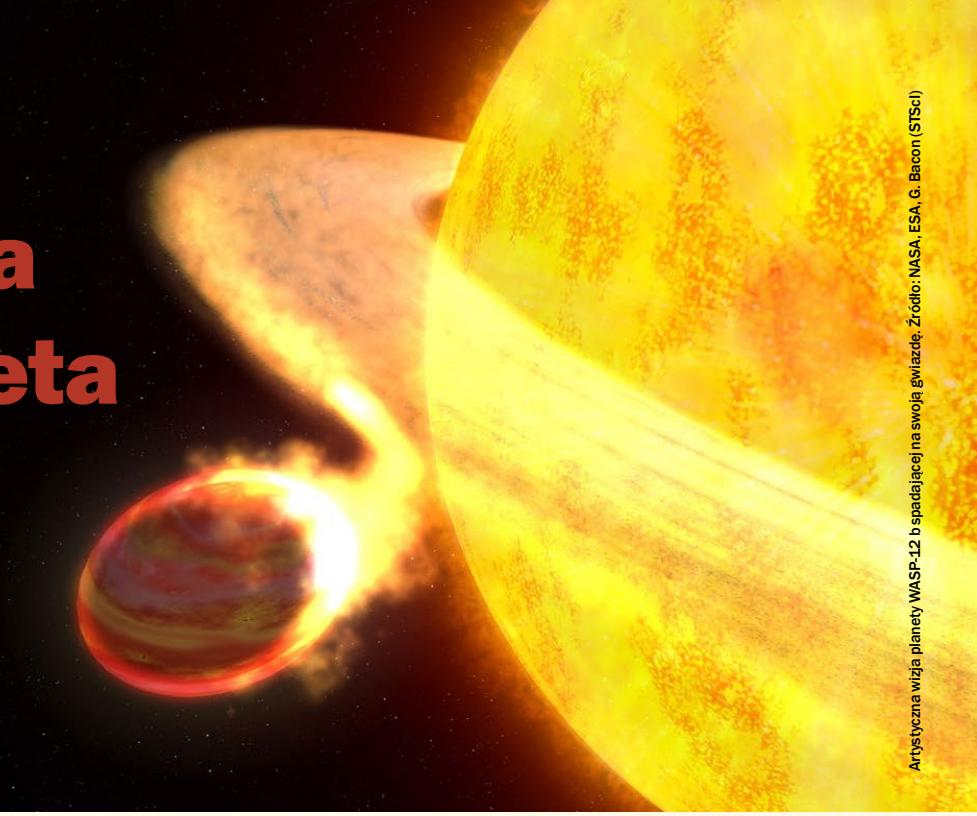
Centralny obszar gromady M22 na zdjęciu uzyskanym przez Teleskop Kosmiczny Hubble'a. Fot. NASA/STScI



M92. Fot. Krzysztof Janusz

# Spadająca egzoplaneta

Gracjan Maciejewski



**W marcu ogłoszono kolejne „polskie” odkrycie z dziedziny planet pozasłonecznych. Międzynarodowy zespół, w którego składzie znajdują się astronomowie z Torunia, ustalił, iż planeta pozasłoneczna WASP-12b powoli zacieśnia swoją orbitę, czyli spada na swoją gwiazdę.**

Odkrycie w latach 90. XX wieku egzoplanet o masach i rozmiarach podobnych do Jowisza, lecz znajdujących znacznie bliżej swoich gwiazd niż Merkury od Słońca, było dla astronomów niemalym zaskoczeniem. Teoria powstawania planet gazowych olbrzymów przewiduje, że ciała te musiały powstać za tzw. linią śniegu i przemigrować na obserwowane orbity we wczesnych etapach ewolucji swoich układów planetarnych. Jako mechanizm odpowiedzialny za te planetarne wędrówki wskazuje się oddziaływanie z dyskiem protoplanetarnym lub oddziaływanie grawitacyjne z innymi masywnymi planetami. Choć parametry gorących jowiszy (duża masa i promień, okres orbitalny poniżej 10 dni) czynią je łatwymi do wykrycia metodami spektroskopowymi i fotometrycznymi, badania statystyczne wskazują, że obiekty tego typu występują wokół gwiazd dość rzadko. Jednym z gorących jowiszy o najkrótszych okresach orbitalnych jest planeta WASP-12b odkryta w ramach programu Wide Angle Search for Planets (WASP). Jej

okres orbitalny wynosi zaledwie 26 godzin i 12 minut, co przekłada się na odległość od gwiazdy równą ok. 3,4 mln km. W centrum układu znajduje się karzeł nieco gorętszy od Słońca. Jego masa i promień są większe odpowiednio o 35% i 60% od wartości słonecznych. Rachunki wskazują, że na WASP-12b panuje temperatura rzędu 2000°C. Planeta przechodzi regularnie przed swoją gwiazdą (tranzytuje), dzięki czemu było możliwe wyznaczenie jej rozmiarów. Gazowy olbrzym okazał się być prawie dwukrotnie większy od Jowisza.

Systematyczne obserwacje fotometryczne zjawisk tranzytów planety WASP-12 b wskazują, że jej okres orbitalny systematycznie skraca się w tempie 26 milisekund na rok. Przewidywania teoretyczne sugerują, że za to zjawisko mogą być odpowiedzialne pływy, jakie planeta wzbudza na swojej gwiazdzie. W efekcie rozpraszania zmagażynowanej w nich energii oraz specyficznej konfiguracji, w której okres orbitalny planety jest krótszy od okresu rotacji gwiazdy, planeta traci moment pędu związany z ruchem orbitalnym i zacieśnia swoją orbitę — w przypadku WASP-12b o 600 m rocznie. Dalsze obliczenia wskazują, że planeta ostatecznie spadnie na gwiazdę za około milion lat. Warto odnotować, że jest to niezwykle krótki czas w porównaniu z szacowanym na około 2 miliardy lat wiekiem układu planetarnego.

Badania statystyczne pokazują, że bardzo gorące gazowe olbrzymy, takie jak WASP-12 b, występują około 100 razy rzadziej niż typowe gorące jowisze o okresach orbitalnych 3–4 dni. Deficyt ten można tłumaczyć szybkim spadkiem planet, które znalazły się na bardzo bliskich orbitach. Niewykluczone zatem, że układ WASP-12 jest właśnie obserwowany w tym krótkotrwałym i prawdopodobnie końcowym etapie swojej ewolucji orbitalnej. Samo tempo spadku planety jest bezpośrednio związane z efektywnością rozpraszań energii pływów wewnętrz gwiazdy. Pomimo intensywnego rozwoju astrofizyki gwiazdowej, własność ta nadal pozostaje słabo poznana empirycznie. Obserwacje efektów oddziaływań planeta-gwiazda w takich układach jak WASP-12 niewątpliwie pomogą zweryfikować przewidywania teoretyczne.



Fot. Andrzej Romaniak / UMK

**Dr Gracjan Maciejewski pracuje w Centrum Astronomii UMK i kieruje międzynarodowym zespołem badawczym, który prowadził badania planety WASP-12 b.**

## Zjazd SOS PTMA – nowe ustalenia

Po opublikowaniu poprzedniegoartykułu okazało się, że hotel Walter odmówił nam noclegu i musieliśmy szukać innego miejsca noclegowego. Następny był hotel „Nad rzeczką”, ale i ten zrezygnował z naszej oferty. Pozostało nam tylko mieć nadzieję, że prof. Maciej Mikołajewski swoim autorytetem załatwi nam nocleg w Bachotku. Tak też się stało i zarezerwowano dla nas 7 domków w ośrodku Bachotek UMK w Toruniu.

Ostatecznie ustalony program wygląda następująco:

Do ośrodka każdy dojeżdża sam 9 września 2016 r. w godzinach popołudniowych. Po przyjeździe rozdzielimy domki i każda osoba otrzyma pamiątkowy identyfikator zjazdu. Czas ten przeznaczymy na wzajemne zapoznanie się. Jak się uda, zorganizujemy ognisko.

W sobotę 10 września po śniadaniu rozpoczęmy wykłady i prelekcje w sali konferencyjnej. W tym dniu mamy również w planie odwiedzenie Obserwatorium w Truszcynach, a oprowadzać nas będzie Marcin Jeziorny.

W niedzielę po śniadaniu, jeżeli będzie pogodnie, spróbujemy przeprowadzić obserwacje Słońca. Potem opuszczamy Bachotek i udajemy się do Piwnic. Tam po obserwatorium oprowadzał nas będzie Maciej Mikołajewski. Zwiedzaniem obserwatorium zakończymy nasz zjazd.

Należy zabrać ze sobą pieniądze, około 100 zł, ponieważ zjazd jest tylko w części dofinansowany przez PTMA. Poza tym prawdopodobnie na jazdzie będzie można zakupić nasz kalendarz obserwatora Słońca na rok 2017 oraz suplement zaśmieniowy na płytce, autorstwa Janusza Bańskowskiego. Suplement będzie sprzedawany jako cegiełka na utrzymanie naszej strony SOS PTMA.

Koordynator SOS PTMA  
Tadeusz Figiel

Obok mapa dojazdu do ośrodka w Bachotku.  
Większa mapa dostępna w internecie:  
[www.umk.pl/uslugi/bachotek/mapa/](http://www.umk.pl/uslugi/bachotek/mapa/)



# Zjazd SOS PTMA

Ośrodek UMK Bachotek w Toruniu

9 -11 września 2016

**Program**  
**Obserwacje Słońca**  
**zwiedzanie obserwatorium w Piwnicach**  
**prelekcje dotyczące Słońca**

Projekt graficzny: Sławomir Matz - PTMA Poznań



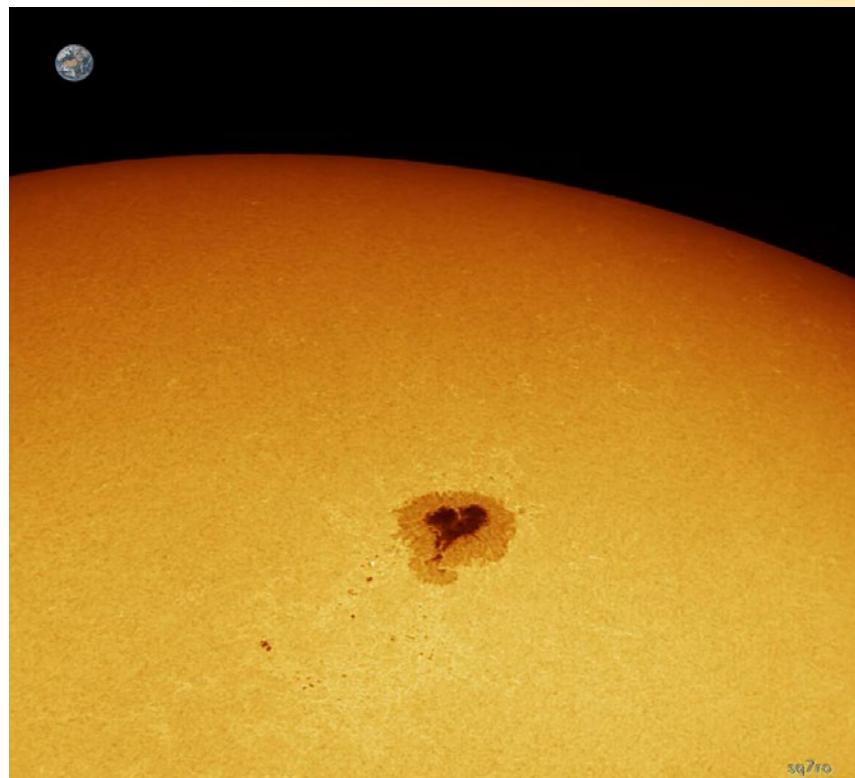
## AR 2529

W połowie kwietnia można było podziwiać (nawet gołym okiem!) na powierzchni Słońca potężny obszar aktywny AR 2529 w kształcie serca. Jego rozmiar był porównywalny z pięcioma średnicami Ziemi.

Obok prezentujemy zdjęcie wykonane 17 kwietnia przez Krzysztofa Sobolewskiego za pomocą filtra H $\alpha$  przy szerokości pasma ok. 1 nm z refraktorem ED przy ogniskowej 2,5 m (kamera mono ASI174MM, złożenie 400 klatek, obróbka finalna w Photoshopie).

Dla wyobrażenia skali rozmiaru tego obszaru, na zdjęcie została nanieciona planeta Ziemia.

(red.)



### Raport nr 3/2016

Marzec okazał się bardzo niekorzystny pod względem pogody do obserwacji Słońca. Swoje wyniki przesyłało 11 obserwatorów, a średnie wygenerowane z tych obserwacji wynosiły: dla liczby Wolfa R=35,09 uzyskane z 100 obserwacji, dla SN = 21,32 uzyskano z 53 obserwacji. Na szczegóły z różnych dni marca zapraszam do aktualności Janusza Bańkowskiego. Wszystkim bardzo dziękuję za przesyłanie swoich raportów.

#### Obserwatorzy:

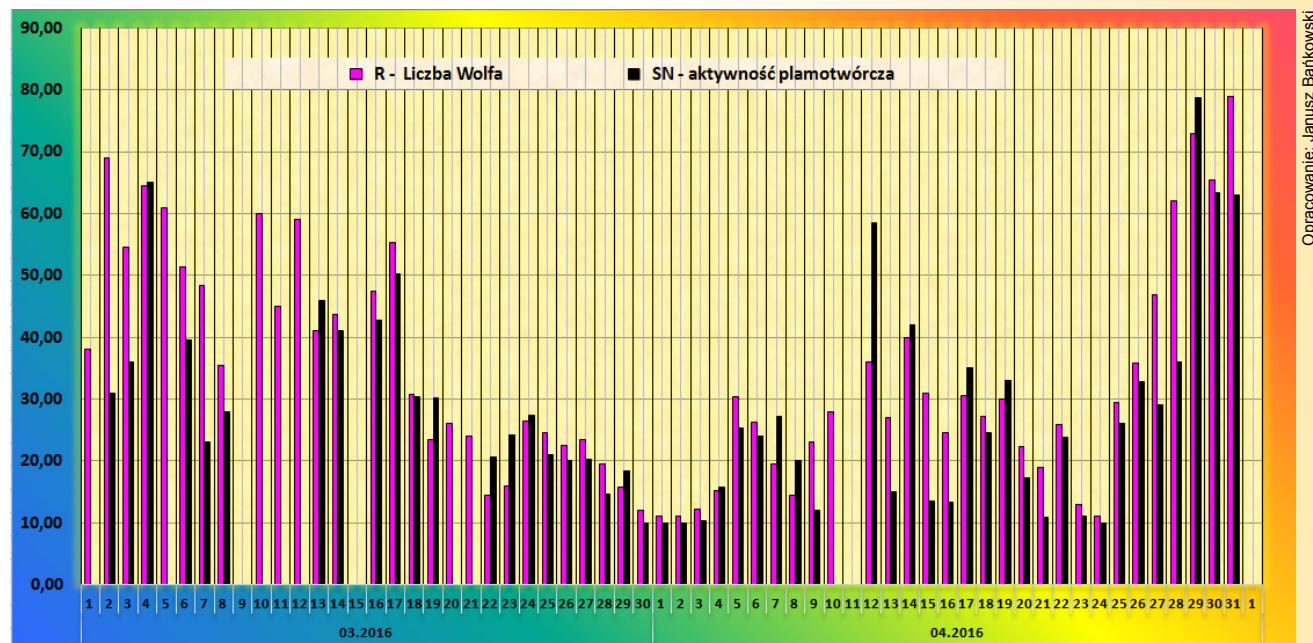
1. Jimenez Francisco	27	7. Grudniewski Piotr	8
2. Zagrodnik Jerzy	16	8. Wirkus Krystyna	5
3. Kucemba Łukasz	11	9. Bolesta Dariusz	3
4. Figiel Tadeusz	9	10. Burda Alexander	2
5. Raczyński Łukasz	9	11. Moskal Kinga	2
6. Bańkowski Janusz	8		

### Raport nr 4/2016

Średnia R w miesiącu kwietniu wyniosła 30,28 a średnia SN 26,05. Wykonano dla liczby Wolfa 159 obserwacji a dla plamotwórczej aktywności SN 118 obserwacji. Swoje raporty przesyłało 13 obserwatorów. Przepraszam za opóźnienie.

#### Obserwatorzy:

1. Jimenez Francisco	23	8. Raczyński Łukasz	10
2. Wirkus Krystyna	20	9. Burda Alex	9
3. Zagrodnik Jerzy	20	10. Żywo Krzysztof	8
4. Bańkowski Janusz	18	11. Skorupski Piotr	6
5. Figiel Tadeusz	16	12. Moskal Kinga	3
6. Kucemba Łukasz	14	13. Bohusz Jerzy	2
7. Grudniewski Piotr	12		



# Znajdź planetoidę, zanim ta znajdzie nas...



C o jakiś czas pojawiają się w mediach informacje (niekiedy alarmistyczne) o planetoidach przelatujących w pobliżu Ziemi czy wręcz mogących się z nią zderzyć. Co może zrobić nawet niewielki obiekt wchodzący do atmosfery Ziemi, pokazała niedawna historia meteorytu czelabińskiego. Dzisiejszy adres (<http://asteroid-explorers.com/mpc/>) pozwoli na rozejrzenie się po świecie planetoid — jest on związany z Centrum Małych Planet (Minor Planet Center) pracującym pod auspicjami Międzynarodowej Unii Astronomicznej. Zamiast propozycji przekopywania się przez ciągle rosnącą ilość informacji, np. na temat NEO (Near Earth Objects), dostajemy do ręki proste narzędzie pozwalające na filtrację informacji z wykorzystaniem kilku prostych kryteriów — autorzy nazwali je MPC Asteroid Data Explorer. Nie jest to profesjonalne narzędzie, służy raczej zaspokojeniu ciekawości użytkownika.

Pytania są proste, np. „Jakie planetoidy przeleć w pobliżu Ziemi w tym miesiącu?” czy „Dla jakich planetoid ryzyko spotkania z Ziemią jest największe?”. Wyniki prezentowane są w postaci szeregu histogramów pokazujących wzgledny rozkład ilości obiektów dla wybranego parametru (np. okresu orbitalnego). Na tym zabawa się nie kończy, bo w ramach już wyfiltrowanej klasy obiektów możemy wybierać dla poszczególnych histogramów zakresy odpowiadających im parametrów — przyciśnięcie lewego klawisza myszy i przeciągnięcie kurSORA powoduje wybranie podzakresu danego parametru (pojawiają się małe suwaki, które można przeciągać tak, aby szczegółowo ustalić interesujący nas zakres). Przykładowo wybieramy zakres wspomnianego już okresu orbitalnego — pozostałe histogramy dopasują się do wyboru. Można użyć jednocześnie dwóch i więcej zakresów dla różnych parametrów. Możemy też „zresetować” histogramy, wychodząc w ten sposób poza zakres pytań zdefiniowanych na stronie tytułowej (każde z tych pytań pociąga za sobą ograniczenie zakresu jednego wybranego parametru — na odpowiednim histogramie pojawia się wspomniany wcześniej suwak). W sumie w momencie pisania tej notki dysponujemy próbką 12 518

obiektów. Poza histogramami pojawia się lista pierwszych dwudziestu obiektów spełniających wybrane kryterium czy grupę kryteriów. Pod oznaczeniami poszczególnych obiektów mamy dostęp do szczegółowych informacji. Żeby zobaczyć, jak to działa, najprościej jest oczywiście spróbować samemu.

Warto również zajrzeć pod fioletową zakładkę „About” u góry strony odsyłającą do historii projektu, który przybrał ostatecznie postać przedstawioną pod adresem, o którym dziś piszę.

Odrośniki na dole strony wyprowadzą nas do Centrum Małych Planet i morza informacji o małych ciałach Układu Słonecznego. Ale to już zupełnie inna historia...

Roman Schreiber

The screenshot shows the MPC Asteroid Data Explorer website. At the top, there's a banner for the International Astronomical Union Minor Planet Center. Below it, a main heading reads "MPC Asteroid Data Explorer" with a subtitle "Finding Asteroids Before They Find Us!". A subtext says "Discover, Explore, and Share information about asteroids to increase awareness about asteroids and their impact and risks to the world." There are four main sections displayed as cards:

- Left Card:** Shows a cluster of asteroids in space. Text: "Which Asteroids Have the Highest Risk of Impacting Earth?" Button: "Explore".
- Middle Left Card:** Shows two large asteroids. Text: "Which Asteroids are the Biggest?" Button: "Explore".
- Middle Right Card:** Shows a diagram of the solar system with Earth at the center, surrounded by many small dots representing asteroids. Text: "Which Asteroids are Flying by Earth this Month?" Button: "Explore".
- Right Card:** Shows a diagram of the solar system with Earth at the center, surrounded by many small dots representing asteroids. Text: "Which Asteroids Are Easiest to Travel to?" Button: "Explore".

At the bottom of the page, there are links for "Home", "About", "Contact", "For Observers", "For the Public", and a copyright notice: "©2015 The Minor Planet Center. All Rights Reserved." There's also a small logo of a planet with a ring.

# Muzyka z dedykacją dla miłośników astronomii

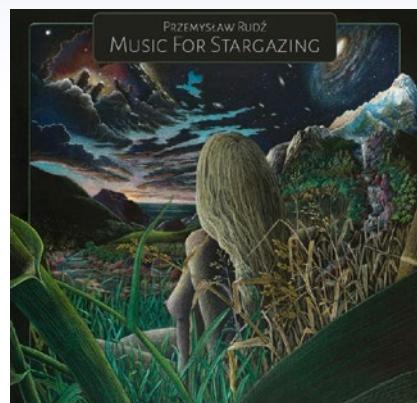
Album „Solar Observers” dedykuję wszyskim zapatrzonym w Kosmos. Kosmos ten bliski i daleki — napisał na swoim profilu kolega Jarek ukrywający się pod nazwą projektu *DigitalSimplyWorld*. Album ten, jak i wiele innych jego autorstwa, można pobrać za darmo z internetu. Wystarczy wejść na stronę <http://digitalsimplyworld.bandcamp.com/>. Na uwagę zasługuje dodatkowy materiał ilustracyjny towarzyszący muzyce. Są to zdjęcia autorstwa Kuby Kowarczyka, aktywnego członka PTMA w Katowicach. Bogactwo dźwięków i różnorodność muzyki udostępnionej przez Jarka (który konsekwentnie ukrywa swoje nazwisko) pozwolą każdemu znaleźć coś dla siebie zarówno na polecanym albumie, jak i w całym dorobku *DigitalSimplyWorld*.

Nazwiska Przemysława Rudzia miłośnikom astronomii przedstawiać nie trzeba. Jego dorobek płytowy chyba już przekroczył liczbę jego publikacji książ-

kowych. Najnowszy czternasty w dorobku album muzyczny Przemka nosi tytuł „Music For Stargazing”. Muzyka na nim zawarta nie jest jednak całkiem nowa. Pierwotnie powstała jako materiał ilustracyjny do wirtualnego atlasu nieba. Po kilku latach „leżakowania” nabrała ostatecznej formy i cieszy uszy. Miałem okazję wysuchać jej na żywo podczas imprezy plenerowej *Noc Planeta* w Obserwatorium Astronomicznym w Truszczyńach.

Zarówno Przemka, jak i Jarka można było w ubiegłym roku spotkać i usłyszeć ich muzykę w Cekcynie podczas organizowanego tam od lat festiwalu muzyki elektronicznej. Widziałem tam również innych miłośników gwiazdnego nieba. Może by tak pojechać tam w tym roku z teleskopami? Niech hasło *Astronomia i muzyka* nabierze tam bardziej wyrazistego znaczenia. Do zobaczenia więc w Cekcynie!

Jacek Drążkowski



# Konkurs na fotki z Uranią

Nadchodzi czas wakacji, a więc i podróży. Być może „Urania” albo jej gadżety będą towarzyszyć Wam w różnych ciekawych miejscach – udokumentujcie to fotkami!

A może macie zdjęcia „Uranii” w nietypowych sytuacjach lub w zabawnych ujęciach – podzielcie się nimi!

Zdjęcia można zgłaszać na kilka sposobów:

1) zamieszczając na Facebooku lub Instagramie, oznaczając przy tym dwoma hashtagami: #urania oraz #fotkizurania (można też dodatkowo użyć: #podrozujurania)



„Urania” w rękach Harrisona Schmitta (po lewej) uczestnika misji Apollo 17, ostatniego człowieka, który chodził po Księciu. Po prawej redaktor naszego portalu WWW



2) lub e-mailowo, nadsyłając na adres [portal@urania.edu.pl](mailto:portal@urania.edu.pl) (z tytułem listu: „Fotki z Uranią”)

Najfajniejsze fotografie zamieścimy w portalu Uranii oraz w wersji drukowanej czasopisma. W tym drugim przypadku autorzy zdjęć mogą dodatkowo liczyć na nagrody niespodzianki.

Konkurs trwa bezterminowo (do odwołania).

Szczegóły i regulamin:  
[www.urania.edu.pl/konkursy/fotki-z-urania](http://www.urania.edu.pl/konkursy/fotki-z-urania)



Piosenkarka Doda i red. naczelny pozują do zdjęcia z „Uranią” podczas festiwalu naukowego w Kurzętniku

Z „Uranią” w Kuala Lumpur w Malezji pozuje Małgorzata Radomska-Misiak z programu „Obserwatorium”



Ola Hamanowicz z parasolem „Uranii”



# Astronomia w szkole: TELESKOP DLA NAUCZYCIELA I UCZNIA

Jeżeli mieszkamy w mieście, to prawdopodobnie jesteśmy też posiadaczami balkonu lub tarasu, z którego dość dobrze możemy prowadzić obserwacje nieba. Oczywiście ich zakres jest mocno ograniczony na ogólny do części nieba, niemniej jednak jest to czasami jedyna szansa na jakiekolwiek obserwacje. Bardzo dobrze, jeżeli nasz balkon jest skierowany na wschodnią lub zachodnią część nieba. Jeszcze lepiej, gdy jest to południe. Co oczywiście, najgorzej to wygląda, jeśli mamy wyłącznie dostęp do północnej strony, jednak nie tak do końca.

Analizując ruch obiektów na niebie, położenie wschodzącego i zachodzącego Słońca, łatwo jesteśmy w stanie określić zakres naszych możliwości. I tak, jeżeli Słońce jest u nas widoczne na balkonie nad ranem, to kierunkiem, w jakim możemy obserwować, jest wschód. Analogicznie wieczorem, kiedy promienie Słońca docierają na balkon, wiemy, że do dyspozycji mamy stronę zachodnią. Praktycznie najlepiej, jeżeli mamy balkon skierowany na południe, bo zawiera się w nim najdłuższa droga, jaką pokonują na naszym niebie Słońce, Księżyc i planety. Mając dostęp do południowego horyzontu, zapewne też sięgamy nieco do wschodu i zachodu.

Co jednak, gdy zostaliśmy „uszczerbliwieni” północnym balkonem? Mamy problem, ponieważ tylko w okresie przesilenia letniego jesteśmy w stanie przy sprzyjającym układzie, dostrzec po lewej lub prawej stronie wschodzące lub zachodzące obiekty. Przy takim jednak ustaleniu możemy próbować obserwować pojawiające się nad północnym horyzontem obłoki srebrzyste lub zorzę polarną (w tym przypadku teleskop będzie nam raczej niepotrzebny).

Ważne jest również to, co mamy przed balkonem: czy nie przeszkadzają nam jakieś źródła światła, czy naprzeciwko nie stoi identyczny jak nasz blok, w którym w każdym oknie świeci się światło? Na to i wiele innych pytań musimy sobie sami odpowiedzieć, obserwując okolicę balkonu i bloku. Obserwujemy zaświetlenie okolicy, sprawdzamy, czy nie mamy potężnej luny, która zniweczy nasze plany. O ile w przypadku obiektów Układu Słonecznego średnie zaświetlenie nie będzie nam najważniejszym problemem, to jednak gdy się zdecydujemy skierować teleskop



Specjalna oferta dla szkół i placówek oświatowych: 10% rabatu w sieci sklepów Delta Optical na teleskopy prezentowane w artykule, tel. 801-011-337, (25) 786-05-20, [www.deltaoptical.pl](http://www.deltaoptical.pl)

**DELTA®**  
optical



na ciemniejsze obiekty, możemy ich po prostu nie dostrzec.

### Czym jednak obserwować?

Teleskop na balkon to specyficzna kategoria teleskopów, które muszą zostać dopasowane do wielkości naszego balkonu lub tarasu.

Generalnie, czym większy, tym mamy lepsze pole do popisu. W zależności od wielkości balkonu dopasowujemy wielkość teleskopu, a w zależności od zaświecenia również jego typ. W zdecydowanej większości przypadków na każdym niezbyt wielkim balkonie trudno zmieścić pełnowymiarowy statyw lub w ogóle on nam nie wchodzi. Potrzebujemy przynajmniej jednego metra, aby móc wstawić statyw z montażem AZ czy EQ, a i tak przy takiej wielkości obsługa może być karkołomna. Wyciąg okularowy może znaleźć się w naprawdę dziwnych miejscach. Na pewno najtrudniej będzie obsługiwać na balkonie montaże z nisko położonym środkiem ciężkości, jak np. Dobsony. Balustrada nasza, jak i balkon sąsiadów z góry dość mocno ogranicza nasze możliwości ustawiania teleskopu. Dopiero na większych balkonach lub tarasach będzie można prawidłowo wykorzystać takie konstrukcje.

### Wybór teleskopu i montażu

Na ogół jest to teleskop Maksutowa lub mały Schmidt-Cassegrain. Teleskopy te bardzo dobrze spełnią rolę teleskopu balkonowego. Mają odpowiednie rozmiary i odpowiednią światłosiłę. Dzięki temu będą idealnie nadawać się do obserwacji Księżyca i planet, a próby obserwacji jasniejszych obiektów mgławicowych nie będą niemożliwe.

Jeśli wybierze się MAK czy SCT, powinniśmy skupić się na modelach o średnicach minimum 100 mm. W przypadku Maksutowa można śmiało polecić dwa małe i zarazem popularne u nas modele Sky-Watcher MAK102 i MAK127. Teleskopy te mają ogniskowe do 1,5 metra, będąc zarazem konstrukcją o długości do zaledwie 30–40 cm!

Podobnie prezentują się teleskopy Celestron SCT, gdzie najbardziej popularne są modele 5, 6 i 8". 6" tubus SCT Celestrona ma wielkość też nieco ponad 40 cm.

Poza tymi dwoma systemami można zwrócić uwagę na jaśniejsze, krótkie refraktory, które mogą być dość dobrą alternatywą dla konstrukcji zwierciadlnych. Tak jak i w poprzednich przykładach wielkość teleskopu dobieramy do wielkości balkonu, przy czym najodpowiedniejsze wydają się teleskopy o ogniskowych do 900 mm.

Bardzo popularnym modelem może być refraktor firmy Sky-Watcher BK909AZ3, który przy obiektywie 90 mm i ogniskowej 900 mm zapewnia bardzo dobrą jakość obrazu. Teleskop ten ma jednak długość 95 cm i musimy mieć to na uwadze, sprawdzając, czy wielkość ta będzie odpowiednia w stosunku do głę-



bokości balkonu. Jeśli zbyt duża, szukamy teleskopu z krótszą ogniskową.

Również dobrze należy się zastanowić nad doborem odpowiedniego statywu (montażu). Na balkonie na pewno lepiej spisują się montaże azymutalne. Montaż paralaktyczny zajmuje na ogół więcej miejsca, a jego prawidłowe ustawienie względem północy jest często niemożliwe. Poza tym sam sposób „ustawienia siebie” w stosunku do wyciągu teleskopu na montażu paralaktycznym jest zawsze bardziej złożony niż w montażu azymutalnym. Nie wspominając o prostocie ustawiania na obiekt, wybór tego montażu staje się oczywisty.

Spotyka się również konstrukcje amatorskie, umożliwiające przymocowanie teleskopu do balustrady!

### Co i jak obserwować?

Tak jak już wspomniałem, możemy skupić się zarówno na Księżyku, analizując jego selenografię, możemy śmiało fotografować również jego powierzchnię. Tak samo w każdy pogodny dzień wdzięcznym obiektem do obserwacji i fotografowania jest Słońce. **Tutaj jednak pamiętajmy o odpowiednim zabezpieczeniu poprzez odpowiedni filtr nakładany z przodu teleskopu!**

Wieczorami w zasadzie codziennie do wyboru mamy kilka planet, wśród nich bezdyskusyjnie najpiękniejszymi są Saturn oraz Jowisz. Nad ranem i wieczorami mamy do dyspozycji Merkurego i Wenus. Zawsze odnajdziemy je w pobliżu Słońca i jeżeli nie są w jednej z koniunkcji ze Słońcem, możemy je obserwować. Trochę trudniejsze jest to w przypadku Merkurego, ale kilka razy w roku uda się go nam zobaczyć.

Marek Substyk



# Delta Optical AstroShow

VI Międzynarodowy Otwarty Zlot Miłośników Astronomii • Gorzewo 2016



## Przeżyj z nami fascynującą przygodę astronomiczną!

Wszystkich miłośników obserwacji nocnego nieba i sprzętu obserwacyjnego zapraszamy na VI Międzynarodowy Otwarty Zlot Miłośników Astronomii AstroShow 2016. Tegoroczny AstroShow odbędzie się w samym sercu Polski, na Pojezierzu Gostyńskim w dniach 26-28 sierpnia 2016. Ośrodek „Białe Źródła”, w którym odbędzie się AstroShow znajduje się w miejscowości Gorzewo.

Podczas tegorocznego AstroShow przeprowadzimy różnego rodzaju warsztaty, kładąc nacisk na praktyczną stronę obsługi sprzętu astronomicznego. Początkującym pokażemy jak rozłożyć świeże zakupiony teleskop, jak prawidłowo przygotować sprzęt do obserwacji. Na nieco bardziej zaawansowanych czekać będzie różnego rodzaju sprzęt obserwacyjny do samodzielnego przetestowania, w tym zaawansowane teleskopy z automatycznym prowadzeniem elektronicznym i bazą przeszło 40.000 obiektów.

Tegoroczne obserwacje nocne będą nieco inne niż zwykle – będą miały charakter warsztatowo-edukacyjny. Początkujący obserwatorzy pod opieką prowadzących warsztaty będą mogli przeprowadzić wartościowe obserwacje astronomiczne. W przypadku braku dobrej pogody, przeprowadzone zostaną pokazy w mobilnym planetarium cyfrowym. Planetarium będzie dostępne także w ciągu dnia, w wyznaczonych godzinach prowadzone będą prezentacje.

Niebo podczas AstroShow 2016 będzie wyjątkowo bogate w ciekawe obiekty. Korzystna faza księżyca (w okolicach nowiu) pozwoli na skuteczne obserwacje wielu gromad gwiazdowych i galaktyk. Po zachodzie Słońca nad ośrodkiem pojawi się droga mleczna oraz gwiazdozbiory nieba letniego. Z upływem godzin, wysoko nad głowami zaczyna pojawiać się gwiazdozbiory typowe dla jesieni, takie jak Pegaz czy Andromeda. Uwaga dużej części obserwatorów skupiona będzie zapewne na planetach. Nad południowym horyzontem widoczne będą trzy jasne punkty o wyraźistych barwach. Najniżej odnajdziemy najjaśniejszą gwiazdę w gwiazdozbiorze Skorpiona – czerwonego Antaresa. Tuż powyżej Antaresa widoczna będzie planeta Mars – obiekt równie czerwony. Sama nazwa gwiazdy Antares wzęła się od Aresa – Marsa, właśnie w związku z wizualnym podobieństwem obu obiektów. Podczas AstroShow oba obiekty znajdą się w odległości zaledwie 2 stopni od siebie mieszcząc się jednocześnie w polu widzenia teleskopu z szerokokątnym okularem. Pomimo, że podczas imprezy Mars będzie już 3 miesiące po opozycji, to jego średnia kątowa wynosić będzie około 11 sekund kątowych i zapewne uda się dostrzec czapy polarne i inne szczegóły powierzchniowe. Kilka stopni powyżej Marsa odnajdziemy Saturna – najpiękniejszą planetę Układu Słonecznego. Bez problemu zaobserwujemy słynne pierścienie planety, a także jej najjaśniejsze księżyce. Obie planety widoczne będą w pierwszej połowie nocy zachodząc około 22:30.

W późniejszych godzinach zaobserwować będzie można dwie bardzo dalekie planety - Urania i Neptuna. Uran widoczny będzie we wschodniej części gwiazdozbioru Ryb. Neptuna znaleźć będzie można w Wodniku, w pobliżu gwiazdy Lambda Aquarii. W tym roku przeprowadzimy również próbę zaobserwowania planet na niebie dziennym. Okazja ku temu jest szczególna, ponieważ dość blisko siebie znajdują się aż trzy planety - Wenus, Jowisz i Merkury. Będzie to unikalna okazja do obserwacji tej planety dość wysoko nad horyzontem - co prawda w dzień i przy małym kontrastem, ale jest duża szansa, że dość wyraźnie dostrzeżemy jej małe ślipy. Warto wspomnieć, że wiele osób nigdy nie widziało Merkurego, nawet sam Kopernik.



## Letnia Szkoła Mikroskopii Optycznej dla młodych badaczy

Tradycyjnie w trakcie AstroShow organizujemy Letnią Szkołę Mikroskopii Optycznej dla młodych badaczy w wieku od 5 do 18 lat. Młodzi badacze będą mieli możliwość pracy na mikroskopach biologicznych i stereoskopowych, nauczą się szukać interesujących obiektów do obserwacji oraz przygotowywać różne preparaty.

W tegorocznej edycji LSMO, Młodzi Badacze będą mieli możliwość bliższego zapoznania się ze światem roślin oraz zapylających je owadów. Dzięki zastosowaniu różnych mikroskopów biologicznych i stereoskopowych, nauczymy się obserwować najbliższe otoczenie w mikroskali. Podczas krótkich wypadów w teren, spróbujemy zebrać ciekawy materiał badawczy do wnikliwszej obserwacji. W ich trakcie podejrzmy też życie różnych organizmów w naturze.

Zebrane okazy obejrzymy z zastosowaniem różnych technik obserwacyjnych, takich jak jasne i ciemne pole, a także dla porównania, kontrast fazowy. Zobaczmy również jak wyglądają w świetle spolaryzowanym znane nam z życia codziennego obiekty. Młodzi Badacze nauczą się rejestrować obrazy mikroskopowe na komputerze, a także wykonają rysunki tego, co zobaczą przez okulary mikroskopu. Spróbuje dokonać pomiarów, stworzą mikropanoramy oraz zdjęcia z rozszerzoną głębią ostrości.

W tym roku dla uczestników AstroShow czekają atrakcyjne rabaty i promocje! Szczegółowe informacje oraz zapisy na stronie [www.astroshow.deltaoptical.pl](http://www.astroshow.deltaoptical.pl)

26-28 sierpnia 2016

Szczegóły i zapisy na stronie  
[www.astroshow.deltaoptical.pl](http://www.astroshow.deltaoptical.pl)

**DELTA**<sup>®</sup>  
optical

bliżej pasji

ASTROFAZA.PL

PATRONI MEDIALNI

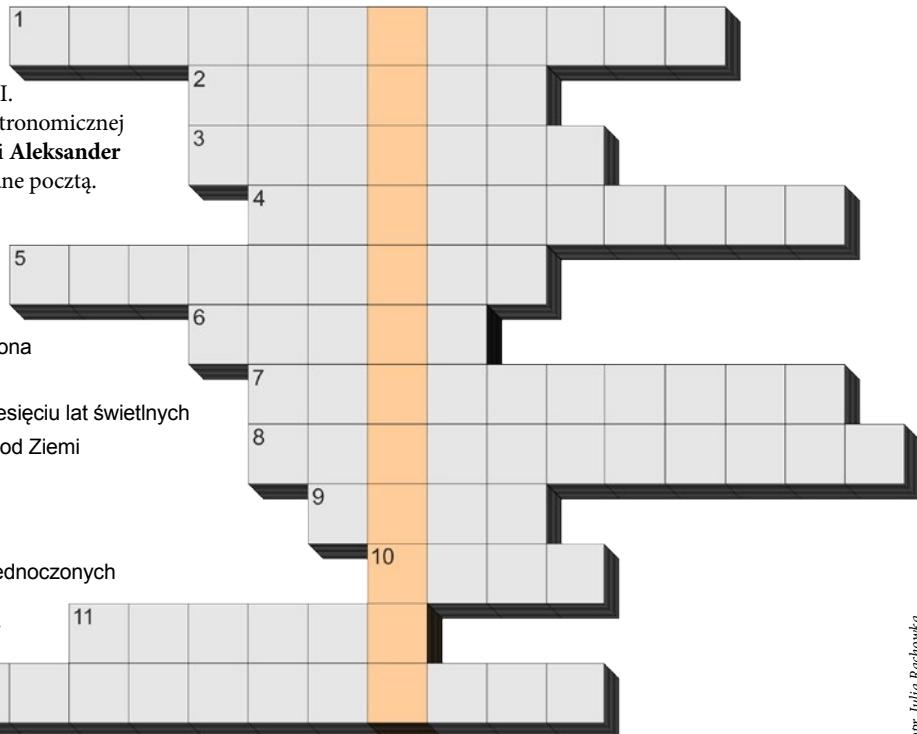
**ASTRONOMIA**  
MIESIĘCZNIK DLA LUDZI Z PASJĄ  
[www.astronomia.media.pl](http://www.astronomia.media.pl)

**Urania**  
POSTĘPY ASTRONOMII

**W** „Uranii-PA” nr 1/2016 zamieściliśmy krzyżówkę, której rozwiązaniem jest hasło ROZMOWY Z ASTRONAUTAMI.

Nagrody w postaci książek o tematyce astronomicznej wylosowali Piotr Dudek z Brzeziej Łąki i Aleksander Sanetra z Żywca. Nagrody zostaną wysłane pocztą.

1. Zlewanie się gwiazd
2. Rodzaj aktywnej galaktyki
3. Najłatwiejszy do odnalezienia w Polsce meteoryt
4. Skonstruowany przez Johna Harrisona
5. Opracował kalendarz juliański
6. Pustka o rozmiarach rzędu kilkudziesięciu lat świetlnych
7. Gwiazda zeta odległa o 181 lat św. od Ziemi
8. WASP-12b jest...
9. Interferometry, które zarejestrowały „ćwierknienie” fal grawitacyjnej
10. Obserwatorium Morskie Stanów Zjednoczonych
11. Polskie konsorcjum wspierające międzynarodowy radiointerferometr
12. Kalendarz wprowadzony we Francji w XVIII wieku



opr. Julia Rachowka

Rozwiązywanie utworzą kolejne litery z wyróżnionych kratek. Na rozwiązania czekamy do końca września 2016 r. Osoby nie będące prenumeratorem „Uranii-PA” muszą dołączyć do rozwiązania kupon umieszczony w lewym górnym rogu tej strony. Prenumeratorzy mogą przesyłać rozwiązania drogą elektroniczną na adres: [urania@urania.edu.pl](mailto:urania@urania.edu.pl). Wśród autorów poprawnych odpowiedzi rozlosujemy dwie książki Józefa Smaka „Nowe opowiadania starego astronoma” lub „Narratio Prima” Joachima Retyka (do wyboru).

Słowa kluczowe do rozwiązywania krzyżówki zamieszczonej w „Uranii-PA” 1/2016: 1. ZORZA, 2. FOBOS, 3. ORLICZ, 4. KOSMOLOGIA, 5. OSTROWIK, 6. WATT, 7. JANSKY, 8. CHORZÓW, 9. ALFARD, 10. WISEMAN, 11. MERCATOR, 12. CERBER, 13. ORZEŁ, 14. ATHENA, 15. KARDAŚ, 16. TAURYD, 17. GUPTA, 18. ARKA, 19. KOMETA, 20. AIN.

## WARUNKI PRENUMERATY

Prenumerata roczna (6 numerów) — 60 zł

Przedłużona (12 numerów) — 120 zł

Prenumerata zagraniczna jest 100% droższa

Dla członków Polskiego Towarzystwa Miłośników Astronomii cena prenumeraty wynosi 30 zł przy wysyłce na adres oddziału lub 40 zł przy wysyłce na adres indywidualny. Szczegóły i wpłaty w oddziałach PTMA. Skarbników lub prezesów prosimy o wpłaty zbiorcze oraz przesłanie imiennej listy prenumeratorów na adres [urania@urania.edu.pl](mailto:urania@urania.edu.pl).

Prenumeratę oraz zamówienia numerów poprzednich można opłacić na konto Polskiego Towarzystwa Astronomicznego

nr 44 1160 2202 0000 0000 5530 5241.

Prosimy o dokładne podanie adresu, na który ma być wysłane pismo, oraz numeru „Uranii”, od którego ma być realizowana prenumerata.

Zamówienia internetowe: [sklep.pta.edu.pl](http://sklep.pta.edu.pl)

W razie pytań kontakt:

[urania@urania.edu.pl](mailto:urania@urania.edu.pl) lub tel. 698 55 61 61

## PRENUMERATA SPONSOROWANA DLA SZKÓŁ 50% TANIEJ — TYLKO 30 ZŁ!

Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego oraz Polskie Towarzystwo Astronomiczne oferują szkołom i bibliotekom szkolnym specjalne warunki prenumeraty. Szkoły płacą jedynie 30 zł za prenumeratę na rok szkolny 2015/2016 albo cały rok 2016\*.

Prosimy o wpłaty z tytułem:  
„Urania” — prenumerata sponsorowana dla szkół  
Szczegóły i formularz zgłoszeniowy  
na [www.urania.edu.pl](http://www.urania.edu.pl) w sekcji „prenumerata”.

\* Nadal czekamy na decyzję MNiSW w sprawie dopłat do prenumerat dla szkół. Jeśli będzie pozytywna, szkoły otrzymają pełen komplet 6 numerów, a w przypadku negatywnej gwarantujemy wysłanie 5 numerów.

## Poczta

Chciałbym wykupić prenumeratę na czasopismo „Urania” ale Island nie jest na liście krajów, do których jest wysypane. Czy można zamówić przez e-mail zamiast przez stronę internetową?

Dziękuję bardzo i mam nadzieję, że to jest możliwe?

Bragi Olafsson  
Reykjavik, Islandia

**Red.** Cieszymy się, że *Urania* jest znana także na Islandii. Zmieniliśmy ustawienia w sklepie i Islandia jest już na liście krajów do wysyłki. Zapraszamy do dokończenia zamówienia. Można to zrobić także poprzez mail, ale wtedy nie wysyłamy automatycznych powiadomień o statusie zamówienia i trudniej śledzić jego losy.

(eś)

co to było, jednak nigdzie nie znalazłem. Liczę na udzielenie pomocy i pożdrawiam.

kkasiadach2000@o2.pl

**Red.** Duży pomarańczowy Księżyc oraz godzina obserwacji świadczą o tym, że Księżyc właśnie zachodzi. Dziwne efekty mogą mieć związek z elementami krajobrazu lub pogodą, np. w momencie zachodu nasuwały się na jego tarczę chmury.

(eś)

\*\*\*

W dniu 12.06.2016 około g.11.10 zaobserwowałem nietypową (ciemnoszaro) aureolę wokół Słońca. Obrzeże zewnętrznego tej aureoli przypominało w jakiejś części coś, co nazwałbym wąską tarczą. W załączoniu zdjęcie, jakie zdziałałem temu zjawisku wykonać. Miejsce: wieś Maksymilianowo gmina Osielsko woj. kujawsko-pomorskie.

W miarę możliwości proszę o wyjaśnienie tego zjawiska.

Jarosław Zaremba

**Red.** Opisane i uwiecznione na zdjęciach zjawisko to tzw. 22-stopniowe halo słoneczne powstające w wyniku załamania promieni światła słonecznego w kryształkach lodu wodnego tworzących się na pewnej wysokości w atmosferze. Kryształki te mają przekrój sześciokątny, co w efekcie daje taki sam wynik, jak przejście światła przez lodoowy pryzmat o kącie łamiącym  $60^\circ$ . Kąt odchylenia promieni światłowych w takim przypadku jest nie mniejszy niż  $22^\circ$ . Dlategoewnętrzna krawędź halo jest dość wyraźnie zarysowana, a jego wnętrze wydaje się ciemniejsze. W przypadku chaotycznej orientacji przestrzennej kryształków, załamane promienie słoneczne rozchodzą się we wszystkich kierunkach na zewnątrz tego 22-stopniowego kręgu ze Słońcem w środku. Załamani promieni słonecznych w pryzmacie towarzyszy zjawisko rozszczepienia światła i stąd widoczny efekt tarczy.

3. Bystra leży w powiecie bielskim, nie żywieckim.  
**Dominik Kozaczko**  
**Red.** Są dwie wsie o nazwie *Bystra* w województwie śląskim. Jedna leży w powiecie bielskim, a druga w powiecie żywieckim i o tą drugą właśnie tu chodzi!

\*\*\*

W „Uranii” 2/2016 na stronie 35 fragment zdania ...ma rozmiary 1,3 m, wagę około 40 kg... powinien być napisany ...ma rozmiary 1,3 m, masę około 40 kg... Waga to taki przyrząd do mierzenia masy. Na stronie 57 ...9 13.12 początek tranzytu Merkurego przez tarczę Słońca... Prawidłowo powinno być napisane przed tarczą Słońca.

Kasper Fabrowski, Bydgoszcz

**Red.** W popularnych tekstach używa się pojęcia „waga” jako synonim masy. Co innego, gdyby było napisane „ciężar”! Nie widzimy również problemu z przejściem „przez” tarczę, gdyż chodzi tu o efekt czysto geometryczny.

(bz)

\*\*\*  
Dzisiejszej nocy (tj 12.05.2016) ok. godz. 0.48 zaobserwowałem dziwne zjawisko. A mianowicie był to Księżyc w kształcie rogalu. Ale nie taki zwykły. Był niezwykle blisko Ziemi, był dość duży i miał kolor mocnego pomarańcza wymieszanej z czerwienią. Po pewnej chwili jakby zaczął się ruszać w dół (był po stronie zachodniej) i jakby zniknął. Na końcu została mała czerwono-pomarańczowa kropka, która sprawiała wrażenie, że się kręci i Księżyc zniknął całkiem.

Próbowалаłam znaleźć odpowiedź,

## ZAPROSZENIA zloty, obozy, konkursy, spotkania, wykłady, wystawy

### 6 AstroWczasy w Bieszczadach

Stęžnica, 30 lipca – 13 sierpnia 2016

<http://www.astrowczasy.ptma.pl>



### XX Ogólnopolski Zlot Miłośników Astronomii

Niedźwiady, 4–7 sierpnia 2016

<http://www.ppsae.pl/tag/ozma-2016/>

### Noc Perseidów

różne miejscowości, 12 sierpnia 2016

wykaz na stronie <http://ptma.pl>



### 28 zlot miłośników astronomii

Zwardoń, 1–4 września 2016

PTMA O/Katowice

<http://www.zloty.ptma.pl>



### Zjazd Sekcji Obserwacji Słońca PTMA

Toruń, 10–11 września 2016

SOS PTMA, <http://sos.poa.com.pl>



### 26 zlot miłośników astronomii

Kielce, 23–25 września 2016

ZG PTMA, <http://www.mt2016.ukj.edu.pl>



### XXIII Seminarium dla nauczycieli fizyki

Warszawa, 30 września – 2 października 2016

CAMK Warszawa

<https://goo.gl/d9o9hy>

## ESO Astronomy Camp 2016

Europejskie Obserwatorium Południowe (ESO) ogłosiło nabór na kolejną edycję obozu astronomicznego dla młodzieży. Obóz odbędzie się od 26.12.2016 r. do 1.01.2017 r. w obserwatorium astronomicznym we włoskich Alpach.

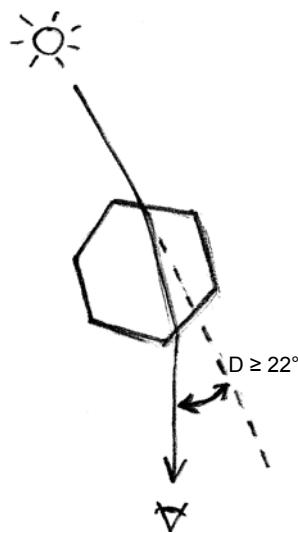
Termin zgłoszeń: 4.10.2016 r.

Dla kogo: uczniowie w wieku od 16 do 18 lat (roczniki 1998–2000)

Zadanie konkursowe: przygotować krótki film w języku angielskim na temat „I would most like to discover/invent... because...”

Polski konkurs prowadzony jest przez Polskie Towarzystwo Astronomiczne.

Szczegóły na [www.pta.edu.pl/eso-camp](http://www.pta.edu.pl/eso-camp)

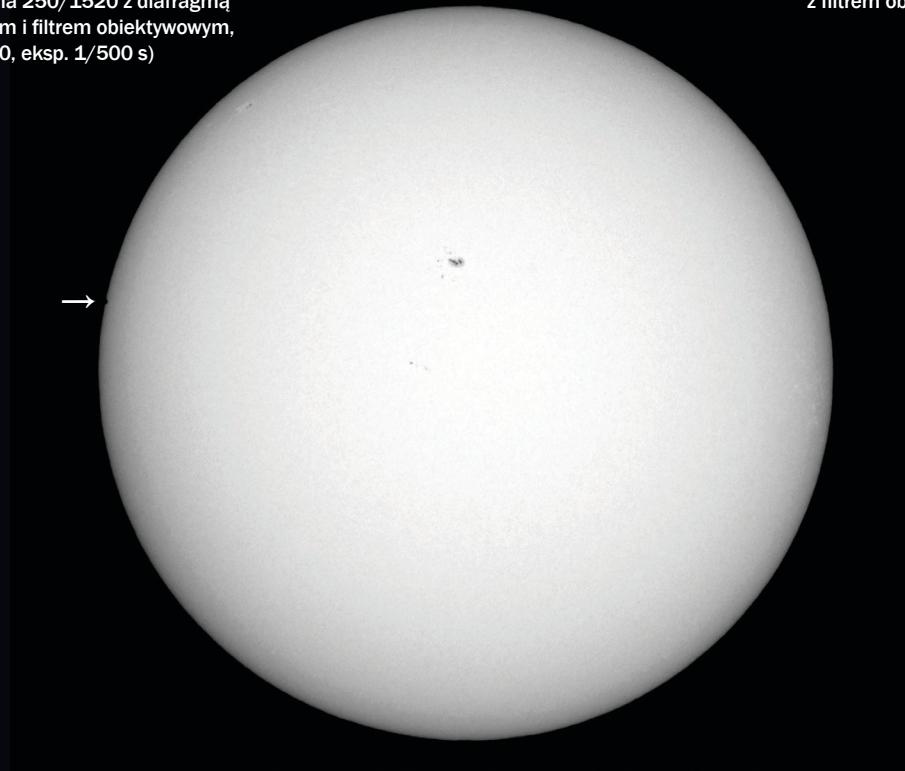


22-stopniowe halo słoneczne sfotografowane przez Czytelnika

# Tranzyst Merkurego

Astrofotografia amatorska

Pomiędzy pierwszym a drugim kontaktem,  
godz. 13.14 CWE. Fot. Mateusz Świętnicki,  
Zręcin (Nikon D300 w ognisku głównym  
Newtona 250/1520 z diafragmą  
125 mm i filtrem obiektywowym,  
ISO 200, eksp. 1/500 s)

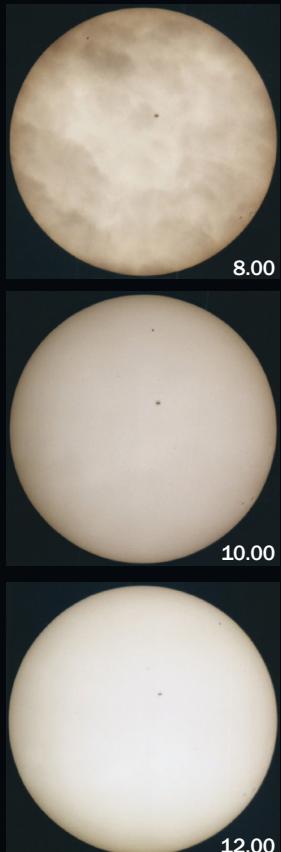


W Katowicach obserwacjom  
przeszkadzały chmury, godz. 13.30.  
Fot. Antoni Winiarski (Nikon COOLPIX P510,  
zoom ×42, ISO 200, eksp. 1/1600 s)



Fot. Krzysztof Kotysz

A tak wyglądał tranzyst Merkurego 7 maja 2003 r.  
Fot. Grzegorz Czepiczek, Częstochowa (Zenith 12XP  
w ognisku głównym Newtona 250/2400  
z filtrem obiektywowym, film Fuji Superia 100)



Czytelnikom przesyłającym zdjęcia do „Uranii” pragniemy przypomnieć, że w opisie koniecznie powinien być podany czas i miejsce ich wykonania!

Mniej więcej w połowie czasu trwania zjawiska Merkury ustawił się na jednej linii z dwiema widocznymi tego dnia grupami plam słonecznych. Fot. Marek Kukliński, Gdańsk (Canon 400D + Sky Watcher 80 ED, Barlow TV 2x, Baader Herschel Prism, ISO 100, eksp. 1/100 s)

ASTRONOMIA W SZKOLE NA STRONACH 3, 30–31, 54–56 i 68

# Urania

POSTĘPY ASTRONOMII

4/2016 (784)

Tom LXXXVII

ukazuje się od 1920 r.



Cena 12,90 zł  
w tym 5% VAT

[www.urania.edu.pl](http://www.urania.edu.pl)

# I Ty możesz odkryć supernową!

Druga Ziemia  
przy Proximie

Witelo  
– pierwszy polski astronom



Galeria obłoków srebrzystych

OBEJRZYJ RAZEM  
ZE SWOIMI UCZNIAMI!

nowy program telewizyjny  
o astronomii i badaniach kosmosu

# ASTRONARIUM

odcinki popremierowe  
[www.youtube.com/c/AstronariumPl](http://www.youtube.com/c/AstronariumPl)

emisje  
jesienią 2016 w TVP3  
w środy g. 15.35 i 24.50,  
w czwartki g. 9.30  
(na przemian premiery i powtórki)  
w TVP Polonia w środy g. 15.55  
w TVP 1 i TVP1 HD  
w piątki g. 8.35,  
w soboty g. 10.35

[www.astronarium.pl](http://www.astronarium.pl)

[facebook.com/AstronariumTVP](http://facebook.com/AstronariumTVP)

Niekomercyjne pokazy publiczne  
w szkołach, uczelniach, podczas wykładów  
i imprez popularyzujących astronomię  
wolne od jakichkolwiek opłat.

produci programu

partner medialny

dofinansowanie produkcji



Urania  
POSTĘPY ASTRONOMII



Ministerstwo Nauki  
i Szkolnictwa Wyższego

# URANIA – NASZA MUZA

dla szkół, uczelni oraz miłośników astronomii i amatorów nocnego nieba

Dawno, dawno temu, jeden jedyny raz w powojennej historii ministrem edukacji był... astronom. Czy to dlatego, jak przekonywał Robert Głębocki, że astronomia jako źródło całej kultury i tak tkwi we wszystkich przedmiotach, od matematyki i fizyki, poprzez język ojczysty, historię do religii, czy też może przez jakiegoś diabelka wyskakującego z kałamarza, nasz minister wziął pióro i podpisał... likwidację astronomii w szkole. Próźne zdawały się adresowane do ministra protesty środowiska podpisywane przez ówczesnego prezesa Polskiego Towarzystwa Astronomicznego, ... Roberta Głębockiego. Robert przez wiele lat był dla mnie wzorem uczonego, najzdolniejszym chyba astronomem z pierwszych pokoleń wykształconych w Toruniu. To niesłychane, był niestrudzonym pedagogiem, jednym z budowniczych Uniwersytetu Gdańskiego, założycielem jednych z pierwszych społecznych szkół w Polsce, gdzie dziś znakomicie działa obserwatorium jego imienia. Potem, kiedy spotykaliśmy się jako jurorzy — również gdy był ministrem — na Ogólnopolskim Młodzieżowym Seminarium Astronomicznym w Grudziądzu, dzieląc pokój w gierkowskiej „pięcioczarnodziurowej” Bursie, chyba już móglbym go nazwać starszym przyjacielem. Zresztą, nie tylko ja! Był duszą każdego astronomicznego towarzystwa i pośmiertnie laureatem Medalu Zonna.

Potem było już tylko gorzej i gorzej... Nie powiodła się próba wpisania astronomii w podstawy programowe różnych przedmiotów, pewnie dlatego, że po 11 miesiącach Robert przestał być ministrem, a nikt po nim o jego ideach nie pamiętał. I tak dzisiaj, nasz przyjaciel, metodyk, Czesław Stawikowski znalazł na 380 stronach obowiązującej podstawy programowej na wszystkich etapach edukacyjnych słowo „astronomia” 4 razy, słowo „Kopernik” 7 razy, a słowo „gwiazda” 5 razy tylko na IV etapie edukacyjnym. Brak w podstawie programowej słów: teleskop, luneta, Heweliusz. Co ciekawe, degradacja nauczania nie dotyczy tylko astronomii, jeśli słowo „Wisła” pojawia się jeden (sic!) raz, podobnie jak „odra” (jako... choroba).

Nie ma się co oszukiwać, wszystkie reformy struktury szkolnictwa, unifikacja przedmiotów i zmiany podstawy programowej ostatnich 25 lat obróciły w ruinę nauczanie przedmiotów matematyczno-przyrodniczych. Dostrzegają to wszyscy nauczyciele akademicki wydziałów przyrodniczo-matematycznych i technicznych uniwersytetów i politechnik. Często cały semestr albo dwa trzeba poświęcić na studiach na nadrobienie tego, co jeszcze kwartał temu powinien wiedzieć każdy maturzysta. A cóż dopiero slegać czasów, kiedy blisko 100 lat temu 3 maturzystów zakładało... „Uranię”. Tragiczne na poziomie wykształcenia ogólnego jest zupełne nierozumienie przez współczesną młodzież obowiązujących w świecie relacji skutkowo-przyczynowych. To również mój dramat osobisty, bo obydwie córki właśnie pobierają edukację w gimnazjum i liceum.

Zapowiadana przez Ministerstwo Edukacji Narodowej reforma systemu szkolnictwa (4+4+4 lata) w tym powrót do pierwotnych, odpowiadających dyscyplinom naukowym nazw przedmiotów szkolnych, wielu z nas odebrało jak światelko w tunelu. Po ratunek udaliśmy się — Czesław Stawikowski i Robert Szaj z PTMA (na skrajach zdjęcia) i ja (jako przedstawiciel PTA) — do samej pani minister Anny Zalewskiej. Wizytę wspierał poseł Leonard Krasulski (w środku). Rozmowa była bardzo konstruktywna i dobrze rokująca. Jest wielka nadzieja, że przedmiot „Astronomia i badania kosmiczne” (lub podobny) pojawi się najpierw w liceach, potem w technikach i być może zreformowanych szkołach podstawowych. Wielu kolegów zwarło szyki i przygotowało projekty odpowiednich dokumentów.

Czekamy zatem na sygnał z Ministerstwa. Jestem optimistą. Argumenty mamy solidne i uczciwe, a astronomia jest całkowicie apolityczna. Nie tak dawno przecież podobną wizytą w innym ministerstwie przy wsparciu posła partii rządzącej przypomnieliśmy o ESO. No i przecież jesteśmy w ESO!

Maciej Mikołajewski  
w Warszawie 13 lipca 2016 r.



# Urania

POSTĘPY ASTRONOMII

(PL ISSN 1689-6009)

Dwumiesięcznik poświęcony upowszechnianiu wiedzy astronomicznej. Czasopismo powstałe w roku 1998 z połączenia „Uranii” (ISSN 0042-0794) — dotychczasowego miesięcznika Polskiego Towarzystwa Miłośników Astronomii, ukazującego się od 1920 r. i „Postępów Astronomicznych” (ISSN 0032-5414) — dotychczasowego kwartalnika Polskiego Towarzystwa Astronomicznego, wychodzącego od 1953 r. Zachowana zostaje dotychczasowa numeracja „Uranii”.

Nakład: 3000 egz.

## Zespół Redakcyjny:

Wieńczysław Bykowski, Krzysztof Czart, Jacek Drążkowski (grafika, skład), Mateusz Krakowczyk, Maciej Mikołajewski (redaktor naczelny), Marek Muciek, Roman Schreiber, Marek Substyk

## Współpraca:

Jan Desselberger, Tadeusz Figiel, Sylwester Kołomański, Michał Kusiak, Sebastian Soberiski, Robert Szaj, Adam Tomaszewski, Janusz Wiland, Łukasz Woźniak, Karolina Zawada, Przemysław Żoładek

## Korekta językowa:

### Adres Redakcji:

Urania, Centrum Astronomii UMK  
ul. Gagarina 11, 87-100 TORUŃ  
tel. 509 44 17 17  
fax. (56) 611 30 09  
e-mail: redakcja@urania.edu.pl

### Adres WWW:

http://www.urania.edu.pl

### Dystrybucja, sekretariat:

Joanna i Ernest Świerczyńscy,  
tel. 698 55 61 61

e-mail: urania@urania.edu.pl

Cena Uranii w prenumeracie 10 zł

Prenumerata roczna 60 zł

Bank Millennium S.A. o/Toruń  
Nr 44 1160 2202 0000 0000 5530 5241

Prenumerata dla szkół 30 zł/rok szkolny  
i numer specjalny dofinansowane przez



Ministerstwo Nauki  
i Szkolnictwa Wyższego

## 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: zarzad@ptma.pl

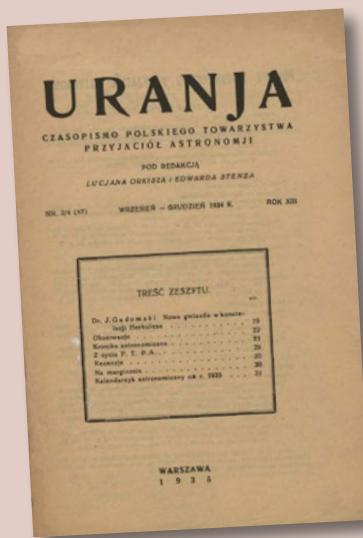
\* ARTYKUŁY I MATERIAŁY OKAZJONALNE TRAKTOWANE SĄ JAKO WOLONTARIAT AUTORÓW NA RZECZ WŁASNEGO ŚRODOWISKA ASTRONOMÓW, MIŁOŚNIKÓW ASTRONOMII I CAŁEGO SPOŁECZEŃSTWA \* MATERIAŁÓW NIE ZAMÓWIONYCH REDAKCJA NIE ZWRACA \* ZASTRZEGA SIĘ PRAWO DO REDAGOWANIA ISKRACANIA TEKSTÓW \* PRZEDRUK MATERIAŁÓW TYLKO Z ZGODĄ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

## DRUKARNIA

**GRAFFITI BC**

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

## Dawno temu w... „Uranii”



### Zgon wybitnego astronoma

W listopadzie 1934 r. zmarł na zapalenie płuc, w wieku 63 lat, dyrektor obserwatorium w Lejdzie, prof. dr. Willem de Sitter, jeden z najwybitniejszych uczonych współczesnych. Do najważniejszych prac de Sittera należy zaliczyć jego prace nad teorią względności oraz teorią rozszerzania się Wszechświata, której był głównym twórcą, Obserwatorium Lejdjskiem, zaliczanem do najczynniejszych i najlepiej zorganizowanych placówek astronomicznych w Europie, kierował Zmarły od roku 1919.

### Sprawozdanie

Roczne sprawozdanie „American Association of Variable Star Observers” wykazuje za rok 1933 czynnych 111 obserwatorów, którzy dokonali w sumie 36140 obserwacji. Największą aktywność wykazał w okresie sprawozdawczym Lacchini (4521 obs.), Jones (4194 obs.) oraz znany odkrywca komety, Peltier (3151 obs.).

### Z działalności Obserwatorium na Mount Wilson

Ze sprawozdania za rok 1933 tego obserwatorium podajemy kilka danych. W roku sprawozdawczym fotografowano Słońce podczas 309 dni, uzyskując w sumie 1007 spektrogramów. Prof. E. Hubble, znany badacz świata mgławic pozagalaktycznych, dowiodł, że liczba osiągalnych przy pomocy fotografii mgławic pozagalaktycznych wzrasta proporcjonalnie do czasu ekspozycji. Przy pomocy 2 1/2 metrowego teleskopu otrzymał on obrazy mgławic 20.<sup>m</sup>0 już po upływie jednogodzinnej fotografii. W Koronie Północnej odkrył on gromadę mgławic pozagalaktycznych, złożoną z 600 tych utworów o jasności fotograficznej przeważnie 19.<sup>m</sup>5 Pokrywa ona odcinek sfery niebieskiej o średnicy 30°. Odległość tych mgławic jest rzędu 120 milionów lat

## W AKTUALNYM NUMERZE

### Dawno temu w... „Uranii”

4

### Kronika

### kwiecień — maj 2016

6

8

Andrzej Strobel, Józef Szudy

## Witelo — pierwszy polski astronom

Witelo był pierwszym astronomem w dziejach Polski, i to od razu o międzynarodowej, wielowiekowej sławie. Jego działalność znacznie poszerza polski wkład w rozwój intelektualny Europy — od jej początków. Niestety, w wyniku nieporozumień i często przeklamań został zapomniany — także w Polsce.

## Proxima Centauri ma w ekosferze planetę o masie ziemskiej!

16

### Przeczytane w *Nature* i *Science*

### Książycowe nowości

18

### Czytelnicy obserwują

22

Jarosław Grzegorzek

## Supernowe kwitną w moim ogrodzie

Czy biorąc pod uwagę poszukiwania supernowych w innych galaktykach przez obserwatoria na całym świecie, mamy jeszcze jakiekolwiek szanse na własne, amatorskie odkrycie z przydomowego, podmiejskiego ogródka tu, w Polsce? Autor postanowił to sprawdzić. Od kwietnia 2014 r. prowadzi własny program poszukiwania supernowych, który dotychczas zaowocował 4 odkryciami.

### W kraju

## Zamknięcie ostródzkiej sekcji astronomicznej

29

### Astronomia w szkole

## Policzcie gwiazdy razem z nami

30

### Ciekawe strony internetowe: *Encyclopediа астронautica*

32

### Astronawigacja

36

Józef Gawłowicz

## Metoda wysokościowa

Po wprowadzeniu do użycia sekstantu i chronometru przyszedł czas na udokonalenie metod wyznaczania pozycji — stało się to w XIX wieku, a twórcy nowego podejścia to kapitanowie Thomas Hubbard Sumner i Marcq Saint-Hilaire.

## **W skrócie**

Detekcja tranzytu egzoplanety przez polskiego miłośnika astronomii	33
Projekt ARISS ponownie czeka na zgłoszenia od szkół	33
10 lat czasopisma dla nauczycieli <i>Science in School</i>	33
Sonda Juno dotarła do Jowisza	40
Dzięki astronomii określono porę roku powstania starożytnego wiersza Safony	41
Planeta karłowata 2007 OR10 jest większa, niż sądzono	41
W Irlandii i USA powstały trzy nowe parki ciemnego nieba	41
Jedno z mórz na Tytanie zawiera sam metan	42
Odkryto trzy planety idealne do poszukiwania na nich oznak życia	42
Zaobserwowano cykliczne zmiany w atmosferze księżyca Jowisza	43
<b>Astrofotografia amatorska: Galeria obłoków srebrzystych</b>	34
<b>Spacerkiem po Księżycu</b>	
Z wizytą u Kopernika	44
<b>Szkoła astropejzażu</b>	
Najczęstsze błędy w fotografii ruchu gwiazd ( <i>startrails</i> ) raz jeszcze	46
<b>Komeciarz</b>	
Komety trzydziestolecia	48
<b>CYRQLARZ No 218</b>	
Perseidy 2016 — pierwsze rezultaty	50
<b>Kącik olimpijczyka</b>	
LX Olimpiada Astronomiczna 2016/2017	54
Zadanie drugiej serii I stopnia LVIII Olimpiady Astronomicznej	55
<b>Młodzi badacze</b>	
Kosmiczne wrażenia z włoskich Alp	56
<b>Kalendarz astronomiczny: styczeń — luty 2016</b>	
<b>Niebo nad Polską we wrześniu i październiku 2016</b>	58
W gromadach bywa ścisł	62
<b>Astronomia i muzyka</b>	
Ponownie w Olsztynie	63
<b>Obserwator Słońca</b>	
Historia SOS PTMA — ciąg dalszy	64
AR 2546	65
Raport: maj — czerwiec 2016	65
<b>Krzyżówka</b>	66
<b>Astrożarty Jacka D.</b>	66
<b>Poczta</b>	69
<b>Zaproszenia (zloty, obozy, konkursy etc.)</b>	69

światła. — Humason wykrył dwie nowe gwiazdy w mgławicy Andromedy. — Pease, przy pomocy interferometru Michelsona o rozpiętości 13 m, pomierzył średnice:  $\alpha$  Scorpii (0.029),  $\alpha$  Bootis 0.<sup>0</sup>019,  $\alpha$  Ceti (0.<sup>0</sup>0115). Dla pomiaru szybkości radialnych gwiazd uzyskano 1650 nowych spektrogramów. — Pogodnych nocy było na szczytce góry 299, z czego najwięcej latem (w lipcu 30). — 1 1/2 metrowy teleskop był przeznaczony w piątki dla pokazów nieba, z których skorzystało 6435 osób. — Dla Plutona Dr. Baade wyznaczył jasność fotograficzną: 15.<sup>m</sup> 40. — Biblioteka obserwatorium wzrosła do 12271 numerów.

## **Gwiazda zmienna o najkrótszym okresie zmian blasku**

Odkrył ją w lipcu 1934 r. C. Hoffmeister w obserwatorium na Sonnenberg, stanowiącym oddział obserwatorium uniwersyteckiego w Berlin-Babelsberg. Odkrycia dokonał przy opracowaniu klisz z r. 1929. W sierpniu 1934 r. zbadano tę gwiazdę bliżej w Babelsbergu. Przebiega ona wszystkie fazy swych zmian blasku w rekordowo krótkim czasie, bo w ciągu zaledwie 88 minut, czyli 16 razy na dobę. Spadek blasku od maksymum do minimum jest bardzo szybki, gdyż odbywa się w ciągu 16 minut, przyczem blask gwiazdy spada od 10.<sup>m</sup> 0 do 10.<sup>m</sup> 7. Jest to krótkookresowa cefeida typu RR Lyrae.

*J(an). G(adomski). Kronika astronomiczna, Urania 3/4, 1934, pisownia oryginału.*

## **NA OKŁADCE**



Obłoki srebrzyste (NLC) widocznne 24 czerwca br. około godz. 1.00 CEST. Na pierwszym planie stacyjka meteorologiczna w Lidzbarku Warmińskim. Obecnie badane są związki występowania NLC z globalnymi zmianami klimatu. Fot. J. Drażkowski (Canon 600D, f/5, 42 mm, ISO 400, eksp. 5 s)

### KWIETIEŃ 2016

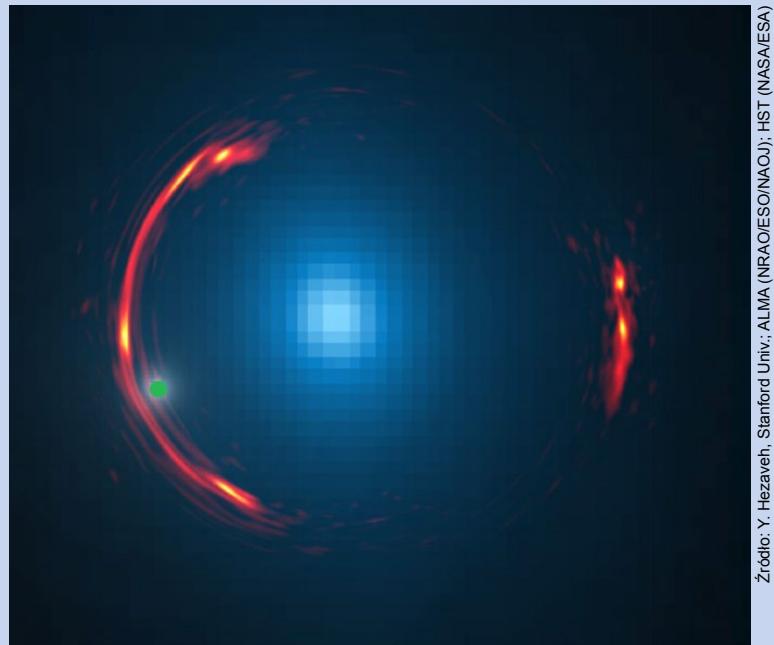
**1 IV** — Biały karzeł powstaje gdy gwiazda o masie początkowej  $< 10 M_{\odot}$  odrzuca wodorowo-helową otoczkę, odsłaniając węglowo-tlenowe lub tlenowo-neonowo-magnezowe jądro. Jednak odrobina helu, a najczęściej i wodoru zawsze pozostaje, tworząc cienką lecz nieprzezroczystą atmosferę. Taki był stan naszej wiedzy do wczoraj. Od dziś zamiast „zawsze” trzeba mówić „zwykle”. Odkryto bowiem pierwszego białego karła (o nazwie SDSS J1240+6710) z atmosferą tlenową (z domieszkami Mg, Ne i Si), ale bez śladu H i He. Jak powstał? To na razie zagadka.

**7 IV** — W efekcie drobiazgowej analizy śladów na niebie i Ziemi, wspartej wyrafinowanym modelunkiem komputerowym wydedukowano gdzie i kiedy miały miejsce ostatnie bliskie wybuchi supernowych. Bliskie, czyli mało, że w Galaktyce, ale nie dalej niż kilkaset lat św. od nas. Przedostatni wydarzył się 2,3 mln lat temu w odległości 290 lat św., a ostatni 1,5 mln lat temu 325 lat św. od Ziemi („Urania” 3/2016 s. 15). Oba były skutkiem zapaści masywnych gwiazd, więc w maksimum musiały osiągnąć jasność ok.  $-10^m$  ( $\pm$  parę mag.). Żaden przedstawiciel gatunku *Homo sapiens* nie miał jeszcze szczęścia oglądać takiego fajerwerku.

**12 IV** — Rosyjski magnat Jurij Milnierz (z wykształcenia fizyk), który rok temu przekazał 100 mln \$ na ożywienie programu nasłuchu radiowego obcych („Urania” 5/2015 s. 7), wysunął kolejne 100 mln \$, tym razem na wstępne studia programu *Breakthrough Starshot*. Jego założeniem jest wysłanie roju małutkich próbników do systemu α Centauri. Miałby być rozlearedzone ciśnieniem światła laserów do prędkości 0,2c (więc podróż zajęłaby im tylko 20 lat), a każdy miałby kamerę, czujniki i nadajnik, choć ważyłby tylko ok. 1 g. Na razie to czysta fantastyka, ale pieniadze prawdziwe.

**14 IV** — Znaleźć igłę w stogu siana to żaden problem, gdy igła się błyszczy, a stóg można rozgrzebać. Znaleźć niewidzialną igłę w stogu, który ledwo mający na horyzoncie — to dopiero sztuka! A to się właśnie udało. Galaktyka SDP.81 (niebieska mgiełka w centrum obrazu powyżej), działając jak soczewka grawitacyjna tworzy obraz innej galaktyki, leżącej daleko za nią (czerwone łuki). Modele komputerowe pokazały, że aby powstał taki obraz, w halo SDP.81 musi znajdować się zbudowana głównie (lub wyłącznie) z ciemnej materii galaktyka karłowata o masie  $10^9 M_{\odot}$  (zielone kółko). Drobiazg, ale cieszy, bo przy każdej dużej galaktyce powinno być mnóstwo takich karłów, a dotychczas ich raczej nie było widać.

**19 IV** — Do listy czterech uznanych planet karłowatych, krąż-



Źródło: Y. Hezaveh, Stanford Univ.; ALMA (NRAO/ESO/NAOJ); HST (NASA/ESA)

jących poza orbitą Neptuna, a są to: Pluton, Eris, Haumea i Makemake, wkrótce pewnie trzeba będzie dołączyć piąty. Obiekt 2007 OR<sub>10</sub> (wciąż bez nazwy) okazał się znacznie ciemniejszy (albedo tylko 9%), a więc i większy niż sądzono. Jego średnica szacowana jest obecnie na ok. 1500 km, co plasuje go na trzecim miejscu w tym towarzystwie (rys. poniżej). Obecnie jest 87 j.a. od Słońca i wciąż się oddala. Do peryhelium w okolicach orbity Neptuna powróci w XXIV w.

**25 IV** — Z wspomnianych wyżej transneptunowych planet karłowatych tylko Makemake nie miała dotychczas znanej nam księżyca. Już ma. Tymczasowo nazwano go MK2. Pojawił się na zdjęciu wykonanym teleskopem Hubble'a jako plamka 1300 razy słabsza od planety. (lewa strona fot. na sąsiedniej stronie). Dwa dni później już go nie było (strona prawa). Może skrył się za planetą? Dalszych obserwacji na razie nie ma.

### MAJ 2016

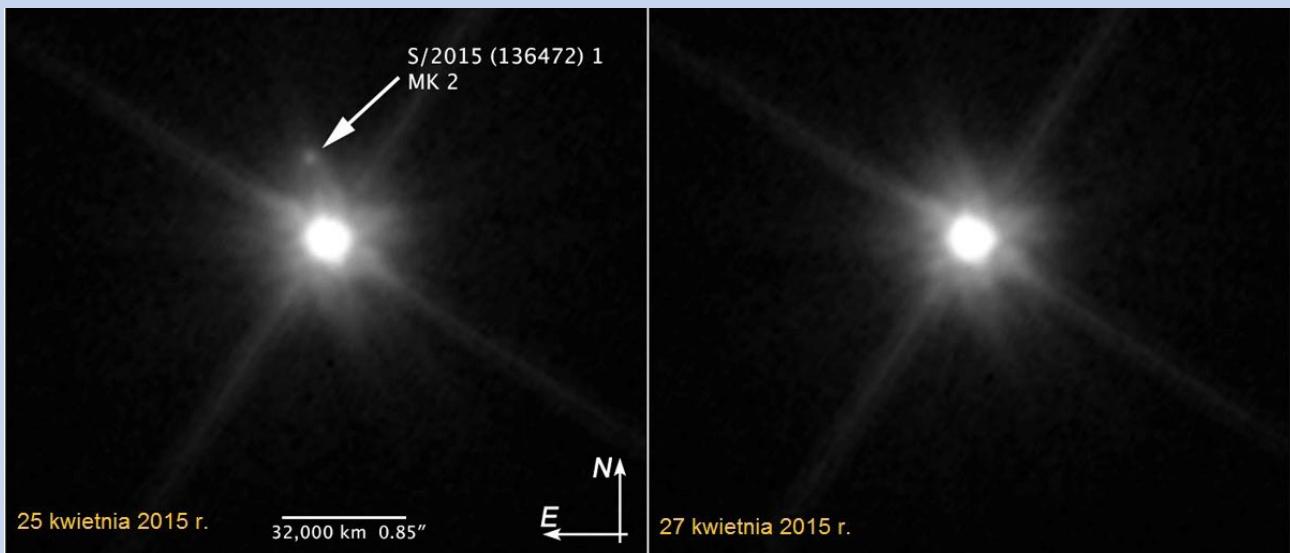
**2 V** — Gwiazda TRAPPIST-1 jest bardzo chłodnym czerwonym karzem (typ widmowy M8, temperatura efektywna 2550 K), o masie zaledwie  $0,08 M_{\odot}$ . Poniżej tej masy są już brązowe karły. Jest najmniejszą gwiazdą, przy której odkryto planety. Jest ich 3 i mają rozmiary podobne do Ziemi. (zob. s. 44 w tym numerze „Uranii”). A dotychczas wątpiono, że tak małe gwiazdy w ogóle mogą mieć układy planetarne. Mogą.



Źródło: Konkoly Observatory/András Pál, Hungarian Astronomical Association/Iván Éder, NASA/JHUAPL/SwRI

**9 V** — Przejście Merkurego na tle tarczy Słońca. W Polsce widoczne od wczesnego popołudnia do zachodu Słońca („Urania” 6/16, s. 18). Jeśli ktoś przegapił, to następną okazję będzie miał 11 XI 2019 r.

**10 V** — Opublikowano listę 1284 kolejnych potwierdzonych (z prawdopodobieństwem  $> 99\%$ ) planet pozasłonecznych, odkry-



Źródło: NASA, ESA, and Z. Levay (STScI), A. Parker

tych przez zakończoną 3 lata temu misję Kepler. Tym samym liczba egzoplanet na koncie Keplera osiągnęła 2325, a w sumie znamy już ponad 3400 takich obiektów, w 2600 układach. Ostatnia część katalogu „Keplera” jest jeszcze w przygotowaniu. (por. „Urania”, 3/2016 s. 43)

**17 V** — Próbnik New Horizons nie śpi. Po pełnym sukcesów przelocie obok Plutona zeszłego lata („Urania” 4/2015, s. 14, 16), zbadał kolejny obiekt z pasa Kuipera, 1994 JR1, choć odległość aż (a może raczej zaledwie) ponad 100 mln km. Udało się ustalić, że nie jest to, jak podejrzewano, odległy księżyc Plutona i wyznaczyć jego okres obrotu (5,5 godziny). Szacuje się, że przed planowanym na 2019 r. bliskim spotkaniem z 1994 MU69, New Horizons natknie się na jeszcze ok. 20 takich obiektów.

**23 V** — Wysunięto ciekawą hipotezę, dotyczącą starego problemu, znanego jako paradox słabego Słońca. 4 mld lat temu na Ziemi istniała woda w stanie ciekłym (czego dowodzi wiek najstarszych skał osadowych). Dlaczego nie zamrozała, skoro Słońce świeciło wtedy z 70% swojej obecnej mocy? Rozwiążanie podsufa badanie gwiazd podobnych do Słońca, ale w wieku młodzieżowym. Owszem, świeią słabiej, ale za to są ogromnie aktywne. Superwybuchy, jakie na Słońcu zdarzają się raz na 100 lat, tam są codziennością. Zapewne tak samo zachowywało się małe Słońce. Potężny strumień cząstek, docierając do ziemskiej atmosfery wzbogacał jej chemię, tworząc np. podtlenek azotu ( $N_2O$ ), gaz cieplarniany 300 razy silniejszy od  $CO_2$ , który z kolei chronił Ziemię przed wychłodzeniem. Być może przy okazji powstawały też kwasy nukleinowe RNA i DNA, zarodki życia?

**25 V** — W siedzibie Europejskiego Obserwatorium Południowego (ESO) podpisano wart 400 mln € kontrakt na budowę 85-m kopuły i montury dla 39-m teleskopu E-ELT (*European Extremely Large telescope*). Budowa na chilijskim szczytowym Cerro Armazones rozpocznie się w przyszłym roku (zob. „Urania” 5/2014, s. 6, „Urania” 4/2016, s. 43).

**27 V** — Przypominający hantle kształt jądra komety 67P/Czuriumow-Gierasimienko (fot. obok) nie jest wyjątkowy. Z 7 komet, dla których dostaliśmy wystarczająco wyraźne obrazy, aż 5 wykazuje podobną strukturę (choć nie tak jaskrawą). Widać jest to powszechny los komet okresowych: pływy powodowane przez Słońce i Jowisza, wspomagane odrzutem wywoływanym przez ulatujące z jądra gazy mogą tak je rozkręcić, że jest ono rozrywane przez siłę odśrodko-

wą. Tak powstałe dwa kawałki nie oddalają się jednak od siebie zanadto i po pewnym czasie znów się sklejają w kształt kartofla (jak 1P/Halley, 19P/Borrelly lub 103P/Hartley 2) albo nawet kaczki (jak 67P/Cz-G — por. „Urania” 6/2015, s. 7).

**27 V** — Wśród bogactwa związków organicznych znalezionych przez europejską sondę Rosetta w otoczcze komety 67P/Czuriumow-Gierasimienko odkryto również glicyne ( $H_2NCH_2COOH$ ), najprostszy z 20 aminokwasów białkowych. To pierwsza detekcja tego związku w kometach i pierwszy niewątpliwy dowód jego istnienia w kosmosie.

**28 V** — W galaktyce eliptycznej NGC 4125 (Smok) wybuchła supernowa nazwana SN 2016 coj. W chwili odkrycia miała jasność wizualną 15,5<sup>m</sup> i szybko jaśniła. Dwa tygodnie później osiągnęła 13<sup>m</sup> — do obejrzenia przeciętnym amatorskim teleskopem.

**31 V** — Nowe, szczegółowe badania skał księżycowych dowodzą, że woda, w śladowych ilościach obecna we wnętrzu Księżyca została tam naniesiona w ponad 80% przez meteoryty (głównie chondryty węgliste), a tylko w drobnej części przez komety. Potwierdza to wcześniej wyciągnięte wnioski co do pochodzenia ziemskiej wody.

Wybrał i skomentował: Marek Muciek



Źródło: ESA/Rosetta/NavCam – CC BY-SA IGO 3.0

**Kim był i dlaczego warto o nim pamiętać**

# **Witelio — pierwszy polski astronom**

Andrzej Strobel  
Józef Szudy

*Witelio był pierwszym astronomem w dziejach Polski, i to od razu o międzynarodowej, wielowiekowej sławie. Jego działalność znacznie poszerza polski wkład w rozwój intelektualny Europy — od jej początków. Niestety, w wyniku nieporozumień i często przekłamań został zapomniany — także w Polsce. A jego dzieła czytał Kopernik, Kepler, Leonardo da Vinci...*

*Przekład i opracowanie Księgi X Perspektyw, poświęconej m.in. zjawiskom optycznym w atmosferze i zagadnieniom astronomicznym ukazał się w roku 2015, ogłoszonym przez ONZ Międzynarodowym Rokiem Światła.*

## **REZOLUCJA**

Na posiedzeniu plenarnym 68. Sesji Zgromadzenia Ogólnego ONZ została przyjęta Rezolucja<sup>1</sup>, proklamującą rok 2015 *Międzynarodowym Rokiem Światła i Technologii Wykorzystujących Światło*. Uzasadnieniem wyboru roku 2015 było przypadające w nim milenium od chwili napisania przez arabskiego uczonego Ibn al-Haytham (w Europie bardziej znanego pod zlatynizowanym nazwiskiem Alhazena) około roku 1015 traktatu poświęconego optyce, zatytułowanego *Kitab al-Manazir (Książka o Optyce)*<sup>2</sup>. W trakcie tym Alhazen przedstawił opis matematyczny rozchodzenia się promieni świetlnych, włączając w to zjawiska odbicia i załamania. W Rezolucji ONZ wskazano również na szereg innych przypadających na rok 2015 „okrągłych” rocznic wielu zdarzeń i odkryć związanych z badaniami światła. Jednym z ważnych celów, które znalazły

się w programie Roku Światła jest walka z zanieczyszczeniami świetlnymi i emisją sztucznego światła w niebo. Podkreślono w niej, że troszcząc się o ciemne niebo, przyczynimy się do redukcji zużycia energii na Ziemi. Mając to na względzie, ideę Roku Światła poparła Międzynarodowa Unia Astronomiczna, która zwróciła uwagę na specyficzny aspekt zagadnienia ochrony obszarów naturalnego ciemnego nieba, traktując je jako dziedzictwo ludzkości. Nawiązanie Roku Światła do milenium traktatu Alhazena przywołuje pamięć największego popularyzatora dzieła Alhazena a równocześnie jednego z największych uczonych średniowiecza — pierwszego polskiego uczonego o wielowiekowej, międzynarodowej sławie — Witelona. Witelona w wieku XIII nie tylko rozwinął i spopularyzował myśl Alhazena, ale także znacznie przyczynił się do rozwoju optyki oraz astronomii w póź-

nym średniowieczu i na początku czasów nowożytnych. W tym aspekcie zupełnie nierozumiałą jest całkowity brak wzmianki o tej postaci w uzasadnieniu rezolucji.

## **ŻYCIE**

Postać Witelona otoczona jest nadal wieloma tajemnicami. Wobec całkowitego braku dokumentów jednoznacznie odnoszących się do postaci i życia Witelona, jego biografię i działalność odtworzono na podstawie strzelów informacji dotyczących samego Witelona, rozsianych w tych jego dziełach, które dotrwały do czasów obecnych. Niektóre uzyskano poprzez skojarzenia wymienionych w jego dziełach postaci, miejsc i zdarzeń<sup>3</sup>.

Witelio żył i działał w XIII wieku. Urodził się około roku 1230 prawdopodobnie w Legnicy (na Śląsku). Ojcem jego był kolonista z Turynii z miasta Żytyc (Ziz), matką Polka ze Śląska.

Sam Witelo przedstawiał się konsekwentnie jako Turyngo-Polak. Ziemię ojczystą, Śląsk, nazywał Polską. Tak prezentowali go wydawcy jego dzieła, a w powszechniej ówczesnej świadomości uchodził za Polaka.

Wykształcenie początkowo — w zakresie trivium i quadrivium — odebrał prawdopodobnie w Legnicy i Wrocławiu, po czym studiował nauki wyzwolone (Artium) w Paryżu a następnie prawo kanoniczne w Padwie, gdzie był również lektorem na wydziale sztuk wyzwolonych. Swoje badania i pisanie traktatów naukowych prawdopodobnie rozpoczął jeszcze w Paryżu, ale później głównie we Włoszech, w Padwie i podczas pobytu w kurii papieskiej w Viterbo. Oprócz działalności naukowej aktywnie uczestniczył także w dyplomacji jako wysłannik książąt śląskich i dworu królewskiego oraz cesarskiego w Pradze. Ostatnie lata życia Witelona są otoczone tajemnicą; zmarł w nieznanym miejscu i nieokreślonym bliżej czasie po roku 1281.

#### ROZPRAWY WITELONA<sup>4,5</sup>

Zainteresowanie i działalność naukowa Witelona koncentrowały się głównie na styku filozofii i badań światła (optyki). Witelo napisał szereg traktatów naukowych, z których do naszych czasów zachowały się w całości tylko dwa:

1. Napisany w Padwie, w formie listu do przyjaciela, Ludwika we Lwówku Śląskim pt. *De causa prymaria penitentiae In hominibus et de natura daemonum*, czyli „O najgłębszej przyczynie żalu za grzechy u ludzi i naturze demonów”.

Tekst tego listu został odkryty w latach 20. XX w. i wydany drukiem w 1979 r.

2. Dzieło poświęcone optyce „Perspektywa”.

Poza tym znamy tytuły kilku innych traktatów Witelona z informacji o nich zawartych w wyżej wymienionych rozprawach:

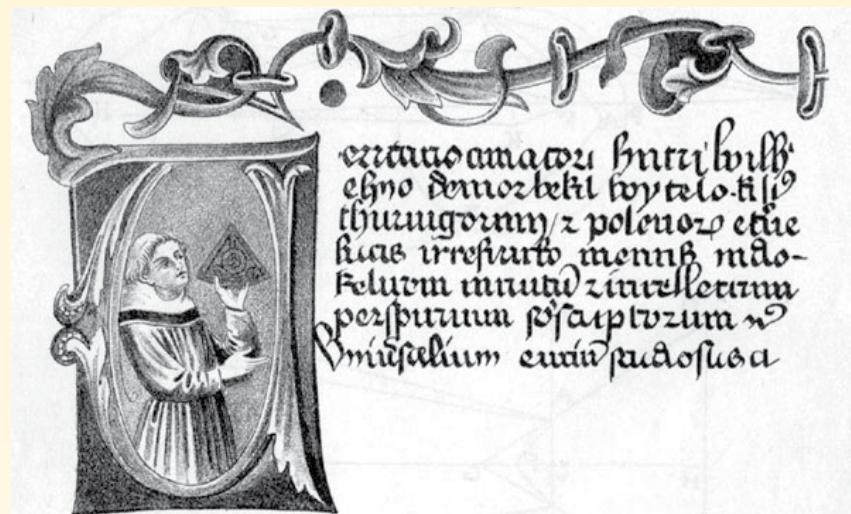
*De ordine Pentium* („O porządku bytów”),

*De elementis conclusionibus* („O wnioskach podstawowych”),

*Philosophia naturalia* („Filozofia przyrody”),

*Scientia motuum coelestium* („Nauka o ruchach niebieskich”),

*Naturales animae passiones* („Naturalne doznania duszy”),



Strona z rękopisu „Optyki” z miniaturą przedstawiającą Witelona; manuskrypt z końca XIII w.  
Źródło: <http://monika.univ.gda.pl/~literat/grafika/optyk.htm>

*De partibus Universi* („O częściach Wszechświata”).

#### PERSPECTIVA

Główne dzieło Witelona, *Perspectiva*, które rozsławiło jego imię przez kolejne cztery wieki, było poświęcone optyce. Poza rękopisami, zostało dwukrotnie wydane drukiem: pierwszy raz w roku 1535 w Norymberdze, w tej samej oficynie, w której osiem lat później wydano „O Obrotach” M. Kopernika. Warto zauważyć, że w 1539 r. Georg Joachim Retyk, odwiedzając we Fromborku Kopernika, podarował mu egzemplarz tego wydania. W czasie „potopu” Szwedzi wywieźli ten egzemplarz z Polski i obecnie znajduje się on w zbiorach Uniwersytetu w Upsali. W roku 1551 w tej samej oficynie w Norymberdze ukazał się przedruk tego wydania.

Kolejne wydanie drukiem nastąpiło w roku 1572 r. w Bazylei, przez właczenie tego traktatu, jako głównej części, do dzieła zatytułowanego „Skarbiec Optyki”, wydanego przez Fryderyka Risnera za namową matematyka francuskiego Petrusa Ramusa. Wspólnie z dziełem Witelona wydano w tym samym woluminie pracę Alhazena *De aspectibus*, któremu Risner nadał grecki tytuł „Optyka”. Tekst „Perspektywy” Risner przeanalizował krytycznie, ale umieszczając ją w swoim wydaniu po „Optyce” Alhazena, wywołał na wiele lat wrażenie, że Witelon był prostym naśladowcą Alhazena.

Dzieło Witelona pod pełnym tytułem *Perspectivorum libri X* było monografią i obejmowało całokształt greckiej, arabskiej i współczesnej Wi-

telonowi nauki o optyce. Stanowiło też jedno z najobszerniejszych dzieł w historii tej dziedziny. Witelo zajmuje się w nim nie tylko optyką geometryczną, ale i budową oka i mechanizmem wiedzenia a także optyką meteorologiczną. „Perspektywa” była traktowana jako główny podręcznik akademicki w największych uniwersytetach europejskich i zapewniła Witelonowi wieleowiekową sławę do początków XVII wieku. Korzystali z niego najwięksi uczeni przez kilkaset lat. Stworzyło ono pomost dla powstania i rozwoju nauki nowożytnej. Pośrednim potwierdzeniem jego znaczenia i popularności jest fakt, że do czasów obecnych udało się już znaleźć przeszło 20 rękopisów dzieła rozsianych po całej Europie<sup>3</sup>.

Traktat o optyce Witelo napisał prawdopodobnie w okresie 1270–1274, podczas pobytu na dworze papieskim w Viterbo, w czasie prawie trzyletnich oczekiwani na wybór papieża po śmierci Klemensa IV. Tam poznął i zaprzyjaźnił się z Wilhelmem z Moerbeke (z Holandii), spowiednikiem papieskim i tłumaczem dzieł starożytnych z greki na łacinę. Przekładów takich dokonał Wilhelm osobiście także dla Witelona. Pod wpływem Wilhelma, za jego namową i przy jego wsparciu, Witelo podejmuje pracę nad „Perspektywą”, którą zresztą dedykuje Wilhelmowi.

Przedmiotem „Perspektywy” jest głównie tzw. optyka geometryczna. Witelo w swym dziele przeszedł od aksjomatów i twierdzeń geometrycznych do ich zastosowań w prawach optycznych załamania i odbicia.

Dzieło Witelona składa się z 10 ksiąg.

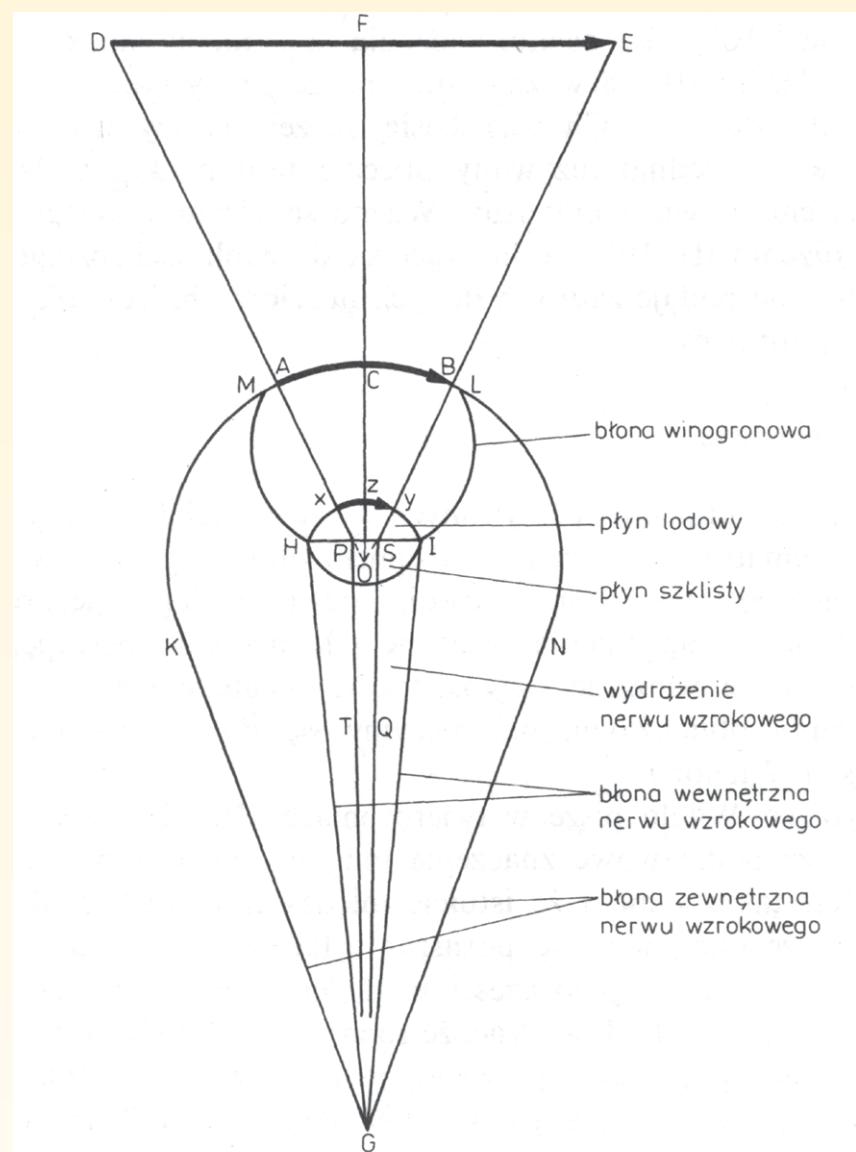
W Księdze I są zawarte podstawowe twierdzenia trygonometrii wykorzystane w kolejnych twierdzeniach i dowodach. Niektóre z twierdzeń geometrycznych, autorstwa Witelona, są jego oryginalnym wkładem do geometrii. Księga II stanowi kompleksowy przegląd zagadnień poruszanych w pozostałych księgach. W Księdze III przedstawia budowę oka, mechanizm powstawania obrazu oraz aspekty psychologii i fizjologii widzenia. Księgę IV Witelo poświęcił widzeniu przedmiotów bezpośrednio i błędem postrzegania. Omówił w niej również zagadnienia perspektywy w malarstwie. Z tej części korzystał m.in. Leonardo da Vinci w swojej „Historii Malarstwa”. Na podstawie treści Księg III i IV, gdzie rozwinał teorię widzenia, Witelo wszedł także do historii medycyny. W Księgach V–IX omówione są zjawiska odbicia i widzenie przy użyciu zwierciadeł, w Księdze X zjawiska załamania, widzenie w świetle załamany oraz pewne aspekty optyki atmosfery a także niektóre zagadnienia astronomiczne.

## ASTRONOMIA WITELONA

Główne dzieło Witelona „Perspektywa” dotyczy światła, a więc w rozumieniu współczesnym, optyki geometrycznej. Co zatem uzasadnia i usprawiedliewia uznanie Witelona za astronoma?

Opinię o Witelonie jako najdawniejszym polskim astronomie wyraził Aleksander Birkenmajer<sup>5</sup>, a powtórzył m.in. Stanisław R. Brzostkiewicz w swoim krótkim artykule umieszczonym w 1963 r. w „Urani”<sup>6</sup>, podając w nim kilka szczegółów z życia i twórczości tego uczonego, ale ograniczając się tylko do przypomnienia jego wkładu do optyki, nie akcentując jego działalności *explicite* astronomicznej. Opinia o Witelonie jako pierwszym polskim astronomie znalazła również swoje odbicie w „Historii Astronomii Polskiej”<sup>7</sup> gdzie czytamy:

*Działalność naukowa Witelona dotyczyła czterech dziedzin: fizyki z optyką na czele, filozofii, matematyki i astronomii. Ta ostatnia dziedzina (astronomia) była prawdopodobnie szerzej omówiona w zredagowanym przez Witelona, w formie listu, traktacie „De partibus universi”, w jego dziele „Philosophia naturalis” poświeconym częściowo meteorologii oraz w piśmie „Scientia*



Rys. 1. Powstawanie obrazu w oku wg mechanizmu opisanego przez Witelona. DFE — oglądany przedmiot; ACB — jego odwzorowanie na powierzchni widzenia, XZY odwzorowanie przedmiotu na przedniej powierzchni kuli lodowej. O — środek oka. DAXPT i EBYSQ — linie rozprzestrzeniania się form dających wyraźne widzenie punktów D i E (są one prostopadłe do powierzchni rogówki i przedniej powierzchni płynu lodowego); HI — powierzchnia rozgraniczająca płyn lodowy i szklisty, G — punkt środkowy nerwu wspólnego; ML — powierzchnia rogówki; FCZO — linia prostopadła do powierzchni rogówki, przedniej powierzchni płynu lodowego i powierzchni rozgraniczającej płyn lodowy i szklisty. Źródło: Perspektywy Księga II i III

*motuum caelestianum” zapewne poruszającym już cały zespół zagadnień (jednoznacznie) astronomicznych. Żadne z tych pism nie dotrwało do naszych czasów. Z wymienionych dwóch ostatnich traktatów, podał Witelo kilka cytowań w swoim głównym dziele o Optyce.*

*Na podstawie treści tego optycznego dzieła możemy odtworzyć w ogólnych zarysach astronomiczne poglądy, wiele i działalność Witelona.*

Według Birkenmajera, dwie rozprawy Witelona poświęcone astronomii, mianowicie *De partibus Universi* („O częściach Wszechświata”) i *Scientia motuum coelestium* („Nauka o ruchach niebieskich”), Witelo napisał w latach 1262–1273, a więc przed na-

pisaniem *Perspektywy*<sup>5</sup>. Ze względu na to, że nie odnaleziono dotąd żadnych wiarygodnych informacji o rozprawach dotyczących astronomii napisanych przez kogokolwiek z Polski przed rokiem 1273, można — na podstawie ustaleń Birkenmajera — uznać Witelona za pierwszego polskiego uczonego zajmującego się astronomią. Jarosław Włodarczyk<sup>8</sup>, przedstawiając dzieje astronomii w Polsce, pisze o „dwóch uczonych europejskiego formatu, którzy wywodzili się ze Śląska” i obaj w XIII wieku — mając na myśli Witelona i Franka z Polski. Według ustaleń Włodarczyka — i wcześniejszych Birkenmajera — traktat Franka z Polski został napisany w Paryżu przed lipcem

1284 r., a więc później niż dzieła Witelona. Poza tym, Franko był prawdopodobnie uczniem Witelona.<sup>6</sup>

W „Perspektywie” można znaleźć szereg treści, które nawet w rozumieniu współczesnym dotyczą zagadnień astronomicznych<sup>9</sup>. Podawane treści astronomiczne Witelo odnosi albo do własnych traktatów, albo do powszechnie uznawanych autorytetów z tej dziedziny — głównie Arystotelesa, Ptolemeusza i Mesahalli. W większości jednak przypadków, mimo że korzystał z wyników innych autorów, to ich nie cytował.

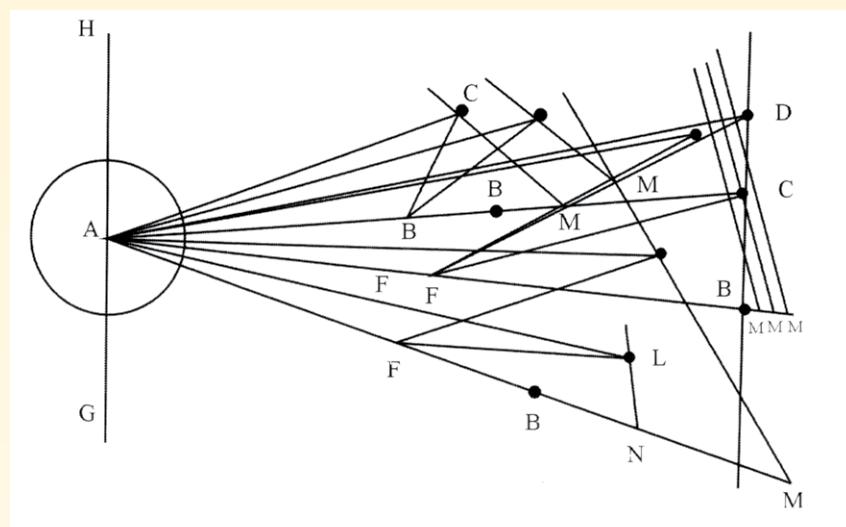
W Księdze IV (Twierdzenie 77) Witelo mówi o ruchu Księżyca wokół Ziemi i powstawaniu faz Księżyca w wyniku zmian obserwowanej, oświetlonej jego części — różnego wzajemnego ułożenia stożków oświetlenia i widzenia. Stwierdza też, że planety widzimy dzięki odbiciu od nich światłu słonecznemu, ale nie obserwujemy faz tych planet tak jak Księżyca, w wyniku ich znaczących odległości. Powołuje się tu na arabskiego astronoma — Messahali, żyjącego na przełomie VII/VIII w. Kwadry dla planety Wenus zaobserwował dopiero Galileusz, używając skonstruowanej przez siebie lunety. Dalej, typowo dla swoich czasów przyjmuje, że ciała niebieskie i Księżyce mają pewną gęstość — przezroczystość. Na przykład w Księdze X (Twierdzenie 50) stwierdza, że przezroczystość ciała niebieskiego jest rzadsza niż przezroczystość powietrza i ognia (Alh. VII,16).

W Księdze X (Twierdzenie 52) Witelo mówi o średnicach gwiazd (planet) — mając na myśli ich rozmiary kątowe, ale przyjmując oczywiste za realne ich rzeczywiste rozmiary.

W Księdze X (Twierdzenie 59) czytamy: *Przyjawszy... co w innym miejscu wykazali starożytni i ja, że ciało Słońca jest większe niż ciało Ziemi.* Wydawcy piszą w dopisku o dziele *In Astronomicis* — niewiadomego autora. Być może to stwierdzenie wynikało z jego własnych pomiarów. Podaje też odległość od Słońca do Ziemi równą 1200 promieniom Ziemi.

W Księdze X (Twierdzenie 60) Witelo mówi o cieniu Ziemi w przestrzeni w postaci stożka... i że przejście stożka tego cienia przez Księżyca wywołuje jego zaćmienie.

W Księdze X Twierdzenie 69 ma brzmienie: *Bieg ciał błądzących (pla-*



Rys. 2. Tęcza jako produkt skomplikowanych, wielokrotnych odbić i załamania promieni światła w tzw. „wilgotnych oparach”, tzn. małych kroplach wody w chmurach. Rozważania Witelona są ilustrowane twierdzeniami odnoszącymi się do geometrii zjawiska. Opierając się na geometrii i rozszerzonej przez siebie aristotelesowskiej fizyce Witelon nie był jednak w stanie podać właściwego wyjaśnienia powstawania tęczy — pierwsze zadowalające wyjaśnienie zjawiska tęczy podał w roku 1637 Kartezjusz, ale kolory udało się wyjaśnić dopiero dzięki Newtonowi w trzydziestce lat później. Źródło: Perspektywy Księga X

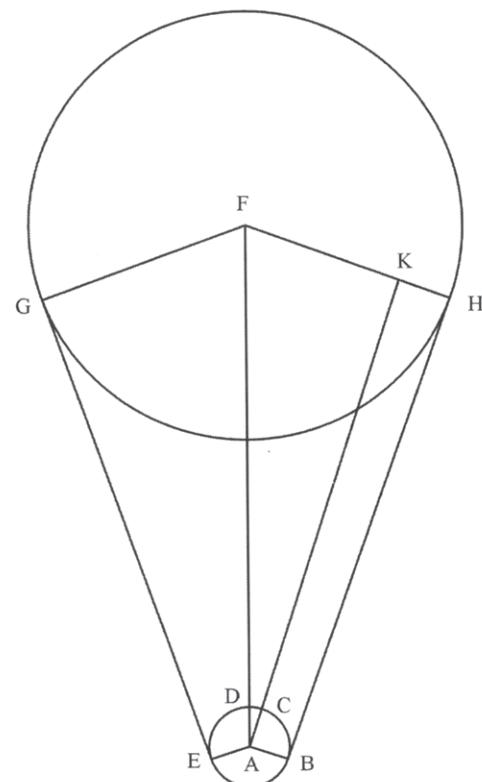
*net) jest ograniczony do części, w której kończy się punkt skrajny zodiaku — mając na myśli ekleptykę.*

W Księdze X (Twierdzenie 77), chociaż wyraźnie nie cytuje Ptolemeusza, to podaną przez niego wartość  $23^{\circ}51'$  nachylenia ekleptyki do równika bierze od niego.

W wielu twierdzeniach Witelo poprawnie posługuje się terminami astronomicznymi, pojęciem „wielkości” gwiazdowych, południka lokalnego, równika, ekleptyki. Zdawał on sobie doskonale sprawę — czego dowodzi w kilku miejscach — z olbrzymiej odległości przestrzennej między Ziemią a sferą gwiazd stałych. Cytuje w takich przypadkach swój traktat *De partibus Universi*.

Witelco przyjmuje także, jako oczywiste, że ciała niebieskie, przebywające w świecie nadksiążycowym, posiadają określona przezroczystość, należącą do żywych jestestw duchowych i złożone są z duszy i z właściwego ciała niebieskiego. Przykładami takich ciał są dla Witelona także Słońce i Księżyce. Ziemia, należąca do podksiążycowej, niższej strefy układu kosmicznego, gdzie ciała stanowią związki czterech elementów: ziemi, wody, ognia i powietrza,

(w przypadku Ziemi z przewagą ziemi i wody) stanowi środek całego świata, a jej środek jest niepodzielny i nieruchomy. Jest rzeczą godną podkreślenia, że Witelo znał takie instrumenty astronomiczne, jak astrolabium, sfera armilarna oraz kwadrant i poprawnie potrafił się tymi przyrządami posługiwać. Jednakże podawanie wymienionych treści astronomicznych może



Rys. 3. Ilustracja twierdzenia, że Słońce będąc większe od Ziemi, oświetla ją na powierzchni większej od półkuli. Źródło: Perspektywy Księga X

równie dobrze wskazywać na dobrą znajomość XIII-wiecznej astronomii, a niekoniecznie na astronomiczną działalność Witelona.

We fragmencie „Historii Astronomii w Polsce” dotyczącym astronomicznej działalności Witelona<sup>7</sup> czytamy dalej:

*O astronomicznym wykształceniu i działalności na tym polu Witelona świadczyć więc mogą następujące fakty:*

*1) Napisanie przynajmniej dwóch dzieł o treści astronomicznej (Departibus Universi i Scientia motuum caelestium),*

*2) znajomość Almagestu Ptolemeusza,*

*3) tablic i instrumentów astronomicznych,*

*4) zajmowanie się rozmiarami ciał niebieskich i ich odległościami przestrzennymi,*

*5) próba wyjaśnienia przenoszenia wpływów świata nadksiążycowego na świat podksiążycowy za pomocą fizycznej teorii światła,*

*6) wyjaśnianie niektórych zagadeń z zakresu optyki meteorologicznej.*

Trzeba jednak pamiętać, że dowody na astronomiczną działalność Witelona ograniczone wyłącznie do hasel zgodnych ze współczesnym rozumieniem takich badań mogą nie odzwierciedlać w pełni astronomicznych aspektów jego działalności. Przykładem tego może być działalność wymieniona w punkcie 5 powyższej listy, gdzie zwrócono uwagę na rolę świata jako przekaźnika informacji o obiektach niebieskich.

Jakie zatem fakty przemawiają za astronomiczną działalnością Witelona i pozwalają uznać go rzeczywiście za astronoma? Jaki był związek jego działalności z badaniami astronomicznymi?

Okazuje się, że odpowiedź na pytania o astronomiczną działalność Witelona ściśle wiąże się z motywacją podjęcia przez Witelona, prawnika od prawa kanonicznego, badań świata i skupienia uwagi na optyce. I odpowiedź ta zdaje się tkwić w filozoficznych i kosmologicznych poglądach Witelona.

## FILOZOFIA I KOSMOLOGIA WITELONA

Epoka, w której żył Witelo, była okresem budzenia się Europy z intelektualnego uśpienia trwającego tysiąclecie. Zerwanych ciągłości intelektualnej i naukowej ewolucji trzeba było poszu-

kiwać w starożytności. Ale to intelektualne uśpienie dotyczyło całego otoczenia Morza Śródziemnego. Pierwsi z odrętwienia obudzili się Arabowie. Oni też pierwsi podjęli próbę odtworzenia ewolucji intelektualnej poszukując w spuściznie starożytnych idei przewodnich, sugestii, wyników badań i teorii dotyczących przyrody.

Europa na tę drogę weszła dwa — trzy wieki później, głównie w XIII w. Dowodem tego zachodnioeuropejskiego zrywu było masowe powstawanie uniwersytów we Włoszech, Anglii, Francji a nieco później w Niemczech i Polsce. Tworzyła się coraz liczniejsza elita intelektualistów. Na terenie Polski proces ten objął głównie jej najlepiej rozwinięte gospodarczo i unormowane politycznie obszary, np. Śląsk. Równocześnie jednak nie zanikł całkowicie charakterystyczny dla epoki średniewiecznej okres niepokojów politycznych, rozruchów i wojen, niesprzyjających rozwojowi intelektualnemu. Obrazem tych niepokojów były m.in. najazdy Tatarów na Europę. Witelo znalazł się w szczególnie trudnych uwarunkowaniach zewnętrznych dla prowadzenia badań naukowych.

Witelo należał do czołówki nowej europejskiej generacji intelektualnej, która poszukując w przeszłości wskaźówek, wiedzy, idei i teorii sięgała zarówno do starożytności, jako głównego skarbca takich informacji, jak i do nauki arabskiej, która wyprzedzała Europę w intelektualnym rozwoju.

## OPTYKA – ASTRONOMIA W XIII WIEKU

Jedną z dziedzin, którą pozostawiły w spuściznie wcześniejsi starożytni i arabscy badacze, była fizyka, a w niej, w szczególności nauka o świetle — częściej rozumiana jako nauka o widzeniu.

*Związek optyki z astronomią wynikał np. z etymologii słowa optyka<sup>11</sup> — od widzę — i u Arystotelesa odnosiło się ono do nauki o prawach widzenia. W łacinie używano też greckiego słowa optice, albo w tłumaczeniu łacińskim perspectiva — od patrzę, oglądam — dokładnie oglądam. Optykę więc rozumiano nie tyle jako naukę o świetle, ile naukę o widzeniu, a więc według Arystotelesa, o pewnej potencji naszych zmysłów. W tym znaczeniu jest ona pomocna astronomii — stanowi podstawę metody oglądania gwiazd. Stanowiło to*

istotne, „techniczne” powiązanie optyki i astronomii.

W Europie XIII w. głównymi źródłami wiedzy o optyce były, oprócz dzieł Arystotelesa, także dzieła innych greckich uczonych, jak np. Euklidesa czy Ptolemeusza oraz autorów arabskich.

Za największy autorytet w dziedzinie optyki uchodził wspomniany powyżej arabski uczeń z przełomu IX i X wieku znany pod zlatynizowanym imieniem Alhazena, autor najbardziej popularnego traktatu *De aspectibus* („O optyce”) — przetłumaczonego w XI w. na łacinę. Witelo, rozpoczynając swoje badania nad światłem, potraktował to dzieło, w oczywisty sposób, jako punkt wyjścia do swoich rozważań. Ale nie ograniczył się wyłącznie do niego, sięgał również bezpośrednio do autorów starożytnych. Co więcej, podjął próbę objęcia i usystematyzowania całej wiedzy o świetle od czasów najdawniejszych, dostępnej mu w pismach starożytnych, arabskich (głównie Alhazena) aż do wyników badań współczesnych mu uczonych i myślicieli. Powstało w efekcie dzieło „Perspektywa” o niezwykłych rozmiarach, jedno z najobszerniejszych w historii tej dziedziny, zawierające całą dostępną wiedzę optyczną powstałą na przestrzeni tysiąca pięciuset lat (!) — od starożytności do XIII w., nie mające w zakresie objętości treści sobie równych przez kilkaset kolejnych lat. Jak zatem widać, badanie światła miało istotne powiązanie z astronomią i optyką była, aż do czasów Keplera, traktowana najczęściej jako dział astronomii<sup>11</sup>.

W roku 1603 Johannes Kepler zainteresował się teorią widzenia i zaczął studiować *Perspektywę* Witelona, którą uznał za kompendium średniowiecznej wiedzy z dziedziny optyki. Wyniki swoich rozważań opisał w wydanym w 1604 r. traktacie, któremu dał tytuł *Ad Vitellionem paralipomena quibus astronomiae pars optica traditur*, czyli „Uzupełnienia do Witelona, które wykładają część optyczną astronomii”. Historycy nauki uważają ten traktat Keplera za pierwsze dzieło poświęcone optyce nowożytnej, przyjmując, że dzieło Witelona było dla niego symbolem i wypełnieniem nauki czasów minionych.

Ale optykę w średniowieczu wiązano także z meteorologią, a więc zagad-

nieniami ówczesnie bliskimi astronomii<sup>11,12</sup>.

W swojej *Meteorologica* Arystoteles przypisywał wszystkie zmiany obserwowane na niebie, oprócz ruchów ciał niebieskich, zmianom zachodzącym w sferach elementów ognia i powietrza znajdujących się pomiędzy sferą Księżyca a Ziemią, która z kolei składała się głównie z ziemi i wody. *Meteorologica* była w XIII w. głównym źródłem „meteorologii” obejmującej te zmiany. Komety i pozorne zmiany na niebie zaliczano do zjawisk meteorologicznych a nie astronomicznych. Zmiana tego podejścia nastąpiła dopiero w XVI w.

*Podobnie do starożytności, w XIII wieku także uważano, że meteorologia dotyczy tego samego przedmiotu co optyka. Składały się na nią przede wszystkim zjawiska, które miały pojawiać się tylko między sferą Księżyca a Ziemią. W strefie poniżej Księżyca miały zachodzić wszystkie obserwowane na niebie niregularne zmiany, jak na przykład pojawianie się komet, zór, błyskawic, wiatrów opady dreszczu, gradu i śniegu., zjawisko słonecznego i księżycowego halo oraz tęczy. Niekto-re ze wspomnianych zjawisk meteorologicznych omówił Witelo w ostatniej części dziesiątej księgi Optyki. Włącze-nie do Perspektywy zagadnień optyki meteorologicznej było oryginalnym pomysłem Witelona. Nie miał on w tym*

*przypadku wzorów u poprzedników Eu-kidesa, Ptolemeusza czy Alhazena, do których dzieł głównie nawiązywał. Zjawiska meteorologiczne bowiem do tej pory wchodziły głównie w zakres ba-dan filozofów — np. Arystotelesa<sup>7</sup>. Być może Witelo właśnie pod jego wpływem zajął się zjawiskami meteorologicznymi w swoim dziele optycznym. Na podstawie powyższego można za-tem przyjąć, że Witelon, zajmując się optyką, w istocie, według ówczesnych pojęć zajmował się w najszerszym tego słowa znaczeniu — astronomią.*

Ale poza powiązaniem optyki z teorią widzenia i meteorologią optyka wiązała się także bezpośrednio z astronomią. To powiązanie tkwiło głębiej, w filozofii, a ściślej, w kosmologii. I to właśnie ono najbardziej motywowało badaczy średniowiecza do skoncentrowania się na badaniu świata, co w efekcie przyniosło w średniowieczu najbardziej zauważalny postęp wła-snie w optyce. Podobnie mogło być i w przypadku Witelona. Podjęcie przez niego badań nad światem prawdopodobnie wiązało się z jego poglądem kosmologicznym.

Typowa dla świata starożytnego kosmologia wiązała we wspólną, nierozwierwalną i zgodną całość świat metafizyczny i fizyczny, świat pozazmysłowy i świat dostępny badaniom zmysłowy-m — świat duchowy i materialny. Takie

całościowe ujmo-wanie otaczającego świata okazało się niezwykle atrakcyjne dla następców myślicieli starożytnych, a szczególnie badaczy w średniowieczu. W pełni odpowiadało bowiem ówczesnemu powszechnemu stanowi umysłowemu: poglądom, wierze-niom i przekona-niom. Ten sposób ujmowania świata przejęli najpierw Arabowie, a później, w oparciu o nich, jak i bezpośrednio w oparciu o przekazy i wzorce staro-żytnych, także świat średniowiecznej Europy. Przy tym

w średniowieczu wieku XIII, w po-wszechnie przyjmowanym obrazie ko-smosu, „fizyczny”, tzn. bezpośrednio obserwowany układ astronomiczny był podporządkowany jego strukturze metafizycznej.

Podobnie uważa również Witelo. W swoich poglądach kosmologicznych odwoływał się do arabskiego uczonego Awicenny oraz bezpośrednio do Arystotelesa. Zresztą sam Awicenna w swojej kosmologii przejął wiele z kosmologii Arystotelesa w postaci kształtującego podstawę całego świata układu jestestw duchowych żywych, od Boga, poprzez anioly — motory sfer nieba i ciał niebieskich, demony, aż do ludzi i zwierząt bezrozumnych oraz świata roślinnego w hierarchicznej, nadzędno-podzędnej strukturze. Konsekwencją nadzędnej roli świata metafizycznego był podległy mu prze-strzenny układ astronomiczny świata — uporządkowanie (uszeregowanie) obiektów astronomicznych.

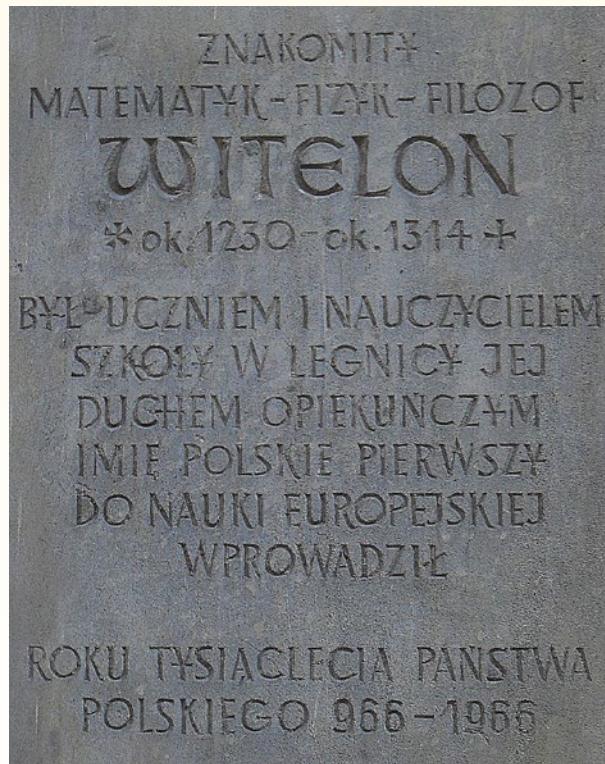
Witelo przejął i jedynie nieco zmodyfikował taki układ natury, wprowadzając do niego elementy będące wy-nikiem współczesnych mu rozważań i osiągnięć filozoficznych, głównie szkoły oksfordzkiej i własnych prze-myśleń.

Koncepcje filozoficzne Witelona dotyczące wizji świata podał i przeanalizo-wał Burchardt w 1991r.<sup>13</sup>.

„Historia Astronomii Polskiej” w dziale: *Astronomia podaje<sup>7</sup>, że (...) Pod wpływem Fizyki Arystotelesa za-pañował w XIII wieku w Europie po-gląd, że cały wszechświat dzieli się na świat nadksiążycowy i podksiążycowy. Te dwa światy różniły się od siebie w sposób zasadniczy. Taki pogląd przyjał również Witelo.*

Pierwszą fazę swojej kosmologii — pierwsze ujęcie układu bytów w świecie Witelo opracował w Padwie w roku 1267 w krótkim liście *De Partibus Universi*, który posłał swym kolegom w Polsce. List zaginął, ale pozostała wzmianka w liście do Ludwika napisanym w następnym roku. *Partibus Uni-versi* dzielił świat na części. Najważ-niejszymi były niebo i Ziemia. Witelo wyodrębnił je za głównymi autoryteta-mi XIII w. kosmologii, Arystotelesem i Awicenną. Witelo rozróżnił w świecie dwie strefy: strefę sfer i ciał nieba oraz strefę świata podksiążycowego.

Witelo zakładał, że wieczny i nie-zniszczalny świat nadksiążycowy w ja-



Tablica upamiętniająca Witelona na fasadzie Muzeum Miedzi w Legnicy. Źródło: Aw58, commons.wikimedia.org

kiś sposób oddziaływał na zniszczalny i podległy zmianom świat podkșięży-cowy.

Główny dla Witelona problem spro-wadzał się do pytania, w jaki sposób odbywa się oddziaływanie ciał niebie-skich na ciała ziemskie i co jest nosicielem tych tajemniczych sił (informacji).

W zaawansowanej i zmodyfikowa-nej wersji swojej kosmologii, którą zawař w przedmowie do „Perspektywy” i która powstała zaledwie kilku lat później, w środowisku papieskim w Viterbo, głównie w wyniku dyskusji z Wilhelmem i włączenia uwzględnienia koncepcji Grossetesta i być może Bacona, Witello przyjmuje, że głównym przekaźnikiem tych informacji jest światło.

Grosseteste z Oksfordu (ok. 1175–1253) przywiązywał szczególną wagę do badań optycznych, ponieważ uważał, że światło jest „pierwszą formą cielesną rzeczy materialnych i nie tylko nadaje im wymiary przestrzenne, ale stanowi naczelną zasadę ruchu i przyczynowości sprawczej”<sup>12,13</sup>. Według niego, „wszystkie zmiany we wszechświecie można przypisać ostatecznie działaniu tej podstawowej formy cielesnej, a oddziaływanie na odległość, jednego przedmiotu na drugi, spowodowane jest przez rozprzestrzenianie się promieni siły, lub sił (form). Rozumiał przez to przekazywanie jakiejś formy przyczyny sprawczej za pomocą czynnika pośredniczącego, np. światła, które było przy tym najdogodniejsze do badania”.

Teorię Grosseteste'a o rozprzestrze-nianiu się form przyjęli Bacon, Peckham i Witelon a także inni pracujący nad optyką w nadziei wyjaśnienia nie tylko działania światła, lecz także natu-ry przyczynowości sprawczej w ogól-ności. Aby to osiągnąć, zasadniczą rzeczą było zastosowanie matematyki, ponieważ wg Arystotelesa optyka pod-porządkowana jest geometrii.

Witelo jednak rozróżnia w syste-mie przekazu w świecie światło boskie i światło cielesne. Burchardt<sup>14</sup>: „pełne ujęcie problematyki kosmologicznej Witelona z zachowanych jego dzieł jest istotne (przede wszystkim) dla rekonstrukcji węzłowych zagadnień Wite-lońskiej psychologii, bo... filozoficzne ujęcie kosmosu rzutuje na sytuację psy-chiczną człowieka jako bytu uzależnio-nego w swym istnieniu i poznawaniu wg Witelona od dwu kategorii ko-



Edycja wersji polskiej Księgi X „Perspektywy” stanowi zakończenie prac edytorskich, których celem było udostępnienie czytelnikowi krajowemu dzieła pierwszego polskiego uczonego o międzynarodowym znaczeniu. Prace te były prowadzone na Uniwersytecie Mikołaja Kopernika przez zespół badaczy, któremu przez cały okres datujący się od końca lat 70. minionego wieku przewodzili prof. Andrzej Bielski z Instytutu Fizyki oraz prof. Witold Wróblewski z Katedry Filologii Klasycznej UMK. Wydano w sumie 5 tomów dzieł Witelona.

(1) *Witelona Perspektywy Księga II i III. Przekład na język polski ze wstępem i komentarzami. Wstęp, przekład i komentarze: L. Bieganowski, A. Bielski, R. S. Dygdała, W. Wróblewski. Redaktor przekładu: W. Wróblewski, Studia Copernicana XXIX, Ossolineum, Wrocław 1991.*

(2) *Witelona Perspektywy Księga IV. Przekład na język polski ze wstępem i komentarzami. Przekład z języka łacińskiego: W. Wróblewski. Wstęp, opracowanie przekładu i komentarz: L. Bieganowski, A. Bielski, W. Wróblewski. Studia Copernicana XXXIII, Wydawnictwa IHN PAN, Warszawa 1994.*

(3) *Witelona Perspektywy Księga V, VI, VII. Przekład na język polski ze wstępem i komentarzami. Przekład z języka łacińskiego: W. Wróblewski. Wstęp, opracowanie przekładu i komentarz: A. Bielski i W. Wróblewski. Studia Copernicana XL, Wydawnictwo UMK, Toruń 2003.*

(4) *Witelona Perspektywy Księga VIII, IX. Przekład na język polski ze wstępem i komentarzami. Przekład z języka łacińskiego: W. Wróblewski. Wstęp, opracowanie przekładu i komentarz: A. Bielski i W. Wróblewski. Studia Copernicana XLI, Wydawnictwo Naukowe UMK, Toruń 2009.*

(5) *Witelona Perspektywy Księga X. Przekład na język polski ze wstępem i komentarzami. Przekład z języka łacińskiego: W. Wróblewski. Wstęp, opracowanie przekładu i komentarz: A. Bielski, W. Wróblewski, A. Strobel. Wydział Fizyki, Astronomii i Informatyki Stosowanej UMK, Wydawnictwo Naukowe UMK, Toruń 2015.*

Na podstawie przedmowy prof. Stanisława Chwiota do Księgi X „Perspektywy” Witelona.

smicznych wpływów niesionych przez dwa całkowicie odrębne rodzaje świa-tła. Światło Boskie i światło cielesne.”

Pierwsze — Boskie jest bezpośrednim tworem Boga i daje (niesie ze sobą) bytowanie (*entitas*), pojmowanie (*intelligibilitas*) i życie (*vitalitas*).

Drugie — światło cielesne, oddziajuje na rozciąglią materię ziemską i nadaje jej właściwości geometryczne — świat dostępny poznawczo pięciu zmy-śłom zewnętrznym. Kształtuje świat materialny. Ale tym samym, światło to podległe badaniu zmysłowemu, staje

się dostępne bezpośrednim badaniom zmysłowym.

To światło okazuje się niezwykle in-trigującym przedmiotem badań celem wykrycia i zrozumienia przyczyno-ści sprawczej w ogóle. Podnosiło to zainteresowania badania światła (ciele-snego) i kierujących nim praw do rangi niezwykle ważnej. Można przyjąć, że podobne motywacje przyciągnęły do badania światła również Witelona.

Fakt, że Witelo koncentrował się wyłącznie na fizycznym badaniu świa-tła mogłoby sugerować, że prowadził

swoje badania zgodnie ze współczesnym rozumieniem badań przyrodniczych — badań świata rzeczywistego. W rzeczywistości takie jego podejście było efektem skupienia uwagi na jedynie dostępnym obszarze badań — świecie fizycznym, a nie odrzuceniu świata duchowego — metafizycznego. Świat jest bowiem dla niego bardziej złożony i nie cały poddający się badaniom wyłącznie zmysłowy.

W atmosferze takich poglądów badania nad światłem przyciągały uwagę szczególnie tych, którzy w filozofii skłaniali się do idei augustyńsko-platońskiej. Dla św. Augustyna i innych neoplatonczyków światło było analogiczne do łaski Bożej i oświecenia rozumu ludzkiego przez Boską prawdę, a przy tym było dostępne badaniom, gdyż można było do niego zastosować matematykę. W tej sytuacji badania optyczne nabierały szczególnego znaczenia dla zrozumienia świata fizycznego.

Witelo, podobnie jak Robert Grosseteste, wychodził z założenia, że zarówno w optyce, jak i w astronomii trzeba stosować geometrię, której te dwie nauki są podporządkowane.

Grosseteste wywodził, że geometria może wy tłumaczyć, co się zdarzyło, ale nie, dlaczego. Mówił, że w naturze samego światła leży przyczyna jego obserwowanego zachowania i dopiero poznanie (niedostępnej dla ówczesnych badaczy) fizycznej natury światła umożliwi zrozumienie istoty przyczyny ruchu.

## BADANIE ŚWIATŁA — DZIAŁALNOŚĆ ASTRONOMICZNA

W efekcie przyjęcia takich poglądów Witelo traktuje badanie światła jako poznanie drogi i sposobu przekazywania informacji w strukturze świata poszczególnym jego elementom, idąc od istoty najwyższej — od nieba.

Witelo, koncentrując się na matematycznym podejściu do badania przenoszenia informacji poprzez światło — zachowania się światła w przyrodzie i jego odbioru przez człowieka — sugerował wejście na drogę nowoczesnych badań przyrodniczych i oderwanie tych badań od rozważań metafizycznych. W tym aspekcie można przyjąć, że cała „Perspektywa” Witelona jest w istocie traktatem astronomicznym. Stanowi bowiem próbę badania światła w kontekście jego

pośrednictwa w przekazie informacji między ciałami nieba a Ziemią.

## ZAKOŃCZENIE

Witelo zajmował się różnymi zagadnieniami, w tym także takimi, które we współczesnym rozumieniu mają sens badań astronomicznych. Jego optyka, badanie światła było w istocie działalnością astronomiczną, gdyż dotyczyło badań praw rządzących przesyaniem informacji od ciał niebieskich.

W świetle powyższego można przyjąć, że Witelo był także astronomem. Pierwszym astronomem w dziejach Polski, i to od razu o międzynarodowej, wielowiekowej sławie. Jego działalność znacznie poszerza polski wkład w rozwój intelektualny Europy — od jej początków. Niestety, w wyniku nieporozumień i często przeklamań został zapomniany — także w Polsce. Chcieliśmy, tym artykułem, przypomnieć czytelnikom „Uranię” tę wielką postać polskiej i światowej astronomii.

<sup>1</sup> Resolution 68/221 adopted by the General Assembly on 29 December 2013.

<sup>2</sup> A.K. Wróblewski, *Historia fizyki*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2007, s. 64.

<sup>3</sup> J. Burchardt, *Witelo, pierwszy polski przyrodnik, matematyk i filozof*. (XIII w.), Kwartalnik Historii Nauki i Techniki, rok XX-1 (1975) s.15

<sup>4</sup> J. Burchardt, *List Witelona do Ludwika we Lwówku Śląskim*, *Studia Copernicana XIX*, Wydawnictwo IHN, PAN, Warszawa ,1979.

<sup>5</sup> A. Birkenmajer, *Astronomowie i astrologowie ślascy w wiekach średnich*, Wydawnictwo Instytutu Śląskiego, Katowice 1937, s. 11–13.

<sup>6</sup> S.R. Brzostkiewicz, *Witelo — najdawniejszy polski astronom*, *Urania* 1963, Nr 3, s. 83–84.

<sup>7</sup> J. Dobrzański, M. Markowski, T. Przypkowski *Historia Astronomii Polskiej*, red. E. Rybka Tom I, Wydawnictwo PAN, Warszawa, 1975, strona 46–49.

<sup>8</sup> J. Włodarczyk, *Astronomia w Polsce*, [W:] *Historia astronomii*, red. M. Hoskin, Wydawnictwo Uniwersytetu Warszawskiego, Warszawa 2007, s. 321–322.

<sup>9</sup> A. Bielski, W. Wróblewski, A. Strobel, *Witelona Perspektywy, Księga X*, Wydawnictwo Naukowe UMK, 2015.

<sup>10</sup> J. Burchardt, *Kosmologia i Psychologia Witelona*, PAN, IHN, *Studia Copernicana XXX*, Zakład Naukowy Ossolińskich Wydawnictwo PAN, Wrocław-Warszawa-Kraków, 1991.

<sup>11</sup> R.S. Ingarden, *Witelo — matematyk, fizyk, filozof*, [w:] *Witelo — matematyk, fizyk, filozof*, red. J. Trzynadłowski, Ossolineum, Wrocław, 1979, s. 22, 26.

<sup>12</sup> A.C. Crombie, *Nauka Średniowieczna i początki nauki nowożytnej*, Instytut Wydawniczy PAX, Warszawa 1960, T.1, 124.

<sup>13</sup> J. Burchardt, *Kosmologia i Psychologia Witelona, Studia Copernicana XXX*, Wydawnictwo IHN, PAN, Warszawa, 1991.

<sup>14</sup> J. Burchardt, *Kosmologia i Psychologia Witelona, Studia Copernicana XXX*, Wydawnictwo IHN, PAN, Warszawa ,1991, s. 5, 17.



Andrzej Strobel, emerytowany profesor nadzwyczajny w Centrum Astronomii UMK na tle portretu prof. Włodzisława Dziewulskiego — współzałożyciela Obserwatorium Astronomicznego UMK w Piwnicach pod Toruniem. Profesorowie Bielski i Wróblewski zaprosili prof. Strobla do współpracy w opracowaniu ostatniej, Księgi X Perspektyw. Po ich śmierci doprowadził on w roku ubiegłym edycję tego najbardziej związanego z astronomią dzieła Witelona do końca.



Józef Szudy jest emerytowanym profesorem w Instytucie Fizyki Uniwersytetu Mikołaja Kopernika w Toruniu, członkiem korespondentem PAN. Na zdjęciu pozuje w gabinecie swojego Mistra, założyciela toruńskiej szkoły fizyki, Aleksandra Jabłońskiego. Jest on m.in. współautorem książki o A. Jabłońskim i autorem wielu artykułów przypominających słynnych fizyków związanych z Polską. Po śmierci prof. Bielskiego i Wróblewskiego był głównym inicjatorem dokończenia opracowania Księgi X Perspektyw Witelona.



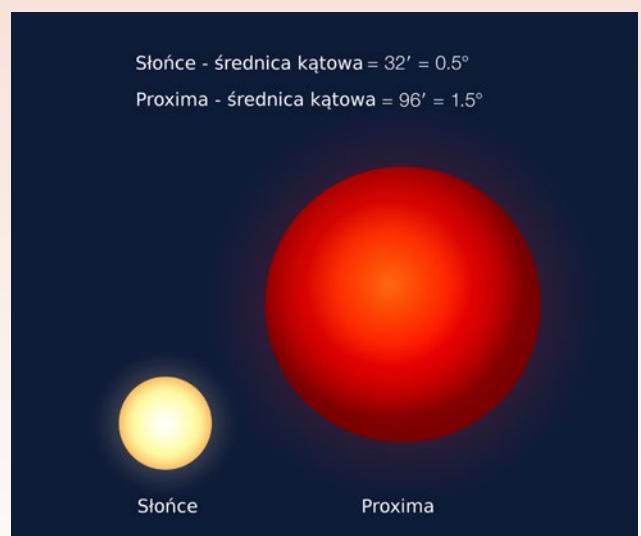
Artystyczna wizja powierzchni planety okrążającej gwiazdę Proxima Centauri. Na niebie, po prawej od Proximy Centauri, widać gwiazdę podwójną Alfa Centauri AB. Źródło: ESO/M. Kornmesser

## Proxima Centauri ma w ekosferze planetę o masie ziemskiej!

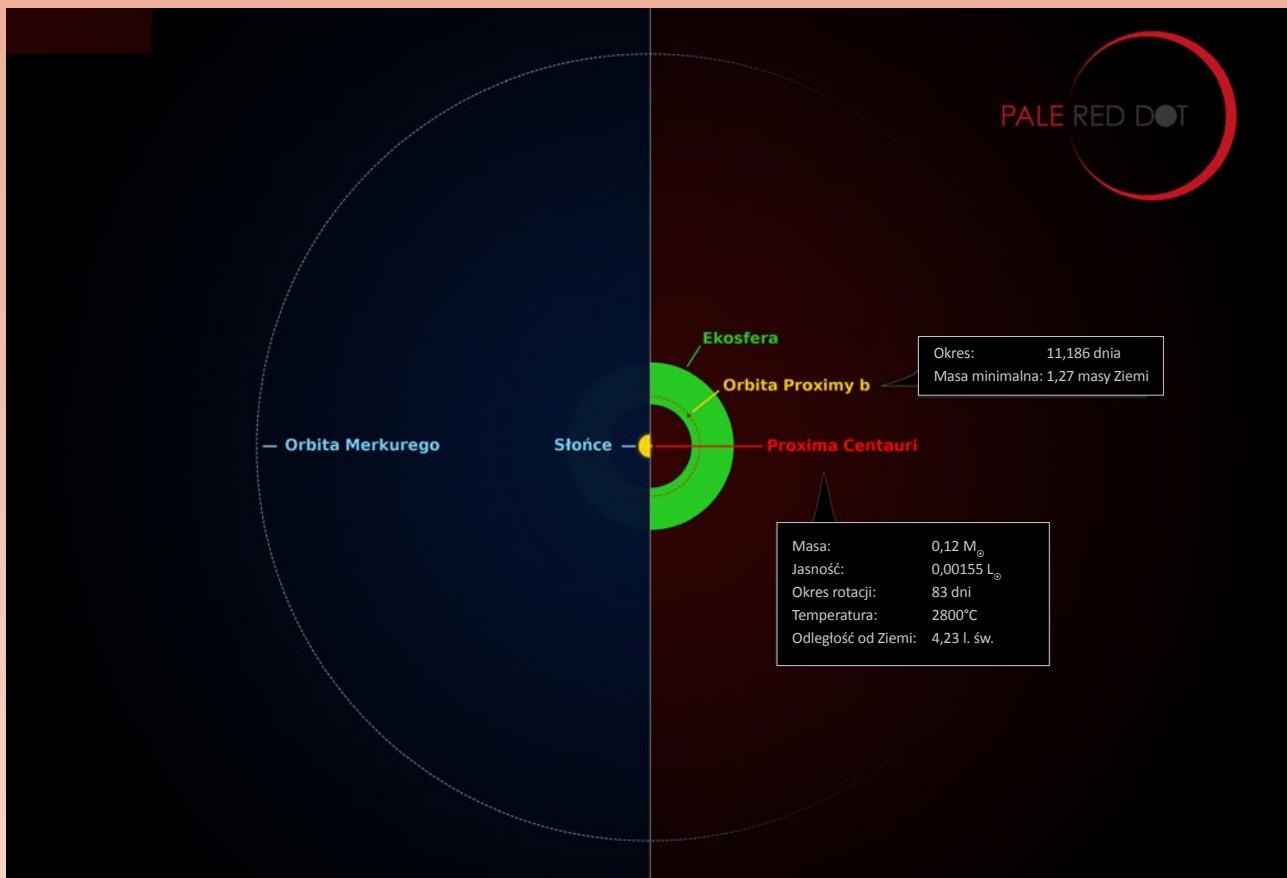
Najbliższa gwiazda względem Układu Słonecznego, Proxima Centauri, posiada planetę o masie niewiele większej niż masa Ziemi. Na dodatek planeta krąży w tzw. strefie życia (ekosferze), czyli obszarze, w którym temperatura umożliwia występowanie wody w stanie ciekłym na powierzchni planety. Tę sensacyjną informację ogłosili 24 sierpnia Europejskie Obserwatorium Południowe (ESO) i kilka innych instytucji naukowych, a dzień później w *Nature* ukazała się publikacja z wynikami badań. W badania zaangażowany był polski astronom z Obserwatorium Astronomicznego Uniwersytetu Warszawskiego.

Planeta wokół Proximy Centauri nosi nazwę „Proxima b” i wykazuje trochę podobieństw do Ziemi. Po pierwsze, jej masa to około 1,3 masy Ziemi. Jest to dolna granica, być może realnie planeta jest nieco masywniejsza, ale pewnie niezbyt wiele. Po drugie, planeta krąży w ekosferze wokół swojej gwiazdy, czyli tak jak Ziemia. Jest to obszar, w którym panują warunki temperatury umożliwiające występowanie wody w stanie ciekłym na powierzchni planety. Niestety w tym miejscu podobieństwa do Ziemi się kończą. Orbita nowo odkrytej planety przebiega zaledwie 7 mln km od jej gwiazdy, czyli 5% dystansu Ziemia-Słońce. Ale sama gwiazda jest bardzo niewielka w porównaniu do Słońca, ma z grubsza 10% masy i rozmiaru Słońca. Dlatego strefa życia wypada w tym układzie znacznie bliżej niż w przypadku Układu Słonecznego. Najprawdopodobniej na skutek oddziały-

wań pływowych planeta jest stale zwrócona jedną stroną do swojej gwiazdy, czyli na jednej półkuli panuje wieczny dzień, a na drugiej wieczna noc. Dystans, jaki dzieli nas od Proxi-



Porównanie obserwowanych rozmiarów kątowych pokazuje, w jaki sposób gwiazda Proxima może być widoczna na niebie z planety Proxima b, w porównaniu do widoku Słońca na ziemskim niebie. Proxima jest znacznie mniejsza niż Słońce, ale Proxima b znajduje się bardzo blisko swojej gwiazdy. Źródło: ESO/G. Coleman



Infografika porównuje orbitę planety krażącej wokół Proximy Centauri z wewnętrznym rejonem Układu Słonecznego. Proxima Centauri jest mniejsza i chłodniejsza niż Słońce, a jej planeta kraży znacznie bliżej niż Merkury. W wyniku tego znajduje się w ekosferze (oznaczonej na zielono), w której woda w stanie ciekłym może występować na powierzchni planety. Źródło: ESO/M. Kornmesser/G. Coleman

my Centauri i jej planety to nieco ponad cztery lata świetlne, a dokładniej 4,24 roku świetlnego.

Obserwacje były prowadzone w ramach kampanii Pale Red Dot. Nazwa ta jest odniesieniem do określenia „błękitna kropka” (ang. pale blue dot) używanym czasem w przypadku Ziemi (zastosował je Carl Sagan, znany amerykański astronom). W przypadku Proximy Centauri angielską nazwę kampanii można przetłumaczyć jako „bladoczerwona kropka”. Kampania trwała od stycznia do kwietnia 2016 r. W jej ramach prowadzono obserwacje za pomocą spektrografia HARPS na 3,6-metrowym teleskopie ESO w Obserwatorium Paranal Chile. Korzystano także z danych zebranych innymi teleskopami i z danych archiwalnych (wstecz do 2000 r.).

Swoją obecność planeta zdradziła poprzez oddziaływanie, jakie wywiera na gwiazdę. W obserwacjach spektroskopowych dostrzeżono regularne przesunięcia linii widmowych odpowiadające zbliżaniu się i oddalaniu gwiazdy od Ziemi z prędkością około 5 km/h, czyli odpowiadającą tempie spaceru człowieka. Przesunięcia linii widmowych są skutkiem efektu Dopplera związanego z ruchem gwiazdy

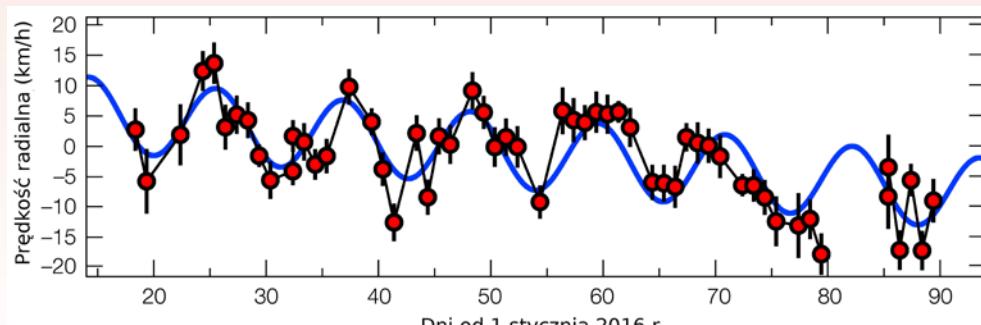
wokół wspólnego środka masy układu gwiazda-planeta.

Aby jednak móc mówić o planecie jako wyjaśnieniu wyników obserwacji, trzeba było najpierw wykluczyć inne możliwości. Dlatego potrzebne były dłuższe obserwacje i to nie tylko spektroskopowe, ale także fotometryczne, mierzące zmiany jasności gwiazdy. Proxima Centauri charakteryzuje się zmiennością blasku z okresem 83 dni, za co odpowiada rotacja gwiazdy dookoła swojej osi. W danych fotometrycznych nie ma natomiast okresu 11 dni, odnalezionego w danych spektroskopowych. Na dodatek nie zmieniają się kształty linii widmowych, co by nastąpiło, gdyby przyczyną były procesy zachodzące na gwiazdzie, a nie planeta.

Badania prowadził międzynarodowy zespół naukowców, którym kierował Guillem Anglada-Escudé z Queen Mary University of London. Wśród autorów publikacji jest polski astronom z Uniwersytetu Warszawskiego, dr hab. Marcin Kiraga. Polak analizował dane fotometryczne we wcześniejszym etapie badań, około dwa lata temu. Analiza ta była potrzebna do sprawdzenia, czy podobnych efektów jak obecność planety nie dają procesy fizyczne związane z samą gwiazdą.

Warto wspomnieć, że w 2012 r. ogłoszono odkrycie planety wokół gwiazdy Alfa Centauri B, ale po trzech latach zweryfikowano wyniki i obecnie raczej sądzi się, że była to pomyłka, błąd w obliczeniach. W przypadku Proximy Centauri przekonanie naukowców o pewności uzyskanych wyników jest dużo większe.

Krzysztof Czart



Zmiany pędkości radialnych gwiazdy Proxima Centauri przez pierwszą połowę 2016 r. Wykryto okres 11,2 dnia. Źródło: ESO/G. Anglada-Escudé

## Księżycowe nowości

Książyc, mimo że bardzo bliski, nie jest wcale dobrze znany. Z jednej strony dlatego, iż wiemy o nim dużo, a jak wiadomo każda wiedza rodzi nowe pytania. Dlatego pytań bez odpowiedzi dotyczących Księżyca jest sporo. Z drugiej strony, to rzeczywiście dość tajemnicze ciało. Nawet zupełnie „oczywiste” właściwości Księżyca okazują się niezbyt zrozumiałe.

W jednym z ostatnich numerów *Sky & Telescope* (P.D. Spudis, kwiecień 2016, s. 16) znajdziemy artykuł, z którego wynika, że nie znamy nawet powodów, dla których obie strony Księżyca się tak zasadniczo różnią. Oczywiście jest pewna ilość hipotez, ale żadna nie wydaje się odpowiednio przekonująca. Można dodać, że mało przekonująca jest nawet hipoteza, w jaki sposób doszło do powstania Księżyca: zderzenie Ziemi z mniejszą planetą nazwaną Theia – jednym z argumentów przeciw jest fakt, iż nie znaleziono śladów chemicznej odrębności tej planety (*Science*, t. 338, s. 1040 i 1052). W sumie wspomniany artykuł wymienia sporo niezrozumiałych faktów dotyczących Księżyca. Warto kilka z nich wyliczyć. Skorupa przeciwniej strony Księżyca jest dużo grubsza od jej odpowiednicy z naszej strony. Na naszej stronie są liczne morza (wypełnione lawą baseny). Po przeciwniej stronie morza są nieliczne. Skład chemiczny, a zwłaszcza zawartość pierwiastków promieniotwórczych (toru), w różnych lawach są wyraźnie różne, co wskazuje na jakieś mało zrozumiałe właściwości wnętrza Księżyca. I w końcu, centrum masy Księżyca jest przesunięte około 2 kilometry w stronę Ziemi względem geometrycznego środka bryły\*.

Te wszystkie właściwości Księżyca, mimo że ciekawe, są znane od dawna. Natomiast z początkiem 2016 r. ukazało się w *Science* i *Nature* kilka tekstów związanych z atmosferą Księżyca. Już samo stwierdzenie „atmosfera Księżyca” budzi pewne opory. Twór ten jest tak rzadki, że w praktyce atomy należące do „księżycowej atmosfery” nie zderzają się między sobą. Trudno więc mówić o gazie i jego właściwościach. Jak to określiły C. Dukes i D. Hurley (*Science*, t. 351, s. 230), są to atomy, których swoboda jest z jednej strony ograniczona powierzchnią Księżyca, a z drugiej jego polem grawitacyjnym – w praktyce odlatujące w przestrzeń kosmiczną na tysiące kilometrów. Nietrudno się domyśleć, skąd się biorą. Oczywiście pochodzą z powierzchni Księżyca: niektóre wyrzucone w przestrzeń w wyniku zderzeń drobnych meteorytów z Księżycem, inne uwolnione na skutek oddziaływania światła lub wiatru słonecznego z powierzchnią. Jeszcze inne mogą być uwolnione w wyniku rozpadów promieniotwórczych. Ten ostatni mechanizm może być źródłem takich pierwiastków, jak Ar, He, Th, Po, Rn, Pb i K. W sumie atmosfera Księżyca jest bardzo cienka i trudna do pomiaru. Jak zauważają wspomniane autorki, mierzy się więc nie tyle to, co by się chciało, a raczej to, co się da. Inaczej mówiąc, próbuje się mierzyć te pierwiastki, które mają silne i bardzo charakterystyczne widmo, czyli potas i sód, mimo że najprawdopodobniej to mało znaczące składniki księżyccowej atmosfery.

Pracę na ten temat znajdziemy w *Science* z 15 stycznia (A. Colaprete i pięciu innych autorów, *Science*, t. 351, s. 249).

\* Akurat tę właściwość autor uważa za oczywistą. Środek obrotu bryły obracającej się synchronicznie w polu grawitacyjnym innego ciała jest zawsze nieco przesunięty w kierunku tego ciała. Rząd wielkości tego przesunięcia jest zgodny z podaną wartością nawet dla bardzo uproszczonego modelu (ksztaltu bryły). Np. umieszczaając w miejscu Księżyca jednorodną belkę o rozmiarach Księżyca łatwo wyliczyć, że odległość środka masy od środka obrotu wyniesie kilkanaście kilometrów, czyli wartość tego samego rzędu co rzeczywista mimo skrajnie prymitywnego przybliżenia.

Pomiary prowadzono przy pomocy spektrometru na światło widzialne i nadfiolet umieszczonego na sondzie LADEE (Lunar Atmosphere and Dust Environment Explorer) znajdującej się na orbicie równikowej, co umożliwiło pomiary w pasie 20° od księżyccowego równika. Pomiary prowadzono w okresie od 6 października do 18 kwietnia 2014 r., a więc przeszło pół roku. Określono zarówno synodyczne, jak i dłużej okresowe (czyli prawdopodobnie roczne) zmiany ilości tych pierwiastków. Z tych zmian można próbować odczytać przyczyny pojawiania się atomów sodu i potasu w pobliżu Księżyca. Wyraźnie synodyczna periodyczność wskazuje, że głównym mechanizmem uwalniania tych atomów z powierzchni jest promieniowanie słoneczne, konkretnie wiatr słoneczny. W przypadku sodu widać dwa maksima, symetryczne w czasie w stosunku do momentu pełni. W okolicach samej pełni następuje pewne zmniejszenie ilości atomów. Przyczyną takiego zachowania jest „ogon” ziemskiej magnetyzmy – w pełni Księżyca zanurza się w ów ogon, co powoduje ograniczenie ilości cząstek wiatru słonecznego padającego na powierzchnię Księżyca. Zjawiska tego nie wykazuje (a raczej wykazuje w mniejszym stopniu) wykres gęstości potasu. Wykres dotyczący potasu jest bardziej regularny, wręcz o charakterze „piłokształtnym”. Podobnie jak w przypadku sodu, w maksimum mierzono około dwukrotnie więcej atomów niż w minimum. Prawdopodobnie zależność od „ogona magnetyzmy” w przypadku potasu występuje również, jednak jest maskowana przez inną silną zależność – zależność od powierzchni. Maksimum ilości atomów potasu występuje nad Oceanem Burz i Morzem Deszczów. Owe twory powierzchni Księżyca są silnie wzboagacone w materiał KREEP (potas, ziemie rzadkie, fosfor). Uwalnianie potasu z tych obszarów dominuje nad innymi mechanizmami wzboagacania tym pierwiastkiem atmosfery księżyccowej. Tymi innymi mechanizmami mogą być również nagle uwolnienia większych ilości atomów w wyniku impaktu. Zjawiska te daje się powiązać z rojami meteorów. W okresie omawianym w pracy udało się zidentyfikować wpływ Geminidów, Leonidów i Kwadrantydów. Wpływ rojów jest widoczny zarówno w przypadku sodu, jak i potasu. Jak widać, badając te mało istotne składniki atmosfery księżyccowej, dowiedziano się jednak sporo zarówno o pochodzeniu jej atomów, jak i oddziaływaniu z ziemskim polem magnetycznym.

Nieco później (24 marca) w *Nature* ukazały się artykuły dotyczące biegunów Księżyca. Jak wiadomo, Księżyca obraca się wokół osi prawie prostopadłej do płaszczyzny jego słonecznej orbity. Dlatego w zagłębiach terenu, np. na dnie głębszych kraterów, panuje wyjątkowo niska temperatura wynosząca około 25 K (*Science*, t. 339, s. 282). W tej temperaturze woda pod postacią lodu jest stabilna w okresie przekraczającym wiek Wszechświata. Konkretnie w temperaturze około 100 K sublimuje do próżni około milimetrowa warstwa lodu w ciągu miliarda lat (*Science*, t. 339, s. 300). Wspomniane 100 K odpowiada warunkom w głębszych kraterach w pobliżu biegunów Merkurego, gdzie, jak się zdaje, mamy spore ilości stabilnego w trakcie istnienia Układu Słonecznego lodu (i czego dotyczyły cytowane powyżej artykuły w *Science* z roku 2013).

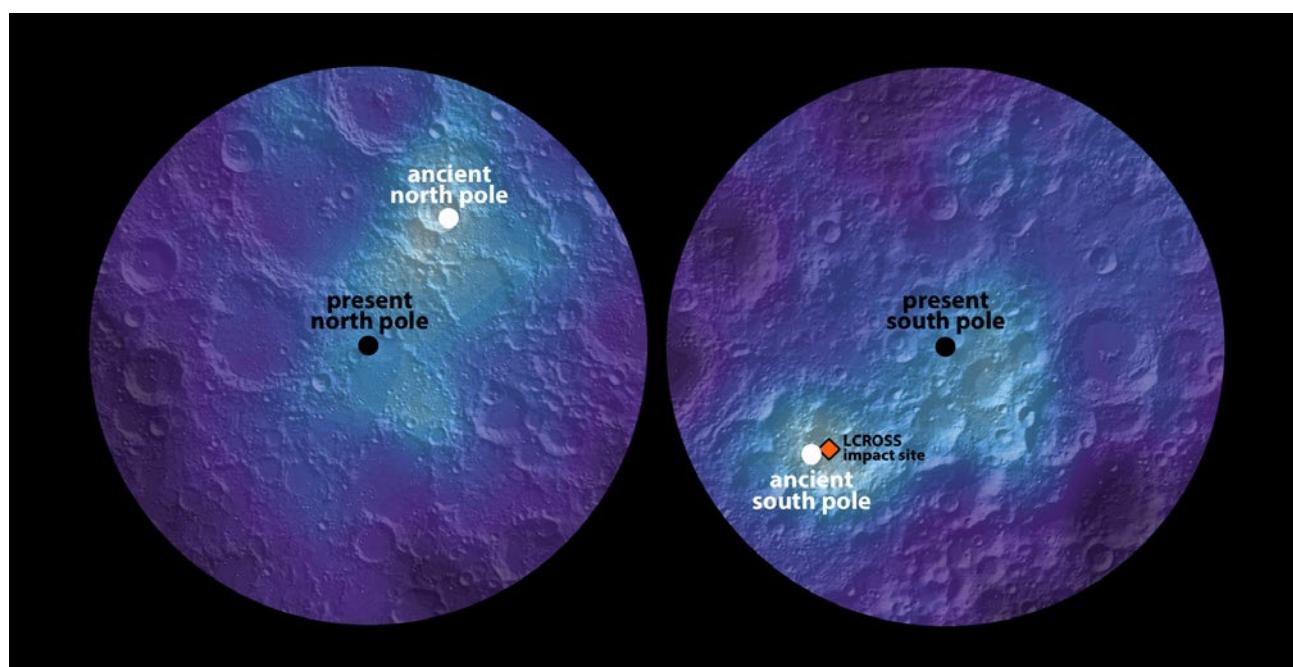
Pytanie, skąd ten lód się na Księżyku i Merkurem mógł wziąć. Dzięki wiedzy o atmosferze Księżyca nietrudno to wymyślić – woda dostarczona do tych ciał, np. przez komety, szybko zasila atmosferę. Jednak gdy cząsteczki wody, powracając do powierzchni, trafiają do wnętrza biegunowego krateru, pozostają tam już na stałe. Inaczej mówiąc, w historii Księżyca powinien się powoli tworzyć „depozyt” lodu w kraterach w pobliżu bieguna (I. Garrick-Bethell. *Nature*, t. 531, s. 455). Pozostaje problem, jak zmierzyć istnienie tego lodu. Otóż jeszcze pod koniec XX wieku (*Science*, t. 281, s. 1496) wymyślono, że można to zrobić, mierząc ilość neutronów oddziałujących z protonami wody. Używając tej metody, M.A. Siegler i ośmiu innych autorów (*Nature*, t. 531, s. 480) donieśli, że znaleziono miejsca, w których zalega woda. Owe miejsca są wprawdzie w pobliżu biegunów, a nie dokładnie w biegunach. Maksima zalegania wodoru leżą około pięciu i pół stopnia od obecnych biegunów. Konkretnie te miejsca to 84,9 N, 147,9 E oraz 84,1 S i 309,4 E. Ilość wodoru (wody) w obu tych miejscach wydaje się zbliżona, nie korelując z obecnymi temperaturowymi czy wyjątkowo zacienionymi miejscami. I w końcu są to miejsca na antypodach. Autorzy sugerują, że jest to związane ze zmianą położenia biegunów – znalezione depozyty lodu miałyby odpowiadać dawnym położeniom biegunów. Sugestie o ruchach biegunów Księżyca już się pojawiły i dotyczyły nawet dużo większych przesunięć (np. I. Garrick-Bethell, *Nature*, t. 512, s. 181). Przyczyny ruchu biegunów mogą być różne, poczynając od sposobu akrecji przez impakty, poprzez oddziaływanie płynowe, aż do procesów konwekcji wewnętrz globu. Zwłaszcza te ostatnie wydają się w tym przypadku interesujące, bo odpowiadają stosunkowo późnym okresom istnienia Księżyca. Autorzy sugerują, że przyczyną zmiany położenia biegunów mogła być solidna zmiana rozkładu mas wewnętrz globu. Mechanizm wpływu tego zjawiska na położenie biegunów jest bardzo prosty – obracające się ciało ma tendencję do obracania się wokół osi największego momentu bezwładności. Po prostu obrót wokół tej osi minimalizuje energię kinetyczną obrotu. Dlatego wzrost gęstości w jakimś punkcie powoduje, że punkt ten ma tendencję do przesunięcia się w kierunku równika. Na odwrót:

**KREEP** – akronim określający geochemiczny składnik niektórych skał księżyccowych. Poszczególne litery to odpowiednio: K – potas, REE – pierwiastki ziem rzadkich (od ang. rare earth elements), P – fosfor.

**Geochemia** – dział nauk geologicznych korzystający z metod stosowanych w chemii do badania historii dużych struktur geologicznych, zarówno w przypadku Ziemi, jak i innych obiektów Układu Słonecznego.

zmniejszenie gęstości powoduje przesunięcie tego punktu bliżej bieguna. W pracy Sieglera rozważono możliwość dużych erupcji wulkanicznych, w wyniku których następuje istotna zmiana gęstości w jakimś obszarze Księżyca. Zmiana gęstości następuje zarówno ze względu na zmiany temperatur (gorąca lava), jak i skład chemiczny (skład chemiczny lawy). Nietrudno się domyśleć, że najbardziej „podejrzane” jako przyczyny takich zjawisk są morza stanowiące pozostałość po wielkich erupcjach wulkanicznych. W szczególności Ocean Burz ze swoim składem chemicznym (materiał KREEP) wydaje się móc odpowiadać za opisaną zmianę położenia biegunów. Tak więc znowu ten rejon, podobnie jak w przypadku potasu w atmosferze, wydaje się mieć istotne znaczenie. Być może warto się bliżej przyjrzeć temu obszarowi naszego Księżyca.

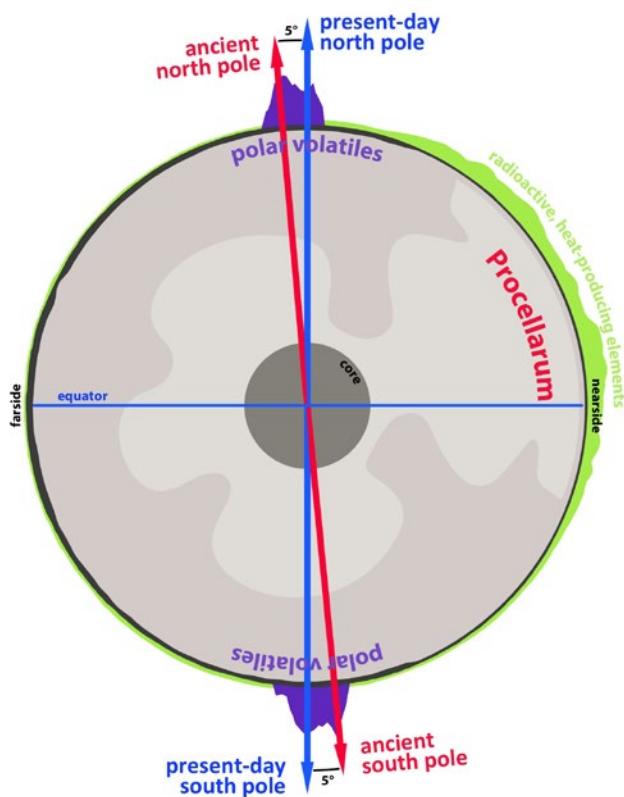
Warto również się zastanowić, czy podobny mechanizm nie mógłby mieć wpływu na położenie osi w przypadku innych ciał niebieskich. I od razu przychodzi na myśl Mars i jego ogromny rejon Tharsis – największy wygasły obszar wulkaniczny w całym Układzie Słonecznym. Druga część tego zdania jest niemal dosłownym tłumaczeniem pierwszego zdania artykułu S. Bouleya i sześciu innych autorów (*Nature*, t. 531, s. 344 z 17 marca 2016 r.), a cały artykuł jest poświęcony ustaleniu położenia osi Marsa z czasów przed powstaniem Tharsis. W gruncie rzeczy artykuł jest niezwykle podobny do omawianej powyżej pracy Sieglera. Oszacowano więc „antyczne” położenie osi dzięki dwóm niezależnym metodom. Pierwsza to oczywiście obliczenie jej położenia wynikające z momentu bezwładności



Mapa wodoru w okolicach biegunów Księżyca (pośrednio wskazująca obszary występowania lodu w stale zacienionych kraterach w pobliżu biegunów). Jaśniejszy kolor oznacza większą koncentrację wodoru. Według hipotezy, miejsca podwyższonej koncentracji mogą wskazywać dawne położenie biegunów. Źródło: James Keane, University of Arizona; Richard Miller, University of Alabama at Huntsville

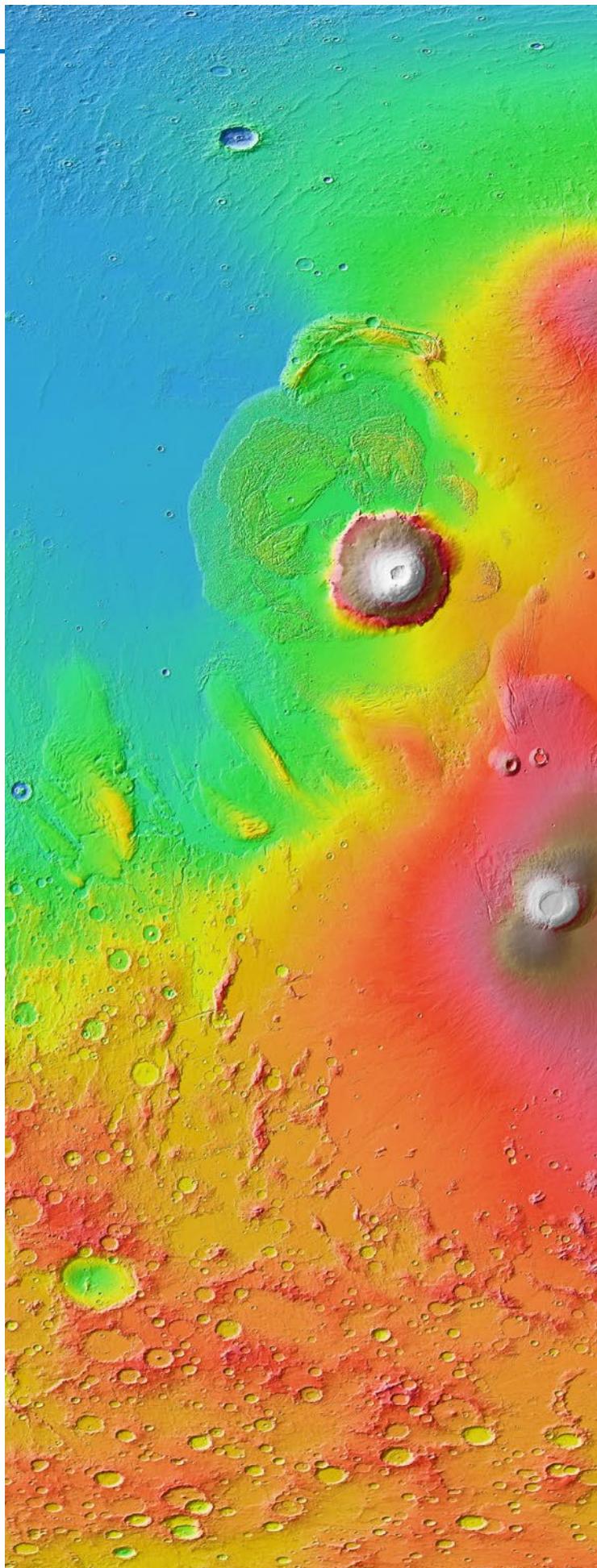
sprzed powstania Tharsis. Druga to istniejąca sieć... dolin rzecznych. To ostatnie znów wynika z rozumowania niezwykle podobnego do tego w przypadku Księżyca — gazowa woda wędrowała w chłodniejsze rejony, w przypadku Marsa położone wyżej i bliżej bieguna południowego. Tyle że w przypadku Marsa rzeczą jest o wiele bardziej spektakularnej. Grubość atmosfery, w dużej mierze powstałej w wyniku eksplozji wulkanów Tharsis, umożliwiła powstanie wody w stanie płynnym i sieci dolin rzecznych, która to sieć zachowała się do chwili obecnej. Kierunki spływu wód okazują się konsystentne z dawnym położeniem biegunów — przesuniętym w stosunku do obecnego o 20–25 stopni. Biorąc pod uwagę, że oba artykuły ukazały się niemal jednocześnie, wydaje się, że mamy pewnego rodzaju modę na wędrówkę biegunów pod wpływem zmiany momentu bezwładności. Zobaczmy, czy trwała.

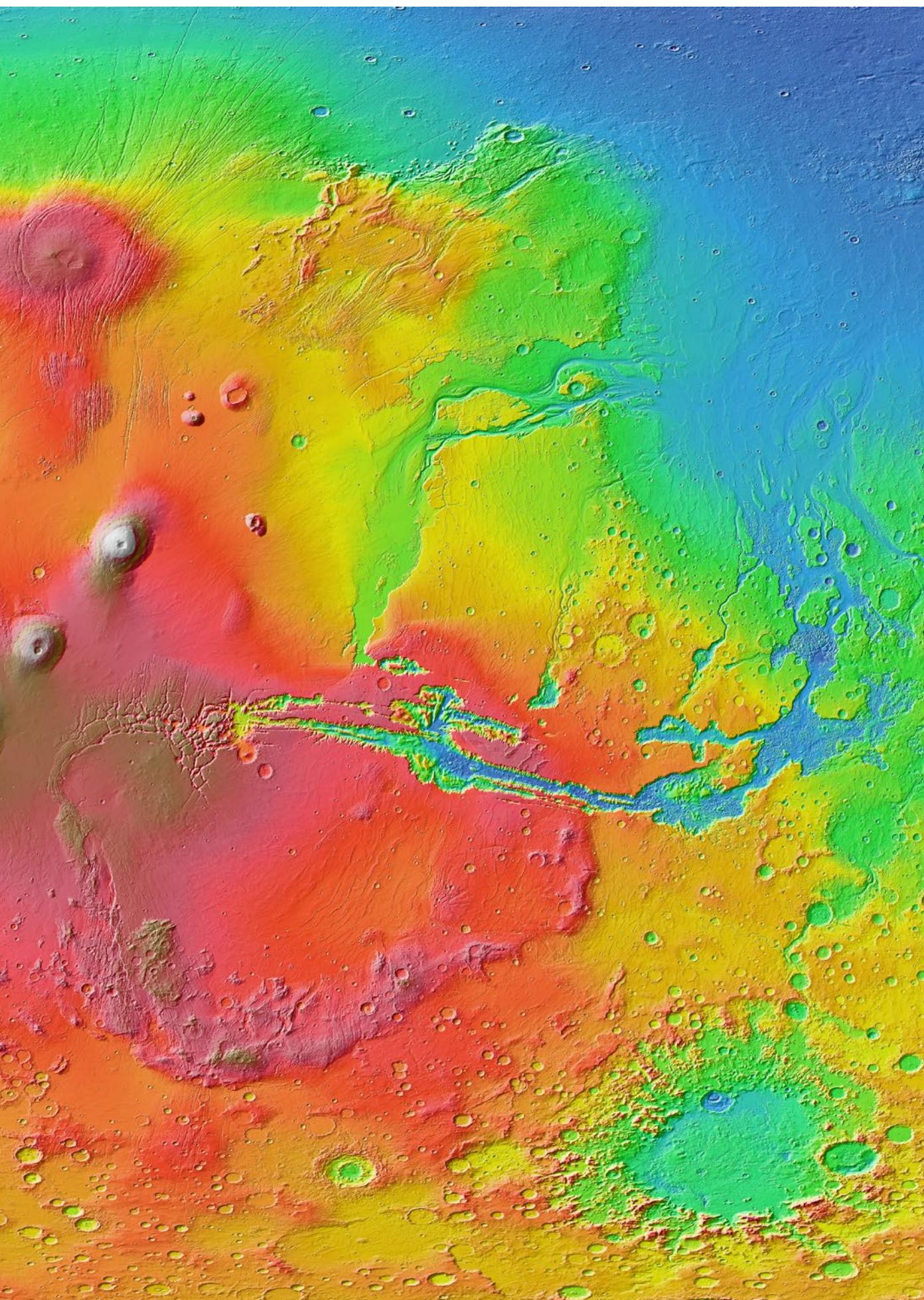
Jerzy Kuczyński



Schemat prezentujący zmianę położenia biegunów Księżyca. Kolor niebieski pokazuje aktualną orientację osi obrotu, a czerwony dawną. Zmiana orientacji osi obrotu mogła nastąpić na skutek procesów zachodzących na obszarze nazwanym „Procellarum”, znajdującym się po widocznej z Ziemi stronie Księżyca. Źródło: James Tuttle Keane, University of Arizona

Mapa topograficzna wulkanicznego płaskowyżu Tharsis na Marsie. Jego powstanie kilka miliardów lat temu mogło być przyczyną przesunięcia osi obrotu Marsa i zmiany położenia biegunów. Wysokość terenu oznaczono kolorami od niebieskiego (nisko) do czerwonego (wysoko), najwyższe szczyty mają kolor biały. Źródło: NASA / JPL-Caltech / Arizona State University





I Ty możesz być odkrywcą!

# Supernowe kwitną w moim ogrodzie

Jarosław Grzegorzek

*Wybuch supernowej to jedno z najważniejszych zjawisk we Wszechświecie. W naszej Galaktyce ostatnio był obserwowany ponad 400 lat temu. Dlatego od blisko 100 lat w obserwatoriach na całym świecie poszukuje się ich w innych galaktykach. Od lat 80. XX w. do tego wyścigu nieco śmielej starają się włączać astronomowie amatorzy. Dziś obserwatoria poszukujące supernowych (nawet amatorskie) są w większości zautomatyzowane. Zlokalizowane zostały w miejscowościach suchych, z wyśmienitą pogodą i odległymi od świata miast. Czy wobec tak silnej konkurencji mamy jeszcze jakiekolwiek szanse na własne, amatorskie odkrycie supernowej z przydomowego, podmiejskiego ogródka tu, w Polsce? Postanowiłem to sprawdzić. Od kwietnia 2014 r. prowadzę własny program poszukiwania supernowych, który dotychczas zaowocował 4 odkryciami.*

## Odkrywanie supernowych w warunkach amatorskich

Na pierwszy rzut oka poszukiwanie supernowych wydaje się dość proste. Polega na porównywaniu aktualnych zdjęć galaktyk z ich obrazami wykonanymi w przeszłości. Szukamy różnic, obiektów gwiazdopodobnych, które pojawiają się na bieżących obrazach galaktyk, a nie było ich wcześniej. Trudność polega na tym, że takich zdjęć należy wykonać bardzo dużo i z odpowiednią jakością. Tylko wówczas można mieć nadzieję, że przyjdzie taki dzień (czy też raczej noc), kiedy uda się na jednej z fotografii odnaleźć światelko nieznanej supernowej.

Często można usłyszeć opinię, że zasadniczą trudnością jest niewielka liczba pogodnych nocy w naszych warunkach klimatycznych. To prawda, jest to pewna przeszkoda, ale szanse przez to wcale nie maleją do zera. Czy można je jakoś oszacować? Spróbuj-

my. Zdecydowana większość obserwatoriów poszukujących supernowych wykonuje zdjęcia w krótkich ekspozycjach. W moim projekcie stosuję czasy od 40 do 60 s. Osiągam wówczas dość duży zasięg gwiazdowy — ok. 19<sup>m</sup>. Uwzględniając czas niezbędny na przedstawianie teleskopu na nowy obiekt, wykonuję około 50 ekspozycji w ciągu godziny. Daje to kilkaset zdjęć galaktyk w ciągu jednej nocy, zależnie od czasu jej trwania. W sumie, w ciągu roku udaje mi się wykonać około 24–25 tys. zdjęć. Podstawowe pytanie, jakie ciśnie się na usta, brzmi: ile średnio zdjęć należy wykonać, aby odkryć jedną supernową? Różni obserwatorzy, poszukiwacze supernowych deklarują różne wartości — od kilku do kilkunastu tysięcy. Zależne jest to od paru czynników: pola widzenia, jakie obejmuje zdjęcie, skali, zasięgu gwiazdowego, ale przede wszystkim doświadczenia obserwatora oraz tra-

ności doboru galaktyk do przeglądu. Moje dotychczasowe wyniki plasują mnie w połowie stawki — ok. 10 tys. obserwacji na jedno odkrycie. Przyjmując powyższe dane, pozwolę sobie postawić tezę, że w naszym klimacie, przy wykorzystaniu każdej chwili pogodnego nieba, całkiem realna jest szansa na odkrycie 1–2 supernowych w ciągu roku.

## Obserwatorium

Posiadanie obserwatorium uważam za jeden z istotniejszych warunków niezbędnych do osiągnięcia celu, jakim jest odkrycie supernowej. Znane są co prawda przypadki odkryć dokonywanych za pomocą sprzętu przenośnego (SN 2002dp, SN2002gd — Alain Klotz, Francja). Jednak, jak wynika z nazwy obiektów, zdarzyło się to 14 lat temu. Przy dzisiejszej konkurencji ze strony innych obserwatoriów osiągnięcie takie wydaje się wyjątkowo trudne,

a przynajmniej wymagałoby nadzwyczajnego zaangażowania i wytrwałości ze strony obserwatora. Obserwatorium pozwala utrzymywać sprzęt w stałej gotowości. W każdym momencie można niemal natychmiast rozpocząć obserwacje. Ma to bezpośrednie przełożenie na czynnik, o którym wspomniałem wcześniej — wykorzystywanie każdej chwili pogodnego nieba. Wielokrotnie zdarzało się, że obserwatorium otwierałem niespodziewanie, nawet na 1–2 godziny, bo na tyle pozwalały warunki atmosferyczne. Swoją pierwszą supernową odkryłem w 3-godzinnym „okienku” względnie dobrej pogody.

Moje obserwatorium wybudowałem samodzielnie na terenie posesji, która znajduje się kilkanaście kilometrów na południowy zachód od Szczecina. To teren wiejski, ale niebo jest jednak nieco zanieczyszczone światłem pobliskiego, dużego miasta. W skali Bortle'a oceniam je na 5. Obserwatorium to nieduża budka z przesuwającym dachem, na planie prostokąta 210 × 200 cm (fot. 1). Obsługiwane jest głównie zdalnie, więc jego wielkość wystarcza, aby pomieścić nawet 30-cm astrograf Newtona lub większy SCT. Nie miałem żadnego doświadczenia w pracach stolarskich, więc przez długi czas studiowałem szczegółowo różne konstrukcje opisane w sieci. Kupiłem również projekt opracowany w znanej kanadyjskiej firmie Skyshed.com i w pewnym stopniu wykorzystywałem zawarte w nim rozwiązania. Jest on dostępny w niewygodowych cenach i różnych wersjach na stronie internetowej firmy. Podłoga spoczywa na betonowych bloczkach, dzięki czemu zapewniona jest pod nią swobodna cyrkulacja powietrza. To pomaga w walce z wilgocią wewnątrz obserwatorium.

Obserwatorium otwierane jest ręcznie, co sprawdza się do odsunięcia dachu i włączenia systemu komputerowego. Automatyzacja w celu zdalnego wykonywania tych czynności jest możliwa, ale obecnie nie czuję potrzeby jej wprowadzania — pawilon znajduje się w odległości 25 m od domu.

## Sprzęt

Teleskop, za pomocą którego prowadzę poszukiwania, to światłosiłny (f/4), 25-cm reflektor w układzie New-



Fot. 1. Obserwatorium — moje własnoręczne dzieło



Fot. 2. Sprzęt wewnętrz obserwatorium gotowy do pracy

tona Sky-Watcher Quattro CF, z tubusem z włókna węglowego (fot. 2). Wykonałem do niego system podgrzewania lusterka wtórnego. Dzięki temu nie musiałem nigdy przerywać sesji ze względu na zaparowane lusterko wtórne, nawet w najtrudniejszych, jesiennzo-zimowych warunkach pogodowych. Podstawową kamerą jest SX Lodestar X2. Czuła matryca ICX 829, duży piksel ( $8,2 \mu\text{m} \times 8,4 \mu\text{m}$ ), niski poziom szumów, maksymalna wydajność kwantowa 77% dla długości fali 620 nm oraz 16 bitów, to jej główne zalety. Nie używam żadnych filtrów. Ze względu na bardzo krótkie czasy ekspozycji nie stosuję kamery śledzeniowej (tzw. „śledzika”, ang. *guider*). Całość waży około 13 kg i jest zawieszona na maszynowym, węgieliskim montażu G-40 o udźwigu 40 kg. W układzie napędu przestarzały nieco, fabryczny FS/2 zastąpiłem sterownikiem AstroEQ, który bardzo dobrze współpracuje z moim oprogramowaniem. Przy zdalnej obsłudze obserwatorium nieodzowny jest też napęd ogniskowania. Zastosowałem popularny napęd Sky-Watcher, ale bez standardowego pilota. Jego funkcję przejął sterownik, wykonany przez mnie na bazie mało znanego u nas mikroprocesora PICAXE. Sterowanie ogniskowaniem to tylko jedna z funkcji tego układu. Oprócz tego pozwala na zdalne włączenie i wyłączanie innych urządzeń obserwatorium oraz ma kilka portów wejściowych, dzięki którym mogę

kontrolować temperaturę, wilgotność oraz opad deszczu.

W obserwatorium działają dwie kamery monitorujące. Pierwsza z nich to kamera przemysłowa z 1/3" sensorem CCD oraz szerokokątnym obiektywem (pole widzenia: 100°). Pokazuje wnętrze obserwatorium oraz duży fragment nieba w kierunkach od południowego do zachodniego (fot.3). Druga, to kamera „AllSky”, którą skonstruowałem na bazie czujek matrycy CMOS IMX 322. Umieszczona na zewnątrz pawilonu pełni szczególnie ważną funkcję. Nie wychodząc z domu, mogę stale monitorować zachmurzenie nieba i szybko zareagować otwarciem obserwatorium, kiedy tylko chmury ustąpią. Jest to więc kolejne, niezwykle pomocne narzędzie w wykorzystywaniu każdej chwili pogodnego nieba. Obie kamery podłączone są do serwera/rejestratora kamer, który zapewnia dostęp do transmitowanych obrazów (również przez internet) nie tylko za pośrednictwem komputera, ale i z innych urządzeń: tabletu lub smartfona.

### System komputerowy i oprogramowanie

System komputerowy obsługujący projekt składa się z 4 komputerów działających pod kontrolą systemów Windows (XP oraz 10):

1. W obserwatorium — zdalne włączanie i wyłączanie urządzeń, sterowanie montażem, rejestrowanie obrazów, odbieranie danych z czujników meteorologicznych.
2. W domu — serwer SQL na silniku Firebird. Tu w głównej bazie danych są gromadzone dane obserwacyjne oraz meteo.
3. W domu — końcówka użytkownika, gdzie na bieżąco analizuję dane spływające do bazy serwera SQL. Dzięki takiej konfiguracji mogę szybko zareagować na fakt pojawienia się podejrzanej obiektu i natychmiast zarządzić ponowne sprawdzenie galaktyki, bez przerwania sesji.
4. W domu — komputer służący do monitorowania ogólnego stanu nieba i pracy montażu za pomocą kamer zainstalowanych w obserwatorium. Komputer ten służy mi też do kontrolowania sytuacji meteorolo-



Fot. 3. Zdjęcie z kamery przemysłowej w obserwatorium, kontrolującej pogodę i teleskop. Łączny czas ekspozycji 5,12 s (256 × 1/50 s)

gicznej (mapy satelitarne oraz czujniki meteo w obserwatorium).

Łącze bezprzewodowe między obserwatorium a domem jest zrealizowane z pomocą dwóch punktów dostępu.

Każdy projekt poszukiwania supernowych, zarówno amatorski, jak i profesjonalny, wiąże się z operowaniem na bardzo dużej ilości danych. Głównie są to oczywiście pliki fotograficzne rejestrujące każdą obserwację, ale również i inne niezbędne informacje. Dodatkowo konieczne jest sprawne i precyzyjne sterowanie montażem, szczególnie istotne wówczas, kiedy fotografuje się małe pola, a tak właśnie jest w moim przypadku ( $16' \times 22'$ ). Do tego dochodzi jeszcze konieczność zautomatyzowania podstawowej chociażby obróbki materiałów, tak aby uniknąć „fałszywych alarmów”. Na rynku jest dostępna cała gama oprogramowania, które odpowiednio skonfigurowane spełni wymagania „łowcy supernowych”. Wielu z nich korzysta z takich produktów jak Orchestrate, CCD Commander czy też popularny MaximDL uzupełniony zestawem skryptów. Jednak z zawodu jestem programistą, postanowiłem więc stworzyć własną aplikację dla potrzeb projektu.

Rozpoczęłem od pozyskania katalogu galaktyk. Skorzystałem z zasobu „Third Reference Catalogue of Bright Galaxies (RC3)” George'a de Vaucouleurs'a, przenosząc go do swojej bazy danych działającej na silniku Firebird. Następnie rozbudowałem program o sterowanie montażem, wykonywanie ekspozycji, podstawi-

wą obróbkę materiału, rejestrowanie obserwacji i w końcu procedurę automatycznego wyboru galaktyk do przeglądu, którą uważam za najważniejszy element całego systemu. Argumentami tej procedury jest 7 parametrów związanych z daną galaktyką: typ galaktyki, jej prędkość radialna (czyli miara jej odległości), inklinacja, jasność, wielkość kątowa, współrzędne (rektascensja, deklinacja) i data ostatniej obserwacji. Pierwszym pięciu z powyższych parametrów przypisane są odpowiednie współczynniki wagowe. Jedne z nich są bowiem mniej, inne bardziej istotne z punktu widzenia szansy na pojawienie się lub dostrzeżenie supernowej. Wagi wyznaczam na podstawie analizy statystyk (zaczerpniętych ze strony BrightSupernova) dotyczących obserwacji supernowych z ostatnich kilkunastu lat. Sumując te wartości, uzyskuję swego rodzaju „ranking galaktyk”. Współrzędne decydują o dwóch rzeczach: wybór galaktyki oraz jej miejscu w kolejce do obserwacji. Chodzi o to, by w danej części sesji wybierać galaktyki niezbyt odległe kątowo od siebie, co minimalizuje czas, jaki tracę na przesuwanie z teleskopu z jednego obiektu na kolejny. Znaczenie daty ostatniej obserwacji wydaje się dość oczywiste. Nie sprawdzam galaktyk, które obserwowałem 2–3 dni wcześniej. Zwykle robię to po 8–10 dniach od ostatniej obserwacji. W selekcji brana jest też pod uwagę ewentualna niekorzystna pozycja Księżyca.

Oprogramowanie steruje montażem, ustawia go na wybrane galaktyki w odpowiedniej kolejności, rejestruje i przetwarza obraz. Każda obserwacja otrzymuje numer identyfikacyjny (widoczny zawsze na publikowanych przeze mnie zdjęciach w lewym dolnym rogu) i jest zapisywana w bazie danych — na serwerze SQL. Klatki najlepsze stają się obrazami referencyjnymi.

### Sesja obserwacyjna

Po otwarciu obserwatorium włączam system informatyczny. Od tej chwili wszystkie czynności wykonywane są zdalnie, z domu. Pierwszą, bardzo ważną procedurą jest kalibracja montażu tak, aby naprowadzanie teleskopu na poszczególne obiekty było precyzyjne, a błąd nie przekraczał 5°. Ewentualne drobne korekty dokonywane są też później, w trakcie trwania sesji.

Następnie są wybierane galaktyki, które będą monitorowane w zadanej jednostce czasu. Montaż ustawia teleskop na kolejne fotografowane obiekty. Zdjęcia zapisywane są na serwerze. Dostęp do nich mam po 5 s od zakończenia ekspozycji. To małe opóźnienie spowodowane jest konieczną kalibracją klatek. Teraz mogę zająć się wizualną analizą otrzymanego obrazu. Nie używam automatycznych algorytmów do analizy zdjęć różnicowych, stosowanych przez większość profesjonalnych obserwatoriów. W wyszukiwaniu nowych obiektów pomaga szybkie przełączanie, co 0,5 sekundy, dopasowanych widoków — zdjęcia aktualnego i referencyjnego danej galaktyki, wykonanego przeze mnie w przeszłości. Staram się wychwycić ewentualne różnice pomiędzy tymi obrazami. W przypadkach wątpliwych wspomagam się zewnętrznymi, fotograficznymi bazami danych (DSS2, SDSS-III, MAST), które służą jako obrazy porównania. Podobnie jak przy procedurze szybkiego przełączania, tak i tu pomaga mi mój program. Odpowiedni skrót klawiszowy uruchamia połączenie z jedną z ww. baz i automatycznie wprowadza współrzędne obiektu. Po krótkiej chwili widzę gotowy obraz galaktyki i mogę porównywać. Tak spędżam większość czasu, poszukując supernowych.

Czasem jednak na jednym ze zdjęć pojawia się obiekt, którego tam wcze-

niej nie było. To jednak wcale nie musi być supernowa. Trzeba wykluczyć wiele możliwych przyczyn: znaną lub nieznaną planetoidę, gwiazdę zmienną czy też zwykły błąd matrycy CCD. Może to być też sytuacja, kiedy faktycznie jest to supernowa, tyle że odkryta wcześniej przez kogoś innego. Niezbędne są następne fotografie potwierdzające, wykonane w pewnych odstępach czasu (co najmniej kilkunastu lub kilkudziesięciu minut). Tymczasem sprawdzam też następujące bazy danych gwiazd zmiennych, planetoid oraz dotychczas odkrytych supernowych:

- GCVS (<http://www.sai.msu.su/gcvs/cgi-bin/search.htm#coor>)
- AAVSO ([https://www.aavso.org/vsx/index.php?view=search\\_top&ql=1](https://www.aavso.org/vsx/index.php?view=search_top&ql=1))
- Minor Planet Center (<http://scully.cfa.harvard.edu/cgi-bin/checkmp.cgi>)
- BrightSupernova (<http://www.rochesterastronomy.org/snimages/snlocations.html>)
- TNS (<https://wis-tns.weizmann.ac.il/search>).

Jeżeli po przeprowadzeniu tych wszystkich czynności jedynym wyjaśnieniem nowego obiektu pozostaje nieznana supernowa, to wykonuję pomiary położenia oraz jasności, które są wymagane do prawidłowego zgłoszenia odkrycia. Posługuję się w tym celu programem Astrometrica

(<http://www.astrometrica.at>) oraz katalogiem gwiazd UCAC-4 (a od niedawna USNO-B 1.0). Mając komplet danych loguję się do Transient Name Server i zgłasza odkrycie.

### Moje supernowe

#### 1. PSN J22394901+3812500

Swoją pierwszą supernową odkryłem 15 października 2014 r. Pojawiła się w galaktyce UGC 12137, odległej o 60 Mpc, w gwiazdozbiorze Jaszczurki. Okazała się niezbyt jasnym obiektem, a na dodatek wybuchła dość blisko centrum galaktyki, co stanowiło dodatkową trudność w jej dostrzeżeniu (fot. 4). Początkowo trudno było mi uwierzyć, że pierwsze odkrycie przyszło tak szybko. Jednak wszystkie wykonane przez mnie obserwacje nie pozostawały cienia wątpliwości. To supernowa i żadne inne obserwatorium na świecie jej nie zgłosiło. W końcu zmierzyłem jej położenie, jasność i pełen obaw odważyłem się wysłać raport do Centralnego Biura Telegramów Astronomicznych na Uniwersytecie Harvarda (CBAT). O odkryciu poinformowałem również Davida Bishopa — twórcę strony *Bright Supernova* (<http://www.rochesterastronomy.org/snimages/>). Trzy dni później, 18 października 2014 r., odkrycie zostało potwierdzone. W obserwatorium Yunnan w Chinach wykonano obserwację spektroskopową przy wykorzystaniu



Fot. 4. Zdjęcie odkrywcze pierwszej supernowej PSN J22394901+3812500 z dnia 15 X 2014 r. Jej jasność: 17,5m. Czas ekspozycji 120 s

teleskopu o aperturze 2,4 m. Moja PSN J22394901+3812500 została zidentyfikowana jako supernowa typu II-P w okolicy maksimum jasności. Typ II oznacza to, że wybuch był skutkiem zapaści masywnej gwiazdy u kresu jej życia, a w widmie dominują emisyjne linie wodoru. Kształt linii H $\alpha$  wskazywał na prędkość ekspansji 5700 km/s. Litera „P” w oznaczeniu typu znaczy, że blask gwiazdy, po wstępny spadku od maksimum, zatrzymuje się na kilka miesięcy na pewnym poziomie, tworząc charakterystyczne *plateau*. Tak też było w tym wypadku. W ciągu 2 tygodni po odkryciu jeszcze 6 obserwatorów sfotografowało tę gwiazdę. Jej jasność przez ten czas pozostawała w okolicach 17,5<sup>m</sup>.

### 2. PSN J17162885+0625585

Połowa czerwca nie jest najlepszym czasem na obserwacje astronomiczne, szczególnie obiektów głębokiego nieba. Krótka noc astronomiczna (a raczej jej brak) nie ułatwia też poszukiwań supernowych. Mimo tak trudnych warunków 12 czerwca 2015 r., na fatalnej jakości zdjęciu zarejestrowałem nieznany obiekt w odległej o 95 Mpc galaktyce UGC 10779 (fot. 5). Niestety, nie zdążyłem sprawdzić go ponownie, ponieważ 10 minut później Słońce było już 11,5° pod horyzontem. Błyskawicznie robiło się jasno. Aby potwierdzić ewentualne odkrycie, musiałem więc czekać do najbliższej pogodnej nocy. Szczęśliwie pogoda dopisała już dobę później, chociaż warunki znów były nie najlepsze. Okolorównikowa deklinacja galaktyki UGC 10779 (+06° 25' 55'') też nie ułatwiała zadania obserwatorowi z północy. Musiałem jednak wykonać zdjęcia potwierdzające. Udało się i nie miałem już wątpliwości — to nieodkryta jeszcze supernowa. Włoscy astronomowie, G. Masi oraz niezależnie R.Belligoli i F.Castellani wykonali jeszcze tej samej nocy fotometrię, w dużo lepszych warunkach niż moje. Otrzymali odpowiednio 18,5 i 18,6 magnitudo. Jest to więc najsłabsza supernowa, jaką do tej chwili odkryłem. Obserwacje spektroskopowe pokazały jej typ — IIb. Znow więc była to zapaść masywnej gwiazdy, ale widmo wygląda inaczej. Linie wodoru, od początku słabe, wkrótce znika-



Fot. 5. Zdjęcie odkrywcze PSN J17162885+0625585 z dnia 12 VI 2015 r. Jasność gwiazdy 18,1<sup>m</sup>. Czas ekspozycji 51 s



Fot. 6. Trzecie odkrycie: PSN J22412689+3917220 z dnia 19 VIII 2015 r. Jasność gwiazdy 17,0<sup>m</sup>. Czas ekspozycji 60 s

ją, ustępując miejsca liniom helu. Tak kończy gwiazda, która żyła w układzie podwójnym i już wcześniej została przez towarzyszki odarta z prawie całej wodorowej otoczki.

### 3. PSN J22412689+3917220

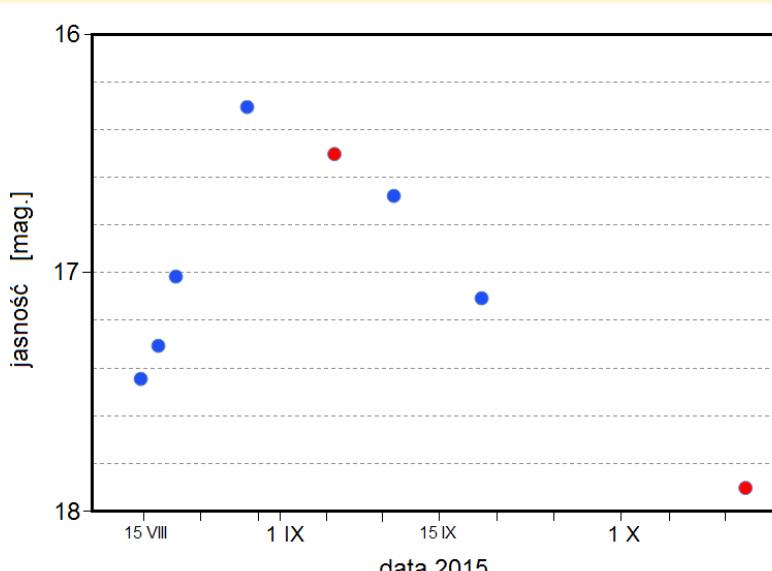
Na kolejne odkrycie nie musiałem czekać zbyt długo. 19 sierpnia 2015 r. dostrzegłem obiekt 11" na południowy wschód od centrum galaktyki UGC 12156, odległej o 67 Mpc (fot. 6). Podobnie jak w przypadku drugiego odkrycia miałem pewien problem z po-

twierdzeniem tej obserwacji. Warunki pogodowe załamały się i nie byłem w stanie wykonać kolejnych ekspozycji. Wiedziałem, że raport o odkryciu do CBAT mogę wysłać tylko wówczas, kiedy będę miał pewność, że jest to nowa, nieznana możliwa supernowa. Prognozy pogody na najbliższe dni nie wyglądały najlepiej. W takich przypadkach korzystam ze zdalnych teleskopów iTelescope ([www.itelescope.net](http://www.itelescope.net)) dwóch amerykańskich obserwatoriów: w Nowym Meksyku oraz w górach Sierra Nevada. Te lokalizacje są dla

mnie szczególnie korzystne. Dzięki różnicy stref czasowych wynoszącej 8 oraz 9 godzin, mogę wcześniej zarezerwować czas teleskopu oraz przygotować skrypty. Moim ulubionym przyrządem jest T24 — Planewave CDK 622 mm f/6.5. Jednak 19 sierpnia w celu potwierdzenia obserwacji odkrywczej musiałem skorzystać z innego — T21 — Planewave CDK 431mm f/4.5 z obserwatorium w Nowym Meksyku. Zdjęcia z T21 potwierdziły możliwość supernowy.

Według wyglądu widma określono jej typ jako słabą (*sub-luminous*) Ia, przed maksimum blasku. To rzadki gatunek, którego natura jest do dziś nieznana. Bardzo przypominają zwykły typ Ia — słynne „świecę standardowe” Wszechświata, ale ich jasność absolutna jest niższa i inna w każdym przypadku. Nie wiadomo, czy te dwa typy mają w ogóle ze sobą coś wspólnego — a więc czy jest to biały karzeł, który tak utył, że przekroczył granicę Chandrasekhara (ok.  $1,44 M_{\odot}$ ) i musiał się zapaść pod własnym ciężarem (tak jest w typie Ia), czy też mamy tu efekt zlania się dwóch białych karłów, czy może osobliwy przypadek kolapsu masywnej gwiazdy.

Pod koniec sierpnia supernowa osiągnęła swoje maksimum —  $16,3^m$ . Przez wielu obserwatorów była śledzona przez prawie 2 miesiące, dzięki czemu powstała piękna krzywa blasku (rys. 7).



Fot. 7. Krzywa blasku PSN J22412689+3917220. Na czerwono obserwacje autora. Pozostałe pomiary wykonali: J. Brimacombe, JM. Llapaset, P.Campaner, R. Benavides, Z. Xu i X. Gao

#### 4. SN 2016G

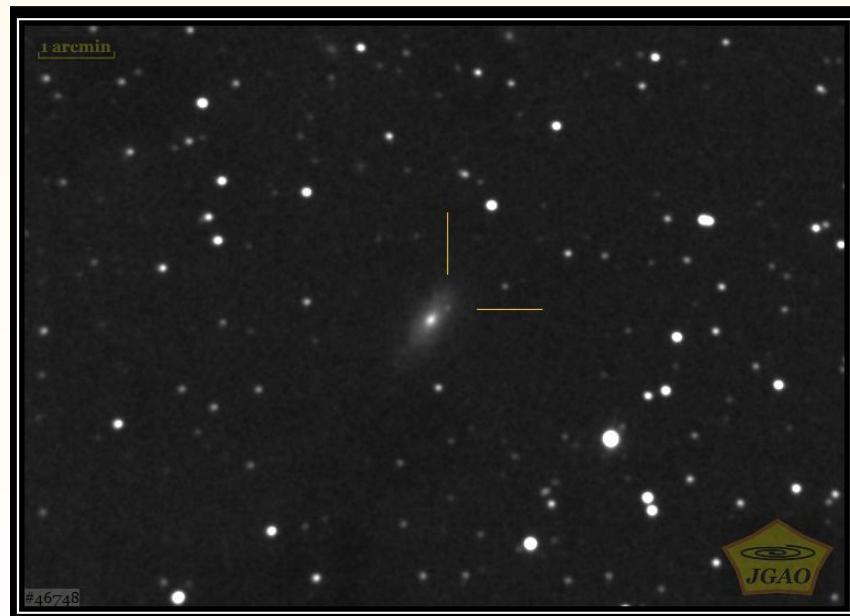
Rok 2016 rozpoczął się dla mnie doskonale. 9 stycznia odkryłem czwartą supernowę, tym razem w odległości o 35 Mpc galaktyce NGC 1171 (fot.8). Zaledwie kilka dni wcześniej uruchomiony został nowy podmiot przyjmujący i rejestrujący odkrycia supernowych — *Transient Name Server* (TNS). Zmienił się też nieco system nadawania nazw. Każda nowa, ale niepotwierdzona supernowa otrzymuje teraz oznaczenie AT RRRRprzyrostek (gdzie RRRR to rok a przyrostek to kolejna litera lub ciąg liter alfabetu). Po potwierdzeniu możliwej supernowej obserwacją spektroskopową przedrostek „AT” automa-

tycznie zmieniany jest na „SN”. Moja supernowa została zatem ostatecznie oznaczona jako SN 2016G.

Maksimum blasku  $16,3^m$  osiągnęła pod koniec stycznia. W jej widmie nie ma linii wodoru (więc nie jest to typ II) ani zjonizowanego krzemu (więc nie jest to też typ Ia). Nie ma też linii helu. Najsilniejszą strukturą widmową jest linia magnezu (rys. 9). Jej typ określono więc jako Ic-BL (Ic z szerokimi liniami). A zatem była to eksplozja masywnej gwiazdy, która przez kolaps jądra pozbyła się (lub została pobawiona) nie tylko całej otoczki wodorowej, ale i helowej. Prędkość ekspansji otoczki wyznaczono z widma na  $22\,000 \text{ km/s}$ .

#### Odkrycie to nie wszystko

Poszukiwanie i odkrywanie supernowych na możliwie najwcześniejszym etapie wybuchu jest oczywiście ważne. Nie mniej istotne są jednak następne obserwacje odkrytej już supernowej. Spektroskopia tak słabych obiektów jest w zasadzie poza zasięgiem sprzętu, jakim dysponują amatorzy. Jednak fotometria nie. Rzetelne obserwacje fotometryczne pozwalają na wykreslenie krzywej blasku, która jest niezwykle ważną cechą charakteryzującą supernowę. Instrukcje opisujące metody pomiarów fotometrycznych są dostępne w sieci. Odpowiednie oprogramowanie również. Dla astroamatorów zajmujących się np. gwiazdami zmiennymi fotometria jest chlebem powszednim. Należy zdać



Fot. 8. Zdjęcie odkrywcze SN 2016G z dnia 09 I 2016r. Jasność gwiazdy  $17,2^m$ . Czas ekspozycji 45 s

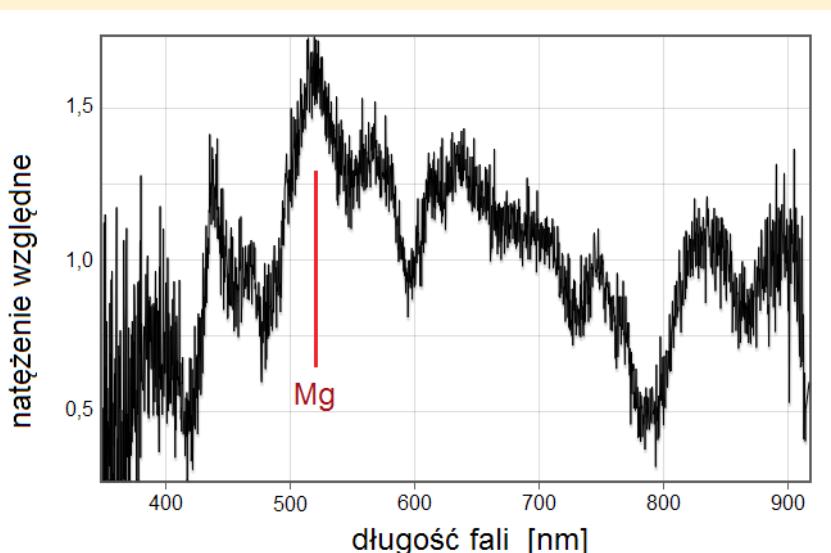
sobie sprawę, że w przeciwieństwie do gwiazd zmiennych supernowe są zjawiskami przejściowymi. Pojawiają się i dość szybko przemijają. Niewykonanie pomiarów w odpowiednim czasie powoduje, że tracimy tę możliwość. Na zawsze. W ramach własnych obserwacji staram się również rejestrować i publikować wyniki dla supernowych odkrytych przez inne obserwatoria (<http://supernowe.pl/inne.html>). Zachęcam więc, aby wysyłać i publikować własne dane z obserwacji:

- na stronie Bright Supernova (<http://www.rochesterastronomy.org/snimages/>)
- na liście VSNET (<http://www.kusastro.kyoto-u.ac.jp/vsnet/>)
- na stronie TNS (<https://wis-tns.weizmann.ac.il>) — konieczna wcześniejsza rejestracja.

Jest to niezwykle wartościowa z naukowego punktu widzenia forma aktywności, szczególnie dla tych, którzy nie mogą zaangażować się w czasochłonny, pełny projekt poszukiwawczy. Warto też podkreślić, że obserwacja supernowej oraz wykonanie jej fotometrii, a następnie przesłanie wyników na ww. adresy sprawiają, że wpisujemy się na listę wąskiej grupy astronomów, którzy udokumentowali daną supernową, może jedyną, jaka w ciągu setek lat pojawi się w danej galaktyce.

### Polscy odkrywcy supernowych

Moja PSN J22394901+3812500 to pierwsza supernowa odkryta z obserwatorium zlokalizowanego na terenie Polski, co naturalnie jest dla mnie szczególnym powodem do zadowolenia. Należy jednak przypomnieć, że nasi rodacy dokonywali już wcześniej odkryć supernowych w obserwatoriach poza granicami naszego kraju. Pierwszym był prof. Konrad Rudnicki, który w latach 1962–1967 odkrył ich 11 w obserwatorium na Mt Palomar. W latach 2006–2010 kolejny Polak — Grzegorz Duszanowicz — odkrył 10 supernowych w swoim obserwatorium w miejscowości Åkersberga, niedaleko Sztokholmu. Obecnie, wraz z Michałem Żołnowskim, prowadzi poszukiwania z obserwatorium Rantiga we Włoszech. W styczniu tego roku uwieńczone one zostały sukcesem — SN 2016P. Cała gama odkryć



Fot. 9. Widmo supernowej SN 2016G. Źródło: TNS (<https://wis-tns.weizmann.ac.il>)

należy też do programu OGLE prowadzonego w obserwatorium w Las Campanas (Chile) przez astronomów z Uniwersytetu Warszawskiego pod kierunkiem prof. Andrzeja Udalskiego. Trzeba również pamiętać o odkryciu SN 2007va dokonanym przez dr. Szymona Kozłowskiego na podstawie analizy danych z Kosmicznego Teleskopu Spitzera oraz o projektach Gaia i ASAS-SN, w których swój udział mają również polscy naukowcy.

### A jednak warto

Ze zrozumiałych powodów w tak krótkim artykule można jedynie zasygnalizować pewne zagadnienia związane z obserwacjami gwiazd supernowych. Zainteresowanych zachęcam do samodzielnego studiowania tematu i prowadzenia obserwacji, które mogą mieć realną wartość naukową. Może to być też doskonały wstęp do przyszłych własnych poszukiwań i odkryć.

Czasami spotykam się z opinią, że poszukiwanie supernowych w warunkach amatorskich wymaga sporego wysiłku, zaangażowania własnych środków i przede wszystkim czasu. Na dodatek nikt nie jest w stanie zagwarantować nam sukcesu. Tak, to wszystko prawda. Dla astroamatora obcowanie z setkami galaktyk jest jednak przyjemnością samą w sobie. Pewnośc nigdy nie ma, ale jest szansa, że raz na jakiś czas możemy zostać nagrodzeni niezwykłą chwilą — odkryciem supernowej. Odkrywca jest pierwszym i z poczatku jedynym człowiekiem na świecie, który widzi nowy obiekt na niebie. Zapewniam, że są to niezapomniane, niezwykle silne przeżycia, dla których warto zapłacić cenę kilku nieprzespocznych nocy.



**Jarosław Grzegorzek**, z wykształcenia inżynier elektronik, pracuje jako programista, prowadząc własną firmę komputerową. Należy do liczniego grona „dziedzi Pana Adama” — młodych niegdyś ludzi, których pasją astronomiczną zaraził szczecinecki krawiec Adam Giedrys. Infekcja okazała się nieuleczalna. Zaowocowała już czterema odkryciami supernowych, a o dalszych na pewno usłyszymy wkrótce.

Strona domowa Autora:  
<http://supernowe.pl>

## Zamknięcie Ostródzkiej Sekcji Astronomicznej

Po dwuletnim okresie intensywnego działania Ostródzka Sekcja Astronomiczna (OSA) została zamknięta przez jej pomysłodawcę i prezesa Piotra Skorupskiego. Powód takiej decyzji była kilka. Z jednej strony osobiste plany, z drugiej malejące zainteresowanie astronomią mieszkańców Ostródy i okolic.

Ostródzka Sekcja Astronomiczna została założona 10 kwietnia 2014 r. Jej misją była popularyzacja astronomii wśród mieszkańców gminy Ostróda. Na początku zajęcia były prowadzone w ostródzkim zamku, gdzie w roku 1807 stacjonował sam Napoleon Bonaparte. A następnie na Dworcu Rzecz Jasna, czyli byłym dworcem PKP poddany rewitalizacji i zarządzanym przez Stowarzyszenie Inicjatyw Możliwych RzecJasna, gdzie zbierały się różne osoby, które były zainteresowane pracą na rzecz lokalnej społeczności.

Ostródzka Sekcja Astronomiczna stawiła sobie za cel zainteresowanie astronomią mieszkańców Ostródy i okolic. W tym celu Piotr Skorupski — prezes OSA oraz Anna Majewska — wiceprezes, wymyślali i realizowali różne inicjatywy z pomocą niewielkiego zespołu współpracowników. W kwietniu 2014 r. sekcja wystartowała z 5 członkami, zaś w najlepszym okresie swojej działalności liczyła 11 osób plus wielu mieszkańców Ostródy, którzy nieformalnie brali udział w pracach sekcji.

Wśród regularnych działań OSA można wymienić: prowadzenie raz w miesiącu pokazów nieba dla mieszkańców przy wyciągu nart wodnych nad Jeziorem Drwęckim, czynny udział w akcji Globe at Night, tworzenie co miesiąc „Nieba nad Ostródą”, które ukazywało się na najbardziej znanych portalach ostródzkich czy prowadzenie systematycznie kalendarzyka astronomicznego w radiu. Należy do tego dodać, że członkowie OSA (głównie Piotr Skorupski) często byli gośćmi w Radiu Zet Gold, gdzie opowiadaли słuchaczom o ważnych nadchodzących zjawiskach astronomicznych czy zbliżających się pokazach nieba. Dodatkowo, niejako w ramach popularyzacji astronomii, Piotr Skorupski przez rok zajmował się także propagowaniem idei ochrony ciemnego nieba w regionie Ostródy.



Piotr Skorupski w trakcie prowadzenia pokazów Słońca. Fot. Jacek Drażkowski

Ponadto OSA współpracowała ze szkołami z gminy Ostróda. W Szkole Podstawowej w Rudzienicach koło Iławы organizowane były nocne pokazy nieba i planet, a Piotr Skorupski wygłosił kilka prelekcji na temat Układu Słonecznego. Natomiast w Liceum Ogólnokształcącym im. Jana Bażyńskiego w Ostródzie członkowie OSA poprowadzili warsztaty plenerowe z zakresu astrofotografii.

Warto wspomnieć także o zrealizowaniu przez OSA we wrześniu 2015 r. wystawy meteorytów w Muzeum w Ostródzie w murach pokrzyżackiego zamku.

Jednak największym wydarzeniem, w którym wzięła udział Ostródzka Sekcja Astronomiczna, było zorganizowa-

nie w ostródzkim amfiteatrze w dniu 5 sierpnia 2015 r., wspólnie z Fundacją Nicolaus Copernicus, imprezy astronomicznej pt. „Piknik pod Gwiazdami”. Na to wydarzenie przybyło niemal 900 osób i co należy podkreślić, miało to miejsce w środku tygodnia.

Po okresie intensywnych działań OSA w latach 2014–2015, zainteresowanie działalnością sekcji przez mieszkańców Ostródy i okolic zaczęło maleć od początku 2016 r. Anna Majewska wyjechała na studia do Gdańska i nie mogła już dalej pomagać w prowadzeniu sekcji. W tej sytuacji prezes Piotr Skorupski zdecydował o zamknięciu Ostródzkiej Sekcji Astronomicznej w dniu 4 lipca 2016 r.

Paweł Z. Grochowski



Nocne pokazy nieba w ramach „Pikniku pod Gwiazdami”. Fot. Robert Szaj

## Astronomia w szkole

# Policzcie gwiazdy razem z nami

Zachęcamy uczniów i nauczycieli do wspólnego udziału w projektach Star Count i Globe at Night. Są one związane z Ogólnoświatowym Liczeniem Gwiazd, którego celem jest badanie zanieczyszczenia nieba sztucznym światłem. Uczniowie na całym świecie, biorąc udział w tych projektach, mają możliwość zauważenia, w jaki sposób oświetlenie znajdujące się w okolicy miejsca zamieszkania wpływają na zanieczyszczenie nocnego nieba.

Udział w tych projektach w znaczy sposób wpływa na świadomość społeczną młodych ludzi. Możemy to potwierdzić z całą pewnością, ponieważ rzesza uczniów skupiona przy kruszwickiej Astrobazie jest świadomą zagrożeń wynikających z negatywnych skutków oddziaływania sztucznego oświetlenia — szczególnie w miastach. Zanieczyszczenie

światłem ujemnie wpływa na faunę i florę naturalnie przystosowaną do życia w ciemności w czasie nocy, zdobywanie pożywienia, rozmnażanie, komunikację oraz inne istotne zachowania. Podobnie jak w przypadku zwierząt, zanieczyszczenie światłem ma również wpływ na ludzi. Powoduje zaburzenia snu, częstsze bóle głowy, zmęczenie, stres, odczucie niepokoju, bezsenność. Nadmierne, nierównomierne i oślepiające oświetlenie drogowe może zmniejszać też zdolność widzenia uczestnikom ruchu drogowego oraz odwracać ich uwagę od przeszkód, przyczyniając się do powstawania wypadków. Co więcej, złe oświetlenie jest szczególnym utrudnieniem, a nawet zagrożeniem, dla osób z niektórymi chorobami wzroku. Zanieczyszczenie światłem znacznie utrudnia prowadzenie obserwacji obiektów astronomicznych astronomom i miłośnikom nocnego nieba.

### Star Count

Projekt badawczy powstający przy współudziale ochotników z całego świata, związany ze wspieraną przez NASA platformą Windows to the Universe („Okno na Wszechświat”). „Liczenie gwiazd” odbyło się po raz pierwszy w 2007 r.

[http://www.windows2universe.org/citizen\\_science/starcount/](http://www.windows2universe.org/citizen_science/starcount/)

### Globe at Night

Projekt badawczy organizowany przez amerykańskie Narodowe Astronomiczne Obserwatorium Optyczne (NOAO) prowadzony od 2006 r. W 2015 r. wzięli w nim udział naukowcy-ochotnicy z 104 krajów, wysyłając raporty w 23 językach!

<http://www.globeatnight.org/>

W roku 2015 w projekcie tym wykonano łącznie na świecie 23 040 obserwacji w 105 krajach. Polscy obserwatorzy wykonali 987 pomiarów i znaleźli się na 6 miejscu. Rok wcześniej z Polski przesłano 1836 pomiarów, co dało nam miejsce 3.

Być może, dzięki naszej wspólnej aktywności rok 2016 przyniesie nam pierwsze miejsce na świecie, ale przede wszystkim uświadomi ludziom, że zanieczyszczenie światłem jest poważnym problemem, tak jak np. zanieczyszczenie atmosfery, wody i gleby, dziura ozonowa oraz efekt cieplarniany. W odróżnieniu jednak od nich nie jest aż tak powszechnie znany. Wiele osób nie zdaje sobie nawet sprawy z jego istnienia!

Realizowane przez nas projekty Star Count i Globe at Night mają znaczący wpływ na świadomość młodego pokolenia. Przyłączcie się do nas, wspólnie policzmy gwiazdy!

Nie bójmy się spojrzeć w niebo! To nie jest trudne, wystarczy się tylko do tego przygotować.

### Obserwowanie nieba w siedmiu prostych krokach:

**Pierwszy krok** — uczymy się rozpoznawania gwiazdzbiorów nieba nocnego. Wystarczy zaopatrzyć się w obrotową mapkę nieba lub pobrać darmową aplikację programu Stellarium i zainstalować go na własnym

komputerze. Z nim w sposób wirtualny nauczymy się patrzeć w niebo. (Do nauki szybkiej orientacji na niebie pomocny jest schemat, który zamieszczamy na rysunku niżej — przyp. red.)

**Drugi krok** — konfrontujemy obraz wirtualny z rzeczywistym. W tym celu, godzinę po zachodzie Słońca, opuszczamy mieszkanie i wychodzimy na zewnątrz — tam czeka na nas wieczorne niebo. Pamiętajmy, że należy wybrać takie miejsce, gdzie lampy uliczne nie będą nam ograniczały widoczności.

**Trzeci krok** — odnajdujemy najbardziej charakterystyczne gwiazdozbiory. Najłatwiejszym do zidentyfikowania jest Wielka Niedźwiedzica, której widoczną częścią jest Wielki Wóz. Potem już łatwo zlokalizować Małą Niedźwiedzicę. Natomiast gdy chcemy odnaleźć Oriona, szukamy trzech charakterystycznych gwiazd, ułożonych w linii prostej — tak zwany Pas

## Wielkość gwiazdowa

Logarytmiczna jednostka miary stosowana do oznaczania blasku gwiazd i innych ciał niebieskich, nazywana magnitudo. Im większa wartość magnitudo, tym słabiej jest widoczna obserwowana gwiazda. Wartość bliską 0 mag mają gwiazdy Arktur z gwiazdozbioru Wolarza i Wega z gwiazdozbioru Lutni. Ludzkie oko jest w stanie dostrzec gwiazdy do około 7 mag przy bardzo dobrych warunkach pogodowych, z dala od sztucznego oświetlenia. Słońce ma -26,74 mag, zaś Księżyc w pełni osiąga maksymalnie -12,90 mag.

Oriona. Gwiazdozbiór ten przypomina postać człowieka. Teraz już tylko wystarczy odnaleźć najjaśniejszą gwiazdę na niebie, czyli Syriusza w gwiazdozbiorze Wielkiego Psa lub Aldebarana w gwiazdozbiorze Byka.

Gdy nauczymy się rozpoznawać gwiazdozbiory, możemy rozpocząć przygodę z Ogólnoświatowym Liczeniem Gwiazd!

**Czwarty krok** — zapoznajmy się z informacjami umieszczonymi na stronach internetowych Star Count i Globe at Night.

**Piąty krok** — pobieramy mapki z konstelacjami, które w danych miesiącach obserwujemy.

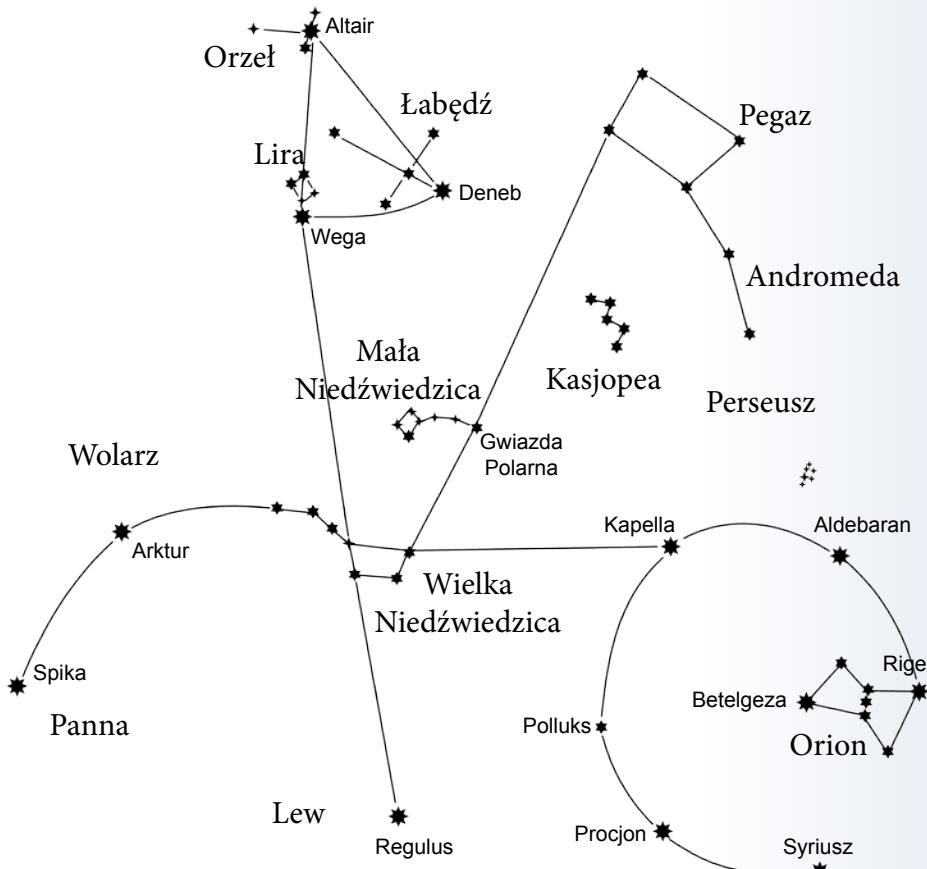
**Szósty krok** — przeprowadzamy obserwację. Robimy to zwykle godzinę po zachodzie Słońca. Pamiętajmy, że najpierw potrzebujemy około 10–15 minut, aby oko przyzwyczaiło się do ciemności i dzięki temu mogło rozróżnić więcej gwiazd.

Szukamy danego gwiazdozbioru. Gdy go odszukamy, notujemy datę, godzinę, miejsce obserwacji, zachmurzenie oraz graniczną wielkość gwiazdową, czyli wartość magnitudo najsłabszych widocznych gwiazd. Graniczną wielkość gwiazdową możemy określić dzięki mapkom dostępnym na stronach internetowych projektów — każda z nich ma wpisane magnitudo w zależności od widocznej ilości gwiazd.

Można wykonać jednej nocy kilka obserwacji. Jednak należy pamiętać, by kolejne miejsce obserwacji było oddalone o co najmniej 1 km.

**Siódmy krok** — umieszczamy dane na stronie internetowej projektu, w zakładce Raport.

Koordynatorzy AstroBazy Kruszwica  
Ilona Dybicz  
i Magdalena Musiałowska



Aby orientować się na niebie pośród wielkiej ilości widocznych gwiazd, trzeba mieć jakiś układ odniesienia. Dobrze do tego celu nadaje się układ gwiazd zwany Wielkim Wozem. Jest to fragment gwiazdozbioru Wielkiej Niedźwiedzicy. Dwie gwiazdy Wielkiego Wozu z naprzeciwka złamanej dyszły przydają się do znalezienia Gwiazdy Polarnej, która wyznacza nam kierunek północny. To jedyna jasna gwiazda, która nie bierze udziału w dobowym wirowaniu nieba!

## Najbliższe kampanie obserwacyjne

W drugiej połowie 2016 r. obserwujemy następujące gwiazdozbiory:

28.07–06.08, 25.08–02.09 — Łabędź

21–31.10 — Pegaz

20–30.11, 20–30.12 — Perseusz

## Ciekawe strony internetowe...

# Encyclopedie Astronautica



**D**ziś proponuję zająć się pod adresem <http://www.astronautix.com/>. Pod zgrzebną szatą graficzną znajdziemy prze bogate źródło informacji o historii astronautyki. Historia nie oznacza tutaj jedynie informacji o znanych misjach i projektach — tych, które się udało i zdobyły rozgłos. Jest to raczej zbiór olbrzymiej ilości wzajemnie ze sobą powiązanych artykułów i artykułów dotyczących bardzo różnych, również często dziś zapomnianych prób czy niedokończonych projektów. Patrząc z naszej perspektywy czasowej, trudno dostrzec te właśnie elementy obrazujące kręte drogi, które w końcu doprowadziły do sukcesu. Jak wskazuje nazwa „Encyclopedie” mamy do czynienia z klasycznym układem alfabetycznym. Jeśli wiemy, czego szukamy, to nie powinno być problemów z odnalezieniem hasła (a jest ich prawie 15 tysięcy). Hasła zawierają z kolei odsyłacze do kolejnych kwestii, itd. Można też przeszukiwać zasoby encyklopedii, wykorzystując kilka zaproponowanych ogólnych hasel tematów. Jedną z możliwości jest sortowanie według krajów. Daje to dobre wyniki dla krajów z głównego nurtu rozwoju astronautyki, ale np. dla Polski dane są ubogie. Przykładowo, odnotowano wprawdzie liczne starty rakiet meteorologicznych Meteor, ale nie dowiemy się niczego na temat ich głównego twórcy, Jacka Walczewskiego. Możliwe jest też przeglądanie hasel związanych z danym rokiem, jest też nawet opcja zobaczenia, co wydarzyło się w danym dniu (w różnych latach). Na stronie głównej wita nas długi spis artykułów: najbardziej popularnych, jak i najnowszych — w chwili pisania tej notki widzę cztery artykuły oznaczone hasłem „NEW!” i powyżej trzystu pozostałych (co stanowi maleńką część dostępnych materiałów). Nie ma chyba sensu opisywać, co można znaleźć w co ciekawszych artykułach, bo dla każdego może to być coś innego. Ale na pewno warto do nich zająć się — autor hasel Mark Wade pracuje nad nimi od 1997 r., ciągle je uzupełniając i wzbogacając.

Roman Schreiber

Recipient of the American Astronautical Society's 2015 Ordway Award for Sustained Excellence in Spaceflight History  
American Astronautical Society

Today in Space History!!!!  
14,660 pages - 12,265 images  
Alphabetical Index: A - B - C - D - E - F - G - H - I - K - L - M - N - O - P - Q - R - S - T - U - V - W - X - Y - Z - Search  
"...the NASA history office directed us to your web site..." - National Geographic  
Search - Space History Chronology - Space History Calendar - Types and Families - Astronauts - Launch Sites - Propellants - Country - Manned Spaceflights

### Popular and Recent Articles

 **Manned V-2's? NEW!** - the first man in space could have been a Russian in 1948, or a Briton in the 1950's...or an American in 1959

 **Philip Bono - Rocket Visionary NEW!** - the man who saw the way to space... but couldn't convince anyone to follow it...

 **Where Have All the Astronauts Gone? NEW!** - The sad current reality versus the Hollywood version...

 **By Gemini to Mars! NEW!** - In the 1960's many considered use of the cramped two-man Gemini reentry vehicle for journeys to the moon problematic. But there was even a proposal for use of Gemini on a mission to Mars!

 **Space Suits** From the Mark Ridge suite to the Bio-Suit, the evolution of space wear...

 **NASA's Lost Boilerplate - The Story of BP-1227** In 2002 the Encyclopedia Astronautica uncovered the forgotten story of the recovery of an Apollo capsule by the Soviet Union and its return to the United States. The original March 2002 article provoked an early example of international group-research on the Internet, with a June 2002 update and new information about the crewmembers of the USS *Southerland* in 2008. Now, 13 years later, Eddie Pugh's exhaustive research provides the definitive account of the event.

 **Almaz** Vladimir Chelomei's Almaz was the only manned military spacecraft ever actually flown. The project continued through many twists and turns over a period of 25 years. As with many Soviet space endeavors, the technical merits of the project are impossible to separate from the combative personalities and intense politics involved. The station that was built was a true orbital laboratory and had sensors for day-in-the-loop observation and targeting of mobile ground units. Combat equipment included a space-to-space gun, which was tested in orbit. In the end the station officially proved that manned systems were not a cost-effective method for space reconnaissance and targeting. However the designs of the Almaz station and its TKS resupply vehicle lived on as the Russian space station modules for the Salyut, Mir, and the International Space Station programs.

 **Pye Wacket** Pye Wacket was the code name for a flying saucer-shaped re-usable missile being developed by the US Air Force 1957-1964. A study of newly declassified sources reveals a more complex history... and the ultimate intention to develop Pye Wacket into a manned antisatellite spacecraft design... before it probably went black.

 **N1** The N1 launch vehicle, developed by Russia in the 1960's, was to be the Soviet Union's counterpart to the Saturn V. The largest of a family of launch vehicles that were to replace the ICBM-derived launchers then in use, the N series was to launch Soviet cosmonauts to the moon, Mars, and other space stations in orbit. In comparison to the Saturn, the project was started later, starved of funds at a priority level, and doomed by political and technical struggles between the chief designers Korolev, Chushko, and Chelomei. The end result was four launch failures and cancellation of the project five years after Apollo landed on the moon. Not only did a Soviet cosmonaut never land on the moon, but the Soviet Union even denied that the huge project ever existed.

 **Saturn V** American orbital launch vehicle. America's booster for the Apollo manned lunar landing. The design was frozen before a landing module was selected; the stage could be used for either Earth-Orbit-Rendezvous or Lunar Orbit Rendezvous. The program was ended up with the same payload capability as the "too large" Nova. The hardware diameter was dictated by the ceiling height at the Michoud factory selected for first stage manufacture. Despite the study of innumerable variants, production was ended after only 12 were built and America spent the next fifty years in a pointless slow-motion withdrawal from manned space exploration.

 **Saturn I** Von Braun launch vehicle known as "Cluster's Last Stand" - 8 Redstone tanks around a Jupiter tank core, powered by eight Jupiter engines. Power was provided by solid propellant boosters. Originally intended as an Army rocket troop transport, the foundation of the Army's Horizon lunar base, and finally as the launch vehicle for Apollo manned circumlunar flights. Robust and inexpensive, the focus of a large number of upgrade studies, but in the end used only to launch the Block II Apollo CSM on earth orbit missions.

 **Almaz OPS** Russian manned space station. Vladimir Chelomei's Almaz OPS was the only manned military space station ever actually flown.

 **Soyuz 7K-LOK** Russian manned lunar orbiter. The two-crew LOK lunar orbiting spacecraft was the largest derivative of Soyuz developed.

 **LK** Russian manned lunar lander. The LK ("Lunniy korabli" - lunar craft) was the Soviet lunar lander - the Russian counterpart of the American LM Lunar Module.

 **A Brief History of the HARP Project** Richard K Graf's account of the Canadian 1960's project to launch satellites from a 16 inch gun...

 **V-2** The V-2 ballistic missile (known to its designers as the A4) was the world's first operational liquid fuel rocket. It represented an enormous quantum leap in technology; financed by Nazi Germany in a huge development program that cost at least \$2 billion in 1944 dollars. 6,084 V-2 missiles were built, 95% of them by 20,000 slave laborers in the last seven months of World War II at a unit price of \$17,877. As many as 3,225 were launched in combat, primarily against Antwerp and London, and a further 1,000 to 1,750 were fired in tests and training. Despite the scale of their effort, the accurate missile did not change the course of the war and proved to be an enormous waste of resources. The British, Americans, and Russians launched a further 86 captured German V-2's in 1945-1952. Personnel and technology from the V-2 program formed the starting point for post-war rocketry development in America, Russia, and France. The A1, A2, A3, and A5 were steps in the development of the missile. Later versions - the A6 through A12 - were planned to take the Third Reich to the planets.

 **Russia: Soviet Manned Lunar Projects** The failed Soviet lunar program, and the follow-on lunar base projects that came to nothing.

 **Shuguang 1** Chinese manned spacecraft. Cancelled 1972. Shuguang-1 (Dawn-1) was China's first manned spacecraft design. The two-man capsule would have been similar to the American Gemini capsule and been launched by the CZ-2 booster.

 **China** The history of rocket and space development in China.

 **The Wrong Stuff - A Catalogue of Launch Vehicle Failures** The hard road to space&S

## Detekcja tranzytu egzoplanety przez polskiego miłośnika astronomii

W nocy z 28 na 29 sierpnia 2016 r. miłośnik astronomii z oddziału PTMA Białystok – Gabriel Murawski – obserwował przejście planety pozasłonecznej HD 189733 b na tle macierzystej gwiazdy.

Po wielu próbach zarejestrowania zjawiska, tym razem detekcja okazała się udana. Egzoplaneta znajduje się w konstelacji Liska i krąży wokół gwiazdy o jasności 7,67 mag. Na skutek tranzytu dochodzi do spadku jasności o 0,028 magnitudo. Lustrzanka z obiektywem Jupiter 4/200 wykazała się wystarczającą precyżją, aby uchwycić tak niewielką zmianę blasku. Wykorzystany sprzęt do obserwacji tranzytu to: Canon EOS 60D, obiektyw Jupiter 4/200 na mocowaniu M42, montaż EQ5, oprogramowanie: Muniwin 2.1. Każda klatka o parametrach: ISO 400, ogniskowa 200 mm, przysłona f/4.0, czas ekspozycji 10 sekund.

Egzoplaneta HD 189733 b znajduje się w odległości około 60 lat świetlnych od nas. Została odkryta w 2005 r. i należy do kategorii tzw. gorących jowiszu. Jej masa wynosi około 1,14 masy Jowisza, a średnica 1,14 średnicy Jowisza. W lipcu 2007 r., dzięki użyciu Kosmicznego Teleskopu Spitzera, naukowcy stwierdzili z dużym prawdopodobieństwem, że atmosfera egzoplanety HD 189733 b może zawierać parę wodną.

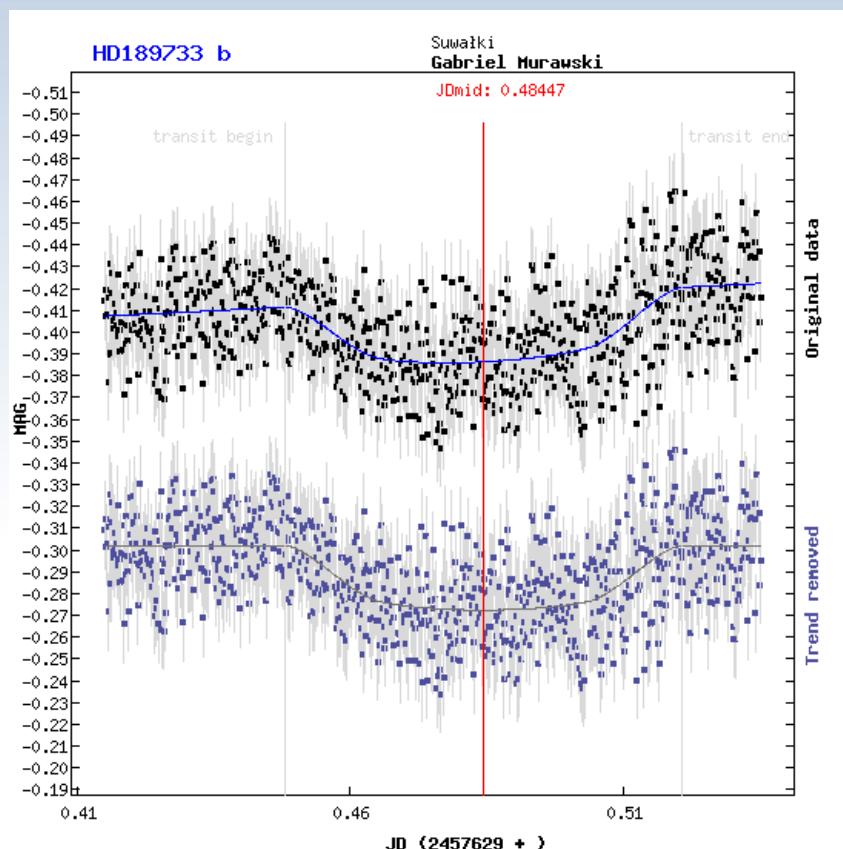
Adam Tużnik

## Projekt ARISS ponownie czeka na zgłoszenia od szkół

Rozmowa uczniów z astronautą lub kosmonautą z Międzynarodowej Stacji Kosmicznej (ISS) przelatującą w tym czasie w okolicy? Polskie szkoły mogą zgłosić się do projektu ARISS, który umożliwia takie rozmowy radiowe. Właśnie rozpoczął się nowy nabór wniosków. Zachęcamy nauczycieli do zgłoszania swoich szkół!

Szkoły, które są zainteresowane edukacyjną rozmową w Kosmosie z astronautą lub kosmonautą przebywającym na pokładzie Międzynarodowej Stacji Kosmicznej, mogą składać wnioski od września do listopada 2016 r. W tym okresie ARISS-Europa będzie przyjmować zgłoszenia od szkół z Europy, Afryki i Bliskiego Wschodu.

Wnioski przesyła się w formie e-mailowej na adres school.selection.manager@amsat.it. Formularz zgłoszeniowy jest dostępny do pobrania na stronie internetowej [www.ariss-eu.org/school-contacts](http://www.ariss-eu.org/school-contacts) (znajdziemy go w menu po prawej jako „ARISS Application Form”). Do wniosku



Krzywa zmian blasku gwiazdy HD 189733 na skutek tranzytu planety pozasłonecznej. Źródło: Gabriel Murawski / PTMA Białystok

należy koniecznie dołączyć opis projektu edukacyjnego dotyczącego tematyki przestrzeni kosmicznej, który szkoła zrealizuje przy okazji łączności ze stacją ISS.

Podczas przygotowywania wniosku pomocna może być polska strona internetowa ARISS (<http://ariss.pzk.org.pl/>). Można też wybrać się na konferencję dla nauczycieli poświęconą temu zagadnieniu, która odbędzie się 22 października 2016 r. w Gorzowie Wielkopolskim. Szczegóły na temat konferencji znajdziemy na wskazanej stronie internetowej. Zachęcamy także do przeczytania obszernego artykułu o ARISS, który opublikowaliśmy w „Uranii” nr 1/2016.

Krzysztof Czart

## 10 lat czasopisma dla nauczycieli Science in School

W tym roku okrągłą rocznicę ukazywania się, dokładnie dziesiątą, obchodzi kwartalnik dla nauczycieli przedmiotów matematyczno-przyrodniczych pt. *Science in School*. To bezpłatne czasopismo często zawiera artykuły dotyczące astronomii i kosmosu. W rocznicowym numerze „Wiosna 2016” (35) znajdziemy kilka tematów związanych z kosmosem i astronomią. Jeden z artykułów przedstawia

ćwiczenia dotyczące plam słonecznych na obracającym się dookoła swojej osi Słońcu. W innym jest propozycja pomiaru odległości do Księżyca z wykorzystaniem geometrii na poziomie szkoły ponadgimnazjalnej. Aby dokonać pomiaru potrzebna jest współpraca szkołami w różnych krajach.

Czasopismo ukazuje się w języku angielskim. Wydawcą jest EIROforum, czyli organizacja zrzeszająca międzynarodowe organizacje badawcze z Europy. *Science in School* można zaprenumerować w formie papierowej albo pobierać cyfrowo jako plik PDF. Na stronie internetowej [www.scienceinschool.org](http://www.scienceinschool.org) znajdują się tłumaczenia części artykułów na inne języki, w tym także na polski.

Krzysztof Czart



## Galeria obłoków srebrzystych

W tym roku obłoki srebrzyste (*Noctilucent Clouds*) były obserwowane na północnej półkuli co najmniej od 24 maja do 10 sierpnia. W naszym kraju pierwsze doniesienia pojawiły się 11 czerwca (J. Drążkowski), a ostatnie rejestracje zjawiska pochodzą z 2 sierpnia (M. Nikodem). Najbardziej intensywne i najlepiej widoczne w Polsce były te w nocy z 17 na 18 czerwca, o czym świadczy bardzo duża liczba zdjęć wykonanych w tym czasie na terenie całego kraju.

11 czerwca, ok. godz. 22.30 UT, Tomasz Zaraś, Ostoja Ciemnego Nieba Izdebro



18 czerwca, Janusz



11 czerwca, ok. godz. 21.30 UT, Jacek Drążkowski, Lidzbark Warmiński



22 cz

18 czerwca, godz. 20.30 UT, Adam Tużnik, Ożarów



Obłoki srebrzyste nad Ożarowem dn. 18.06.2016 r. godz: 22:30 fot. Adam Tużnik

18 czerwca, Hubert Dróżdż, Radomsko



18 czerwca, Kamila Mazurkiewicz-Osiak, okolice Puław



sz Wiland, Piotrków Trybunalski



18 czerwca, Diana Przedworska, Warszawa



26 czerwca po północy, Marek Nikodem, okolice Szubina



30 czerwca, Marek Nikodem, Kcynia



7 lipca, godz. 22.54 UT, Jacek Drążkowski, Lidzbark Warmiński



2 sierpnia, Marek Nikodem, okolice Szubina





# Metoda wysokościowa

Józef Gawłowicz

*Astronawigacja, najstarsza córa astronomii, była od starożytności do lat 70. ubiegłego wieku głównym sposobem prowadzenia okrętu po obszarach wodnych Ziemi w warunkach oderwania się od lądu. Sceneria tego działu nawigacji jest urzekająca. Oto ciemny aksamit olbrzymiej kopuły nieba skrzącego się gwiazdnym pyłem. Na jego tle rozsypane klejnoty migocących w nieskończonej dali gwiazd. Dookoła bezmiar oceanu i pusta linia widnokręgu. Samotny okręt, odległy o setki i tysiące mil od lądu, podąża do celu. Prowadzi go człowiek według tych właśnie gwiazd... Jak? Czy można to opisać językiem prostym, zrozumiałym i jednocześnie wystarczająco ścisłym?*

**M**etoda długościowa dawała dokładną linię pozycyjną, gdy azymut obserwowanego ciała niebieskiego zawierał się okolicach kilkunastu stopni w pobliżu wschodu lub zachodu. Im bliżej azymutów północy lub południa dokładność metody siecznej malała postępująco, więc szukano metody uniwersalnej dla dowolnych położen obserwowanych ciał niebieskich. Drugą wadą były podwójne obliczenia, aby móc linię pozycyjną wykreślić na mapie. Taką uniwersalną linię pozycyjną określił amerykański kapitan Thomas H. Sumner, wychowanek Uniwersytetu Harvard. Okoliczności i przebieg tego historycznego odkrycia, zapoczątkowującego nową erę w nawigacji, opisał Sumner w wydanej w 1843 r. w Bostonie książce: „*A New and Accurate Method of Finding a Ship's Position at Sea by Projection on Mercator's Chart*”.

Dowodzony przez niego statek żaglowy wypłynął 25.11.1837 roku z Charlestona w Południowej Karolinie. Portem przeznaczenia był Greenock w zachodniej Szkocji. W drodze statek przeszedł kilka silnych sztormów zachodnich. Po minięciu Wysp

Azorskich wiatr zmienił ogólny kierunek na południowy, a gdy statek osiągnął długość  $21^{\circ}$  W, warunki widoczności pogorszyły się do tego stopnia, że aż do wejścia do Kanału św. Jerzego astronomiczne określenie pozycji stało się niemożliwe.

Około północy z 17 na 18 grudnia statek znajdował się, według zliczenia, o 40 mil od latarni Tuskar Rock ( $\varphi = 52^{\circ}12,2' N$ ,  $\lambda = 6^{\circ}12,4' W$ ). Aby przy południowo — wschodnim wietrze zachować bezpieczną odległość od brzegów Irlandii postanowiono halsować pod skróconymi żaglami. Ponieważ rano okazało się, że w polu widzenia nie znajduje się żaden obiekt, według którego można by określić pozycję, postanowiono położyć się na kurs ENE. Dopiero około godziny 10 rano udało się przeprowadzić obserwację Słońca, z której obliczono długość dla niepewnej szerokości zliczonej i dla dwóch innych szerokości, różniących się wzajemnie o  $10'$ , leżących na N od szerokości zliczonej. Po naniesieniu tych trzech pozycji na mapę okazało się, że leżą one na wspólnej linii ENE — WSW przechodzącej przez latarnię Smalls ( $\varphi = 51^{\circ}43,3' N$ ,  $\lambda = 5^{\circ}40,1' W$ ) stojącą na wysepce przed przylądkiem

St. David's Head (wybrzeże walijskie). Analizując naniesione punkty i wykreślzoną linię pozycyjną Sumner wysunął swój słynny wniosek: **w momencie obserwacji Słońce miało jedną i tę samą wysokość na wszystkich pięciu pozycjach, tj. na trzech obliczonych (rys. 1), na pozycji latarni Smalls oraz na — nieznanej jeszcze — rzeczywistej pozycji statku, a zatem wykreślona linia pozycyjna była linią jednakowych wysokości**. Była więc ona również linią rzeczywistego namiaru latarni Smalls pod warunkiem, że wskazania chronometru były bezbłędne. Ponieważ pozycja statku, jakkolwiek znajdującej się na tej linii, była niepewna, postanowiono trzymać się kursu ENE, tj. płynąc wzdłuż wykreślonej linii aż do ewentualnego odkrycia się latarni Smalls. Po upływie godziny ukazało się jej światło w namiarze  $73^{\circ}$  (ENE 1/2 E). Był to dla Sumnera sukces podwójny: sukces trafnego rozumowania i sukces nawigacyjny, ponieważ — po określeniu pozycji z namiarów terestrycznych — okazało się, że mimo prowadzenia na statku żaglowym przez tak długi czas jedynie nawigacji zliczeniowej, błąd zliczonej szerokości wyniósł tylko  $8'$ .

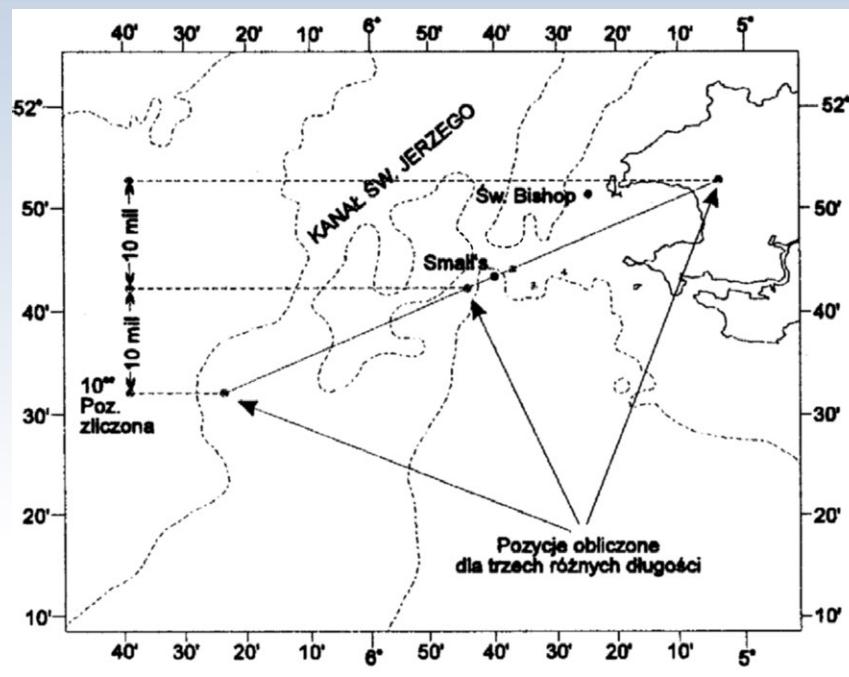
Warto nadmienić, że linia (koło) równych wysokości, zwane linią Sumnera, stała się podstawą całej współczesnej astronawigacji, zwłaszcza od czasu opracowania przez francuskiego kapitana (później admirała) noszącego barokowe nazwisko Adolphe Laurent Anatole Marcq de Blonde de Saint-Hilaire, tzw. wysokościowej metody określania elementów wytycznych linii pozycyjnej.

Kapitan Sumner, odkrywszy linię jednakowej wysokości wyobraził sobie gigantyczne koło pozycyjne, którego środkiem był rzut słońca na Oceanie Indyjskim (gdzieś w okolicy Madagaskaru), a styczna w Kanale św. Jerzego jego małym fragmentem. Poszedł więc w swoim rozumowaniu dalej: nie zakładajmy szerokości geograficznej obserwatora dwa razy, aby obliczyć dwie długości dla metody siecznej, lecz założmy **jeden raz** długość i szerokość obserwatora w pobliżu koła pozycyjnego, którego środkiem jest na przykład wybrana gwiazda (rys. 2). Jej rzut na oceanie (z powodu ogólnego promienia astronomicznego koła pozycyjnego — AKP) znajduje się na mapie A odległy o setki mil od mapy B, według której nawiguje obserwator.

Znając trzy elementy trójkąta biegunowego (bok  $B_NG$  z szerokością geograficzną rzutu, bok  $B_NP_p$  z szerokością geograficzną punktu  $P_p$  oraz kąt przy  $B_N$ ) obliczamy odległość  $G P_p$  i porównujemy ze zmierzoną sekstantem odległością  $ZG$ . Różnicę, nazywaną delta  $h$ , odkładamy na prostej azymutu gwiazdy  $G$ , wykreślonej z  $P_p$ , otrzymując punkt wytyczny  $P_w$  łuku koła pozycyjnego przechodzącego przez pozycję  $Z$  okrętu (rys. 3, róg mapy B). Na mapie zamiast łuku koła pozycyjnego, które — ze względu na swe rozmiary — ma małą krzywiznę, wykreślamy prostą ALP, styczną do tego łuku.

Przecięcie się dwóch lub więcej liniów kół pozycyjnych, a na mapie linii pozycyjnych, da nam szukaną rzeczywistą pozycję okrętu. Skrótem ALP oznaczyliśmy astronawigacyjną linię pozycyjną.

Przedstawione powyżej geometryczne ujęcie astronawigacji jest dydaktycznie najprostsze i najbardziej przejrzyste.



### Rys. 1. Odkrycie Sumnera

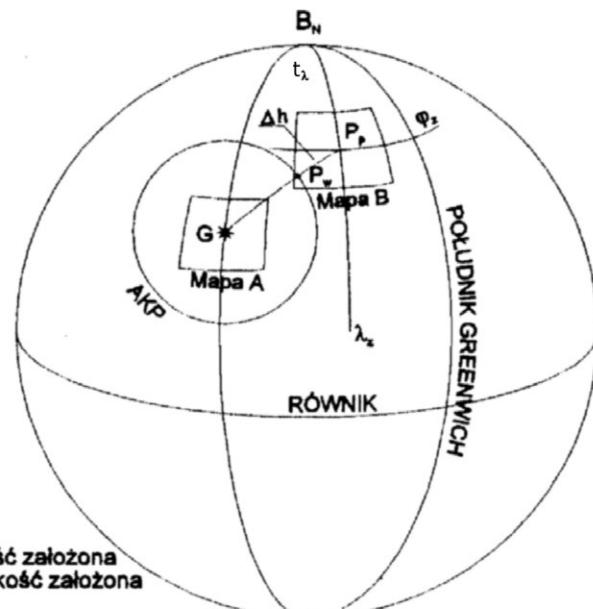
Metody wysokościowej używamy na morzach i oceanach do dzisiaj, jest uniwersalna i nie obarczona błędami metody długościowej.

stego, a więc po zamianie na kofunkcję otrzymamy prosty wzór:

$$\sin(h) = \sin(\varphi) \sin(\delta) + \cos(\varphi) \cos(\delta) \cos(t)$$

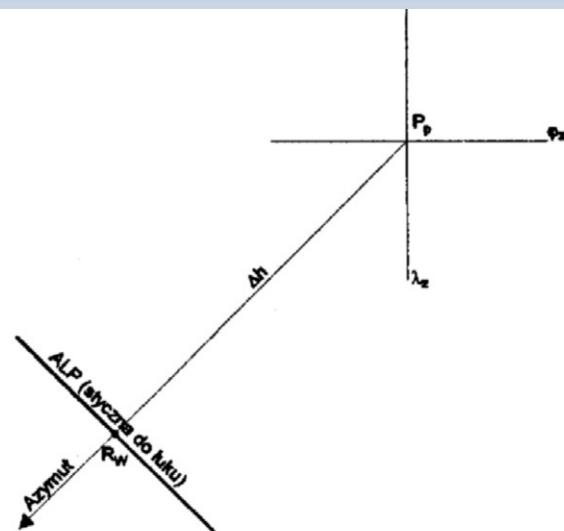
Obliczenie wysokości założonej dokonywano z przekształconego wzoru cosinusowego: *cosinus dowolnego boku trójkąta sferycznego równa się iloczynowi cosinusów pozostałych boków plus iloczyn sinusów tychże boków i cosinusa kąta między nimi* zawartego. Trzy boki wspomnianego trójkąta są dopełnieniami do kąta pro-

Mając obliczoną według tego wzoru wartość wysokości założonej (w stopniach, minutach i sekundach kątowych), podpisujemy pod nią wartość wysokości zmierzanej sekstantem i otrzymujemy deltę  $h$  ( $\Delta h$ ), którą odkładamy z punktu  $P_p$  na linii azymutu do punktu wytycznego  $P_w$  i wykreśla-



Rys. 2. Wykreślanie linii pozycyjnej

my prostopadłe linię pozycyjną. Logarytmowanie wzorów z trygonometrii sferycznej dla obliczenia wysokości zajmowało kilkanaście minut, zaś azymut określano chętniej za pomocą różnego rodzaju diagramów, z których najbardziej znany był diagram kapitana Weira. Niezwykle pomysłowy, piękny pod względem matematycznym, stanowi przykład klasycznego rozwiązania opartego wyłącznie o analizę przekształconego wzoru cotangensów. Siatka przecinających się wzajemnie elips i hiperboli tworzy pełną uroku konstrukcję graficzną o nieskazitelnej harmonii i symetrii z dwoma charakterystycznymi zagęszczeniami na osi poziomej. Wynalazek kpt. Patricka Weira uznany został swego czasu przez sławnego specjalistę w dziedzinie nawigacji Wiliama Thomsona (lorda Kelvina) za najbardziej udane rozwiązanie w tej dziedzinie (*the neatest thing of its kind ever produced*). Wykres Weira z objaśnieniami w języku angielskim przedstawiano jako mapy Admiralicji brytyjskiej nr 5000 i 5001, znana też była niemiecka wersja tego diagramu. Siatka elips diagramu obejmowała szerokości geograficzne od  $0^\circ$  do  $85^\circ$ , czyli od równika do akwenów polarnych na obu półkulach. Wykreślanie azymutu nie było skomplikowane, ale zafascynowany pięknem diagramu Hilsenrath wynalazł karetkę z ruchomym linialem dla jeszcze większego uproszczenia tej czynności. Weir najprawdopodobniej nie złożył zastrzeżenia patentowego, że można w innym wynalazku wykorzystać połowę diagramu czy dowolną jego część, więc po przystąpieniu USA do II wojny światowej, kiedy znane były pewne sukcesy dywizji pancernych armii niemieckiej na pustynnych terenach Afryki Północnej, wynalazcy amerykańscy zastosowali diagram Weira dla skonstruowania oryginalnego kompasu słonecznego, który mógłby być montowany na czołgach. Idea kompasu suchego polega na odwrotnym niż na morzu zastosowaniu diagramu Weira — nie szukamy azymutu, lecz mając azymut Słońca, np. cień pionowego odcinka drutu, szukamy kierunku północnego, a tym samym dowolnego kierunku, w którym chcemy skierować pojazd bojowy. Rysunek 4 przedstawia płytę tego kompasu. Jest to część dia-



## Mapa B

Rys. 3. Widok na mapie

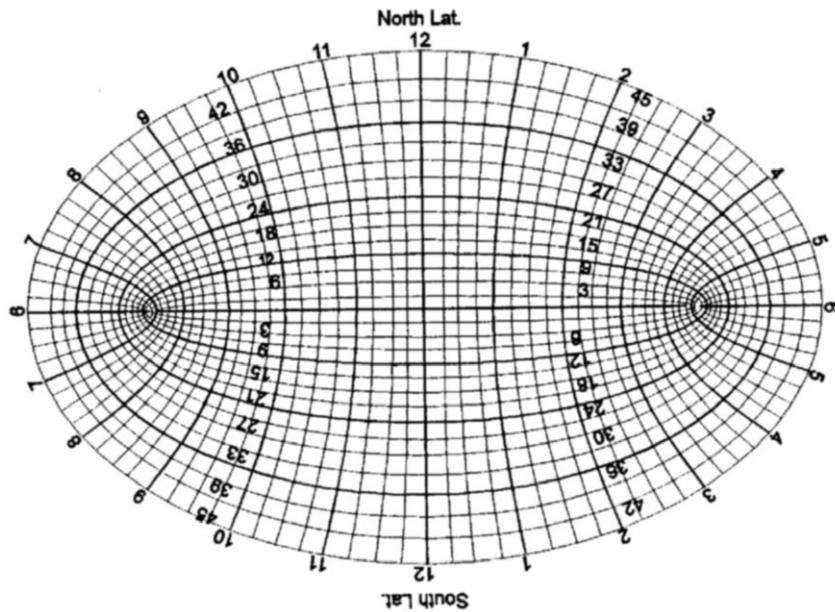
gramu Weira obejmująca szerokości geograficzne od równika do 45 stopni na obu półkulach. Taki oryginalny kompas został przez autora niniejszego szkicu zakupiony dla muzeum w Niechorzu od polskiego emigranta — czołgistę walczącego pod rozkazami generała Kopańskiego w Afryce Północnej.

Pewna uciążliwość obliczeń sklonu, uczonych do szukania nowych

Pewna uciążliwość obliczeń skończyła uczonych do szukania nowych rozwiązań, to znaczy tablic z goto-wymi rozwiązaniami elementów linii pozycyjnej. Pierwszymi autorami tego rodzaju tablic byli Francuzi: Cassini (1770) oraz Lalande (1793). Sporzą-dzenie kompletnych tablic wymagało tak olbrzymiej ilości obliczeń, że dopiero zastosowanie maszyn cyfrowych

mogło podawać zadaniu. Jako pierwsze ukazały się tablice H.O. No.214 wydane w 1936 r. przez Hydrographic Office w USA. Używane są do dzisiaj (lub ich autoryzowany angielski przedruk H.D. 486). Obliczenie pojedynczej linii pozycyjnej z użyciem takich tablic zajmuje początkującemu nawigatorowi około trzech minut, stąd ich ogromna popularność.

W drugiej połowie XX w. zaczęto produkować kalkulatory elektroniczne z funkcjami trygonometrycznymi, więc rozwiązywanie trójkątów sferycznych było również przyjemne i proste. Dominacja jeszcze łatwiejszego określania pozycji na morzu wg sztucznych satelitów (niczym używanie GPS w sa-



Rys. 4 Diagram Weira jako suchy kompas słoneczny

mochodach) spowodowała, że astronawigację przez pewien czas uważano za naukę rezerwową i w Akademach Morskich zredukowano ilość wykładów i ćwiczeń z tego przedmiotu. Dopiero lawinowy wzrost cen budowy statków i cen ładunków odwrócił tę proporcję, gdyż np. po awarii prądnicy wałowej następuje awaria zasilania komputerów, a sekstant jest niezmienny. Natomiast wzywanie holownika ratowniczego na odległe akweny jest dodatkowo kosztowne, jeśli nie poda mu się dokładnej pozycji statku. Sekstanty więc nadal są na wyposażeniu jednostek pływających.

Rysunek 5 przedstawia doskonały angielski sekstant firmy Heath & Co z roku 1900 wyposażony w komplet części zapasowych: Szkiełko powiększające do odczytu pomiarów, lunetki do obserwacji dziennych i nocnych z dodatkowymi filtrami (oprócz filtrów zamocowanych na ramie przyrządu oraz śrubokręt zegarmistrzowski. W skrzyni przyrządu znajdują się (niewidoczne na zdjęciu): buteleczka z olejem kostnym oraz kluczyk do regulacji prostopadłości i równoległości lusterka. Ten ostatni drobiazg jest ważny dla dokładności pomiaru: lusterka winny być w pozycji zerowej alidady



Rys. 5. Sekstant angielski Heath & Co

równolegle do siebie, zaś obydwa idealnie równolegle do ramy przyrządu, wówczas sekstant można porównać

do fachowo przygotowanego sztucera dla polowań na grubego zwierza.

Józef Gawłowicz

## Człowiek pisze, Pan Bóg słowa nosi

W artykule kpt. Gawłowicza w „Uranii” 3/2016 trafił się wart wyjaśnienia lapsus. Otóż powody, dla których nie ma i nie może być „chronometru wskazującego czas lokalny” są oczywiste — czas lokalny zmienia się (ogólnie rzecz biorąc — wyjątkiem byłaby żegluga wzdłuż południka) na ruch statku. Stąd opisany przez kpt. Gawłowicza sposób POMIARU (na okrzyk „stop”) czasu lokalnego. Rzecz oczywista i w zasadzie opisana w omawianym tekście. Jednak opowieści o zegarach i „chronometrach lokalnym” zaciemniają na tyle obraz, że czytelnik niezorientowany w problemie może zupełnie się pogubić, zwłaszcza że podano szczegóły uzyskiwania linii pozycyjnej (uzyskiwania punktu wytycznego), w których wspomniany pomiar jest dość mocno uwikłany, nie podając zupełnie prostej idei polegającej na tym, że mierzmy czas lokalny i znajdujemy różnicę zmierzonej wartości z posiadaną wartością dla dowolnego znanego południka. Tą ostatnią

oczywiście posiadaną we wspomnianym chronometrze. Można by dodać, że w zasadzie czas określonego południka też można by zmierzyć. I próbowało to robić, np. metodą odległości księżykowych — mierząc odległość kątową Księżyca od Słońca, w zasadzie można określić czas dowolnego południka. Warto zwrócić uwagę, że „w zasadzie” oznacza, iż zarówno pomiar, jak i prowadzące do czasu uniwersalnego rachunki są bardzo skomplikowane i obliczenie były wykonywane raczej do celów naukowych niż nawigacyjnych (p. np. wspomnienia Lisińskiego).

W sumie jednak mamy do czynienia z poważnym błędem o charakterze dydaktycznym (bo formalnie można upierać się, że jest dobrze), który warto wyjaśnić. Warto również dodać, że zwycięzca spod Tulonu kadm. Shovell prawdopodobnie nie zginął „śmiercią marynarza”. Są przekazy świadczące o tym, że katastrofę przeżył, jednak śmierć przyniósł mu zegar (a więc te-

mat omawianego artykułu). Według pewnych (a właściwie niepewnych, bo przyznanie się do takiej wiedzy groziło w najlepszym wypadku stryczkiem — warto zauważyć, że sposoby egzekucji w tych czasach były często znacznie mniej sympathiczne od zwykłego powieszenia) przekazów admirał znalazł się żywy na brzegu, jednak spotkał się z kimś, kto w celu uzyskania zegarka admirała dopomógł mu w znalezieniu się w lepszym świecie. Warto przypomnieć, że sam zegarek oznaczał wówczas majątek, a i pokaźna złota oprawa miała swoją wartość!

Z poważaniem

j.kpt.ż.w. Jerzy Kuczyński

## Odpowiedź

Odpowiadając na list kapitana Jędrzeja Kuczyńskiego, chcę podkreślić, że uznałem dokładniejsze omówienie metody długościowej za bezzasadne z uwagi na zastąpienie tej metody bar-

### Sonda Juno dotarła do Jowisza

5 lipca 2016 r., po prawie pięcioletniej podróży, bezzałogowa amerykańska sonda kosmiczna Juno dotarła na orbitę wokół Jowisza — największej planety Układu Słonecznego. Naziemne centra NASA, JPL w Pasadenie w Kalifornii oraz w Lockheed Martin w Littleton w Kolorado, uzyskały potwierdzenie udanego manewru wejścia na orbitę. Dane telemetryczne zostały także odebrane przez anteny Deep Space Network w Goldstone w Kalifornii oraz w Canberze w Australii.

Przed wejściem na orbitę sonda Juno zmieniła swoją orientację tak, aby główny silnik był skierowany w odpowiednią stronę oraz zwiększyła tempo obrotu z 2 do 5 razy na minutę. Główny silnik sondy (645-Newton Leros-1b) został urucho-

miony na okres 35 minut, aby zmniejszyć prędkość o 542 metry na sekundę, co pozwoliło na przechwycenie przez pole grawitacyjne Jowisza i wejście na orbitę. Gdy to nastąpiło, sonda ponownie obróciła się w stronę Słońca, tak aby 18 698 komórek baterii słonecznych dostarczyło jej energii.

Aktualnie zespół misji testuje podsystemy sondy i dokonuje kalibracji instrumentów naukowych. Faza naukowa misji rozpoczęła się w październiku 2016 r., ale naukowcy mają nadzieję, że część systemów będzie zbierać dane naukowe już wcześniej.

Celem misji jest lepsze poznanie pochodzenia i ewolucji Jowisza. Za pomocą dziewięciu instrumentów naukowych Juno będzie zgłębiać tajemnice wnętrza



Sonda kosmiczna Juno wchodzi na orbitę wokół Jowisza — wizja artystyczna. Źródło: NASA/JPL-Caltech

Jowisza (np. czy planeta ma stałe jądro), wykonywać mapy pola magnetycznego, mierzyć ilość wody i amoniaku w głębszych warstwach atmosfery i obserwować zorze polarne.

Sonda Juno została wystrzelona z Ziemi 5 sierpnia 2011 r. z Cape Canaveral

► dziej udaną. Uznałem, że uwidoczniona na rysunku pogladowym idea 30 stopni różnicy długości geograficznej dla różnicy dwu godzin jest wystarczająca dla poczynającego czytelnika.

W dalszej części listu bardzo ciekawa jest uwaga kapitana Kuczyskiego dotycząca ewentualnego losu kontradmirała Shovella. Zetknąłem się z tą ciekawostką w broszurce zakupionej w londyńskim antykwiariacie Charlie Browna na West India Dock. Natomiast nie potwierdza jej sławy uczony, amerykański kapitan Nathaniel Bowditch w wydanym w 1803 r. kompendium (i co kilka lat wznowianym do dziś), a z tego źródła głównie korzystałem. Jest oczywiście prawdopodobne, że fale zmyły admirała na skały razem z jakimś marynarzem, który skradł zegarek dowódcy flotylli i zabił go lub (mniej prawdopodobne), że zabił go bandyta przypadkowo będący na tych skałach. Eric Bruton, autor dzieła *The history of clock and watches* utrzymuje wersję podobną jak u Bowditcha: *Altering course to run before westerly gale, the fleet found itself suddenly among the rocks of the Scily Isle at night. Four ships with about 2000 men and the Admiral himself were lost.* (zmieniając kurs, aby uciec przed zachodnim sztormem, flota znalazła się nagle w ciągu nocy pomiędzy skałami wysp scilyjskich. Rozbiły się cztery okręty z około 2000 marynarzy i admirałem). Oczywiście ówczesny złoty zegarek kieszonkowy był ogromną pokusą dla złodzieja. Przygotowując się do aukcji astrolabiów w 1980 r. jako pełnomocnik, zakupiłem rocznik domu aukcyjnego „Sotheby's” z lat 1978–1979. Na rysunku obok podaję z tego tomu reproduk-

cję takiego zegarka z czasów admirała, sprzedanego 1.12.1978 r. za 11.000 funtów szterlingów (równowartość 22.550 dolarów). Jeszcze dzisiaj taka suma jest imponująca, w roku sprzedaży zegarka w Polsce za 11 tys. funtów można było kupić domek jednorodzinny, a w czasach Shovella za taki zegarek dawano dwie wioski. Przyznać należy, że ten jest wyjątkowo piękny.

Na otwarcie sławnego targu dominikańskiego w Gdańsku (sierpień 2011 r.) widziałem wystawiony do sprzedaży przez pewnego kolekcjonera złoty zegarek z tego okresu sygnowany nazwiskiem francuskiego geniusza zegarmistrzostwa Pierre'a le Roi za „tylko” 8 i pół

tysiąca złotych polskich. Nie był tak okazały jak zegarek angielski, ale miał na kopercie piękną grawerkę i wisiał na szerokiej złotej dewizce z epoki podobnej do przywieszek masońskich odznaczeń. Podслушаłem rozmowę dwóch zegarmistrzów, amatorów zakupu, którzy cały eksponat szczegółowo oglądali:

Młodszy: — Bierzemy! Jest piękny, oryginalny i na chodzie!

Starszy: — Jest piękny, ale na chodzie jest tylko teoretycznie.

— Co znaczy teoretycznie? — zdziwił się młodszy.

— Chodzi tylko w czasie zakupu — oparł stary wyga.

Józef Gawłowicz



Zegarek z kolekcji Hornby'ego, w pozłacanej i emaliowanej kopercie o średnicy 4,8 cm, wykonany około roku 1700 w Londynie przez Francisa Rainsforda

Air Force Station na Florydzie (USA). Misja jest realizowana przez NASA.

Krzysztof Czart

## Dzięki astronomii określono porę roku powstania starożytnego wiersza Safony

Jak określić, kiedy napisano starożytny wiersz? Okazuje się, że czasem może w tym pomóc astronomia. Fizycy i astronomowie pracujący na jednym z amerykańskich uniwersytetów postanowili użyć oprogramowania astronomicznego do określenia pory roku powstania jednego z wierszy Safony – słynnej greckiej poetki żyjącej ponad 2500 lat temu.

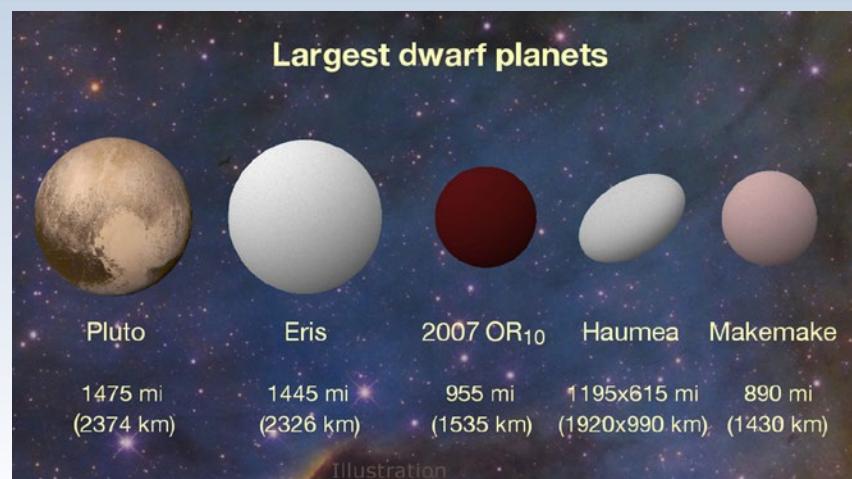
Wiersz Safony, który jest określany jako *Midnight Poem* („Wiersz o północy”), zawiera opis zachodu Plejad około północy (Plejady to gromada otwarta gwiazd). Przypuszczalnie Safona obserwowała opisywany przez siebie widok z wyspy Lesbos. Wykorzystując oprogramowanie astronomiczne, można sprawdzić, kiedy Plejady zachodziły nad Lesbos około północy lokalnego czasu za życia Safony. Naukowcy z Uniwersytetu Teksańskiego w Arlington użyli oprogramowania Starry Night w wersji 7.3 oraz oprogramowania dla planetarium Digistar 5, aby odtworzyć widok nieba, jaki mogła podziwiać Safona.

Analizy pozwoliły ustalić, że w roku 570 p.n.e. Plejady zachodziły o północy najwcześniej 25 stycznia. Czyli zakładając, że wiersz był pisany „na żywo”, to najwcześniej mógł powstać w tym dniu. Sprawdzono także najpóźniejszy dzień, kiedy Safona mogła widzieć Plejady wieczorem — było to 31 marca. Zatem wiersz musiał powstać w środku zimy albo na początku wiosny.

Warto zwrócić uwagę, że nie oznacza to, iż wiersz był napisany w 570 r. p.n.e. Rok ten badacze przyjęli w analizie, po-



Starożytny fresk przedstawiający poetkę (nazywaną „Safoną”) ze zbiorów Narodowego Muzeum Archeologicznego w Neapolu. Źródło: Wikipedia



Największe planety karłowate. Źródło: Konkoly Observatory/András Pál, Hungarian Astronomical Association/Iván Éder, NASA/JHUAPL/SwRI

nieważ według niektórych przypuszczeń wtedy zmarła Safona (ale data jej śmierci nie jest znana). Wiersz mogła napisać oczywiście też we wcześniejszych latach. Autorzy publikacji stawiają hipotezę na temat pory roku, w której mógł on powstać, jeśli był pisany „na żywo” (wyszło im, że środek zimy lub początek wiosny).

Safona jest uznawana za jedną z największych poetek swoich czasów. Żyła na przełomie VII i VI wieku p.n.e. Do naszych czasów przetrwało zaledwie kilkanaście wierszy z jej bardzo bogatej twórczości.

Krzysztof Czart

## Planeta karłowata 2007 OR10 jest większa, niż sądzono

Astronomowie przeanalizowali dane z dwóch kosmicznych teleskopów: Keplera oraz Herschela i odkryli, że średnica planety karlowatej (225088) 2007 OR10 jest większa, niż do tej pory oceniano. Zatem to największy z obiektów w Układzie Słonecznym spośród tych, które nie posiadają jeszcze nazwy słownej, a tylko oznaczenia katalogowe.

Jak oceniano do tej pory, obiekt 2007 OR10 miał średnicę 1280 km, ale nowe pomiary wskazują na 1535 km, czyli około 250 km więcej. Udało się to ustalić dzięki połączeniu danych z misją Kepler (z fazy K2) z archiwalnymi danymi z teleskopu Herschela. Dzięki obserwacjom K2 odkryto powolną rotację obiektu, co pozwoliło uszczegółoić model. Badacze określili procent świata słonecznego odbyty przez 2007 OR10 (teleskopem Keplera) oraz procent świata zaabsorbowanego, a potem wyemitowanego w postaci ciepła (teleskopem Herschela).

Większy rozmiar 2007 OR10 ma kilka skutków. Oczywiście oznacza większą

masę, a tym samym silniejszą grawitację. Zwiększa się więc prawdopodobieństwo, że powierzchnia 2007 OR10 jest pokryta lotnymi lodami metanu, tlenku węgla i azotu, które w przypadku ciała o mniejszej masie mogłyby łatwo zostać utracone w przestrzeni kosmicznej. Większa średnica oznacza też, że powierzchnia obiektu jest bardzo ciemna (obiekt ma określona jasność, a okazuje się, że światło odbiąga większa powierzchnia, czyli w przeliczeniu na metr kwadratowy robi to mniej efektywnie niż w przypadku mniejszego ciała o tej jasności), co by go wyróżniało spośród planet karłowatych.

Planety karłowate są kategorią pośrednią pomiędzy planetami a planetoidami. Nie zalicza się ich do planet, bo co prawda krążą dookoła Słońca i mają masę na tyle dużą, że ich kształt jest zbliżony do kulistego, ale nie udało im się wyczyścić otoczenia swojej orbity z innych względnie dużych obiektów.

Krzysztof Czart

## W Irlandii i USA powstały trzy nowe parki ciemnego nieba

Na początku maja powołano do życia trzy nowe międzynarodowe parki ciemnego nieba (PCN). W pewnym sensie są to wyjątkowe obiekty, ponieważ Park Mayo jest pierwszym PCN w Irlandii, Park Great Basin pierwszym PCN na terenie amerykańskiego stanu Nevada, a Park Flagstaff Area National Monuments powstał tuż obok słynnego Obserwatorium Lowella, gdzie w latach 30. ubiegłego wieku odkryto Plutona.

Międzynarodowy Park Ciemnego Nieba Mayo powstał z inicjatywy studentów i pracowników irlandzkich uniwersytetów (Galway-Mayo Institute of Technology, Trinity College), lokalnych organizacji ochrony środowiska, miejscowych gmin

oraz organizacji skupiających miłośników astronomii. Zajmuje obszar ponad 110 km<sup>2</sup> w zachodniej części Irlandii i obejmuje swoim zasięgiem Park Narodowy Ballycroy oraz obszar ochrony przyrody Wild Nephin Wilderness.

Niebo nad nowo powołanym parkiem otrzymało tzw. Złotą Odznakę, przyznawaną przez Międzynarodowy Związek Ciemnego Nieba (IDA). Wyróżnienie to oznacza, że tereny nad Parkiem Mayo odznaczają się naturalnie ciemnym niebem pozbawionym wpływu zanieczyszczenia światlnego. Według wypowiedzi lokalnych urzędników utworzenie parku ciemnego nieba na tych terenach jest nie tylko szansą na rozwój turystyki, ale również doskonałą okazją do promowania walki z zanieczyszczeniem światlnym poza kręgiem osób związanych z astronomią i ochroną środowiska. Należy dodać, że Park Mayo jest drugim obok Rezerwatu Kerry obszarem ochrony ciemnego nieba w Irlandii.

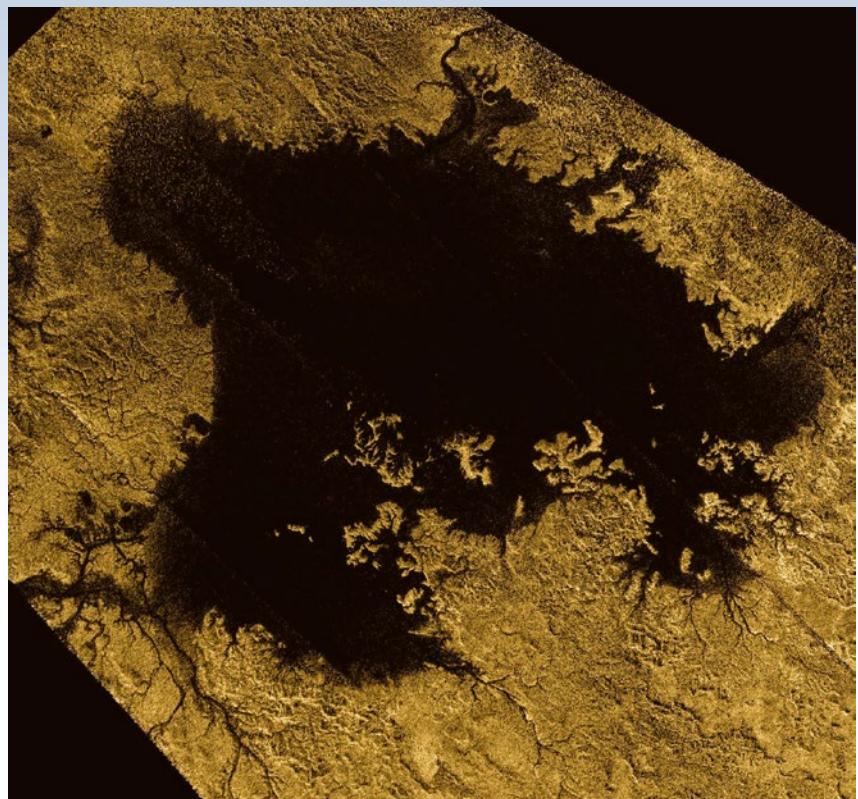
Kolejnym z opisywanych parków jest obszar utworzony na terenach Parku Narodowego Great Basin, położony we wschodniej części stanu Nevada, pomiędzy aglomeracjami Las Vegas i Salt Lake City. Od tych miast dzieli go jednak ponad 300 km gór i pustkowi, a najbliższą większą miejscowością jest 4-tysięczne miasto Ely położone 100 km na zachód od parku. Taka lokalizacja sprawia, że niebo nad Parkiem Great Basin jest naturalnie ciemne i w przeszłości może stać się celem wycieczek dla miłośników astronomii z Nevady i sąsiedniego stanu Utah.

Ostatnim z trzech nowo powstałych parków ciemnego nieba jest obszar ustanowiony na terenach pomników przyrody Sunset Crater Volcano, Walnut Canyon oraz Wupatki położonych w stanie Arizona. Wspólna nazwa tych terenów to Flagstaff Area National Monuments i właśnie tutaj, dwa dni temu, powołano kolejny międzynarodowy park ciemnego nieba. Obszar ten leży na wschód od miasta Flagstaff, które jako pierwsze na świecie uzyskało status międzynarodowego miasta ciemnego nieba (w 2001 r.), przyznawany również przez IDA. Miasto to jest siedzibą Obserwatorium Lowella, w którym m.in. w 1930 r. Clyde Tombaugh odkrył Plutona. Flagstaff Area jest trzecim tego typu parkiem w Arizonie po ustanowionych w 2014 r. parkach Orache oraz Grand Canyon-Parashant.

Grzegorz Iwanicki

### Jedno z mórz na Tytanie zawiera sam metan

Tytan, największy księżyc Saturna, ma na swojej powierzchni morza i jeziora. Nie są to jednak zbiorniki wodne, a zamiast



Ligeia Mare w sztucznych barwach. Zdjęcie wykonane przez sondę Cassini. Obszar pokrywa 420 × 350 km. Źródło: NASA/JPL-Caltech/ASI/Cornell

tego zawierają ciekłe węglowodory. Najnowsze badania ustaliły, że jedno z tych mórz zawiera prawie sam czysty metan, jego dno pokryte jest warstwą organiczną, a na wybrzeżach prawdopodobnie są mokradła.

Książęcy Tytan ma pewne podobieństwo do Ziemi. Jako jedyny spośród księżyćów w Układzie Słonecznym posiada grubą warstwę atmosfery oraz duże rozlewiska cieczy na powierzchni. Jego atmosfera jest zdominowana w ponad 95% przez azot (dla porównania w ziemskiej jest 78% azotu). W atmosferze Tytana jest też wodór i śladowe ilości innych gazów.

W odległości od Słońca, w jakiej znajduje się Tytan, jest możliwe, aby metan i etan występowali na powierzchni w stanie ciekłym. Taką możliwość rozważano już od dawna, a w 2004 r. udało się to potwierdzić dzięki dotarciu sondy Cassini na orbitę wokół Saturna i wypuszczeniu lądownika Huygens. Od tamtej pory badania ustaliły, że więcej niż 1,6 mln kilometrów kwadratowych powierzchni Tytana jest pokryta cieczą. To prawie 2 procent całej powierzchni tego księżyca. Zidentyfikowano trzy duże morza w okolicach bieguna północnego, otoczone dziesiątkami jezior. Natomiast na półkuli południowej znane jest tylko jedno jezioro.

Niedawno opublikowano mapę rozmięsczenia zbiorników wodnych na Tytanie. Naukowcy oczekiwali, że morza będą zawierać głównie etan, powstający w at-

mosferze w procesach, w których światło słoneczne rozbija molekuły metanu. Ale najnowsze analizy obrazów radarowych, wykonanych przez sondę Cassini w latach 2007–2015, dają inny rezultat. Okazuje się, że Ligeia Mare jest wypełnione prawie samym metanem. Być może spadł na nie niedawno świeży deszcz metanowy. Możliwe też, że jakiś nieznany proces powoduje usuwanie etanu z morza, przykładowo może on odkładać się na dnie albo wypływać do sąsiedniego morza Kraken Mare.

Ustalono także, iż dno morskie jest pokryte warstwą substancji organicznych. Prawdopodobnie molekuły organiczne twarzane w atmosferze Tytana opadają na powierzchnię morza (a potem osadzają się na dnie) bezpośrednio z atmosfery albo w trakcie deszczów, część z nich może być też nanoszona przez rzeki.

Zbadano także zmiany temperatury od zimy do wiosny. Co zaskakujące, nie odnotowano większych różnic w ocieplaniu się obszaru morza i terenów nadbrzeżnych. W związku z tym pojawiła się hipoteza, że wybrzeża pokryte są ciekłymi węglowodarami, czyli że występują tam mokradła.

Krzysztof Czart

### Odkryto trzy planety idealne do poszukiwania na nich oznak życia

Astronomowie ogłosili odkrycie trzech planet krążących w układzie odległym

od nas o 40 lat świetlnych. Centrum układu stanowi niezwykle mała i chłodna gwiazda, tzw. „ultrachłodny karzeł”. Jak mówią naukowcy, konfiguracja układu jest idealna do tego, aby w najbliższych latach spróbować poszukać oznak życia poprzez analizę własności atmosfer tych planet. Publikacja ukazała się w *Nature*, a o wynikach poinformowało także Europejskie Obserwatorium Południowe (ESO).

Zbadany obiekt gwiazdowy jest oznaczony jako 2MASS J23062928-0502285. Posiada też nazwę TRAPPIST-1, bowiem odkrycia dokonano dzięki obserwacjom wykonanym 60-cm belgijskim teleskopem TRAPPIST, pracującym w Europejskim Obserwatorium Południowym (ESO) na terenie Chile. Astronomowie odkryli, iż gwiazda regularnie osłania swój blask. Po wykluczeniu różnych potencjalnych przyczyn takiego stanu, okazało się, że w układzie znajdują się trzy planety tranzytujące, czyli co pewien przechodząc przed swoją gwiazdą, powodując jej niewielkie osłabienia.

Mimo że to bliskie galaktyczne sąsiedztwo Słońca, gwiazdy nie zobaczymy na niebie gołym okiem ani nawet dość sporym teleskopem amatorskim, bowiem świeci bardzo słabo ( $V = 18,8$  mag). Ma zaledwie 5% mocy promieniowania Słońca, jest bardzo chłodna, jej rozmiar to 11% średnicy Słońca, a masa stanowi jedynie 8% masy Słońca. Czyli jest to obiekt o masie bardziej przypominającej bardzo duże planety lub brązowe karły anizeli normalne gwiazdy. W publikacji w *Nature* opisującej odkrycie, naukowcy przypisują obiekt do kategorii tzw. „ultrachłodnych karłów”, czyli obiektów typu gwiazdowego, do których należą najmniej masywne



Artystyczna wizja ultrachłodnego gwiazdowego karla widocznego na niebie okrążającej go planety. Źródło: ESO/M. Kornmesser

gwiazdy oraz brązowe karły (czyli obiekty o masach pośrednich pomiędzy planetarnymi a gwiazdowymi).

Wnikliwa analiza danych, w tym uzyskanych przy pomocy instrumentu HAWK-I na 8-m teleskopie VLT w Obserwatorium Paranal w Chile, pozwoliły na ustalenie dokładniejszych parametrów planet. Mają one rozmiary podobne do Ziemi, ale zdecydowanie krótsze okresy orbitalne. Pierwsza okrąża swoją gwiazdę co 1,4 dnia, druga co 2,4 dnia, a dla trzeciej okres wyznaczony jest w przedziale od 4,5 dnia do 73 dni (nie jest znany dokładnie).

Pierwsza z planet otrzymuje cztery razy więcej promieniowania niż Ziemia, a druga – dwa razy więcej. To oznacza, że krążą nieco bliżej niż ekosfera – strefa wokół gwiazdy, w której panują warunki umożliwiające występowanie na powierzchni planety wody w stanie ciekłym. Ale naukowcy nie wykluczają, że mimo tego na planetach mogą istnieć obszary nadające się do zamieszkania. Z kolei trzecia z planet otrzymuje mniej promieniowania niż Ziemia, ale być może krąży w ekosferze.

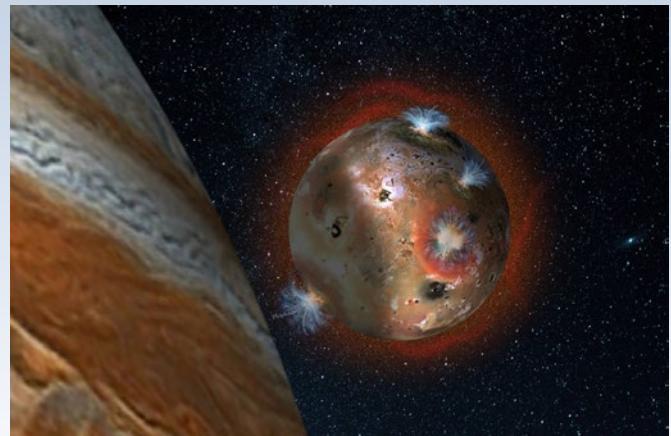
Jak optymistycznie zakładają odkrywcy, dzięki kilku olbrzymim teleskopom znajdującym się obecnie w trakcie budowy, wkrótce będziemy w stanie badać skład atmosferyczny tych planet i sprawdzać najpierw, czy posiadają wodę, a następnie szukać oznak potencjalnej aktywności biologicznej. Idealne do takich poszukiwań są planety okrążające bardzo słabe gwiazdy, wtedy w trakcie tranzytów efekty wywoływane przez ich atmosfery na światło gwiazdy są realne do wychwycenia. W przypadku normalnych, jasnych gwiazd, wydaje się to jeszcze poza zasięgiem naukowców. Warto zaznaczyć, że aż 15% gwiazd w pobliżu Słońca to właśnie ultrachłodne karły.

Krzysztof Czart

## Zaobserwowano cykliczne zmiany w atmosferze księżyca Jowisza

Amerykańscy naukowcy odkryli, że cień rzucany przez Jowisza, powodujący zmiany temperatury na jego wulkanicznym księżyku Io, w rezultacie wpływa na cykliczne fluktuacje w cienkiej atmosferze księżyca.

To wyjątkowy księżyc w całym Układzie Słonecznym, obiekt odznaczający się



Artystyczna wizja zmian atmosfery na Io. Źródło: SwRI/Andrew Blanchard

największą aktywnością wulkaniczną, która jest powodowana przez oddziaływanie sił grawitacyjnych Jowisza i jego księżyków galileuszowych. Skutkiem tego są potężne pływy występujące na Io, powodujące tak podwyższoną aktywność geologiczną. Wulkany na jego powierzchni wyrzucają ogromne ilości materii, która wskutek cienkiej atmosfery opada z powrotem na powierzchnię, tworząc charakterystyczne struktury. Sama atmosfera jest złożona głównie z dwutlenku siarki, który pochodzi z erupcji wulkanów. Okazało się, że gaz ten podlega cyklicznym zmianom stanu skupienia, co opisano w *Journal of Geophysical Research*.

Do obserwacji tych cyklicznych zmian wykorzystano ośmioramiowy teleskop Gemini North na Hawajach oraz instrument Texas Echelon Cross Echelle Spectrograph (w skrócie TEXES). Dzięki niemu była możliwa detekcja promieniowania cieplnego, co było kluczowe w zaobserwowaniu opisywanego zjawiska.

Obserwacje zostały przeprowadzone podczas dwóch nocy w listopadzie 2013 r. i dotyczyły stanu atmosfery przed zaćmieniem oraz po zaćmieniu Słońca przez Jowisza w momencie, kiedy księżyc Io znajdował się 675 mln km od Ziemi. Okazało się, że atmosfera Io ochłada się i opada podczas zaćmienia, a zawarty w niej dwutlenek siarki zamarza i osiada na powierzchni księżyca w formie szronu. Gdy zaćmienie dobiega końca, atmosfera zostaje na nowo ogrzana promieniami Słońca, a zamarznięty dwutlenek siarki sublimuje, „odbudowując” w ten sposób cienką atmosferę.

Zaćmienie Słońca przez Jowisza trwa codziennie przez dwie godziny (dzień na Io trwa 1,7 doby ziemskiej), co sprawia, że atmosfera księżyca jest poddawana regularnym wahaniom. Temperatura spada wtedy z  $-235^{\circ}\text{C}$ , podczas gdy świeci Słońce, do  $-270^{\circ}\text{C}$  w trakcie zaćmienia.

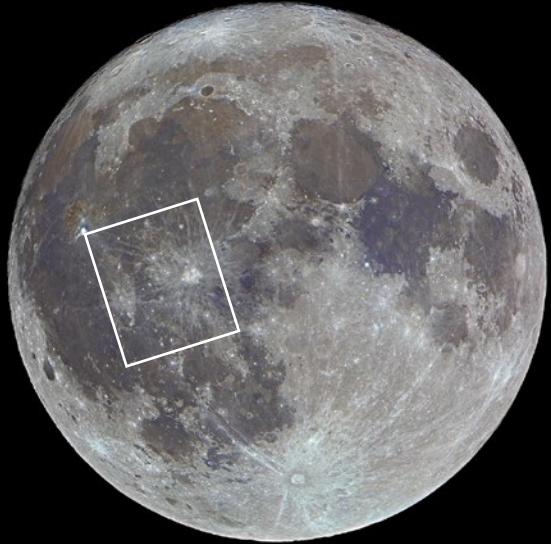
Grzegorz Iwanicki

Jeden z najpiękniejszych i najbardziej rzucających się w oczy kraterów księżycowych nosi nazwę Kopernik. Nie byłoby w tym nic dziwnego, gdyby nie fakt, iż nazwał go tak człowiek, który wyznawca heliocentryzmu wcale nie był...

## Z wizytą u Kopernika

Nazwę swą krater Kopernik (*Copernicus*), podobnie jak i wiele innych, zawdzięcza Ricciolemu, autorowi *Nowego Almagestu* (*Almagestum novum*) – włoskiemu jezuicie opowiadającemu się po stronie geocentryzmu. Trzeba mu jednak oddać sprawiedliwość, że miał spory szacunek dla dokonań współczesnych mu astronomów głoszących odmienne poglądy. Stąd obecność na Srebrnym Globie Reinholda, Keplera, Heweliusza i wielu innych „heretyków”.

Krater Kopernik jest dobrze widoczny w pobliżu środka obserwowanej z Ziemi tarczy Księżyca na północnym skraju Morza Chmur (*Mare Nubium*) i można dojrzeć go już przez zwykłą lornetkę. Jego zewnętrzna średnica sięga ponad 100 km, natomiast wewnętrzny, płaski obszar, ma ok. 46 km rozpiętości. Tarasowy system gór pierścieniowych ma szerokość ponad 20 km i wypiętra się 3350 m nad powierzchnię dna krateru.



Zewnętrzne zbocza opadają bardzo łagodnie, rozgałęzając się na wiele pasm górskich, a różnica wysokości względem otoczenia to już tylko 1010 m. Wzniesienia centralne krateru mają siedem rozróżnialnych wierzchołków, z których najwyższy osiąga wysokość względną 730 m.

Krater Kopernik powstał ok. 1,1 mld lat temu, rozpoczynając tzw. okres kopernikański w historii geologicznej Księżyca.



Zdjęcie z 7 sierpnia 2015 r. (faza Księżyca ok. 59%) wykonane teleskopem Schmidta-Cassegraina 280/2800 z soczewką Barlowa ×1,5 GSO, kamera Point Grey Blackfly IMX249, filtr pomarańczowy 570 nm. Posadzone na montażu Losmandy G11

Fot. Adam Tomaszewski

W czasie pełni Kopernik jest tak jasny, że może być zauważony gołym okiem. Jednak przez teleskopy najefektowniej prezentuje się 10. dnia po nowiu.

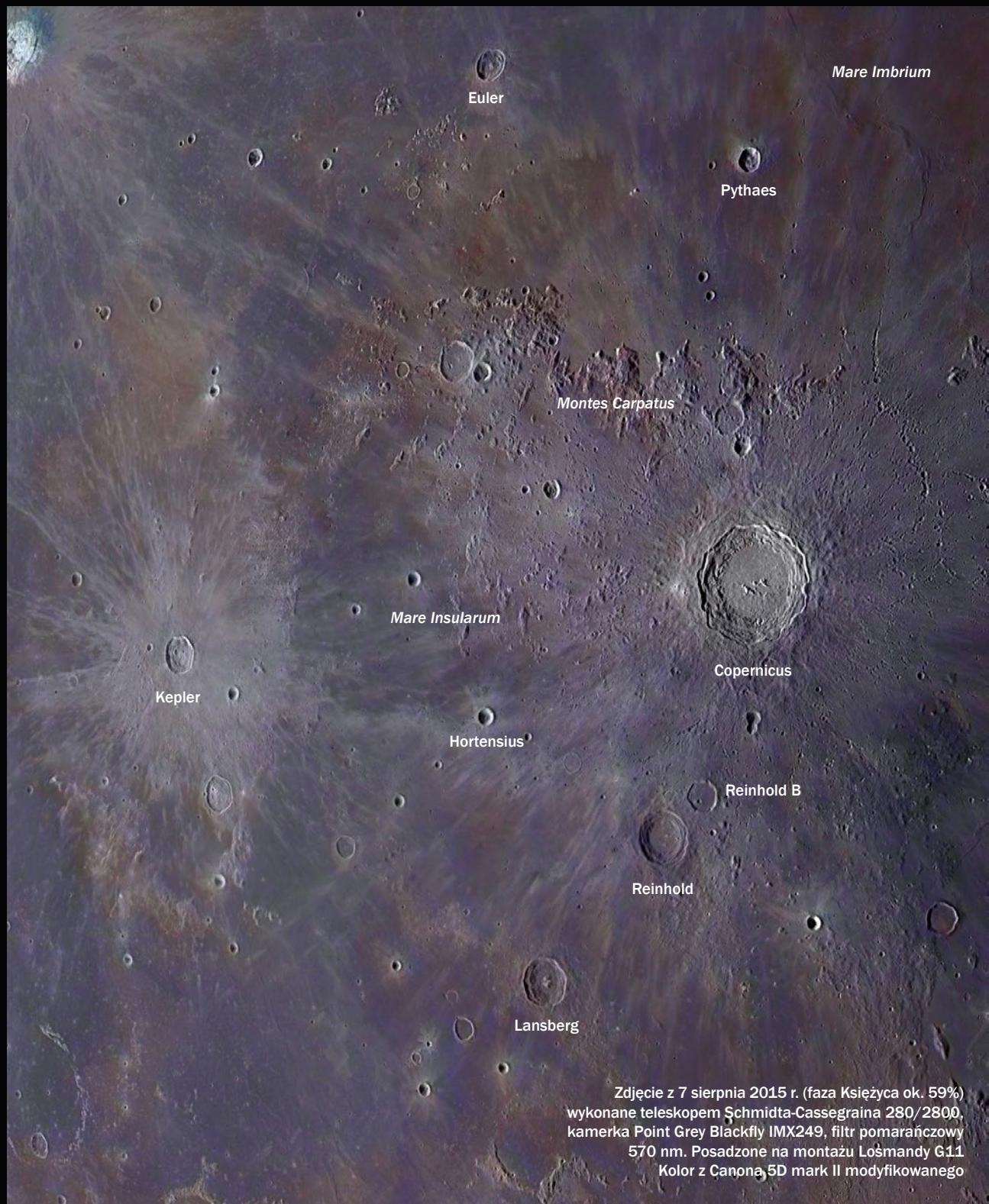
Na północy od krateru rozciąga się na 360 km górskie pasmo Karpat (*Montes Carpatus*), które stanowią południową krawędź Morza Deszczów (*Mare Imbrium*). Tworzące je luźno związane obszary górskie mają wysokości 1–2 km.

Na zachód od Kopernika leży Morze Wysp (*Mare Insularum*), ograniczone z drugiej strony 32-km kraterem Kepler. Warto w tym miejscu przypomnieć, że to właśnie temu twórcy praw ruchu planet zawdzięczamy wprowadzenie do selenografii pojęć ziemia (*terra*) dla jaśniejszych obszarów i morze (*mare*) dla ciemniejszych. Krater Kepler otacza okazały wieńiec jasnych smug.

Na koniec zwróciśmy jeszcze uwagę na położony na południowy zachód od Kopernika krater Reinhold o średnicy 48 km. Żyjący w XVI w. Erasmus Reinhold na podstawie heliocentrycznej teorii Mikołaja Kopernika stworzył „Tablice Pruskie” podające przewidywane położenia planet na niebie.

Jacek Drążkowski

Zdjęcia: Adam Tomaszewski



# Najczęstsze błędy w fotografii ruchu gwiazd (startrails) raz jeszcze

Problemy, jakie napotykamy przy wykonywaniu fotografii gwiazd typu *startrails*, opisywaliśmy w paru ubiegłorocznych numerach „Uranii” (3–5/2015). Tematu jednak nie wyczerpaliśmy. Autor na prowadzonym przez siebie fotoblogu *Nightscapes* opisał ich znacznie więcej. Ponieważ wydłużające się sierpienne noce zachęcają wiele osób do zabawy z tego typu fotografią, powracamy do tematu. (Red.)

## Uważaj, gdzie świecisz

W nocy wystarczy nawet pozornie dość słabe źródło światła, by zepsuć nam nasz kadr. Dlatego jeśli nie planujemy w sposób kontrolowany doświadczenie pierwszego planu, bardzo ostroż-

nie obchodźmy się z oświetleniem. Musimy pamiętać, że matryca aparatu jest w stanie zarejestrować dużo więcej niż nasze oczy. Kombinacja długiego czasu naświetlnia, wysokiego ISO wraz z jakimś źródłem oświetlenia zazwy-



czaj kończy się małą katastrofą. Widać to dokładnie na poniższym zdjęciu. Za piękny czerwony kolor odpowiadają światła stopu, które włączyłem nieświadomie, naciskając pedał hamulca siedząc w samochodzie. Nawet tak słabe światło potrafi zaświecić dół kadru, psując całe ujęcie. Na szczęście była to jedna z ostatnich klatek, której nie uwzględniłem w procesie składania.

## Stabilizacja drgań

Wiele aparatów i obiektywów jest wyposażonych w system redukcji drgań. Są to technologie, które pozwalają wykonać ostre zdjęcie przy fotografowaniu „z ręki” w gorszych warunkach oświetleniowych. Dzięki nim nawet dla pozornie za długich czasów naświetlania otrzymamy nieporuszone zdjęcia. Jednak przy wykonywaniu zdjęć aparatem ustawnionym na statywie, systemy te powinny zostać wyłączone. Oprogramowanie odpowiedzialne za działanie tych systemów zostało zaprojektowane tak, aby redukować każde, nawet najmniejsze drgania. W przypadku gdy aparat jest ustabilizowany ma statywie, takich drgań nie ma. Niestety system o tym nie wie i cały czas stara się korygować drgań, sam je generując. Dlatego to, co jest zbawienne przy wieczornym fotografowaniu „z ręki”, okazuje się zupełnie bezużyteczne i niepotrzebne przy fotografowaniu ze statywem.

## Włączone odszumianie dla długich czasów naświetlania

To opcja bardzo przydatna, gdy robimy pojedyncze, długie ujęcie na wysokim ISO. Aparat po zasadniczym naświetlaniu wykonuje tzw. darka, czyli naświetla drugi raz, ale tym razem bez otwierania migawki. Ma to na celu zarejestrowanie samych szumów, jakie powstają przy długim naświetlaniu



i następnie ich automatyczne odjęcie od zasadniczego zdjęcia. Jeśli nasz czas naświetlania wynosi 1 minutę, to tyle samo aparat będzie wykonywał rejestrację szumów. Oznacza to, że kolejne ujęcie będziemy mogli wykonać po 2 minutach. W efekcie, gdy zapomnimy wyłączyć tę opcję, będziemy mieli przerwy pomiędzy kolejnymi ujęciami, a co za tym idzie, nie otrzymamy ciągłych śladów gwiazd.

### Wstępne podnoszenie lustra

Opcja ta, występująca w niektórych aparatach, pozwala na zminimalizowanie drgań wywołanych uderzającym lustrem i tym samym zrobienie w teorii ostrzejszego zdjęcia. Gdy korzystamy z tej opcji, aparat stosuje opóźnienie pomiędzy podniesieniem lustra a otwarciem migawki. Nie jest ono wielkie, rzędu 1–2 sekund, jednak w przypadku fotografii ruchu gwiazd zupełnie zbędne. Zdecydowanie większe poruszenia zarejestrujemy w związku z długim czasem naświetlania i poruszającymi się obiektywami, jak np. liście na drzewach. W fotografii startrails opcja ta oznacza kolejną niepotrzebną przerwę między kolejnymi ujęciami.

### Zaparowany obiektyw

Mając do dyspozycji interwałometr, żał z niego nie skorzystać. Ustawiamy parametry ekspozycji, określamy, ile ujęć chcemy wykonać, włączamy proces fotografowania i mamy sporo wolnego czasu. Można iść poczekać w cieple, w aucie. Niestety natura tylko czeka, aż stracimy czujność, by zrobić nam niespodziankę. Przy bezchmurnych i bezwietrznych nocach, gdy tylko temperatura powietrza spadnie poniżej punktu rosy, para wodna zawarta w powietrzu zaczyna się osadzać



na zimnych przedmiotach. Najpierw wilgoć zacznie się osadzać na nogach statywów, by chwilę później dobrać się do naszego obiektywu. W skrajnych przypadkach cała przednia soczewka obiektywu może pokryć się wodą.

### Osiadanie statywów

Kolejny błąd związany ze statywem, a dokładniej mówiąc, z jego rozmieszczeniem. Wystarczy odrobinę mniej stabilny grunt pod jedną z nóg statywów, by pod wpływem ciężaru aparatu wraz z obiektywem cały zestaw bardzo powoli, ale systematycznie przechylał się w jednym kierunku. Przy pojedynczych zdjęciach, nawet tych dłuższych, nie będzie to miało żadnego znaczenia i wpływu na naświetlanie. Nawet minuta to zbyt krótki czas, abyśmy mogli zaobserwować ten wpływ na zdjęciu. Jednak w przypadku fotografii ruchu gwiazd, która trwa znacznie dłużej, efekt będzie jużauważalny i może popsuć całe ujęcie. O ile potrącenia statywów jesteśmy zazwyczaj świadomie i możemy zareagować, rozpoczynając wszystko od nowa, to o powolnym przechyleniu się statywów wraz z aparatem dowiemy się niestety już po fakcie, w domu.

### Uwaga na Księżyce

Nasz naturalny satelita jest często niedocenianym, bardzo mocnym źródłem światła w nocy, źródłem dynamicznym, zmieniającym swoje położenie z czasem. Zwróćmy uwagę, czy przypadkiem za jakiś czas nie znajdzie się on w naszym kadrze. Może to mieć zgrabny efekt dla naszego zdjęcia. Księżyca to takie Słońce nocy, a pod Słońce lepiej nie fotografować. Jeśli na plener fotograficzny wybraliśmy się w okresie po pełni a przed nowiem, musimy pamiętać, że Księżyca może nam sprawić niespodziankę, wyłaniając się spod horyzontu, prosto w centrum naszego kadru. Jest to wprawdzie bardzo mało prawdopodobne, jednak może się zdarzyć. Znajomość zachowania się Księżyca na niebie jest bardzo przydatna w nocnej fotografii. To jednak temat na oddzielną artykuł.

### Rutyna

Pewność siebie zgubiła już niejednego. Wraz z doświadczeniem i ilością udanych nocnych kadrów powoli usypią nasza czujność. Z czasem wyzbywamy się wypracowanych nawyków, dzięki którym nasze zdjęcia były coraz lepsze. Zapominamy, jak ważne były pewne detale. Przestajemy zwracać na nie uwagę, co kiedyś na pewno przełoży się na nieudaną sesję i naszą frustrację. Tak, właśnie frustrację, bo takie uczucie towarzyszy, gdy mamy świadomość, że te idealne warunki, z których tak się cieszyliśmy, mogą się już nie powtórzyć. Pamiętajmy, że diabeł tkwi w szczegółach. Zwracajmy na nie uwagę.

Piotr Potępa



# Komety trzydziestolecia

Kiedy w 1705 r. Edmond Halley zaproponował swoje wyjaśnienie ruchu komet, stwierdzając cykliczność powrotów tej, która po dziś dzień sławi jego imię, rozpoczęł zupełnie nowy rozdział w dziejach astronomii. Któż by przypuszczał, jak wielu nowym osiągnięciom da ono początek. Dociekanie, z czego jest zbudowana pierwotna materia Układu Słonecznego, zabezpieczanie Ziemi przed możliwą kolizją z innym obiektem kosmicznym czy w końcu spektakularne misje sond badających komety — to wszystko rezultat rewolucyjnej pracy Halleya. Wcześniej do odpowiedzi na najbardziej nurtujące pytania służyły głównie mity. Nie tylko Astronom Królewski stanowił siłę napędową dla rozwoju tej nauki. Również sam obiekt, który obserwował i stwierdził jego periodyczne zbliżanie się do Słońca, dał ludzkości wiele początków. Kometa Halleya po raz kolejny doprowadziła do znacznego poszerzenia wiedzy o fizyce komet, głównie dzięki europejskiej misji Giotto, będącej później doskonałym źródłem doświadczeń dla lądowania Philae na 67P/Czuriumow-Gerasimenko przed niespełna dwoma laty. Jednak mało kto wie, że od komety oznaczonej cyfrą jeden rozpoczęła się także działalność Sekcji Obserwatorów Komet w ramach Polskiego Towarzystwa Miłośników Astronomii. Mimo że do podjęcia uchwały zawiązującej SOK PTMA doszło dopiero 20 maja 1989 r., tak naprawdę właściwym momentem rozpoczynającym skoordynowane obserwacje komet w Polsce była ogólnosłowiańska akcja International Halley Watch w latach 1985–1986, zakładająca ścisłą współpracę profesjonalnych i amatorskich obserwatorów komet w celu lepszego zrozumienia natury komety Halleya, powracającej do nas przecież tak rzadko. To właśnie polska kampania w ramach IHW scalila środowisko pasjonatów komet i w następstwie doprowadziła do powstania największej w Polsce organizacji zajmującej się przygotowywaniem materiałów obserwacyjnych komet, analizą danych z ich obserwacji, a także działalnością popularyzatorską. Dziś ten ruch „komeciarzy”, jak mamy w zwyczaju nazywać miłośników komet, może pochwalić się 30-letnim stażem w monitorowaniu komet pojawiających się na niebie, mającym niemałe znaczenie dla poznawania natury każdego z tych obiektów.



17P/Holmes 20 listopada 2007 r., Adam Kisielewicz (Lublin)

Jednak kimże byliby komeciarze, gdyby nie te najciekawsze i najbardziej wyczekiwane obiekty — komety, które z jakichś przyczyn nie tylko intrygują, ale również dostarczają szczególnych emocji czy po prostu zachwycają? Pierwszą z nich była już wspomniana 1P/Halley. Podczas ostatniego powrotu na polskim niebie zostałaauważona po raz pierwszy 4 listopada 1985 r., kiedy wyłaniała się ponad wschodnim horyzontem w gwiazdozbiorze Byka jako obiekt ósmej wielkości gwiazdowej. Od tego czasu była obserwowana jeszcze do drugiej połowy stycznia 1986 r., kiedy jej jasność oceniano na ok. 4 mag. Jednak jej dostrzeżenie w dużej mierze utrudniała pogoda — obserwatorzy byli zmuszeni wyczekwać krótkotrwałych rozpogodzeń. Nieco lepsze warunki do zobaczenia najsłynniejszej z komet pojawiły się podczas wiosennego powrotu na polskie niebo. W kwietniu, dwa miesiące po perihelium, po raz kolejny wyłaniała się ponad horyzont na wieczornym niebie jako obiekt o podobnej jasności jak poprzednio, przy czym słabnący w miarę oddalania się od Słońca. Przełożyło się to na znacznie więcej obserwacji

wykonanych lornetkami niż gołym okiem. W dużo lepszej sytuacji byli mieszkańcy południowej półkuli, gdzie 1P osiągnęła 2,6 mag na początku marca, rozwijając okazały, 15-stopniowy warkocz.

Największa do tej pory polska akcja obserwacyjna jednej komety zakończyła się zebraniem 205 raportów obserwacyjnych. Jednak szybko się okazało, że rekord ten da się znacznie bardziej wyśrubować. Kiedy w 1990 r. na niebie pojawiła się kometa C/1989 X1 (Austin), zapowiadana na „kometę stulecia”, wynik z akcji IHW udało się podwoić, mimo że ostatecznie obiekt jaśniął wolniej od przewidywań i w maksymum osiągnął jasność 3,5 mag. Jednak i na tym się nie skończyło. Jeszcze latem tego samego roku polscy obserwatorzy mogli śledzić kometę C/1990 K1 (Levy), która pomimo że była słabsza od komety Austina (4,2 mag w maksymum), to w znakomity sposób umiliła komeciarzom czas letni, co przełożyło się na ponad 1200 przesyłanych do SOK obserwacji! I pomyśleć, że wszystkie te raporty zostały później ręcznie przepisane do komputera przez Marka Mućka, za-



Kometa Halleya na tle Drogi Mlecznej w 1986 r. (fot. David Malin, Australia). Po prawej 153P/Ikeya-Zhang 05.04.2002 (fot. Grzegorz Duszanowicz, Szwecja)

łóżyciela i ówczesnego koordynatora Sekcji. Obserwacji było tak wiele, że w opracowaniu opublikowanym w „Uranii” nie sposób było nanieść wszystkich punktów na wykres jasności! W tak efektowny sposób zakończył się okres występowania na naszej szerokości geograficznej czterech jasnych komet (oprócz dwóch wspomnianych stosunkowo jasna była jeszcze C/1989 Q1 i z trudem dostrzeżona w Polsce C/1989 W1, osiągająca 3 mag). Jednak to nie one najbardziej zapadły w pamięć obserwatorom w ostatniej dekadzie XX w.

W końcu wśród komet minionego trzydziestolecia znalazły się przynajmniej dwie komety TYSIACLECIA! W dodatku występujące rok po roku. Tę niezwykłą historię rozpoczyna, dosyć niespodziewanie, C/1996 B2 (Hyakutake), osiągając maksymalną jasność -0,5 mag w 1996 r. Stosunkowo szybko przemieszczająca się po niebie kometa z ogromnym, dochodzącym nawet do 50 stopni kątowych warkoczem gazonowym po dziś dzień ma status żywej legendy. Podobnie jak druga z wielkich — C/1995 O1 (Hale-Bopp). Po półtorarocznym wyczekiwaniu, wiosną 1997 r. nie tylko była bez trudu widoczna gołym okiem, ale jej jasne warkocze dało się zauważać nawet z największych miast Polski. Na kolejną tak widowiskową kometę wciąż pozostaje nam czekać. Trochę mniej okazałą, ale również ekscytującą była kometa Heweliusza — 153P/Ikeya-Zhang, która jaśniała na niebie w 2002 r. Gdańskiego astronoma prawdopodobnie widział ją w 1661 r. podczas jej ostatniego powrotu do Słońca. Tak, ostatniego! Ma ona najdłuższy okres orbitalny spośród regularnie obserwowanych komet okresowych, a jej powrót na początku XX w. był wyjątkowo korzystny. Była bez trudu dostrzegalna gołym okiem na podmiejskim niebie, osiągając maksymalną jasność nieco lepszą od 3 mag. Kolejną zachwycającą kometą okresową, jednak powracającą do nas znacznie częściej, była 17P/Holmes w 2007 r. Podczas naglego rozbłysku stała się obiektem widocznym nawet z miast, choć takich szczegółów, jak np. warkocz, przez większość czasu nie dało się zaobserwować. Za to w lornetkach można było zobaczyć mocno rozmytą kulistą otoczkę komety, przekraczającą wielkość nawet 1 stopnia!

Oczywiście w ciągu ostatnich trzech dekad na naszym niebie pojawiło się co najmniej kilkanaście całkiem jasnych komet, ale wspomniałem tylko te wywołujące największe emocje. Być może zauważycie, jak regularnie tego typu obiekty pojawiają się na polskim niebie. Od czasu komety Halleya, mniej więcej co 5 lat mieliśmy do czynienia z ponadprzeciętnie widowiskowym obiektem (1985, 1990, 1996—



C/2011 L4 (PANSTARRS) 15 kwietnia 2013 r., Maciej Kapkowski

1997, 2002, 2007, ...). Ta „zasada” miała zostać potwierdzona jeszcze w 2013 r., okrzykniętym już zawczasu „rokiem komet”. Wszyscy liczyliśmy na wielkie widowisko za sprawą C/2012 S1 (ISON), jednak ostatecznie najwięcej splendoru przypadło komecie, która zjawiła się kilka miesięcy wcześniej. I nie bez powodu! W końcu C/2011 L4 (PANSTARRS) wiosną 2013 r. była bez trudu widoczna tuż po zachodzie Słońca i osiągnęła rekordową jasność ok. 1 mag w połowie marca. Doskonale pamiętam swoje pierwsze (i jedyne) obserwacje tej komety. Wyjechałem wtedy do miejscowości, za którą przemawiały nie tylko mapy *light pollution*, ale również stosowna nazwa — do Zasłonka w okolicy Łopuszna i kiedy trafiłem na tę kometę, wyłaniającą się z rozproszonego blasku Słońca, sprawiała wrażenie, jakbym patrzył na popularną uliczną sodówkę — przypominała ją zarówno kolorem, jak i swoim blaskiem. Takimi kometami naprawdę moglibyśmy oświetlać ulice! Mimo że największą przeszkołą w obserwacjach komety PANSTARRS była wtedy kapryśność pogody, z pewnością wielu z nas żyje jeszcze tymi wspomnieniami.

Kiedy przyjdzie nam obserwować choć tak atrakcyjną kometę jak C/2011 L4? To pytanie wciąż pozostaje otwarte. Miejmy nadzieję, że wydarzy się to wcześniej niż w 2018 r., wynikającym z opisanej już „zasady”. A jeśli nawet przyjdzie nam czekać nieco dłużej, liczymy na to, że jakaś kuzynka wielkich komet odwdzięczy się fascynującym widowiskiem na niebie.

Mikołaj Sabat

## Konferencja Sekcji Obserwatorów Komet PTMA — 8–9 października 2016

Chcesz dowiedzieć się więcej o kometach, poznać inspirujące historie ich badań i spotkać się z polskimi badaczami? Zapraszamy do wzięcia udziału w IX Konferencji Sekcji Obserwatorów Komet Polskiego Towarzystwa Miłośników Astronomii. Odbędzie się ona w dniach 8–9 października 2016 r. w Młodzieżowym Obserwatorium Astronomicznym im. Kazimierza Kordylewskiego w Niepołomicach (ul. Mikołaja Kopernika 2, Niepołomice).

Tegoroczne spotkanie to powrót do bogatej tradycji SOK PTMA i kontynuacja serii konferencji o tematyce kometarnej, organizowanych przez naszą sekcję w latach 1999–2006. IX Konferencja będzie zatem pierwszą od 10 lat okazją do spotkania się w gronie obserwatorów i miłośników komet.

Najważniejszymi zagadnieniami omawianymi podczas konferencji będą:

- sposoby amatorskich obserwacji komet,

- analiza wyników obserwacji zebranych przez SOK PTMA i COK w ostatnich latach,
- projekty badawcze i programy wykorzystujące obserwacje komet,
- polskie osiągnięcia w obserwacjach komet na przestrzeni lat (z okazji jubileuszu 30-lecia akcji International Halley Watch).

Bardzo ważną częścią konferencji będzie także integracja środowisk obserwatorów komet w Polsce i nakreślenie planów rozwoju Sekcji Obserwatorów Komet na kolejne lata. Konferencję uświetnią prelekcje m.in. dr. Krzysztofa Ziolkowskiego z CBK PAN oraz odkrywcy komety Polonia — Michała Kusiaka. Szczegółowy program i zapisy na stronie Sekcji Obserwatorów Komet ([sok.ptma.pl](http://sok.ptma.pl)) w zakładce „Konferencja”.

Serdecznie zapraszamy!

Koordynator SOK PTMA Mikołaj Sabat

# Perseidy 2016 – pierwsze rezultaty

**P**erseidy od ponad 150 lat przykuwają uwagę zarówno tych, którzy zajmują się na co dzień meteorami, jak i zwykłych ludzi pamiętających o niezwykłej nocy spadających gwiazd mającej miejsce w połowie sierpnia. Aktywność Perseidów jest zwykle na tyle wysoka, że nawet bez specjalnych przygotowań i umiejętności można dostrzec dziesiątki, a nawet setki meteorów w ciągu nocy. Sierpienne noce są już dość długie i nadal dość ciepłe, a urlopowy sezon sprzyja całonocnym obserwacjom.

Aktywność Perseidów jest wysoka i podlega pewnym zmianom. Długoafalowe zmiany aktywności dotyczą głównie szerokiego maksimum średniego, które co roku obserwować można przy długości ekliptycznej Słońca około  $140^\circ$ . Moment maksimum wypada każdego roku w nocy z 11 na 12 sierpnia bądź też z 12 na 13 sierpnia. Często maksimum wypada, gdy w Polsce świeci słońce, wówczas warto obserwować przez obie noce, jako że maksimum jest dość szerokie. Główne, standardowe maksimum osiąga aktywność ZHR<sup>\*</sup> na poziomie od 60 do 120. Szczyt aktywności obserwowano w latach 90. tuż po przejściu komety Swift-Tuttle, wówczas aktywność osiągała ZHR = 400. Aktualnie obserwuje się stopniowy spadek aktywności maksimum standardowego. Z roku na rok będzie ona mniejsza. Na opisaną wyżej aktywność składają się konkretne strumienie materii wyrzucone z komety podczas różnych jej przejść przez peryhelium. Dzięki istniejącym modelom jesteśmy w stanie lepiej lub gorzej śledzić zachowanie takich strumieni, przewidując ich możliwe spotkania z naszą planetą. Strumienie takie wyrzucone często setki lat temu ewoluują osobno, tworzą w przestrzeni kosmicznej struktury, które kształtem można by porównać do rozciągniętej rowerowej dętki zwiększającej z czasem swoje rozmiary. Strumień taki z biegiem czasu jest perturbowany (zniekształcanym) przez wielkie planety, które zmieniają parametry orbitalne strumienia, przesuwając go niekiedy w stronę orbity ziemskiej. Z czasem następuje też ewolucja niegravitacyjna. Cząstki w zależności od rozmiarów ulegają wpływowi ciśnienia promieniowania czy też efektu Poyntinga-Robertsona, w rezultacie starsze strumienie oczyszczone są z najdrobniejszej materii i składają się głównie z większych meteoroidów.

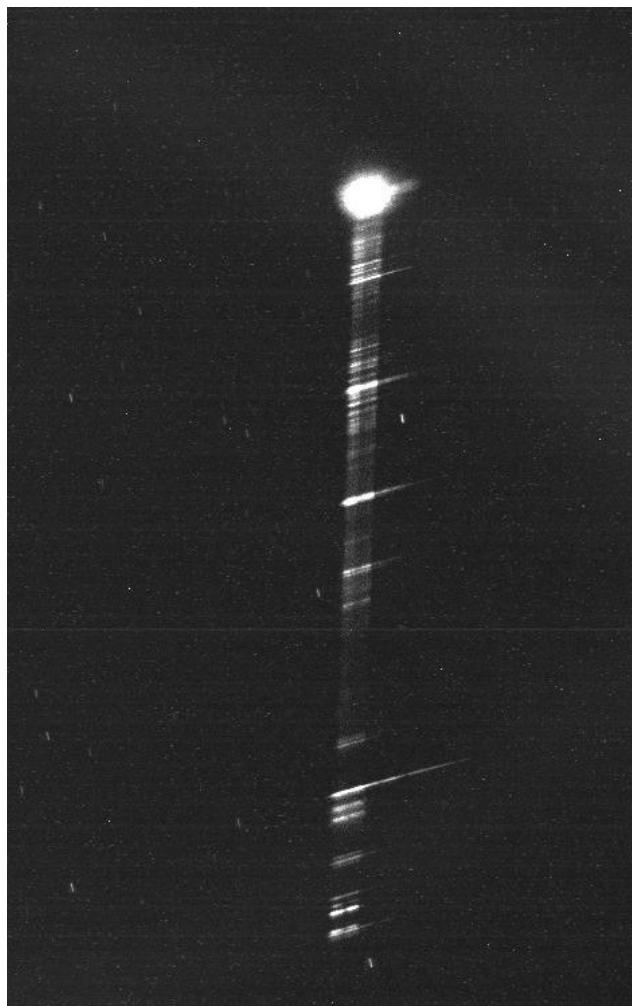
Aktywność z konkretnych strumieni z różnych przejść komety w pobliżu Słońca nakłada się, generując aktywność standardową i powodując niekiedy bardzo wyraźne zmiany w obserwowanej ilości meteorów. Na wykresach aktywności zauważalne są wówczas dodatkowe wysokie pikи, a sytuacja bywa dynamiczna i przypominająca obserwatorów o niemale emocje.

Dodatkowy strumień był spodziewany między innymi w 2004 r. Przewidywania znanego fińskiego badacza Esko Lyytinen mówili nawet o 1000 meteorów w ciągu godziny. Noc 12/13 sierpnia 2004 r. była w Polsce pogodna i faktycznie zaobserwowano wzrost aktywności dokładnie o wyznaczonej godzinie. Nie była to co prawda aż tak wysoka aktywność, obserwowano wówczas 190 meteorów w ciągu godziny, co więcej były to zjawiska dość słabe i dostrzec

je można było pod ciemnym niebem. Niespodzianką był natomiast drugi strumień, który pojawił się przed świtem. Tym razem pojawiły się meteory o większej jasności i wiele z nich zarejestrowano za pomocą stosowanych wówczas aparatów analogowych. Sześć lat później dodatkowe strumienie zaskoczyły obserwatorów. W nocy z 11/12 sierpnia przewidywano standardowe maksimum, jednak była to noc niepogodna. Do obserwacji 12/13 sierpnia przystępowaliśmy z przeświadczeniem, że jest już po wszystkim. Tymczasem zmierzch przywiązał nas prawdziwym widowiskiem. Przez około 2 godzin pomimo niewielkiej wysokości radiantu pojawiały się licznie jasne Perseidy, dając niezapomniane widowisko. W dalszej części nocy aktywność wyraźnie spadła. W kilka dni później opublikowano pierwsze analizy roju. Na wykresie widać aż 3 maksima — jedno standardowe, którego nie zobaczyliśmy, drugie spowodowane przez nieznany wcześniej strumień i trzecie, którego też nie widzieliśmy, jako że przypadło ono 13 sierpnia w dzień. Maksimum, od którego rozpoczęła się noc, było bardzo wysokie, ZHR przekroczył wartość 200.

## Sytuacja w 2016 roku

Jeszcze przed 2010 rokiem istniały prognozy, wedle których tegoroczne maksimum miało być inne niż zazwyczaj.



Widmo bolidu z godziny 23.19 UT. Kamera CGMS2, PFN55 Ursynów

<sup>\*</sup>ZHR – Zenitalna Liczba Godzinna, parametr określający aktywność meteorów w sposób pozwalający pominać wpływ warunków i wysokości radiantu. ZHR jest równy liczbie meteorów widocznych w ciągu godziny przy widoczności 6,5 mag, przy radiancie znajdującym się w zenicie. Gdy radiant znajduje się niżej, liczba widocznych meteorów jest mniejsza, również gdy widoczność jest gorsza, obserwujemy znaczący spadek ilości widocznych meteorów.

Od tego czasu jednak modele ulegały udoskonaleniu i do tematu trzeba było podejść od nowa. W ostatnich latach z trafnością takich przewidywań było różnie. Można odnieść wrażenie, że opanowaliśmy dość dobrze technikę przewidywania momentu maksimum, natomiast pojawiały się problemy z określaniem jego wysokości. Prawdziwym dzwonkiem alarmowym było więc niezależne opublikowanie zbliżonych prognoz trzech badaczy: Jeremie Vaubaillona, Michała Maśłowa i Billa Cooka. Każdy z nich, korzystając z własnych metod i modeli, przewidział znaczący wzrost aktywności w nocy z 11/12 sierpnia 2016 r., a momenty maksimum zgadzały się co do 30 minut.

Będąc pewnym, że dojdzie do wyższego niż zwykle maksimum i z tradycyjnym optymizmem w temacie pogody przystąpiono do przygotowań. W pierwszej kolejności przyspieszono rozprowadzanie świeże zakupionych kamer Mintron 12V6. Przed maksimum udało się zamontować te bardzo czułe urządzenia w stacjach w Krakowie, Kobiernicach, Rzeszowie, Podgórzynie i Jeziórku. Wyposażone w obiektywy o światłosile f/0,75 kamery są w stanie rejestrować zjawiska o jasności do +3<sup>m</sup> w umiarkowanie szerokich polach widzenia. Udało się też uruchomić kilka stacji nowego typu działających w oparciu o kamery Full HD. Ostatnia z nich zainstalowana w grudziądzkim planetarium zarejestrowała pierwsze zjawiska podczas nocy maksimum.

Pozostały sprzęt w dyspozycji PFN został zgromadzony w stacji PFN68 Dąbrowa koło Nowego Miasta nad Pilicą. Miejsce to charakteryzuje się znakomitymi warunkami obserwacyjnymi, widoczność podczas bardzo pogodnych nocy dochodzi do +6,8 mag (średnio +6,3 mag), miejsce to położone jest w centralnej Polsce i pozwala na obserwacje nieba we wszystkich kierunkach.

Na miejscu zainstalowano 3 kamery megapikselowe FullHD z obiektywami o różnych ogniskowych. Dwie z kamer o dużym przetworniku wyposażono w obiektywy o parametrach 6 mm f/1,8 oraz 25 mm f/0,85. Pierwsza z kamer skierowana została na północ, obejmując mniej więcej jedną trzecią nieba, druga obserwowała niewielki wycinek nieba przy zasięgu dochodzącym do +8<sup>m</sup>. W kierunku południowym zamontowano kamerę szerokątną z obiektywem o ogniskowej 3 mm, natomiast w kierunku wschodnim skierowano analogowego Mintrona 12V6 z obiektywem 12mm f/0,8. Ta ostatnia kamera również miała za zadanie obserwować bardzo słabe meteory w niewielkim polu widzenia. Wybór pól i kamer był nieprzypadkowy. Zasięg kamer szerokątnych i kamer z wąskim polem różni się bardzo wyraźnie. Porównując ilości zarejestrowanych zjawisk (i rozmiary pól widzenia), można wyciągnąć ciekawe wnioski co do tak zwanego współczynnika masowego roju, czyli mówiąc w prosty sposób — stosunku ilości meteorów słabych do meteorów jasnych. W PFN68 przygotowano też do pracy lustrzanki z obiektywami 3,5/8 mm oraz 2,8/14 mm. Na wypadek złej pogody pozostawał zestaw do obserwacji radiowych składający się z transceivera Yaesu FT-857D z filtrem CW, skrzynki antenowej oraz prostej drutowej anteny o długości 10 m. Dostrojony do częstotliwości 49,75 MHz dawał silne sygnały odbić meteorowych (jak się później okazało zestaw był wręcz zbyt czuły).

### Noc z 11 na 12 sierpnia 2016

W centralnej Polsce rozpogodzenia przyszły jeszcze w nocy z 10 na 11 sierpnia. Dzień 11 sierpnia upłynął pod znakiem zmiennej pogody i przelotnych opadów, co zaowocowało dość dużą wilgotnością powietrza podczas maksimum. Noc była pogodna za wyjątkiem zachodnich krańców



Bolid z godziny 23.58 UT. Fot. Mariusz Wiśniewski, PFN

Polski, gdzie od granicy niemieckiej przesuwała się w głąb kraju strefa zachmurzenia. W pierwszej części nocy niebo było zauważalnie rozświetlone przez Księżyc po pierwszej kwadrze. Początek nocy nie zachwycał aktywnością. Przy widoczności zbliżonej do 5,8 mag można było zaobserwować po kilka zjawisk w 15-minutowym przedziale czasowym, w większości dość słabych. Niewielka ilość widocznych zjawisk była spowodowana po części niezbyt dużą wysokością radiantu oraz z rzeczywistej, dość umiarkowanej aktywności roju. Nieznaczny wzrost ilości widocznych meteorów dało się zauważyć około północy. O godzinie 22.56 UT niebo zostało rozświetlone przez bolid o jasności około -7 mag. Bolid ten należący do roju Perseidów w stacji PFN68 widoczny był w pobliżu radiantu i pozostawił po sobie ślad widoczny przez wiele minut. W kilkanaście minut później kamery sieci PFN zaobserwowały serię jasnych bolidów, między innymi zaobserwowano bardzo jasne zjawisko o godzinie 23.19 UT, dla którego uzyskano bardzo dobrą jakości widmo. Moment pojawiienia się jasnych zjawisk można uznać za chwilę, gdy Ziemia napotkała na swojej orbicie strumień, którego obecność została wcześniej przewidziana. Można było odnieść wrażenie, że aktywność wzrosła bardzo szybko w ciągu kilkunastu minut. System radiowy zarejestrował bardzo wyraźny wzrost liczby odbić około godziny 23.23 UT. Moment ten był zgodny z przewidywaniemi Michała Maśłowa, który przewidział spotkanie ze strumieniem dokładnie o godzinie 23.23 UT i aktywność ZHR na poziomie 160–180. Również przewidywania Jeremie Vaubaillona nie odbiegały znacząco od rzeczywistości, francuski badacz przewidział nadzieję



Ślad po bolidzie z godziny 23.58 UT, składanka z 24 ekspozycji 15-sekundowych. PFN68 Dąbrowa

maksimum na godzinę 0.00 UT. Pomiędzy godziną 23.20 a 23.40 UT utrzymywała się bardzo wysoka aktywność, obserwowano kilka Perseidów w ciągu każdej minuty, co sprawiało wręcz pewne trudności obserwatorom wizualnym. Aktywność najprawdopodobniej przekraczała ZHR = 200 i była znacznie wyższa niż zazwyczaj. Po godzinie 23.40 nastąpił zauważalny spadek aktywności. Chwilową ciszę na niebie przerwało pojawienie się najjaśniejszego zjawiska tej nocy. Bolid o jasności -10 mag pojawił się o godzinie 23.58 UT niemal dokładnie nad Warszawą, rozświetlając tam całe niebo. W stacji PFN68 widoczny był nieomal jako stacjonarny, bardzo blisko radiantu. Zarejestrowany został przez aparaty fotograficzne i kamery, w tym zupełnie przypadkiem przez kamerę Mintron 12V6 o wąskim polu widzenia. Po przelocie bolidu pozostał ślad, który początkowo był jaskrawozielony. Ślad w ciągu kilku sekund przyjął kształt powyginanej linii, a następnie, zmieniając kolor na pomarańczowy stopniowo słabł i rozpraszając się przesuwał się na niebie w kierunku

południowej części gwiazdozbioru Perseusza. Przestał być widoczny po 6 minutach.

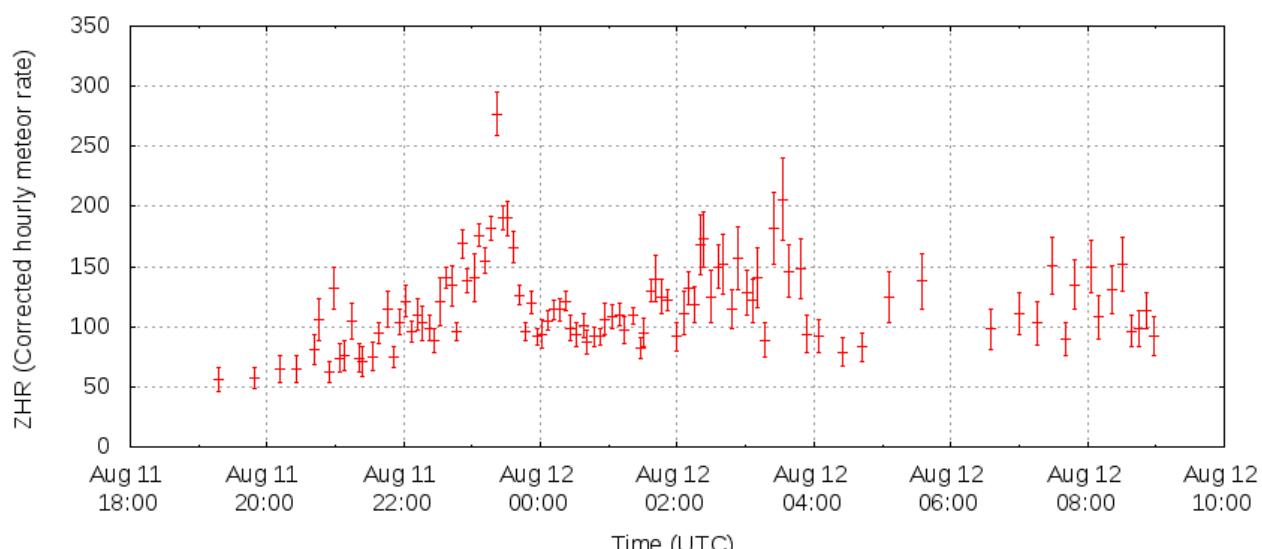
W tym samym czasie odbiornik radiowy zarejestrował odbranie od śladu trwające ponad 2 min. W kolejnych minutach aktywność pozostała na niezbyt wysokim poziomie aż do godziny 1.00 UT, kiedy to dał się zauważać kolejny wzrost, być może spowodowany rosnącą aktywnością ze standartowego maksimum Perseidów. Pomimo stopniowo psującej się widoczności obserwowano 1–2 meteory w ciągu minuty. Uwagę zwróciła seria zjawisk z godziny 1.26 UT. Kolejno pojawił się meteor o jasności -4<sup>m</sup>, -1<sup>m</sup> a następnie silny błysk na południowym horyzoncie spowodowany zapewne pojawieniem się jasnego bolidu. Błysk ten jest widoczny na kameras PFN, jednakże sam bolid znajdował się bardzo daleko, zapewne nad Słowacją lub Węgrami. Musiał mieć przy tym bardzo dużą jasność porównywalną z Księżycem w pełni. Obserwacje wizualne zakończyły się około godziny 1.45 UT, natomiast kamery rejestrowały liczne zjawiska jeszcze do godziny 2.30 UT.

### Noc z 12 na 13 sierpnia 2016

Noc z 12 na 13 sierpnia była niepogodna w dużej części kraju. W stacji PFN68 krótkotrwale rozpogodzenia przyszły około północy. Nieliczne kamery działające pod pogodnym niebem zarejestrowały dość dużą ilość jasnych zjawisk w pierwszej połowie nocy przy niewielkiej ich ilości w godzinach późniejszych. Uwagę zwraca bardzo jasne zjawisko z godziny 23.20 UT obserwowane w południowo-wschodniej Polsce.

### Wstępna analiza obserwacji wizualnych

W ciągu kilku dni po maksimum International Meteor Organization zebrała raporty elektroniczne od 234 obserwatorów z całego świata. Zaobserwowali oni łącznie 23581 meteory. Na liście obserwatorów znalazło się kilka osób z Polski (w nawiasach czas efektywnej obserwacji wyrażony w godzinach): Dariusz Dorosz (2,74), Tomasz Fajfer (2,0), Przemysław ŻołĄdek (3,6), Maciej Myszkiewicz (3,5), Tomasz Adam (3,55) oraz Łukasz Woźniak (2,4). Co ciekawe, z Polski maksimum obserwowała też grupa obserwatorów z Niemiec. Jurgen Rendtel, Sirko Molau i Andre Knofel, uciekając przed chmurami, kierowali się na wschód i dotarli w okolice Wrześni, gdzie prowadzili obserwacje do godziny 0.00 UT.



Wykres aktywności Perseidów dla maksimum 2016. Źródło: <http://www.imo.net>



11-13.08.2016 | PFN71 Radomsko | Hubert Dróżdż Photography | hubertdrozdz.pl

Połączenie zdjęć z trzech nocy (11–13 sierpnia) wykonanych w stacji bolidowej PFN71 Radomsko

Patrząc na wykres aktywności możemy zauważać krótkotrwałe i wyraźne maksimum. Odrzucając skrajny punkt widoczny na wykresie, możemy powiedzieć, że maksimum wystąpiło pomiędzy 23.16 a 23.26 UT i osiągnęło wartość ZHR =  $193 \pm 11$ . Pik jest wyraźnie niesymetryczny, zaczyna być zauważalny około 22.30 UT, aktywność wzrasta przez około godzinę, po czym gwałtownie opada w czasie nie przekraczającym 30 min. W pierwszej połowie nocy aktywność Perseidów faktycznie była niezbyt wysoka i zmieniała się od ZHR = 60 na początku nocy do ZHR = 100 tuż przed początkiem głównego piku. Po maksimum aktywność utrzymywała się na poziomie ZHR = 100, a przed wschodem Słońca wzrosła do ZHR = 140, co dało się zauważyc podczas przeprowadzonych obserwacji. Jako że większość danych pochodzi z Europy, dokładność danych na wykresie spada znacząco po godzinie 2.00 UT, kiedy zapadał zmrok na drugiej półkuli. Widoczna jest dość wysoka aktywność około godziny 4.00 UT, być może powiązana ze strumieniem z 1079 r. Około 8.00 UT ZHR przekracza 100, co jest zapewne powiązane z maksimum standardowym.

### Podsumowanie

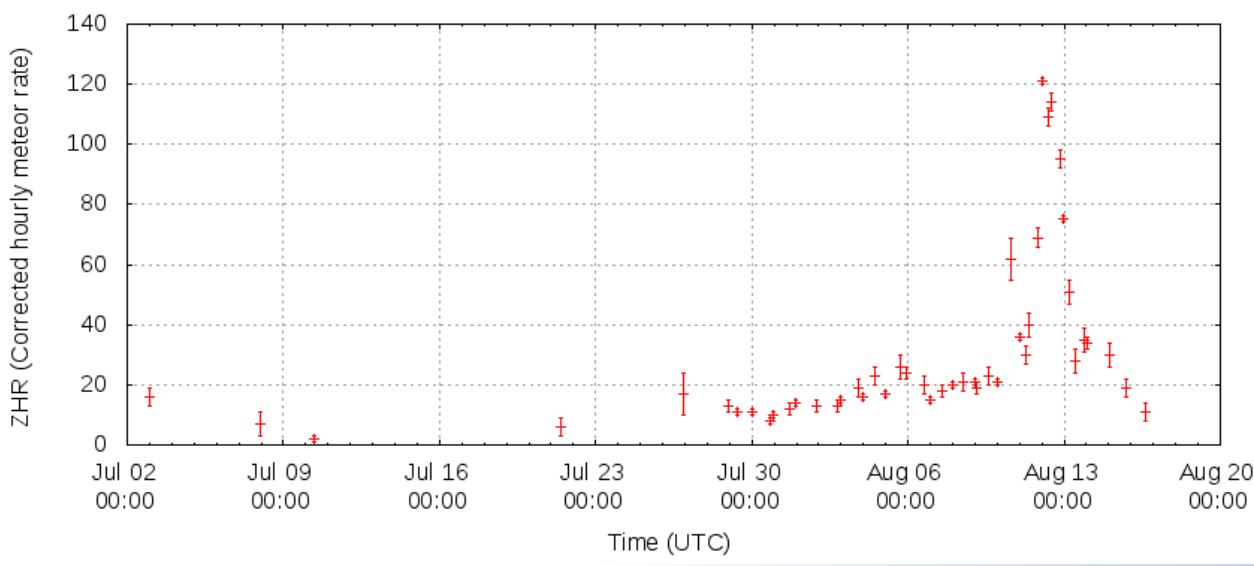
W 2016 r. przyszło nam obserwować jedno z najbardziej spektakularnych maksimów Perseidów w ostatnich dziesięcioleciach. Osobiście obserwowałem tylko jedno bardziej efektowne maksimum i było to pamiętne maksimum Leoni-



Dwa meteory uchwycone w czasie 13-sekundowej ekspozycji około godz. 21.55 UT 11 sierpnia z zaznaczonym gwiazdozbiorzem Perseusza.

dów w 2002 r. Prognozy dotyczące zachowania roju sprawdziły się nadspodziewanie dobrze zarówno pod względem momentu wystąpienia maksimum, jak i jego wysokości. Kamery sieci PFN zarejestrowały tysiące meteorów. Przed nami żmudna obróbka danych, a na wyniki obserwacji bazowych trzeba będzie poczekać kilka tygodni.

Przemysław Żoładek



Zmiany zenitalnej liczby godzinnej (ZHR) roju Perseidów w trakcie całego okresu aktywności

**PLANETARIUM I OBSERWATORIUM ASTRONOMICZNE  
im. Mikołaja Kopernika w Chorzowie****LX Olimpiada Astronomiczna 2016/2017****INFORMACJE REGULAMINOWE**

1. Olimpiada Astronomiczna jest organizowana dla uczniów szkół ponadgimnazjalnych. Mogą w niej jednak także uczestniczyć rekomendowani uczniowie innych szkół (zgodnie z rozdz. II § 3 Regulaminu).

2. Zawody olimpiady są trójstopniowe. W zawodach I stopnia (szkolnych) każdy uczestnik rozwiązuje dwie serie zadań, w tym zadanie obserwacyjne.

3. W pierwszej serii zadań zawodów I stopnia należy nadesłać, do **17 października 2016 r.**, rozwiązania 2 zadań, dowolnie wybranych przez uczestnika, spośród zestawu zawierającego 3 zadania.

4. Uczniowie, którzy prześlą rozwiązania zadań pierwszej serii, otrzymają na adres prywatny tematy drugiej serii oraz przydzielony im osobisty kod uczestnika. Zadania drugiej serii będą również zamieszczone, od 19 października 2016 r., na stronie internetowej olimpiady astronomicznej: [www.planetarium.edu.pl/oa.htm](http://www.planetarium.edu.pl/oa.htm).

5. Rozwiązywanie zadania obserwacyjnego należy przesyłać wraz z rozwiązaniami zadań drugiej serii zawodów I stopnia, do **21 listopada 2016 r.** Nadesłanie rozwiązania zadania obserwacyjnego jest warunkiem koniecznym dalszego udziału w olimpiadzie.

6. W przypadku nadesłania rozwiązań większej liczby zadań, do klasyfikacji zaliczane będą rozwiązań ocenione najwyższej (dwa zadania z pierwszej serii, cztery z drugiej serii i jedno zadanie obserwacyjne).

7. Rozwiązań zadań zawodów I stopnia należy przesyłać za pośrednictwem szkoły pod adresem: **KOMITET GŁÓWNY OLIMPIADY ASTRONOMICZNEJ, Planetarium Śląskie, 41-500 Chorzów, skr. poczt. 10**, w terminach podanych w p. 3 i 5. Decyduje data stempla pocztowego.

8. Rozwiązań zadań powinny być krótkie i zwięzłe, ale z wystarczającym uzasadnieniem. W przypadku polecenia samodzielnego wyszukania danych, należy podać ich źródło. Jako dane traktuje się również podręcznikowe stałe astronomiczne i fizyczne.

9. Rozwiązywanie każdego zadania należy napisać na oddzielnym arkuszu papieru formatu A4. Każdy arkusz oraz wszelkie załączniki (mapki, wykresy, tabele itp.) należy podpisać imieniem i nazwiskiem.

**Dodatkowo, do rozwiązań pierwszej serii zadań należy dodać wypełnioną ankietę uczestnika, dostępną na stronie internetowej olimpiady: [www.planetarium.edu.pl/oa.htm](http://www.planetarium.edu.pl/oa.htm).**

10. Zawody II stopnia odbędą się **23 stycznia 2017 r.** Zawody III stopnia odbędą się w dniach **od 9 do 12 marca 2017 r.**

11. Powiadomienia o zakwalifikowaniu do zawodów kolejnych stopni otrzymają jedynie uczniowie awansujący.

12. O uprawnieniach w przyjmowaniu na wyższe uczelnie laureatów i finalistów olimpiady decydują senaty uczelni. Informacje na ten temat są umieszczane na ich stronach internetowych.

**Pełny tekst Regulaminu Olimpiady zamieszczono na stronie internetowej: [www.planetarium.edu.pl/oa.htm](http://www.planetarium.edu.pl/oa.htm)**

\* \* \*

**ZALECANA LITERATURA:**

Obowiązujące w szkołach podręczniki do przedmiotów ścisłych; H. Chrupała, M.T. Szczepański: *25 lat olimpiad astronomicznych*; H. Chrupała: *Zadania olimpiad astronomicznych XXVI–XXXV*; H. Chrupała, J.M. Kreiner, M.T. Szczepański: *Zadania z astronomii z rozwiązaniami*; J.M. Kreiner: *Astronomia z astrofizyką*; J.M. Kreiner: *Ziemia i Wszechświat – astronomia nie tylko dla geografów*; M. Królikowska-Soltan, T. Kwast, A. Soltan, M. Sroczyńska-Kożuchowska: *Słownik Szkolny – Astronomia; Encyklopedia szkolna – Fizyka z astronomią*, praca zbiorowa; atlas nieba, obrotowa mapa nieba; czasopisma: *Urania – Postępy Astronomii, Astronomia, Delta, Fizyka w Szkole* oraz inne periodyki popularno-naukowe, poradniki i kalendarze astronomiczne dla obserwatorów nieba.



**MINISTERSTWO  
EDUKACJI  
NARODOWEJ**

**PIERWSZA SERIA ZADAŃ ZAWODÓW I STOPNIA**

1. Materia opadająca z dużej odległości na czarną dziurę tworzy dysk akrecyjny, który jest silnym źródłem promieniowania.

Oblicz wydajność procesu akrecji dyskowej na nierotującą czarną dziurę i porównaj jej wartość z wydajnością reakcji termojądrowej proton-proton.

Przyjmij, że:

– do odległości odpowiadającej tzw. orbicie marginalnie stabilnej, o promieniu  $R_{isco} = 6GM/c^2$  (gdzie  $G$  jest stałą grawitacji,  $M$  – masą czarnej dziury, zaś  $c$  – prędkością światła), materia opada po ciasnej spirali, przy czym dryf materii w kierunku radialnym jest pomijalny względem składowej prędkości ruchu orbitalnego;

– w ruchu dookoła czarnej dziury nie istnieją stabilne orbity kołowe o promieniu mniejszym od  $R_{isco}$  (bo materia błyskawicznie opada wtedy ku czarnej dziurze), natomiast w odległościach większych od  $R_{isco}$ , można przyjąć ruch po keplerowskich orbitach kołowych, dla których pełniona jest newtonowska zasada zachowania energii (znaczna część tej energii zostaje wyemitowana w przestrzeń w postaci promieniowania elektromagnetycznego);

– wydajność procesu akrecji definiujemy jako energię ultraconą (wyemitowaną) przez opadającą materię, w stosunku do energii spoczynkowej tej materii:  $\eta = \Delta E / (mc^2)$ .

2. Od pewnego czasu wśród astronomów panuje opinia, że Betelgeza ( $\alpha$  Ori) może w niedalekiej przyszłości stać się supernową.

Oszacuj, jaką wizualną jasność obserwowaną może osiągnąć wtedy ta supernowa. W ile dni po nowiu Księżyc może mieć dla nas taką samą jasność, jak spodziewana jasność obserwowana tej supernowej?

Potrzebne do obliczeń dane liczbowe wyszukaj samodzielnie.

3. Oblicz współrzędne horyzontalne, jakie ma w Twoim miejscu zamieszkania jeden z satelitów geostacjonarnych z rodziną Astra, którego punkt podsatelitarny ma długość geograficzną  $\lambda_p = 4,8^\circ E$ , a także okres, w których dniach roku może on znajdować się dla Ciebie na tle tarczy słonecznej.

Jako dane liczbowe przyjmij w obliczeniach wartości: doby gwiazdowej, pierwszej prędkości kosmicznej przy powierzchni Ziemi oraz promienia Ziemi.

**Termin przesłania rozwiązań zadań pierwszej serii upływa 17.10.2016 r.**

**ZADANIA OBSERWACYJNE**

*Rozwiązywanie zadania obserwacyjnego powinno zawierać: dane dotyczące przyrządów użytych do obserwacji i pomiarów, opis metody i programu obserwacji, standardowe dane dotyczące przeprowadzonej obserwacji (m.in. datę, czas, współrzędne geograficzne, warunki atmosferyczne), wyniki obserwacji i ich opracowanie oraz ocenę dokładności uzyskanych rezultatów. Wykonaną obserwację astronomiczną należy odpowiednio udokumentować.*

1. Nieruchomym aparatem cyfrowym wykonaj trzy fotografie nieba: w okolicach bieguna niebieskiego, zenitu i równika niebieskiego, w celu wyznaczenia zasięgu tego aparatu, poprzez określenie wielkości gwiazdowej najbliższych gwiazd, zarejestrowanych na tych zdjęciach. Na wydrukach zaznacz miejsca, w których znajdują się wytypowane gwiazdy.

Dodatkowo, pliki tych trzech fotografii (w formacie .jpg) prześlij pocztą elektroniczną na adres: [olimpiada@planetarium.edu.pl](mailto:olimpiada@planetarium.edu.pl).

2. Jako rozwiązanie zadania obserwacyjnego można również nadpisać opracowane wyniki innych własnych obserwacji, prowadzonych w ostatnim roku.

**INTERNETOWE ZADANIE OBSERWACYJNE**

3. Korzystając z mapek polożeń plam słonecznych, udostępnianych w witrynie internetowej The Debrecen Photoheliographic Data Sunspot Catalogue: <http://fenyi.solarobs.unideb.hu/DPD/index.html>, sporządź wykres zmian liczb grup plam widocznych na tarczy Słońca (wykres zmian tzw. liczb grupowych) uwzględniając pierwszy dzień każdego z kolejnych miesięcy, począwszy od 1 stycznia 2009 roku.

Co można powiedzieć o maksymum bieżącego, 24. cyklu aktywności Słońca?

**Termin przesłania zadania obserwacyjnego upływa 21.11.2016 r.**

**KOMITET GŁÓWNY  
OLIMPIADY ASTRONOMICZNEJ**

## Zadanie drugiej serii I stopnia XLVIII Olimpiady Astronomicznej

### Treść zadania:

Książyc Saturna Phoebe — jeden z cechowych badań misji Cassini-Huygens — obiega macierzystą planetę po wydłużonej orbicie o mimośrodzie  $e = 0,164$  w średniej odległości  $a = 13 \times 10^6$  km. W punkcie swojej orbity położonym najdalej od planety na niebie oglądany z Saturna miałby jasność ok.  $6,8^m$  w „pełni”. Czy będąc w najmniejszej odległości od planety, byłby w „pełni” widoczny gołym okiem?

Zakładamy, że Saturn obiega Słońce po okręgu o promieniu  $a = 1427 \times 10^6$  km.

### Rozwiążanie:

Aby prawidłowo rozwiązać zadanie, należy zwrócić uwagę na fakt, że obie podane odległości: promień orbity Saturna oraz promień orbity księżyca Phoebe różnią sięaledwie dwoma rzędami wielkości. Oznacza to, iż przy obliczaniu natężenia promieniowania Słońca, jakie dociera do Księżyca, będziemy musieli uwzględniać odległość Phoebe-Saturn.

W rozwiążaniu skorzystamy ze wzoru Pogsona:

$$m_a - m_p = -2,5 \log\left(\frac{I_a}{I_p}\right)$$

gdzie  $m_a = 6,8^m$ ,  $m_p$  jest szukaną przez nas jasnością księżyca w sytuacji, gdy znajduje się on w perycentrum, zaś  $I_a$  i  $I_p$  wartością natężeniem promieniowania, jakie dociera do Saturna z Phoebe, kiedy księżyc znajduje się odpowiednio w apo- i perycentrum.

Z racji tego, że interesuje nas wizualna jasność księżyca — gdyż prowadzimy obserwacje gołym okiem a nie np. kamerą podczerwoną, traktujemy księżyca jako ciało odbijające światło, a część energii, którą ciało pochłania i wypromieniowuje w podczerwieńi, pomijamy.

Oczywiście jest, że w czasie pełni księżyca znajduje się niemal w płaszczyźnie orbity Saturna, dlatego pozwolimy sobie dodać do promienia tej orbity odległość odpowiednio w apo- i perycentrum, aby znaleźć średnią moc promieniowania Księżyca (pamiętamy, iż moc promieniowania odbitego przez Phoebe jest równa mocy promieniowania słońecznego, jakie dociera do księżyca, przemnożonego przez współczynnik albedo):

$$L_a = \rho \times \frac{L_{\odot}}{4\pi(r + a(1 + e))^2} \times \pi r_K^2$$

$$L_p = \rho \times \frac{L_{\odot}}{4\pi(r + a(1 - e))^2} \times \pi r_K^2$$

gdzie  $L_{\odot}$  jest mocą promieniowania Słońca,  $r$  — promieniem orbity Saturna,  $a$ ,  $e$  — półosią wielką i mimośrodkiem orbity Phoebe,  $\rho$  — albedo Phoebe, wyrażenia ułamkowe wyznaczają natężenie promieniowania Słońca w odległości Phoebe-Słońce, zaś  $\pi r_K^2$  — płaszczyzną rzutową księżyca. Oczywiście w obliczeniach będziemy korzystali jedynie

**LX OLIMPIADA  
ASTRONOMICZNA**

**Astrolabium czy smartfon?**

**Weź udział  
w jubileuszowej olimpiadzie,  
a odpowiedź znajdziesz sam!**

[www.planetarium.edu.pl/oa.htm](http://www.planetarium.edu.pl/oa.htm)

MINISTERSTWO  
EDUKACJI  
NARODOWEJ  
Ministerstwo  
Nauki i Szkolnictwa  
Wyższego  
Stowarzyszenie  
Przychodni astronomiczni  
POLSKIE  
UNIWERSYTÓWE  
MATEMATYCZNE  
Urząd  
Astrofizyczny  
ROZDZIAŁ  
DELTA  
optical  
ASTRA

ze stosunku  $L_a/L_p$ , mamy więc na uwadze, iż wielkości nie podane w zadaniu jako dane skrócają się.

Przekształcamy wzór Pogsona

$$m_a - m_p = -2,5 \log\left(\frac{L_a}{L_p} \times \frac{(a(1 - e))^2}{(a(1 + e))^2}\right)$$

$$m_p = m_a + 2,5 \log\left(\frac{(r + a(1 - e))^2}{(r + a(1 + e))^2} \times \frac{(1 - e)^2}{(1 + e)^2}\right)$$

i wstawiając dane, obliczamy wartość  $m_p = 6,075^m$ . Obserwowana z Saturna jasność Phoebe w perycentrum jest więc na granicy widoczności gołym okiem, przyjmowanej zazwyczaj za równą  $m_{graniczne} = 6^m$ .

Jacek Gębala

Autor jest finalistą LIX Olimpiady Astronomicznej oraz wyróżnionym finalistą 62 Olimpiady Chemicznej. Swoje zainteresowania w dziedzinie nauk ścisłych realizuje poprzez działalność w Klubie Astronomicznym Almukantarat. Absolwent I Liceum Ogólnokształcącego im. Mikołaja Kopernika w Bielsku-Białej. W październiku rozpoczęcie studia na Międzywydziałowych Indywidualnych Studiach Matematyczno-Przyrodniczych Uniwersytetu Warszawskiego na kierunku głównym chemia.

# Kosmiczne wrażenia z włoskich Alp

**Astronomiczne obozy dla młodzieży są organizowane przez Europejskie Obserwatorium Południowe (ESO) od kilku lat. Co roku bierze w nich udział kilkoro młodych Polaków. O wrażenia z poprzedniej edycji, która trwała w okresie od 26.12.2015 do 1.01.2016 r., sptyaliśmy dwoje z ubiegłorocznych uczestników obozu — laureatów stypendiów od Polskiego Towarzystwa Astronomicznego i Krajowego Funduszu na rzecz Dzieci. Zachęcamy także do zgłoszeń w tegorocznej edycji obozu, szczegóły w ramce.**

## Co Wam się najbardziej podobało podczas obozu ESO Astronomy Camp 2015?

Edyta Kołodziejczuk: Atmosfera. W życiu nie uczestniczyłam w wyjeździe, gdzie kontakt pomiędzy uczestnikami, jak i opiekunkami oraz wykładowcami był tak dobry! Właśnie to sprawiło, że każdy moment stał się niezapomniany, a wszelkie aktywności ciekawsze, co pozwalało na lepsze przyśwajanie wiedzy.

Jan Dziedzic: Obóz ESO Astronomy Camp to przede wszystkim ludzie. Tutorzy, wykładowcy i wspaniali uczestnicy. To właśnie oni tworzą wyjątkową atmosferę miejsca, jakim jest OAVdA w jeden tydzień w roku. Najbardziej podobało mi się, w jaki sposób astronomia połączyła licealistów z całego świata, by razem spędzić czas i nauczyć się czegoś nowego.

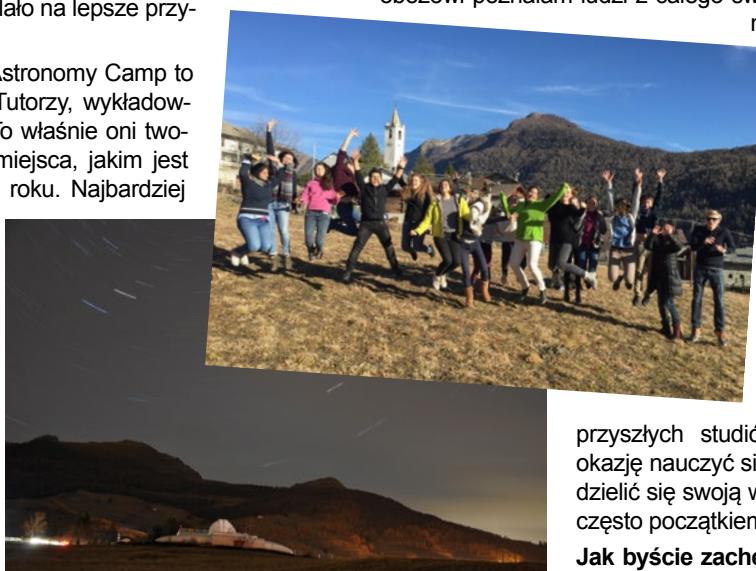
## Na czym polegały zajęcia astronomiczne?

EK: Różnorodność zajęć była ogromna. Wykłady przeprowadzone w naukowy, a czasem zabawny sposób, na których można było zadawać pytania profesjonalnym astrofizykom, z którymi się nie ma na co dzień do czynienia. Oprócz tego aktywności praktyczne (które osobiście lubię najbardziej) — obserwacje oraz analiza danych z teleskopu, a także przeróżne prace w grupach.

JD: Zajęcia astronomiczne to przede wszystkim wykłady naukowców z całej Europy. Towarzyszą im również grupowe zadania oraz nocne obserwacje. Warte wspomnienia jest to, że obóz ESO to nie tylko astronomia. Program był urozmaicony o zwiedzanie okolicy doliny Aosta oraz zabawy w śniegu.

## Jaki sprzęt astronomiczny mieliście do dyspozycji?

EK: Do dyspozycji mieliśmy kilka teleskopów Cassegraina, których używaliśmy podczas nocnych obserwacji, posiadali-



śmy także dane z teleskopu głównego, z którego pozyskiwaliśmy dane do analizy

JD: OAVdA dysponuje głównym 80-cm teleskopem oraz dwoma „balkonami”. Jednym przeznaczonym do celów badawczych oraz kolejnym do edukacyjnych. To właśnie drugi z nich, wyposażony w siedem 25-cm teleskopów Cassegraina, został nam udostępniony do obserwacji. Trzeba jednak pamiętać, że w Saint-Barthelemy poza świetnym sprzętem mamy do dyspozycji niesamowicie ciemne, zapierające dech w piersiach niebo.

## Co możecie powiedzieć o kontaktach z uczestnikami obozu z innych krajów?

EK: Tak jak wspomniałem wcześniej, kontakt był niesamowity! Bariery językowe były przełamane już w czasie drogi z lotniska! Konwersację można było nawiązać z każdym. Dzięki obozowi poznaliłam ludzi z całego świata, a z wieloma z nich nadal utrzymuję kontakt.

JD: Kraje należące do Sieci Popularyzacji Nauki ESO (ESON) były reprezentowane na obozie przez uczestników z różnych klas liceów, pochodzących z całego świata, od Brazylii po Australię. Wszystkich łączyła astronomia, dla jednych hobby, dla innych kierunek

przyszłych studiów. Każdy z nas miał okazję nauczyć się czegoś od innych i podzielić się swoją wiedzą. Takie wyjazdy są często początkiem cennych znajomości.

## Jak byście zachęcili do udziału w tegorocznym konkursie?

EK: ‘It is not a week in your life, but your life in a week’. Dosłownie! Ten tydzień pozwoli Wam nie tylko na nauczenie się czegoś nowego z zakresu astronomii, ale także czegoś o sobie. Osobiście, ESO Camp pomógł mi w wyborze studiów, a także w zawarciu przyjaźni z ludźmi na całym świecie, których łączy czasem więcej niż jedna pasja.

JD: Wszystkich niezdecydowanych na udział w konkursie muszę zapewnić — jest o co walczyć, ESO Astronomy Camp jest świetną przygodą, okazją do skorzystania z wysokiej klasy sprzętu oraz wyjątkowo czystego nieba, a przede wszystkim do poznania dobrych znajomych.

## Czy macie podpowiedzi dla uczestników kolejnych edycji obozu?

EK: Dodatkowa informacja dla przyszłych uczestników — weźcie ze sobą dużo polskich słodyczy, a jak umiecie grać na instrumencie, który nie jest wielkości pianina, bierzcie go ze sobą. To pomaga w zbudowaniu świetnej atmosfery, która, według mnie, jest podstawą!

JD: Aby pojechać na obóz, nie potrzeba specjalnie szerokiej wiedzy astronomicznej. Ważna jest za to znajomość języka angielskiego — im lepsza, tym więcej wyniesie się z obozu.

Opracowanie: Krzysztof Czart  
Zdjęcia: Edyta Kołodziejczuk

## ESO Astronomy Camp 2016

Masz 16–18 lat? Lubisz astronomię? Chcesz pojechać na obóz astronomiczny do Włoch?

Weź udział w konkursie organizowanym przez Europejskie Obserwatorium Południowe oraz Polskie Towarzystwo Astronomiczne. Termin zgłoszeń: 4.10.2016 r.

Szczegóły na [www.pta.edu.pl/eso-camp](http://www.pta.edu.pl/eso-camp)



# STAR ADVENTURER

Sky-Watcher Star Adventurer wyznacza nowe standardy w prostej, mobilnej astrofotografii szerokich pól (ang. wide-field astrophotography). Jest małym i niepozornym z wyglądu urządzeniem, które w istocie jest precyzyjną i zaawansowaną głowicą paralaktyczną z szeregiem bardzo użytecznych cech.

- ⦿ 7 zaprogramowanych prędkości śledzenia
- ⦿ 72 godzin pracy na 4 bateriach AA
- ⦿ Podświetlana lunetka biegunkowa
- ⦿ Wyzwalanie migawki lustrzanek
- ⦿ Dedykowany klin paralaktyczny
- ⦿ Wbudowany port guidera ST-4

**SPECJALNA CENA  
DLA CZYTELNIKÓW  
URANII\***



\* PROMOCJA WAŻNA DO 31.12.2016 LUB DO WYCZERPANIA AZAPASÓW, KOD „ADV16” NALEŻY PODAĆ W TRAKCIE SKŁADANIA ZAMÓWIENIA

**Infolinia: 801.011.337 lub 25 786.05.20**

[www.deltaoptical.pl](http://www.deltaoptical.pl) \* [facebook.com/Delta.Optical.Polska](https://facebook.com/Delta.Optical.Polska)

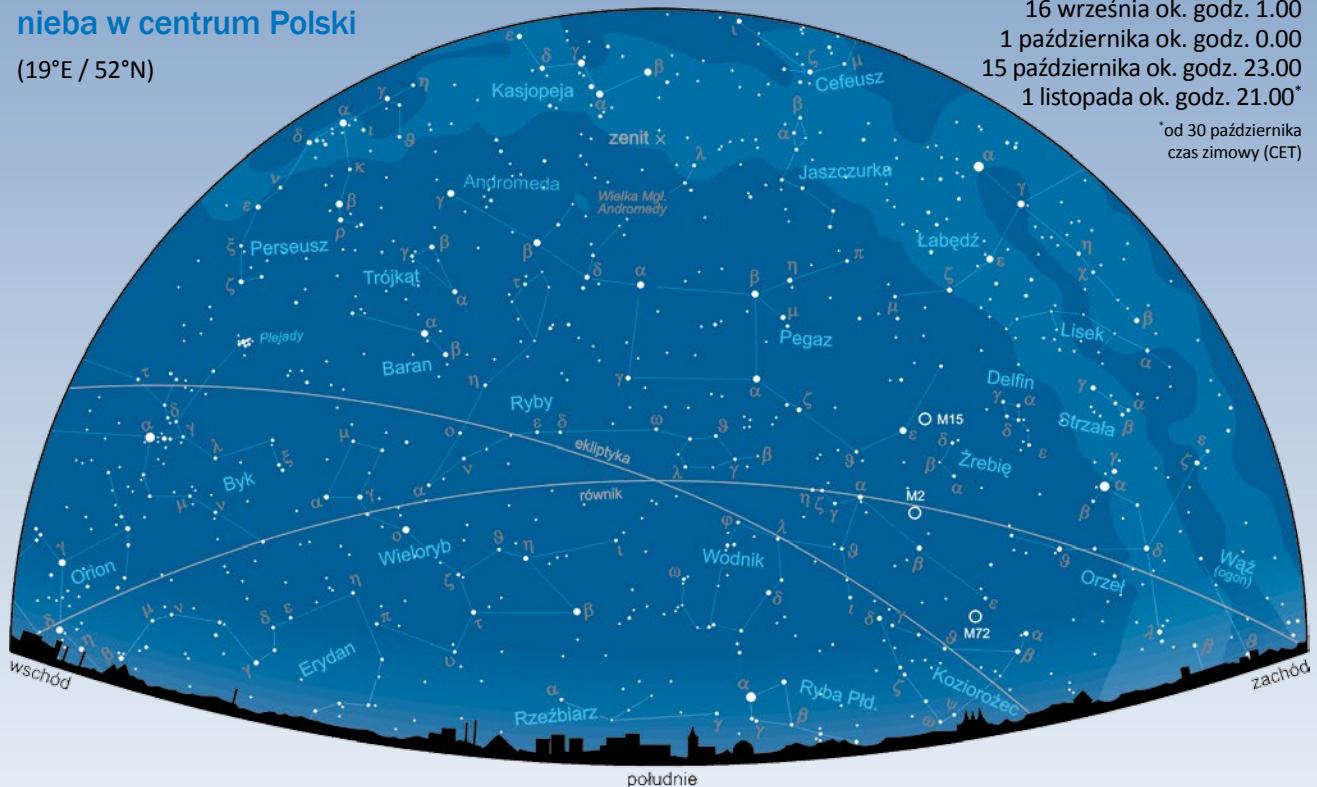
# Niebo nad Polską

## Widok południowej strony nieba w centrum Polski

(19°E / 52°N)

- 1 września ok. godz. 2.00  
16 września ok. godz. 1.00  
1 października ok. godz. 0.00  
15 października ok. godz. 23.00  
1 listopada ok. godz. 21.00\*

\*od 30 października  
czas zimowy (CET)



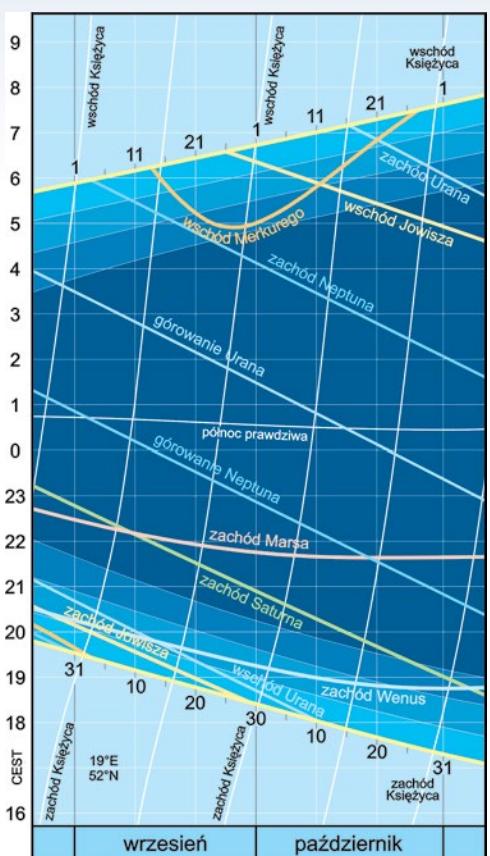
Niebo we wrześniu i październiku 2016

Ostatni letni i pierwszy w pełni już jesienny miesiąc to 61 dni dalszego skracania się dni i wydłużania nocy, w dość równym tempie, w centralnej Polsce po 2 godziny na miesiąc. Tym sposobem, z końcem października dzień trwać będzie już tylko 9 h i 35 min, a noc wydłuży się do 14 h i 25 min. Przez czas pozostały do zimowego przesilenia zmiany te będą już coraz powolniejsze. Po jesiennej równonocy, kiedy zarazem zanika do zera różnica w długości dni i nocy pomiędzy północnymi i południowymi obszarami Polski, sytuacja stopniowo odwraca się i już w końcu października dzień na południowych krańcach Polski trwa pół godziny dłużej niż na północy.

Równonoc jesienią, równoznaczna z momentem osiągnięcia przez Słońce punktu Wagi, w przestępny roku 2016 przypada 22 września o godz. 16.21, czyli 18 h wcześniej niż przed rokiem. Faktyczne zrównanie dnia z nocą następuje jednak 2,5 doby później; w tym roku noc z 24 na 25 września i następujący po niej dzień 25 września trwają jednakowo długo: 11 h i 59 min, podczas gdy 22 września pierwszy dzień astronomicznej jesieni trwa jeszcze 12 h i 11 min.

Wraz z jesienią nadchodzi czas widoczności nocą — przynajmniej w części — gwiazdozbiorów wszystkich czterech pór roku. Przez cały omawiany okres, tuż po zmierzchu oglądamy górujący właśnie gwiazdny symbol lata, Trójkąt Letni, bo choć z każdą dobą ma to miejsce o blisko 4 minuty wcześniej, o tyleż wcześniej z dnia na dzień zapada również zmierzch. Dopiero od listopada, gdy dnia zaczyna ubywać wolniej, w kolejne wieczory trzy jasne gwiazdy tego Trójkąta — Wege, Deneba i Altaira — obserwować będziemy stopniowo coraz bliżej zachodniego horyzontu. Będzie tak aż do pierwszych dni lutego, gdy najniższa gwiazda Trójkąta Letniego, Altair, zacznie o zmierzchu zanurzać się już pod horyzont.

Podczas gdy Trójkąt Letni góruje u progu nocy, nad zachodnim horyzontem wysoko błyszczą jeszcze Gwiazda Wiosenna, jak często nazywa się czerwonego Arktura z gwiazdozbioru Wolarza. Nie zobaczymy już jednak pozostałych dwóch gwiazd wiosennych konstelacji — Regulusa i Spiki, tworzących wraz z nim obszerny Trójkąt Wiosenny. Ale już z końcem października ten gwiazdny symbol wiosny zacznie być w komplecie widoczny nad wschodnim horyzontem krótko przed świtem.



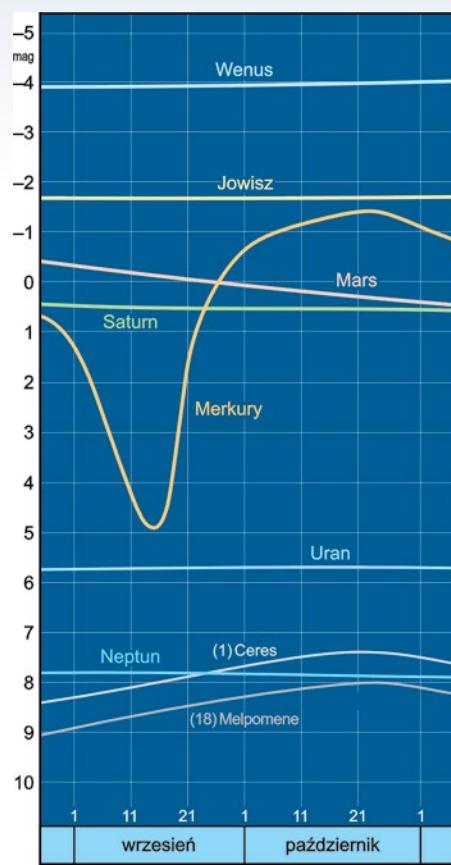
### Wschody i zachody Słońca, Księzycy i planet

W środku nocy, gdy Trójkąt Letni jest jeszcze wysoko w południowo-zachodniej stronie nieba, nad południowym horyzontem dominują najważniejsze gwiazdozbiory jesienne (mapka). Gdy w jesienne miesiące Słońce konsekwentnie porusza się przez coraz niżej położone odcinki swej drogi na tle gwiazd (ekliptyki), nocami mamy możliwość obserwacji, leżących po przeciwniej stronie, coraz wyższych jej odcinków. I to ten właśnie obszar zwykło się nazywać niebem jesiennym. Mamy tu przede wszystkim — niewrózniące się szczególnie jasnymi gwiazdami — zodiakalne konstelacje Wodnika, Ryb i Barana, ale też szereg innych, mniejszych i większych jesiennych konstelacji.

Czterema jasnymi gwiazdami wyróżnia się wędrujący wysoko Pegaz. Pomijając tę wysuniętą najdalej na zachód, pozostałe trzy jasne gwiazdy Pegaza, wraz z pierwszą z trzech jasnych gwiazd Andromedy (dawniej zresztą zaliczaną też do Pegaza), tworzą wyraźny, obszerny prostokąt nazywany Kwadratem Pegaza albo też Jesiennym Kwadratem. Poniżej Ryb rozciąga się pokaźnych rozmiarów Wieloryb, dopełniający komplet jesiennych „wodnych” gwiazdozbiorów.

Około północy nad wschodnim horyzontem pojawiają się pierwsze gwiazdozbiory zimowe — niżej Byk z czerwonym Aldebaranem, a wyżej Woźnica z, nigdy zresztą niezachodzącą, białą Kapellą. Jasność tych i szeregu innych jeszcze gwiazd zimowych konstelacji stanowi wyraźną konkurencję dla nie tak wyraźnych gwiazd nieba jesiennego. W końcu października w komplecie bliźniaczej na południowym wschodzie już krótko po północy. W tym roku nie znajdziemy też w obszarze jesiennego nieba jasnych planet. Od ponad 5 lat w Wodniku gości niedostrzegalny gółym okiem Neptun, a przez Ryby od 7 lat wędruje Uran, którego też raczej nie dostrzeżemy bez przynajmniej lornetki.

Mapki i wykresy zamieszczone na pierwszych dwóch stronach naszego Kalendarza pozwalają zorientować się w wyglądzie południowej części naszego nocnego nieba, głównie



Jasności, rozmiary kątowe i wygląd planet

## Ważniejsze wydarzenia września i października 2016

### wrzesień

- 11.03 now Księżycy
- 11.07 obrączkowe zaćm. Słońca, w Europie niewidoczne
- 17.27 Księżyca w węźle wstępującym,  $\lambda = 162^\circ 29'$
- 18.37 Neptun w opozycji do Słońca, 28,95 au od Ziemi
- 23.59 koniunkcja Księżyca  $5,8^\circ N$  z Merkurym
- 0.12 bliska koniunkcja Księżyca  $0,35^\circ N$  z Jowiszem
- 13.29 koniunkcja Księżyca  $1,1^\circ N$  z Wenus
- 20.45 apogeum Księżyca, 405 061,3 km od Ziemi
- 0.06 koniunkcja Księżyca  $3,8^\circ N$  z Saturnem
- ~6.00 maksimum aktywności roju meteorów eta-Perseidy
- 13.49 pierwsza kwadra Księżyca
- 17.10 koniunkcja Księżyca  $7,9^\circ N$  z Marsem
- 0.03 maksymalna deklinacja Księżyca,  $\delta = -18^\circ 27'$
- 6.46 koniunkcja dolna Merkurego ze Słońcem ( $3,3^\circ S$ )
- 21.45 koniunkcja Księżyca  $1,1^\circ N$  z Neptunem
- 1.55 Księżyca w węźle zstępującym,  $\lambda = 342^\circ 31'$
- 14.41 Słońce wkracza do gwiazdozb. Panny ( $\lambda = 173,8^\circ$ )
- 20.55 maksimum półcieniowego zaćmienia Księżyca
- 21.05 pełnia Księżyca
- 19.00 perygeum Księżyca, 361 901,7 km od Ziemi
- 20.31 koniunkcja Księżyca  $2,8^\circ S$  z Uranem
- 5.07 Merkury powraca do ruchu prostego w dług. eklipt.
- 16.21 Słońce w punkcie Wagi — początek astronom. jesieni
- 11.56 ostatnia kwadra Księżyca
- 18.45 maksymalna deklinacja Księżyca,  $\delta = +19^\circ 26'$
- 8.59 Jowisz w koniunkcji ze Słońcem
- 21.27 maks. elongacja Merkurego,  $17,9^\circ W$  od Słońca
- 0.06 Księżyca w węźle wstępującym,  $\lambda = 162^\circ 29'$
- 12.04 bliska koniunkcja Księżyca  $0,7^\circ S$  z Merkurem
- 18.53 bliska koniunkcja Księżyca  $0,85^\circ N$  z Jowiszem

### październik

- 2.11 now Księżycy
- 22.57 koniunkcja Księżyca  $4,9^\circ N$  z Wenus
- 13.03 apogeum Księżyca, 406 102,8 km od Ziemi
- 10.43 koniunkcja Księżyca  $3,8^\circ N$  z Saturnem
- 8.04 maksymalna deklinacja Księżyca,  $\delta = -18^\circ 33'$
- 13.17 koniunkcja Księżyca  $7,0^\circ N$  z Marsem
- 6.33 pierwsza kwadra Księżyca
- 11.45 bliska koniunkcja Merkurego  $0,8^\circ N$  z Jowiszem
- 7.15 koniunkcja Księżyca  $1,1^\circ N$  z Neptunem
- 11.41 Księżyca w węźle zstępującym,  $\lambda = 342^\circ 00'$
- 12.42 Uran w opozycji do Słońca, 18,95 au od Ziemi
- 5.10 koniunkcja Księżyca  $2,7^\circ S$  z Uranem
- 6.23 pełnia Księżyca
- 1.34 perygeum Księżyca, 357 866,7 km od Ziemi
- 1.28 zakrycie  $3,7^m$  Tauri (Hiady) przez Księżyca, do 2.38
- 6.00 zakrycie  $3,4^m$   $9^2$  Tauri (Hiady) przez Księżyca, do 7.02
- 6.04 zakrycie  $3,8^m$   $9^1$  Tauri (Hiady) przez Księżyca, do 7.05
- 1.37 maksymalna deklinacja Księżyca,  $\delta = +18^\circ 37'$
- 5.05 opoz. planety karłowatej (1) Ceres, 1,90 au od Ziemi
- 21.14 ostatnia kwadra Księżyca
- 1.46 Słońce wstępuje w znak Skorpiona ( $\lambda = 210^\circ$ )
- 6.27 opoz. planetoidy (18) Melpomene, 0,83 au od Ziemi
- 3.46 Księżyca w węźle wstępującym,  $\lambda = 161^\circ 26'$
- 21.24 koniunkcja górnego Merkurego ze Słońcem ( $0,5^\circ N$ )
- 12.42 koniunkcja Księżyca  $1,4^\circ N$  z Jowiszem
- 2.44 koniunkcja Wenus  $3,0^\circ S$  z Saturnem
- 18.38 now Księżycy
- 23.11 koniunkcja Księżyca  $4,2^\circ N$  z Merkurem
- 3.04 Słońce wkracza do gwiazdozbioru Wagi ( $\lambda = 217,8^\circ$ )
- 20.29 apogeum Księżyca, 406 668,4 km od Ziemi

w połowie wrześniowych i październikowych nocy, wyznaczyć godziny wschodów 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 Kalendarza. Panoramiczna mapa na drugiej i trzeciej stronie pokazuje m. in. zmieniające się w tym czasie położenia planet na tle gwiazd.

## Słońce

Każdego roku wrześniowo-październikowa trasa Słońca liczy sobie niemal dokładnie  $60,0^\circ$ . Warto zwrócić uwagę, że choć to okres o 1 dzień krótszy od wakacyjnych miesięcy (lipiec–sierpień), dystans pokonany w tym czasie przez Słońce jest o ponad pół stopnia dłuższy. To wyraźne świadectwo dalszego zwiększenia prędkości Ziemi na okołosłonecznej orbicie, w miarę zbliżania się do perihelium, które nasza planeta osiągnie 4 stycznia.

Swą wędrówkę na tle gwiazd, w omawianym okresie Słońce rozpoczyna niemal w centrum odcinka ekiptyki przebiegającej przez konstelację Lwa, by wczesnym popołudniem 16 września dotrzeć do granic Panny, które opuści dopiero nocą z 30 na 31 października, wkraczając do Wagi.

Przypadająca 1 września, w połowie dnia, koniunkcja Słońca z Księzcem, czyli nów, skutkować będzie centralnym zaćmieniem Słońca. Z racji mniejszych od słonecznej kątowych rozmiarów księciowej tarczy nie będzie to jednak zaćmienie całkowite, a jedynie obrączkowe, widoczne z terenu niemal całej Afryki i Oceanu Indyjskiego.

## Księżyc

Wrześniową wędrówkę na tle gwiazd Księzyc rozpoczyna niemal równo ze Słońcem, doganiając je po 11 godzinach, tym samym od nowu rozpoczynając kolejny cykl swych faz.

Dokonawszy nieco ponad 2,2-krotnego okrążenia pasa zodiaku, po pokonaniu dystansu blisko  $798^\circ$ , z końcem października, 1,2 doby po kolejnym nowiu, oświetlony zaledwie w 1,4% dotrze do centrum gwiazdozbioru Wagi.

Podczas pierwszego z trzech w omawianym okresie nowiu Księzyc będzie oddalony tylko  $3,5^\circ$  na zachód od węzła wstępującego swej orbity, co umożliwia zaćmienie Słońca, tym razem obrączkowe (opisane wyżej), niewidoczne jednak z terenu Europy.

Z kolei pierwsza pełnia, 16 września, będzie miała miejsce  $12^\circ$  na wschód od węzła zstępującego księciowej orbity. Zaowocuje to, trwającym blisko 4 godziny, półcieniowym zaćmieniem Księzcza, które rozpocznie się o 18.55, wraz ze wschodem Księzcza w centrum Polski, a zakończy o 22.54. Z natury swej mało efektowne, trudno zauważalne przyciemnienie księciowej tarczy, obejmie około 90% jej powierzchni, z wyjątkiem południowego skrawka.

Na swej wrześniowo-październikowej trasie, jak zwykle Księzyc dwukrotnie minie każdą z planet, z wyjątkiem Merkurego, z którym spotka się trzykrotnie: nocą 2/3 oraz za dnia 29 września w Pannie, a nocą 30/31 października już w Wadze. Najbliższa spośród wszystkich, 2/3 września, 0,35-stopniowa koniunkcja z Jowiszem, niestety nie będzie widoczna, choćby z powodu, że nastąpi zaledwie 1,5 doby po nowiu.

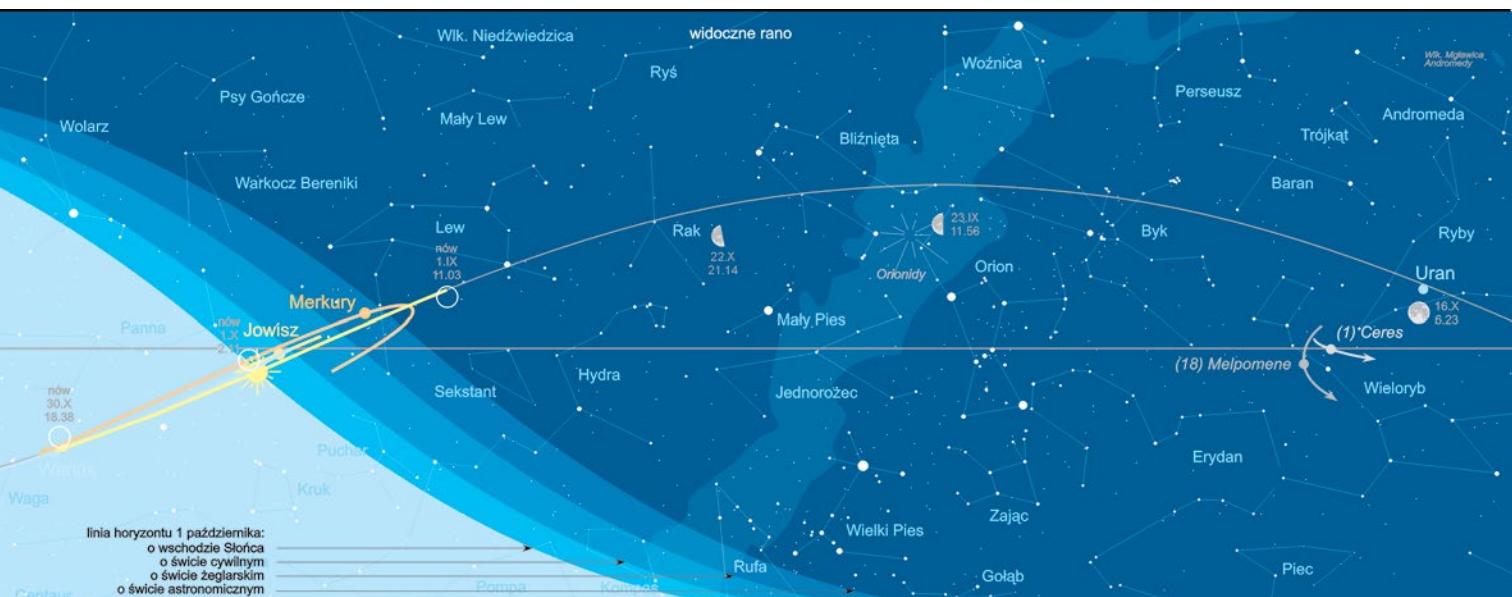
Na uwagę zasługuje, w drugiej połowie nocy z 18 na 19 października, efektowne przejście oświetlonego w 88% Księzcza na tle gromady Hiady w Byku. Obserwowane z terenu Polski zaowocuje ponad godzinnymi zakryciami dość jasnych gwiazd, kolejno:  $3,7^m$  gamma Tauri oraz obu głównych składników  $3,4^m$  theta<sup>2</sup> i  $3,8^m$  theta<sup>1</sup> Tauri.

## Planety i planetoidy

Mars i Saturn były planetarnymi bohaterkami wakacyjnych nocy. Po wzajemnej koniunkcji 24 sierpnia, z początkiem września są już blisko  $6^\circ$  od siebie i coraz szybciej poruszający się Mars wyraźnie oddala się od niedawnego towarzysza nocnych wędrówek. Podczas gdy Saturn powoli skracza swój pobyt na nocnym niebie, Mars na powrót opóźnia godziny zachodu, bo ma w planie gościć jeszcze na wieczornym niebie do połowy przyszłego roku. Z końcem października Saturn zachodzi już godzinę po Słońcu, a Marsa możemy oglądać nawet 3,5 godzin.

Wenus we wrześniu wciąż zachodzi z końcem zmierzchu cywilnego, jednak w październiku czas jej widoczności wreszcie zaczyna się wydłużać, do około 15 minut po zmierzchu. Na przełomie września i października pojawia się druga w tym roku okazja dostrzeżenia Merkurego, tym razem na porannym niebie. Najdłuższy czas widoczności przypada 29 i 30 września, kiedy Merkury wschodzi 104 minuty przed Słońcem, jednak jeszcze w pierwszej dekadzie października warunki mogą się okazać niegorsze, dzięki dalszemu wzrostowi jego jasności.

Jeszcze niedawno ozdobą nocnego nieba był Jowisz, przy praktycznym braku Wenus, najjaśniejszy obiekt wiosennych



i wczesnoletnich nocy. Pod koniec września Jowisz zaczyna wschodzić przed Słońcem, ale w miarę dobre warunki obserwacji rozpoczynają się nie wcześniej niż około 10 października.

Potencjalnie najdogodniejsze są obecnie warunki obserwacji dwóch najdalszych planet. W związku z ich opozycjami, kolejno — Neptuna w Rybach 2 września, Urana w Wodniku 15 października — obydwie są widoczne niemal przez całą noc.

W ostatniej dekadzie omawianego okresu czekają nas jeszcze dwie ciekawe opozycje. 21 października niedawna planetoida (1) Ceres, przed 10 laty awansowana do kategorii planet karłowatych, znajdzie się najbliżej nas i oglądana z odległości 1,9 au jasnością przewyższy Neptuna. Trzy dni później szczególnie blisko Ziemi (0,83 au) znajdzie się planetoida (18) Melpomene, osiągając jasność niewiele ustępującą Neptunowi. Obydwie odnajdziemy wówczas nawet za pomocą jasnej lornetki, w konstelacji Wieloryba: Ceres około  $4^{\circ}$  na południe od  $4,1^{\text{m}}$  gwiazdy Alrischa ( $\alpha$  Psc), Melpomene  $7^{\circ}$  na północ od  $4,9^{\text{m}}$  o Cet.

## Roje meteorów

Po sierpniowych Perseidach, najpopularniejszym chyba w całym roku roju meteorów, kolejne obfitsze roje, to aktywne od 6 do 10 października Drakonidy ze zmiennym pod względem nasilenia maksimum nocą 8/9 października oraz znacznie dłużej aktywne (2 października – 7 listopada) Orionidy, ze średnio obfitym maksimum (około 15 meteorów na godzinę) 21 października.

Oczywiście najbardziej atrakcyjny podczas obserwacji meteorów jest czas ich największego nasilenia — bardziej rozłożone lub wręcz ostre maksimum, kiedy zazwyczaj częstość przeletów meteora wielokrotnie wzrasta. Istotnym czynnikiem mogącym nie tylko utrudnić, ale również wręcz uniemożliwić obserwację, oprócz pogody, jest faza Księżyca w tym czasie. Taką sytuację przewiduje się w tym roku zarówno wobec Drakonidów (pierwsza kwadra), jak i Orionidów (ostatnia kwadra).

Pozostają więc inne, znacznie mniej obfite roje, jak np. eta-Perseidy, z maksimum nad ranem 9 września, długo po zachodzie Księżyca w I kwadrze. Przed świętym mamy tu szansę dostrzec do około 5 dość jasnych, szybkich meteorów w ciągu godziny.

# Gwiazdy zmienne

Poniżej zamieszczamy charakterystyczne momenty (maksima lub minima) trzech przedstawicieli różnego typu gwiazd

zmiennych, możliwe do zaobserwowania na nocnym niebie.

Algol ( $\beta$  Persei), zmienna zaćmieniowa o okresie 2,8674 doby i zakresie zmian jasności od  $2,1^m$  do  $3,4^m$ . Tabela zawiera momenty głównych (głębszych) minimów jasności:

wrzesień	październik
4,    3.52	2,    20.11
7,    0.43	17,    4.15
9,    21.33	20,    1.03
27,    2.31	22,    21.52
29,    23.22	

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

wrzesień	październik
5, 23.45	2, 19.41
22, 2.07	8, 4.29

Mirydy – gwiazdy zmienne długookresowe o okresie zmian powyżej 100 dni. Ich prototypem jest Mira (omikron Ceti), która najbliższe maksimum osiągnie w końcu lutego 2017 r. W tabelce zestawiono przypadające w tych miesiącach maksima blasku innych, jaśniejszych miryd, pośród których na szczególną uwagę zasługuje, niewiele ciemniejsza od Miry, gwiazda chi Cygni.

wrzesień		październik	
3, R Lyn	7,9 <sup>m</sup>	1, V CrB	7,5 <sup>m</sup>
5, U Cet	7,5 <sup>m</sup>	7, R Vir	6,9 <sup>m</sup>
17, T Her	8,0 <sup>m</sup>	8, $\chi$ Cyg	5,2 <sup>m</sup>
26, V Cas	7,9 <sup>m</sup>	25, R Oph	7,6 <sup>m</sup>

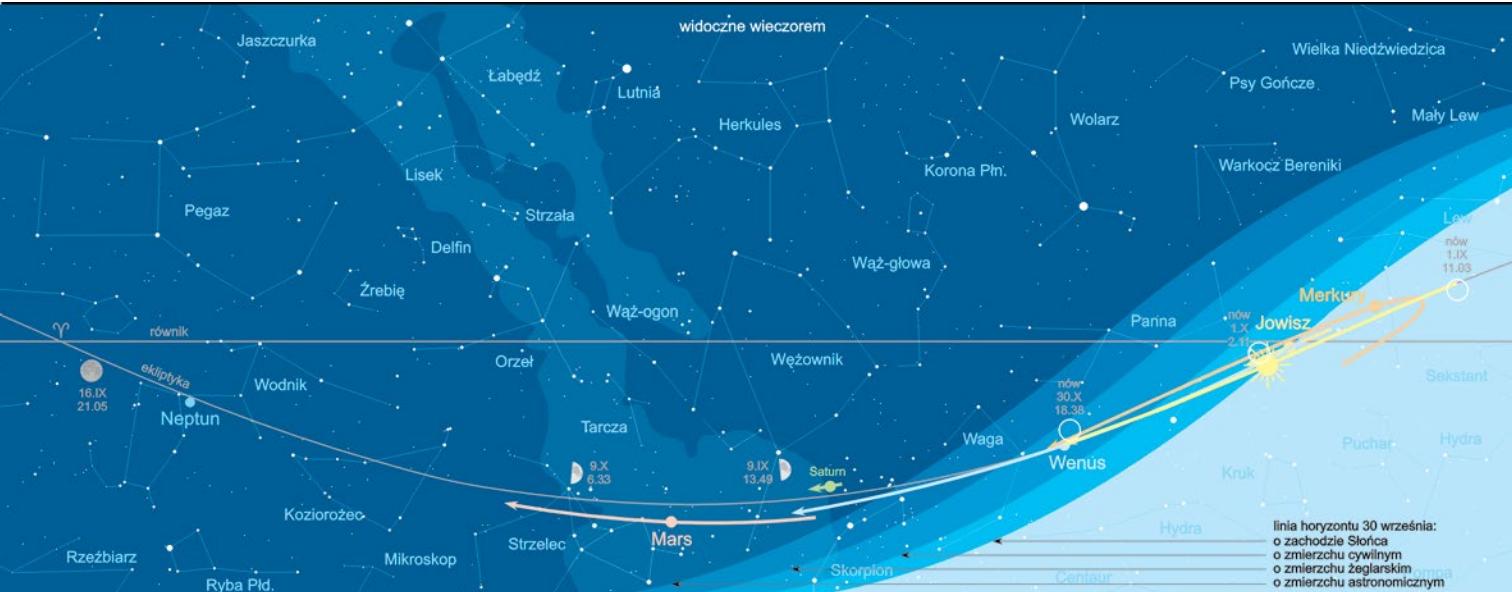
Opracował Jan Desselberger

Więcej informacji:

ALMANACH ASTRONOMICZNY  
TOMASZA ŚCIĘŻORA  
<http://www.urania.edu.pl/almanach>



ROZWIĘZANIA  
DO ZADANIA  
WYKŁADU  
ASTRONOMII  
DLA STUDENTÓW  
INSTITUTUM  
GEODEZJI I KARTOGRAFII  
<http://www.igik.edu.pl/>



# W gromadach bywa ścisł

**C**oraz dłuższe noce przełomu lata i jesieni pozwalają lepiej przyjrzeć się niedostrzegalnym gólem okiem szczególnom bliższego, a zwłaszcza dalszego Kosmosu. Sprzyjają temu też coraz dłużej trwające tzw. noce astronomiczne, ze Słońcem zanurzającym się co najmniej na  $18^{\circ}$  pod horyzont, gdy wygasają całkowicie, nawet te rozproszone w atmosferze, jego promienie. Spróbujmy więc raz jeszcze przyjrzeć się kilku kulistym gromadom gwiazd usytuowanym w rejonie umownie nazywanym niebem jesiennym. Przez cały wrzesień i październik można je obserwować przynajmniej przez 6 godzin, w południowej stronie nieba, najlepiej jednak w bezksiężycowe wieczory.

Również tym razem wszystkie zaproponowane tu do obserwacji obiekty można znaleźć w pierwszym słynnym „Katalogu mgławic i gromad gwiazd” Charlesa Messiera, choć tym razem tylko jedna z gromad „pochodzi” z obserwatorium tego XVIII-wiecznego francuskiego astronoma.

Zaczynimy właśnie od niej, najdalej na zachód wysuniętej, kulej gromady gwiazd **M72** w gwiazdozbiorze Wodnika. To, spośród trzech wybranych na dziś obiektów, najmniejsza i najciemniejsza gromada. Odkrył ją w 1780 r. Pierre Méchain, przyjaciel i najbliższy współpracownik Messiera. Sumaryczna jasność obserwowana gromady wynosi  $9,3^m$  i na naszym niebie prezentuje się ona jako plamka o rozmiarze zaledwie  $6,6'$ , więc dopiero obserwacja teleskopem o przynajmniej 200 mm średnicy obiektywie pozwala zaobserwować co jaśniejsze pojedyncze jej gwiazdy. To również jedna z najdalszych gromad, odległa od nas ponad 55 tys. lat świetlnych, która jednak zbliża się do nas — mimo wszystko niewielką — prędkością 255 km/s. Odnajdziemy ją w południowo-zachodnim krańcu konstelacji Wodnika,  $3,2^\circ$  na południe od  $3,8^m$  gwiazdy Alballi (*epsilon Aquarii*).

Pozostałe dwie gromady odkrył w 1746 r. włosko-francuski matematyk i astronom Giovanni Domenico (Jean-Dominique) Maraldi.

**M2**, w oryginalnym katalogu Messiera została odnotowana

jako mgławica. Tak też ten mocno zagęszczony układ około 150 tys. gwiazd, skupionych w kuli o średnicy 175 lat świetlnych, wygląda, jeśli obserwujemy go przez niewielki teleskop. Kątowe rozmiary gromady, oglądanej na naszym niebie z odległości 37,5 tys. lat świetlnych, są tylko dwukrotnie mniejsze od tarczy Księżyca, a sumaryczna jasność  $6,5^m$  umożliwia dostrzeżenie mglistej plamy nawet za pomocą dobrej lornetki,  $4,8^\circ$  na północ od  $2,9^m$  gwiazdy Sadalsuud (beta Aquarii).

Kierując teleskop jeszcze wyżej,  $13^{\circ}$  dalej na północ od M2, już w granicach gwiazdozbioru Pegaza, natrafimy na kolejną gromadę kulistą odkrytą przez Maraldiego. To **M15**, usytuowana  $4,2^{\circ}$  na północny zachód od  $2,4^m$  gwiazdy Enif (epsilon Pegasi). Nieco bliższa (33,6 tys. lat św.) i jaśniejsza ( $6,2^m$ ) od M2, ma również nieznacznie większe od niej rozmiary kątowe ( $18'$ ), przy niemal równej średnicy rzeczywistej, wynoszącej 176 lat świetlnych i w takiej objętości zawiera ponad 100 tys. gwiazd.

świetlnych i w takiej objętości zawiera ponad 100 tys. gwiazd. Na tym nie kończą się podobieństwa pomiędzy tymi dwiema gromadami. Zarówno M2, jak i M15 są zaliczane do najsilniej zagęszczonych gromad kulistych gwiazd w naszej Galaktyce. Większość gwiazd M2 skupiona jest w kuli o średnicy 3,7 roku św., czyli zaledwie 2% średnicy całej gromady. Prawdopodobnie w ogóle najgęstsza z wszystkich, gromada M15 ma podobne jądro, o jeszcze 2,6-krotnie mniejszych rozmiarach. W obydwu gromadach odnaleziono liczne gwiazdy zmienne: dotąd znane są 42 zmienne w M2 i 112 w M15. Niezwykle rzadko zdarza się, by we wnętrzu gromady kulistej znajdowała się mgławica planetarna. Pierwszy taki przypadek (z czterech dotąd znanych) odkryto w 1928 r. właśnie w gromadzie M15 — od nazwiska odkrywcy mgławica ta otrzymała nazwę Pease 1.

Choć zwłaszcza dwie ostatnie opisane tu gromady mają niemal bliźniaczy wygląd, warto pokusić się o odnalezienie obu na jesiennym niebie, choćby z racji skrywanych przez nie, niedostrzegalnych dla amatorskich obserwacji, ich szczególnych cech.

Jan Desselberger



źródło: NASA/STScI

Obrazy opisywanych w tekście gromad kulistych (kolejno od lewej) M2, M15 i M72 uzyskane za pomocą teleskopu kosmicznego Hubble'a

## Ponownie w Olsztynie

W 2016 r. Olsztyn świętuje 500 rocznicę przybycia Mikołaja Kopernika do miasta. Inauguracja obchodów odbyła się 19 lutego w sali projekcyjnej Olsztyńskiego Planetarium.

Astronom rezydował w olsztyńskim zamku w latach 1516–1519 i 1520–1521. Tu skonstruował swoją słynną tablicę astronomiczną i za jej pomocą wyznaczał moment przesilenia wiosennego, zaś około 1520 r. zaczął spisywać swoje najślynniejsze dzieło „De revolutionibus”.

Po oficjalnych przemowach i panelu dyskusyjnym „Oblicza Mikołaja Kopernika” uroczystości ubarwił koncert muzyki elektronicznej dobrze znanego nam („Urania” 5/2007, 5/2008) Macieja Vandersona Wierzchowskiego. Muzyce towarzyszyły efektowne wizualizacje na kopule. Kto miał okazję, a nie był, niech żałuje.

Właściwa rocznica objęcia funkcji administratora kapituły i rozpoczęcia urzęduowania Kopernika w Allenstein (bo tak się wówczas zwał Olsztyn) przypada *de facto* na jesieni, więc można

się spodziewać, że jeszcze jakaś gratka dla miłośników kosmicznego grania na żywo się trafi.

W pierwszym numerze „Uranii” z 2008 r. pisałem o Katarzynie Brochockiej i jej kompozytorskim koncertecie w Olsztyńskiej Filharmonii. Po ośmiu latach w nowym budynku Warmińsko-Mazurskiej Filharmonii im. Feliksa Nowowiejskiego ponownie można było usłyszeć muzykę jej autorstwa. Tym razem była to seria koncertów uświetniających 70-lecie Filharmonii. Trzy koncerty rozpoczęły kompozycje patrona (rok 2016 jest obchodzony jako rok Feliksa Nowowiejskiego!), a kończyły występy gwiazd, laureatów ubiegłorocznego Konkursu Chopinowskiego: Kate Liu i Charlesa Richarda-Hamelina.

Brochocka specjalnie na tę okazję skomponowała ośmiozęściowy utwór zatytułowany *Constellatio Allenstenium* (Gwiazdozbiór Olsztyn). Tytuły kolejnych części to: *Crepusculum. Primum Stellarum* (Zmierzch. Pierwsze gwiazdy); *Ursa Minor, Draco, Cepheus, Cassiopeia, Camelopardalis, Ursa Maior*,

*Aurora (Świt)*. Jak widać, poza wstępem i zakończeniem, mamy tu sześć gwiazdozbiorów północnego nieba, zawsze widocznych na olsztyńskim niebie.

Zamysłem artystki była muzyczna refleksja nad przemijaniem, bowiem spoglądając w gwiazdy widzimy przeszłość. W fakturę utworu została także wpleciona historia rozwoju olsztyńskiej filharmonii, stąd stopniowe pojawianie się coraz nowych instrumentów w kolejnych częściach, by brawurowo zebrać już w pełnym składzie w najbardziej znanej konstelacji Wielkiej Niedźwiedzicy. Sądząc po reakcji publiczności wypełniającej salę po brzegi, cel został osiągnięty z powodzeniem.

Nie ukrywam, z rozrzewnieniem przeczytałem później w wywiadzie prasowym, jak Kasia wspomina szkolne czasy i nocne wyprawy prowadzonego przeze mnie kółka astronomicznego z teleskopem pod gwiazdystym warmińskim niebem. Tym samym, w które pięć wieków wcześniej wpatrywał się Mikołaj Kopernik.

Jacek Drążkowski

## Konkurs na fotki z Uranią



## Oddaj Uranię!

Fot.: Wacław Moskal. Pomysł: Kinga Moskal, Jasło, 9 lat (na zdjęciu), młoda miłośniczka astronomii, obserwatorka Słońca. Zdjęcie zostało wykonane 6.08.2016 r. w „Juraparku” w Globikowej koło Dębicy

Trwa konkurs na ciekawe lub zabawne zdjęcia z Uranią lub gadżetami naszego czasopisma. Nadsyłajcie je na adres [portal@urania.edu.pl](mailto:portal@urania.edu.pl) z tytułem „Fotki z Uranią” lub zamieszczajcie na Facebooku albo Instagramie, oznaczając hashtagami #fotkizurania i #urania (dodatkowo może być też #podrozujzurania). Jeśli Wasze zdjęcie zostanie wybrane do drukowanego numeru „Uranii” — możecie liczyć na nagrodę niespodziankę.

Konkurs trwa bezterminowo (do odwołania).

Szczegóły na stronie [www.urania.edu.pl/konkursy/fotki-z-urania](http://www.urania.edu.pl/konkursy/fotki-z-urania)



## Historia SOS PTMA cz. II

*Autorem drugiej części historii SOS PTMA jest były koordynator sekcji Janusz W. Kosinski.*

*Jak wiemy z poprzedniego mojego artykułu, dostałem zgodę na publikację napisanej przez niego historii. Przytaczam ją niemal w całości po to by nasi członkowie, obserwatorzy i sympatycy dowiedzieli się, jak to naprawdę było z rozpadem CSOS na TOS i SOS.*

*Zapraszam do niezwykle ciekawej lektury.*

Koordynator SOS PTMA  
Tadeusz Figiel

W połowie lat 70. w celu lepszej organizacji obserwacji i bieżącego opracowywania wyników powołano Centralną Sekcję Obserwatorów Słońca PTMA. W czerwcu 1974 r. ukazał się pierwszy miesięczny komunikat Sekcji. Rozpropagowanie działalności Sekcji na łamach „Uranii” przyniosło szybko pozytywne rezultaty. Do istniejącej grupy obserwatorów dołączyli na wiele lat m.in.: ks. W. Zbłowski (Bobolice), B. Szewczyk (Katowice), A. Pilski (Frombork), P. Urbański (Żychlin), D. Cupiał (Myszków), D. Lis (Kielce), M. Szulc (Tuchola), J. Brylski (Żarki).

Rocznice w pracach Sekcji brało udział od 20 do 40 osób, a od 1976 r. corocznie odbywały się zjazdy obserwatorów Słońca.

W ostatnim roku działalności, tj. 1981, w pracach Sekcji uczestniczyło 42 obserwatorów (w tym 26 systematycznie przesyłających wyniki), a wykonano 1988 obserwacji w 326 dniach.

W sierpniu 1981 r. Wacław Szymański postanowił opuścić Polskie Towarzystwo Miłośników Astronomii, zabierając również Sekcję. Prezes TOS, p. Urbański w jednym z artykułów napisał, że „(...) istniejąca grupa

podzieliła się na dwie oddzielne części” i dalej „(...) druga część podzielonej grupy nadal teoretycznie istniała pod tym samym szyldem”. Nie jest to prawda, gdyż działalność Sekcji została całkowicie zawieszona, część osób zrezygnowała z dalszej działalności, a W. Szymański do nowo powstałego Towarzystwa Obserwatorów Słońca zabrał nie tylko resztę obserwatorów, ale też całą dokumentację i wyniki z lat poprzednich.

Towarzystwo Obserwatorów Słońca swój przenny rozwój zawdzięczało zasobnej jeszcze w latach 80. kasie Pałacu Kultury Zagłębia w Dąbrowie Górnictwa. Dalsze dzieje TOS nie są już przedmiotem niniejszego opracowania.

W roku 1988 grupa miłośników astronomii związana z PTMA postanowiła reaktywować Sekcję Obserwa-

komunikat miesięczny z wynikami obserwacji. Koordynatorem Sekcji został Andrzej S. Pilski, a siedziba jej mieściła się we Fromborku.

Sekcja Obserwacji Słońca PTMA zaczęła systematycznie zwiększać liczbę obserwatorów i wykonywanych obserwacji. I tak na przykład w roku 1992 wykonano 2048 obserwacji, a w pracach brało udział ponad 20 obserwatorów. Najaktywniejszymi obserwatorami w tym czasie byli: A. Pilski, J. Zagrodnik (Krosno), J.W. Kosinski (Frombork), J. Łagiewka (Katowice), R. Szaj (Pasłęk), J. Ulanowicz.

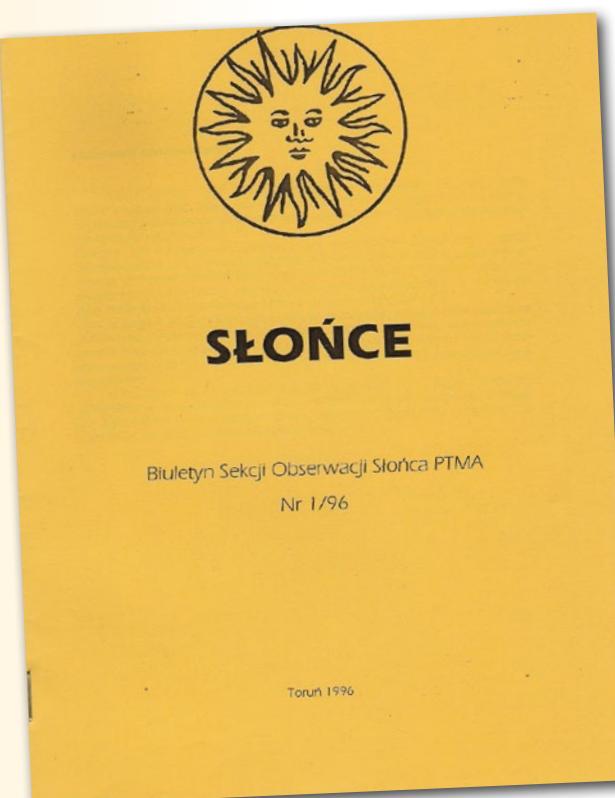
W lipcu 1992 r. koordynatorem Sekcji został Janusz W. Kosinski i funkcję tę sprawował do czerwca 1993 r. W czerwcu 1993 r. wprowadził regularne wyznaczanie liczby pochodni oraz wskaźników SN i BX.

W lipcu 1993 r. Sekcja przeniosła się do toruńskiego Oddziału PTMA, a kierownictwo jej objął Bartosz Dąbrowski. Przeprowadzka ta nie była chyba szczęśliwym posunięciem — do roku 1996 działalność Sekcji była coraz słabsza, wyniki opracowywano z coraz większym opóźnieniem, a liczba obserwatorów malała. W latach 1997–1998 działalność zamarła zupełnie — archiwizowane były jedynie napływające wyniki obserwacji.

W lipcu 1999 r. kierownictwo Sekcji objął ponownie Janusz W. Kosinski, stając przed trudnym zadaniem odbudowy Sekcji i opracowania zaległych wyników obserwacji oraz publikacji. Sekcja od lipca 1999 r. funkcjonuje w Wyszkowie, przy warszawskim Oddziale PTMA.

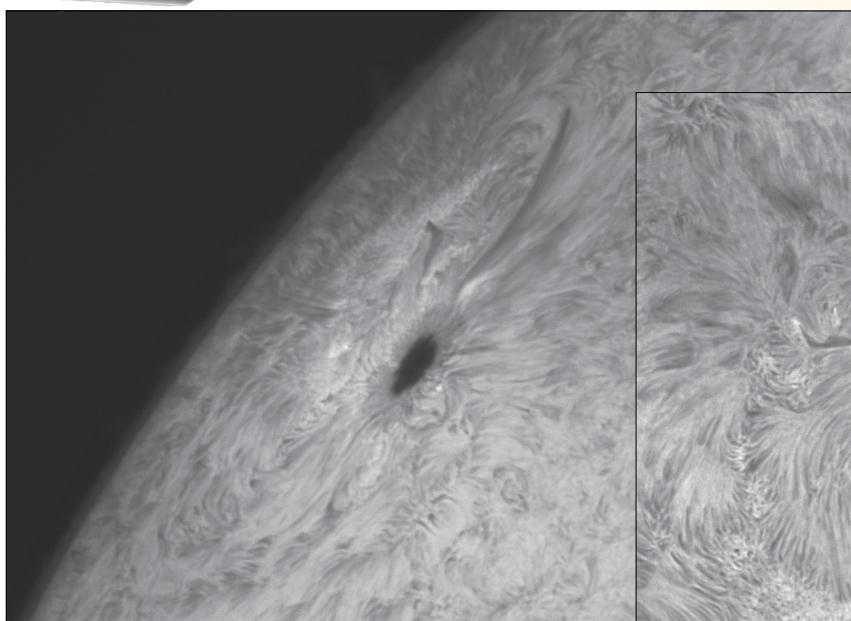
Od września 1999 r. działalność odbywa się już bez przeszkód, a obok prac bieżących opracowywane są zaległości materiały.

Opracował  
Janusz W. Kosinski

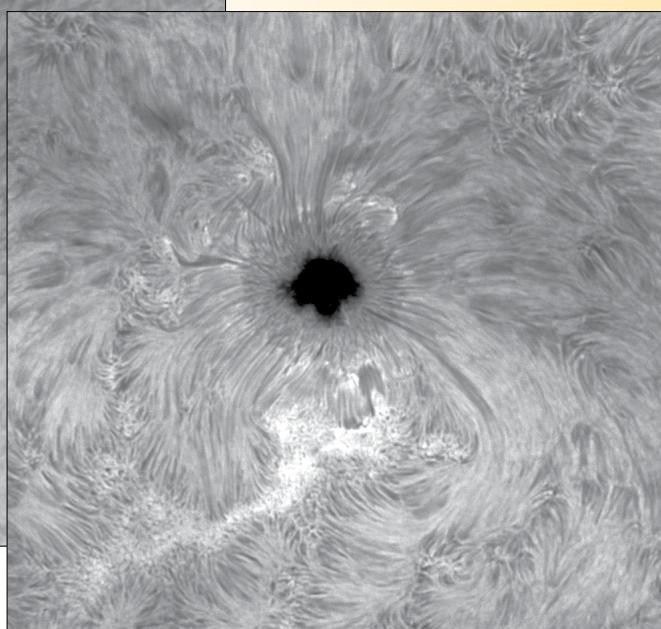


acji Słońca — były to głównie osoby prowadzące obserwacje niezależnie od TOS lub te, które do niego nie przystąpiły. W „Uranii” z marca i kwietnia 1988 r. ukazał się artykuł S.R. Brzostkiewicza o amatorskich obserwacjach Słońca, a w lutym 1989 r. pierwszy

# AR 2546



Zdjęcia obszaru aktywnego AR 2546 wykonane 15 i 20 maja 2016 r. Teleskop Omegon 150/1000, Daystar Quark, Grashopper3 IMX 174 ogniskowa 4,2 m. Fot. Robert Renims Szmytkowski



## Raport nr 5/2016

Początek maja to lekki wzrost aktywności Słońca i liczba Wolfa dochodzi do 100 by pod koniec spaść do 27. Średnia liczba Wolfa wygenerowana z 182 obserwacji 12 obserwatorów wyniosła 40,68; a średnia SN z 133 obserwacji wyniosła 41,9. Niewątpliwie w tym miesiącu atrakcją było pojawienie się grupy 2546, która osiągnęła tak gigantyczne rozmiary, że porównywano jej średnicę z 5 średnicami Ziemi. Wszystkim obserwatorom dziękuję za przesłane raporty i zapraszam do zapoznania się z raportem sekcji.

### Obserwatorzy:

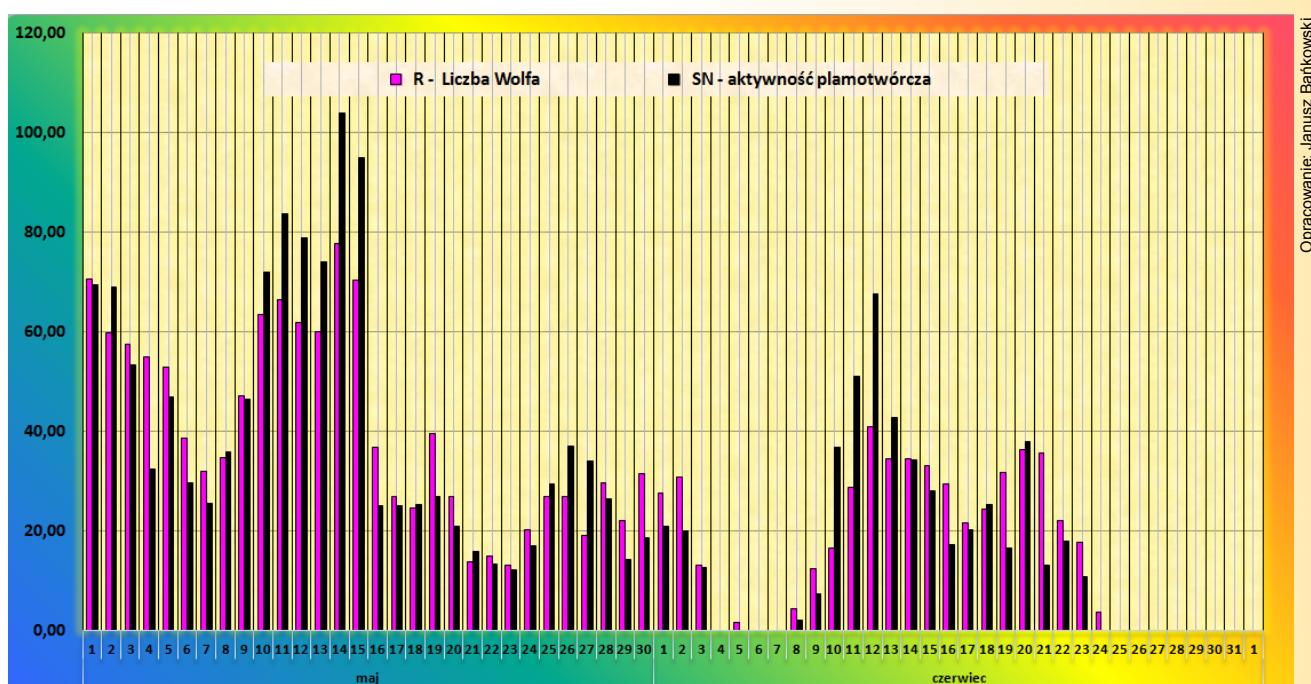
1. Zagrodnik Jerzy	27	7. Nowak Agnieszka	14
2. Bańkowski Janusz	25	8. Figiel Tadeusz	12
3. Jimenez Francisco	24	9. Burda Alex	11
4. Kucemba Łukasz	21	10. Grudniewski Piotr	8
5. Wirkus Krystyna	20	11. Bohusz Jerzy	3
6. Raczyński Łukasz	15	12. Moskal Kinga	2

## Raport nr 6/2016

Końcówka czerwca to zero plam na Słońcu, co miało też wpływ na pojawienie się błędu w raporcie sekcji na naszej stronie. Średnia liczba Wolfa z czerwca wyniosła R = 15,77 a średnia SN = 15,38. Swoje raporty przysłało 14 obserwatorów, a wykres wygenerowano spośród 160 obserwacji. Wszystkim bardzo dziękuje.

### Obserwatorzy:

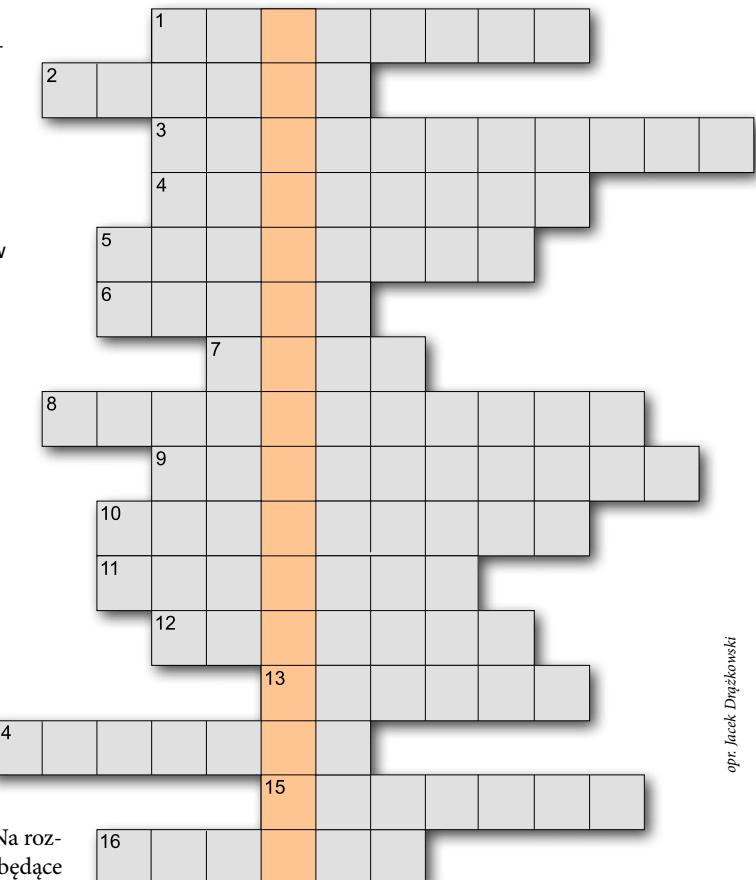
1. Jimezez Cebrian	27	8. Wirkus Krystyna	8
2. Zagrodnik Jerzy	26	9. Moskal Kinga	5
3. Bańkowski Janusz	21	10. Skorupski Piotr	5
4. Raczyński Łukasz	17	11. Burda Alex	5
5. Kucemba Łukasz	14	12. Grudniewski Piotr	5
6. Nowak Agnieszka	12	13. Żywko Krzysztof	2
7. Figiel Tadeusz	12	14. Bohusz Jerzy	1



**W** „Uranii-PA” nr 2/2016 zamieściliśmy krzyżówkę, której rozwiązaniem jest hasło FAŁE GRAWITACYJNE. Nagrody w postaci książek o tematyce astronomicznej wylosowali **Paulina Jaźdżewska** z Bydgoszczy i **Emil Pakulnicki** ze Słupska. Nagrody zostaną wysłane pocztą.

1. Te pozagalaktyczne szczególnie interesowały Hubble'a
2. Przewidział moment tegorocznego maksimum Perseidów
3. Badacz obiektów Pasa Kuipera
4. Jemu zawdzięcza swą nazwę krater Kopernik
5. Obserwował tranzyt egzoplanety
6. Projekt umożliwiający szkołom kontakt z astronautami
7. W lipcu br. dotarła do Jowisza
8. Słynne dzieło Witelona
9. Obłoki widoczne tylko w czasie krótkich nocy
10. Pasjonat astronomii z Ostródy
11. Sponsor fantastycznego projektu dotarcia do a Centauri
12. Nazwisko lorda Kelvina
13. W nim znajdziemy M72
14. Kometa widoczna w 1986 r.
15. Gwiazdozbiór z najbliższą planetą pozasłoneczną
16. Twórca strony *Bright Supernova*

Rozwiązywanie utworzą kolejne litery z wyróżnionych kratek. Na rozwiązywanie czekamy do końca września 2016 r. Osoby nie będące prenumeratorem „Uranii-PA” muszą dołączyć do rozwiązania kupon umieszczony w lewym górnym rogu tej strony. Prenumeratorzy mogą przesyłać rozwiązania drogą elektroniczną na adres: [urania@urania.edu.pl](mailto:urania@urania.edu.pl). Wśród autorów poprawnych odpowiedzi rozlosujemy dwie książki Józefa Smaka „Nowe opowiadania starego astronoma” lub „Narratio Prima” Joachima Retyka (do wyboru).



opr. Jack Drążkowski

Słowa kluczowe do rozwiązywania krzyżówki zamieszczonej w „Uranii-PA” 2/2016: 1. FLORA, 2. APEX, 3. KEPLER, 4. MERCURY, 5. GODFREY, 6. COPERNICUS, 7. SAM, 8. WILHELM, 9. ARISTILLUS, 10. ATHENA, 11. ZOFIA, 12. GIACCONI, 13. HIADY, 14. EGIPCJANIE, 15. BOINC, 16. NEO.

## astrożarty Jacka D.



Z archiwum „Postępów Astronomii” (nr 3/1993)

## ZAPROSZENIA zloty, obozy, konkursy, spotkania, wykłady, wystawy



**29 zlot miłośników astronomii**  
Zwardoń, 29 września – 2 października 2016  
PTMA o/Katowice  
[www.zloty.ptma.pl](http://www.zloty.ptma.pl)



**Jesienny zlot PTMA w Krzyżach**  
Krzyże, 29 września – 2 października 2016  
PTMA o/Warszawa  
<http://goo.gl/HDJiQe>



**XXIII Seminarium dla nauczycieli fizyki**  
Warszawa, 30 września – 2 października 2016  
CAMK Warszawa  
<https://goo.gl/d9o9hy>



**IX Konferencja  
Sekcji Obserwatorów Komet PTMA**  
Niepołomice, 8 – 9 października 2016  
SOK PTMA, COK  
<http://goo.gl/HN6e9F>



**IV Ogólnopolska konferencja na temat  
zanieczyszczenia światłem**  
Rzeszów, 13 – 15 października 2016  
ZG PTMA, Uniwersytet Rzeszowski  
<http://tnij.org/u7vrkie>



**IX Międzynarodowa Konferencja  
„Astronomia XXI wieku i jej nauczanie”**  
Niepołomice, 21–23 października 2016  
MOA, <http://www.moa.edu.pl>



**II Ogólnopolski Festiwal Amatorskich  
Filmów Astronomicznych**  
**OFAFA 2016**  
Niepołomice, 18–20 listopada 2016  
ZG PTMA, [www.ptma.pl/ofafa2016](http://www.ptma.pl/ofafa2016)

### Poczta

2 sierpnia dość spontanicznie wybrałem się w Bieszczady, fotografać Drogę Mleczną. O godz. 14 jeszcze nie wiedziałem, że ruszę w drogę, a o 14.30 byłem już w trasie. Na miejsce dotarłem dość późno i od razu zacząłem fotografować. Wilgoć w szybkim tempie zawładnęła obiektywem i aparatem, na szczęście suszarka pozwoliła uratować choćby fragmenty Drogi Mlecznej.

Mimo karkolomnej i spontanicznej wyprawy efekt finalny był zadowalający. Dawno nie widziałem na niebie tak pięknie odcinającej się Drogi Mlecznej od tła.

W załączniu zdjęcie 6 × 2 minuty (Canon5d + rybie oko, Bieszczady, Cicha Dolina). Jeżeli zdjęcie, z punktu widzenia redakcji może zostać pokazane w czasopiśmie „Urania”, proszę o umieszczenie.

Krzysztof Podgórzak

Red. Zdjęcie z przyjemnością publikujemy obok.

### ESO Astronomy Camp 2016

Europejskie Obserwatorium Południowe (ESO) ogłosiło nabór na kolejną edycję obozu astronomicznego dla młodzieży. Obóz odbędzie się od 26.12.2016 r. do 1.01.2017 r. w obserwatorium astronomicznym we włoskich Alpach.

Termin zgłoszeń: 4.10.2016 r.

Dla kogo: uczniowie w wieku od 16 do 18 lat (roczniki 1998–2000).

Zadanie konkursowe: przygotować krótki film w języku angielskim na temat „I would most like to discover/invent... because...”

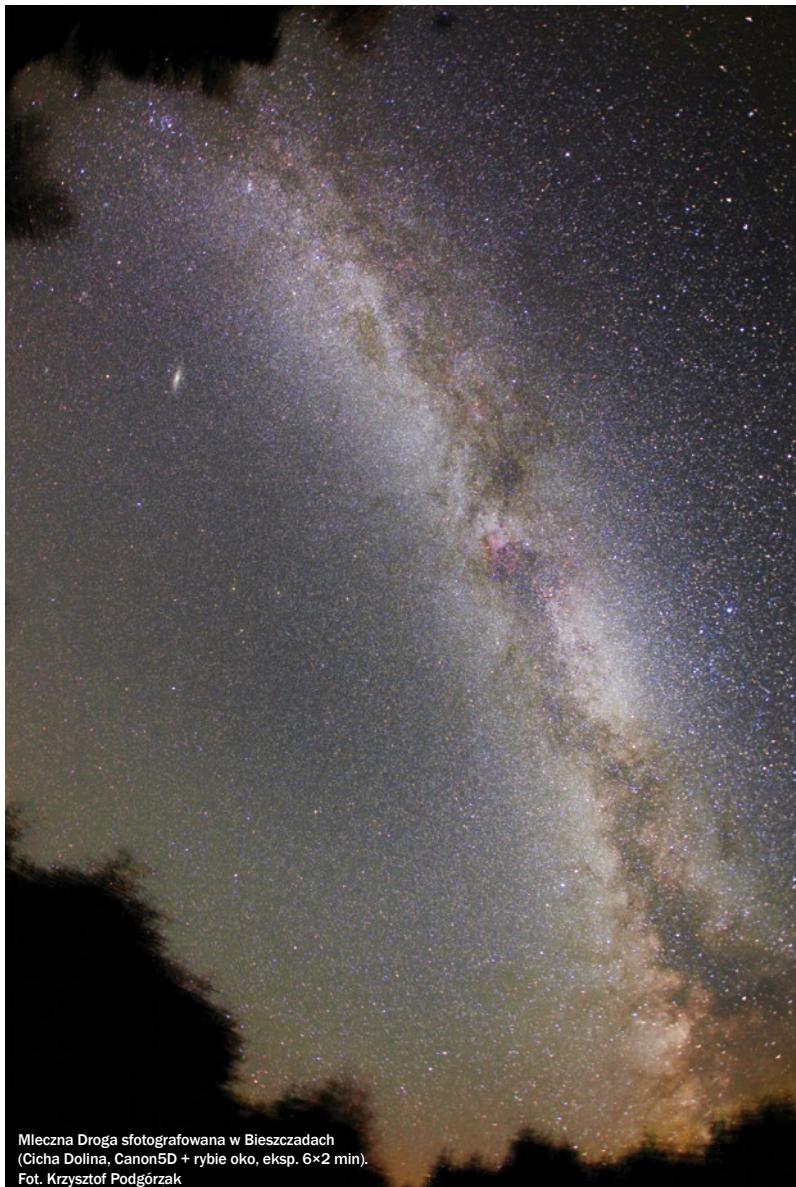
Polski konkurs prowadzony jest przez Polskie Towarzystwo Astronomiczne.

Szczegóły na [www.pta.edu.pl/eso-camp](http://www.pta.edu.pl/eso-camp)

Fanpage „Uranii” na Facebooku ma już ponad 3000 polubień. Przez okres wakacji przybyło nam aż 500 fanów!

Dziękujemy :-)

<http://www.facebook.com/UraniaPA>



Mleczna Droga sfotografowana w Bieszczadach  
(Cicha Dolina, Canon5D + rybie oko, eksp. 6×2 min).  
Fot. Krzysztof Podgórzak



Ministerstwo Nauki  
i Szkolnictwa Wyższego

Polskie Towarzystwo Astronomiczne i Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego oferują

## PRENUMERATĘ SPONSOROWANĄ DWUMIESIĘCZNIKA

# Urania

## POSTĘPY ASTRONOMII



### DLA SZKÓŁ!

Szkoły mogą zakupić specjalną prenumeratę URANII za połowę ceny. Koszt prenumeraty 6 numerów dwumiesięcznika w danym roku szkolnym wynosi zaledwie 30 zł – resztę kosztów pokrywa MNiSW w ramach przyznanego PTA grantu. Promocja obejmuje w tej chwili następujące produkty dla szkół na terenie Polski:

1. Roczną prenumerata na rok szkolny 2016/17: numery 4/2016-3/2017 (cena 30 zł);
2. Dwuletnią prenumerata na lata szkolne 2016/17 i 2017/18: numery 4/2016-3/2018 (cena 60 zł).

Aby uzyskać prenumeratę, wystarczy wejść na stronę internetową [www.urania.edu.pl](http://www.urania.edu.pl) i wypełnić formularz zgłoszeniowy znajdujący się pod przyciskiem „Prenumerata” i dalej „Prenumerata sponsorowana dla szkół”. Faktura zostanie wysłana drogą elektroniczną bądź (na życzenie) w formie papierowej wraz z najbliższym numerem URANII.

Dodatkowo oferujemy szkołom zakup pakietów sześciu numerów „Uranii” obejmujących wcześniejsze lata szkolne, również za połowę ceny. Szkoły rozpoczęjące prenumeratę otrzymają gratis książkę *Jak zainteresować uczniów astronomią w szkole podstawowej, gimnazjum i szkole ponadgimnazjalnej*.

Każda szkoła ma prawo do jednej prenumeraty sponsorowanej. W przypadku zespołów szkół prenumeratę sponsorowaną może zamówić każda ze szkół wchodzących w skład zespołu.

Prenumeratę na rzecz szkoły może także opłacić jej sponsor (np. firma, organizacja, gmina, rada rodzin, osoba prywatna), warunkiem jest, aby prenumerata była realizowana na rzecz szkoły (biblioteki szkolnej).

Dla szkół, będących prenumeratorami „Uranii”, Redakcja ogłasza Konkurs pn. **NASZA SZKOLNA PRZYGODA Z ASTRONOMIĄ**. W ramach Konkursu trzeba udokumentować dowolną aktywność szkoły w zakresie astronomii. Na nagrody dla zwycięskich szkół przeznaczone jest ok. 10 tys. zł ze środków PTA i grantu MNiSW. Redakcja URANII poszukuje dodatkowego sponsora, by w kolejnych edycjach Konkursu wyróżnić jedną ze szkół Super Grand Prix i wybudować na jej terenie kompletnie wyposażone szkolne obserwatorium typu harvardzkiego.

W razie wątpliwości pytania można kierować na [urania@urania.edu.pl](mailto:urania@urania.edu.pl) lub telefonicznie: 698 55 61 61 lub 509 44 17 17.



**NOWE ODCINKI ASTRONARIUM W TELEWIZJI I W INTERNECIE**

# Urania

Postępy Astronomii

**5/2016 (785)**

Tom LXXXVII

Cena 12,90 zł  
w tym 5% VAT

ukazuje się od 1920 r.



[www.urania.edu.pl](http://www.urania.edu.pl)

# Proxima b

**Koniec misji Rosetta**

**Żarłoczna czarna dziura**

**Gromady galaktyk**

**OZMA XX**

ISSN 1689-6009 indeks 401323



9 771689 600508

OBEJRZYJ RAZEM  
ZE SWOIMI UCZNIAMI!

nowy program telewizyjny  
o astronomii i badaniach kosmosu

# ASTRONARIUM

odcinki popremierowe  
[www.youtube.com/c/AstronariumPl](http://www.youtube.com/c/AstronariumPl)

emisje  
jesienią 2016 w TVP3  
w środy g. 15.35 i 24.50,  
w czwartki g. 9.30  
(na przemian premiery i powtórki)  
w TVP Polonia w środy g. 15.55  
w TVP 1 i TVP1 HD  
w piątki g. 8.35,  
w soboty g. 10.35

[www.astronarium.pl](http://www.astronarium.pl)

[facebook.com/AstronariumTVP](http://facebook.com/AstronariumTVP)

Niekomercyjne pokazy publiczne  
w szkołach, uczelniach, podczas wykładów  
i imprez popularyzujących astronomię  
wolne od jakichkolwiek opłat.

produci programu

partner medialny

dofinansowanie produkcji



Urania  
POSTĘPY ASTRONOMII



Ministerstwo Nauki  
i Szkolnictwa Wyższego

# URANIA — NASZA MUZA

dla szkół, uczelni oraz miłośników astronomii i amatorów nocnego nieba

W górnach Szwajcarskiej Jury znajduje się wznoszący na niepozorne 1399 m nad poziomem morza szczyt Wandflue dominujący nad położonym kilkaset metrów niżej miasteczkiem Grenchen. Jest to malownicze miejsce, szczególnie jesienią porą, gdy w ciepłym słońcu mieniają się różnobarwne lasy, porozcinane lśniąco białymi wapiennymi urwiskami i zieleniącymi od trawy polanami. Miejsce jest szczególnie — patrząc na południowy zachód dostrzeżemy odległy Mont Blanc, który łączy się błyszczącą falą alpejskich szczytów z położonym na wschodzie masywem Alpsteinu. Wędrowiec ma przed oczami niemal całą Szwajcarię. Najwyższy szczyt Europy jest już we Francji, kraju kilkunastokrotnie większym od Konfederacji, za Alpsteinem zaś skrywa się małe Liechtenstein, wciśnięty między Ren a górskie szczyty Austrii. Odwracając głowę, ujrzymy za zalesionymi szczytami płaską Nizinę Górnoreńską, nadspodziewanie lekko rozdzielającą ciemne wierzchołki niemieckiego Schwarzwaldu od francuskich Wogezów. Przyroda jest wybitnym architektem tej teatralnej scenery!

Rozległa panorama uświadamia nam paradyksy skal spotykanych na naszej planecie. Ot, Liechtenstein można przejść w najszerszym jego miejscu w kilka godzin. Podobny czas jest potrzebny na przejście samochodem z Vaduz do Genewy, a superszybkim TGV — całej Francji. Dwustumetrowe urwiska Jury dominują w krajobrazie łagodnych wzgórz, gdy w położonych w zasięgu wzroku Alpach ginęłyby w potoku jeszcze większych formacji skalnych. Rozległe miasta zaś wydają się z tej odległości niewiele większymi od pobliskiego mrowiska.

Moja opowieść o różnych skalach spotykanych na Ziemi jest ulokowana nieprzypadkowo na jurajskim szczycie. Na Wandflue bowiem kończy się (lub — patrząc z innej perspektywy — zaczyna) Planetenweg, szlak planet, zresztą nie jedyny w tym kraju czy w Europie. Jest to ponad 7,3-kilometrowa trasa turystyczna, zaczynająca się na Weissensteinie, położona wśród pięknych krajobrazów, gdzie są rozlokowane

miniatury cał niebieskich tworzących Układ Słoneczny. Jest to model zachowujący zarówno skalę odległości, jak i rozmiarów, tak więc Pluton jest wielkością główki od szpilki, zaś Słońce, położone kilka wzgórz dalej, kulą o promieniu niecałych 70 centymetrów. Każdy pokonany kilometr jest równoważny ich miliardowi w przestrzeni międzyplanetarnej.

Taki model Układu Słonecznego uświadamia nam jego skalę. Uświadamia także, jak niezwykłymi osiągnięciami nauki i techniki są nasze sondy kosmiczne, które potrafią przebyć tak olbrzymie odległości z wyjątkową precyzją. Rosetta, której misja osiągnęła swój kres z końcem września, dostarczyła nam

wyjątkowych doznań w ostatnich dwóch latach. Sonda dotarła na komety, która w skali jurajskiego szlaku planet miałaby ledwie kilkadziesiąt mikrometrów w odległości kilkuset metrów od maleńkiej, mającej 1,2 cm średnicy, Ziemi. Próbnik misji Nowe Horyzonty, zanim przysiął zachwycające zdjęcia serca na Plutonie, przez osiem lat pokonywał odległość, która w górskim modelu zajmuje dwie godziny marszu.

A przecież nasz Układ Słoneczny jest ledwie kropką w bezkresie oceanu Wszechświata. W skali wspomnianego szlaku planet, aby dotrzeć do najbliższej gwiazdy, należałoby obejść Ziemię dokola, a do centrum Drogi Mlecznej jest dwa razy dalej niż z Ziemi do Słońca. Jakże wiele tajemnic skrywa przed nami ten bezkres, jakże ekscytujące jest jego poznawanie! Pasja i podziw dla Kosmosu łączą nas wszystkich, naukowców i miłośników astronomii, niezależnie od poglądów i sytuacji życiowej. By realizować swoje marzenia, niekiedy wcale nie potrzeba nam tak wiele. Ot, wystarczy wyjść w pogodną noc poza dom i spojrzeć w niebo. Lub otworzyć nowy numer „Uranii” i zagłębić się w lekturę, do czego serdecznie wszystkich Czytelników zapraszamy!

Wieńczysław Bykowski



Dwumiesięcznik poświęcony upowszechnianiu wiedzy astronomicznej. Czasopismo powstało w roku 1998 z połączenia „Uranii” (ISSN 0042-0794) — dotychczasowego miesięcznika Polskiego Towarzystwa Miłośników Astronomii, ukazującego się od 1920 r. i „Postępów Astronomii” (ISSN 0032-5414) — dotychczasowego kwartalnika Polskiego Towarzystwa Astronomicznego, wychodzącego od 1953 r. Zachowana zostaje dotychczasowa numeracja „Uranii”.

Nakład: 3000 egz.

## Zespół Redakcyjny:

Wieńczysław Bykowski, Krzysztof Czart, Jacek Drążkowski (grafika, skład), Mateusz Krakowczyk, Maciej Mikołajewski (redaktor naczelny), Marek Muciek, Roman Schreiber, Sebastian Soberski, Marek Substyk

## Współpraca:

Jan Desselberger, Tadeusz Figiel, Sylwester Kołomański, Michał Kusiak, Robert Szaj, Adam Tomaszewski, Janusz Wiland, Łukasz Woźniak, Przemysław Żoładek

## Korekta językowa:

### Adres Redakcji:

Urania, Centrum Astronomii UMK  
ul. Gagarina 11, 87-100 TORUN  
tel. 509 44 17 17  
e-mail: redakcja@urania.edu.pl

### Adres WWW:

<http://www.urania.edu.pl>

### Dystrybucja, sekretariat:

Joanna i Ernest Świerczyńscy,  
tel. 698 55 61 61  
e-mail: [urania@urania.edu.pl](mailto:urania@urania.edu.pl)

Cena Uranii w prenumeracie 10 zł  
Prenumerata roczna 60 zł

**Bank Millennium S.A. o/Toruń**  
**Nr 44 1160 2202 0000 0000 5530 5241**

Prenumerata sponsorowana czasopisma „Urania — Postępy Astronomii” dla szkół finansowana w ramach umowy 886/P-DUN/2016 ze środków Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego przeznaczonych na działalność upowszechniającą naukę.



Ministerstwo Nauki  
i Szkolnictwa Wyższego

### Wydawcy:



Polskie Towarzystwo

Astronomiczne

[www.pta.edu.pl](http://www.pta.edu.pl)  
ul. Bartycka 18,  
00-716 Warszawa  
tel. (0-22) 329 61 45  
e-mail: [zarzad@pta.edu.pl](mailto:zarzad@pta.edu.pl)



Polskie Towarzystwo

Miłośników Astronomii

[www.ptma.pl](http://www.ptma.pl)  
ul. Miodowa 13a m. 35,  
31-055 Kraków  
tel. (0-12) 422 38 92  
e-mail: [sekretariat@ptma.pl](mailto: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 Z 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](http://www.graffitibc.pl)  
[drukarnia@graffitibc.pl](mailto:drukarnia@graffitibc.pl)  
tel. 56 654 47 14

**Detronizacja Plutona  
po raz pierwszy...****Hipoteza o pochodzeniu Plutona**

Odkryty przed pięciu laty Pluton został oficjalnie zaliczony do rzędu planet wielkich, t.j. tych, które mają duże masy i stanowią trzon układu słonecznego. Bliższe krytyczne zbadanie orbity oraz rozmiarów Plutona nasuwa jednak przypuszczenie, iż kiedyś spełniał on znacznie skromniejszą rolę w naszym systemie i że nie powstał bezpośrednio ze Słońca tak, jak inne planety wielkie. Zagadnieniem tem zajął się niedawno astronom japoński, Issei Yamamoto i doszedł do ciekawych wyników.

Zwrócił on uwagę na występujące u Plutona następujące anomalie, niespotykane u planet wielkich.

1. Masa Plutona jest niezwykle mała, gdyż wynosi przypuszczalnie około 1/10 masy Ziemi, a więc prawdopodobnie ustępuje nawet masie Marsa.

2. Średnica pozorna Plutona, zgodnie z tak małą masą, liczy najwyższe  $0''.3$ , a więc rozmiary Plutona odpowiadają więc rozmiarom księżyćów wielkich planet, względnie rozmiarom planetoid.

3. Nabylenie płaszczyzny orbity Plutona do ekiptyki jest niezwykle wielkie, wynosi bowiem  $17^\circ 12'$  (wśród planet największe nabylenie,  $7^\circ 9'$ , miały przed odkryciem Plutona orbita Merkurego).

4. Mimośród orbity nowej planety jest niezwykle duży, gdyż wynosi 0.249 (przed odkryciem Plutona największy mimośród,  $e = 0.206$ , posiadała orbita Merkurego).

5. Orbita Plutona wkracza w obręb orbity sąsiadniego Neptuna, fakt niespotykany w świecie planet wielkich.

6. Jasność pozorna Plutona wynosi zaledwie  $14''$ . 9, co po zredukowaniu na odległość Neptuna daje jasność równą jasności rzeczywistej jedynego księżyca Neptuna, Trytona.

**Dawno temu w... „Uranii”**

4

**Kronika****czerwiec — lipiec 2016**

6

**8**

Marcin Kiraga

**Proxima i jej planeta**

Proxima b ma minimalną masę niewiele większą od masy Ziemi i znajduje się w odległości od macierzystej gwiazdy, która zapewnia dość umiarkowaną temperaturę. Czyżby odkryto planetę podobną do Ziemi, na której panują warunki dogodne do rozwoju życia? Aby odpowiedzieć na to pytanie, warto zebrać informacje o tym, co wiemy i czego nie wiemy o Proximie i jej planecie.

**Przeczytane w *Nature* i *Science*****Proxima b: od fantastyki do realu**

12

**16**

Bartosz Lew

**Śladami gromad galaktyk**

Gromady galaktyk są obserwowane w zakresie widzialnym jak i w bliskiej podczerwieni. Ale to nie jedyne źródła informacji — od lat 70. XX w. obserwujemy je również w promieniach X oraz na falach radiowych.

**European Rover Challenge 2016**

21

**Rząd ogłosił polską strategię kosmiczną**

22

**Co zrobić, aby polska strategia kosmiczna była skuteczna?**

23

**Wywiad z Jadwigą Emilewicz, Wiceministrem Rozwoju**

24

**Misja na Marsa 2049 — gra planszowa**

25

**26**

Przemysław Rudź

**Roland we właściach  
Sędziwoja Pałuki**

Jubileuszowy XX Ogólnopolski Zlot Miłośników Astronomii w Niedźwiadach opisany w szerokiej perspektywie historycznej przez znanego popularyzatora astronomii.

**Koniec misji Rosetta**

35

**38**

Łukasz Wyrzykowski, Aleksandra Hamanowicz

**Żarłoczna czarna dziura**

Gwiazdy orbitujące w pobliżu centrum galaktyki mogą zostać przechwycone i rozerwane przez siły płynowe centralnej czarnej dziury. Część materiału zostaje wyrzucona w przestrzeń, pozostałości spadają na czarną dziurę, wywołując jasny błysk, który może utrzymywać się nawet przez kilka lat. Obserwacje takich błysków pozwalają nam zbadać własności supermasywnych czarnych dziur.

## Geometria w astronawigacji

Podstawą astronawigacji są przede wszystkim proste zależności geometryczne w układzie powierzchnia Ziemi – sfera niebieska. Ilustruje to ostatni odcinek cyku ASTRONAWIGACJA, będący jednocześnie podsumowaniem poprzednich pięciu odcinków.

### W skrócie

200 lat astronomii na Uniwersytecie Warszawskim	47
Wyspa Devon — ostatni przystanek przed Marsem?	47
Szwajcarskie żelazo z Kosmosu	47
Czy z Europy wyrzucana jest para wodna?	48
Dione kolejnym księżycem Saturna z oceanem	48
Obserwatorium La Silla zasilane będzie zieloną energią	49
Wiadomo już, gdzie powstanie północne obserwatorium CTA	49
Ultragębokie Pole Hubble'a oczami teleskopu ALMA	49

### Komeciarz

Podsumowanie IX Konferencji SOK PTMA	50
--------------------------------------	----

### Kacik olimpijczyka

Rozwiązywanie zadania zawodów III stopnia LIX Olimpiady Astronomicznej (2015/2016)	53
---	----

## Osobowość Astronarium

### Poradnik obserwatora

Astronomia w szkole: montaż teleskopów	56
--	----

### PTMA

Zbliżają się obchody 100-lecia PTMA	55
Widzieliśmy toruńską Mechagodzillę w akcji	58

### Kalendarz astronomiczny:

Niebo nad Polską w listopadzie i grudniu 2016	62
Planetarne, ale bez planet	68

### Astronomia i muzyka

Ostatni walc z Rosettą	67
------------------------	----

### Ciekawe strony internetowe:

<i>Książyc, planety, planetoidy i co tam kto znajdzie...</i>	32
--	----

### Obserwator Słońca

Zawodowy astronom vs miłośnik astronomii	69
Raport: lipiec – sierpień 2016	69

### Konkurs na fotki z Uranią

Krzyżówka	70
-----------	----

### Poczta

Zaproszenia (zloty, obozy, konkursy etc.)	71
---	----

7. Sąsiedni Neptun jest jedyną spośród planet wielkich, której średnia odległość od Słońca odbiega bardzo znacznie od prawa Bodego, przeciwnie zaś Pluton krąży średnio w odległości wymaganej przez to prawo dla Neptuna.

Wszystkie powyższe fakty dają prawo do wypowiedzenia przypuszczenia, że Pluton nie jest w rzeczywistości niczym innym, jak tylko drugim księżycem Neptuna zamienionym na samodzielną planetę.

Yamamoto przypuszcza, że kiedyś Neptun wraz z dwoma swimi satelitami, Trytonem i Plutonem, okrązał Słońce w odległości wskazanej przez prawo Bodego. Zdarzyło się jednak, że przez krańce naszego układu planetarnego przeszła jedna z sąsiednich gwiazd, przebiegając wpólnie Neptuna.

Wynikły stąd silne perturbacje, spowodowane działaniem grawitacyjnym dużej masy gwiazdy, daly następujące skutki:

1. Średnia odległość Neptuna od Słońca została zredukowana do obecnej wartości.

2. Jeden z księżyć Neptuna, mianowicie Pluton, został od niego oderwany i zamieniony na samodzielną planetę, okrążającą po bardzo ekscentrycznej i nachylonej orbicie Słońce w tej średniej odległości, jaką posiadała pierwotnie planeta macierzysta.

3. Pozostały księżyc Neptuna, Tryton, otrzymał ruch wsteczny, który dotychczas trudny był do wyjaśnienia.

Jeżeli hipoteza astronoma japońskiego jest słuszna, to nietylko wszystkie anormalności zauważone dotychczas u Neptuna i Plutona znajdują w niej naturalne wyjaśnienie, lecz ponadto otrzymujemy ciekawy przyczynek tyczący się „przeżyć” naszego układu w zamierzchlej bardzo przeszłości.

*Dr. J. Gadomski, Kronika astronomiczna, Urania 2, 1936, pisownia oryginału.*

## NA OKŁADCE

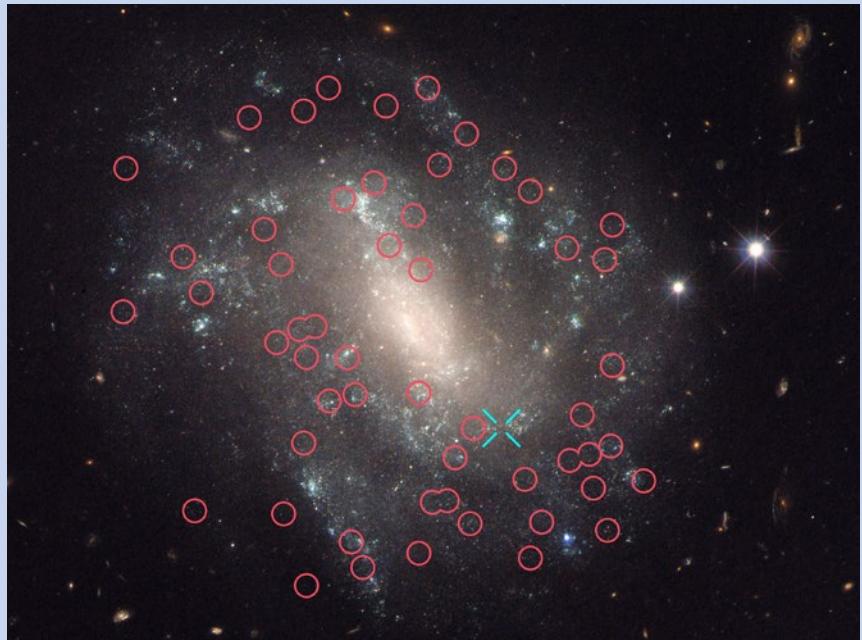


Artystyczna wizja powierzchni planety okrążającej gwiazdę Proxima Centauri. Na niebie, po prawej od Proximy Centauri, widać gwiazdę podwójną Alfa Centauri AB.

Źródło: ESO/M. Kornmesser

### CZERWIEC 2016

**2 VI** — Kluczowym elementem kosmicznej skali odległości są galaktyki, w których obserwuje się jednocześnie cefeidy i przynajmniej jedną supernowę typu Ia (przykład obok: galaktyka UGC 9391; w kółkach cefeidy, krzyżyk — pozycja supernowej SN 2003du). Okres pulsacji cefeid zdradza ich jasność absolutną, co pozwala zmierzyć odległość galaktyki, w której siedzą. To zaś daje jasność absolutną supernowych, które znajdowane również w bardzo odległych galaktykach pozwalały z kolei określić ich odległości. Kłopot w tym, że takich galaktyk znaleźliśmy dotychczas zaledwie 8. Teraz ta baza została poszerzona do 19, co pozwoliło wyznaczyć obecną wielkość stałej Hubble'a z dokładnością do 2,4%. Wyszło  $73,24 \pm 1,74$  km/s/Mpc, co nadal, a nawet jeszcze bardziej nie zgadza się z wartością uzyskaną z mikrofalowego promieniowania tła: 66,93  $\pm 0,62$  km/s/Mpc. Powoli staje się jasne, że czegoś tu fundamentalnie nie rozumiemy.



Źródło: NASA, ESA, and A. Riess (STScI/JHU)

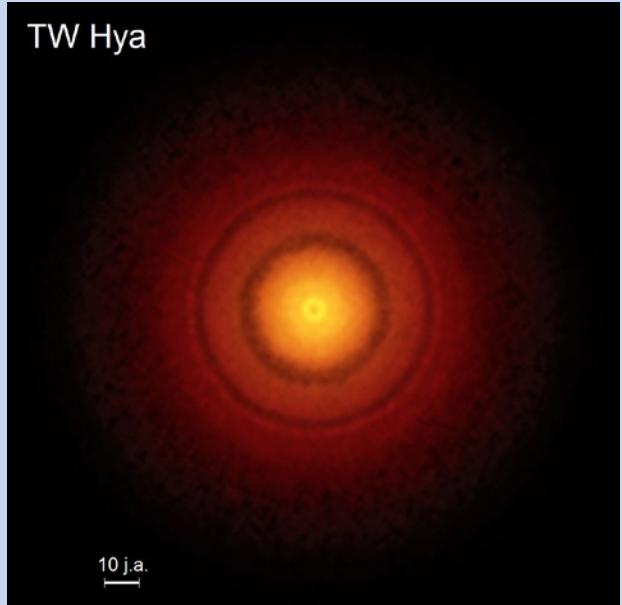
**10 VI** — Opublikowano nowy atlas globalnego zanieczyszczenia nieba sztucznym światłem. Już ponad  $\frac{1}{3}$  ludzkości (w tym 60% Europejczyków) nie ma szansy zobaczyć Drogi Mlecznej ze swojego miejsca zamieszkania. W Polsce nie ma już miejsc z czarnym niem. Najsłabsze zanieczyszczenie występuje tylko w południowo-wschodniej części Bieszczadów.

**15 VI** — Ogłoszono drugą w historii rejestrację fal grawitacyjnych. Wydarzenie miało miejsce 26 grudnia 2015 r. Źródłem znów była koalescencja dwóch czarnych dziur, tym razem o masach 8 i  $14 M_{\odot}$ , a sygnał był przesunięty ku czerwieni o  $z = 0,09$ , czyli biegł do nas 1,4 mld lat. To ważna wiadomość, bo przedłużająca się cisza po pierwszym odkryciu („Urania” 2/2016, s. 8) zaczynała już brzmieć niepokojąco. Wiadomo — *einmal ist keinmal...*

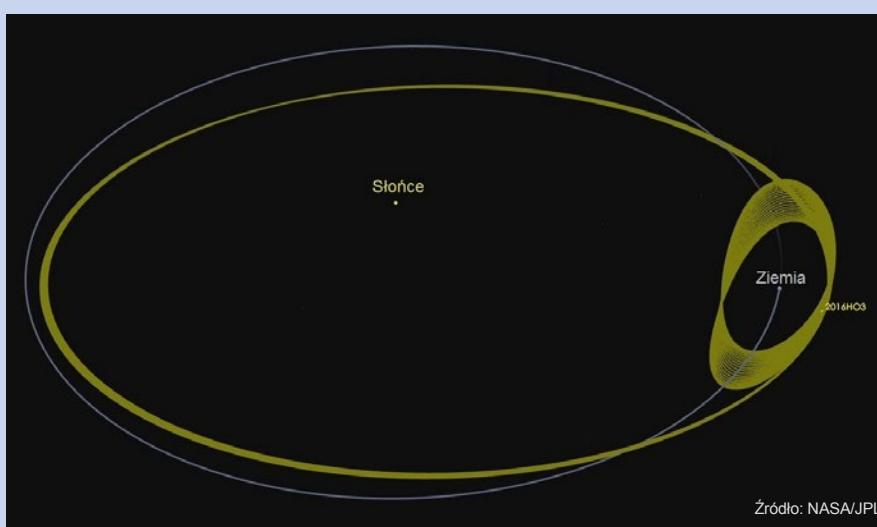
**15 VI** — Do układu Ziemia-Księżyc czasem dołączają małe planetoidy, jako nasz drugi naturalny satelita. Zakręcają się wokół Ziemi kilka razy i odlatują w swoją stronę. Ale świeżo odkryty obiekt 2016 HO3, bryła wielkości sporego gmachu, jest inny. Obliczenia pokazują, że wpadł w pułapkę grawitacyjną Ziemi już ok. 100 lat temu i pozostanie z nami przez następne kilkaset lat (rys. obok). Nie ma obaw, nie rozświetli nam bezksiążycowych nocy — jest zawsze co najmniej 40 razy dalej niż Księżyc.

**21 VI** — Młoda gwiazda TW Hydri (ok. 10 mln lat) jest otoczona dyskiem protoplanetarnym, zapewne podobnym do otoczenia Słońca, gdy było w jej wieku (fot. obok, powyżej; zauważmy dwie bruzdy wyżłobione prawdopodobnie przez powstające planety). Właśnie odkryto w nim alkohol metylowy ( $\text{CH}_3\text{OH}$ ). Od dawna widuje się go w obiektach protogwiazdowych, ale po raz pierwszy został znaleziony dysku protoplanetarnym, czyli materia-

TW Hya



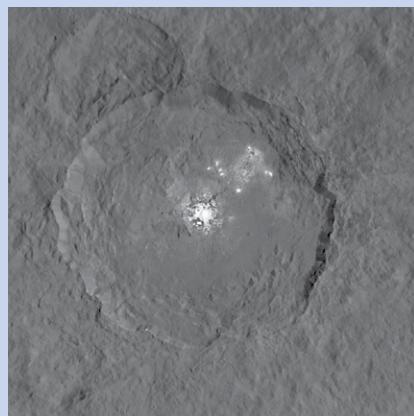
Źródło: S. Andrews (Harvard-Smithsonian CfA); B. Saxton (NRAO/AUI/NSF); ALMA (ESO/NAOJ/NRAO)



Źródło: NASA/JPL-Caltech

le, z którego bezpośrednio tworzą się planety i komety. Tak jak odkryty w innym dysku protoplanetarnym cyjanometan ( $\text{CH}_3\text{CN}$ ), alkohol metylowy stanowi budulec bardziej złożonych związków organicznych, w tym aminokwasów.

**22 VI** — Wypada zacząć cytatem z notatki z 23 V („Urania” 4/2016, s. 6), bo znów: „wysunięto ciekawą hipotezę, dotyczącą starego problemu, znanego jako paradoks słabego Słońca. 4 mld lat temu na Ziemi istniała woda w stanie ciekłym (czego dowodzi wiek najstarszych skał osadowych). Dlaczego nie zamarzła, skoro Słońce świeciło wtedy z 70% swojej obecnej mocy?” Tym razem proponuje się, że potężne bombardowanie Ziemi planetoidami powodowało roztopienie znaczących obszarów skorupy, z nich uwalniały się ogromne ilości  $\text{CO}_2$ , który swoim zwyczajem generował odpowiednio silny efekt cieplarniany.



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

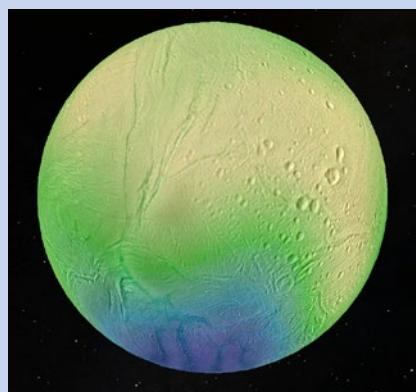
**29 VI** — Już wiadomo, czym są białe plamki w kraterze Occator na Ceres (fot. obok, zob. też „Urania” 3/2015, s. 7 i 3/2016, s. 6). To osady węglanu sodu ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$  — soda kalcynowana, składnik szkła sodowego i mydła) z domieszkami. Na Ziemi produkuje się to w fabrykach chemicznych. Tam po prostu leży na powierzchni. Nie wiadomo, jak powstały te osady.

## LIPIEC 2016

**4 VII** — Amerykańska sonda Juno stała się sztucznym satelitą Jowisza. Po korekcie orbity w październiku będzie go okrążać w odległości zaledwie 5000 km od górnej granicy chmur, przez ok. półtora roku badając wnętrze Króla Planet (zob. „Urania” 4/2016, s. 40).

**4 VII** — Fobos i Deimos, księżyce Marsa, ani nie są przechwycionymi planetoidami, ani nie powstały wraz z nim. Według symulacji komputerowych powstały raczej, podobnie jak nasz Księżyca, w wyniku kolizji. Kilkaset lat po powstaniu, Mars zderzył się z ciałem tylko 3 razy mniejszym od niego. Planetę otoczył dysk rumoszu. W jegoewnętrznej części powstało kilka sporych księżyków (albo jeden duży), a potem w zewnętrznej dwa małe — właśnie Fobos i Deimos. W ciągu kolejnych 5 mln lat duże księżyce spadły z powrotem na Marsa i zostało to, co dziś widzimy.

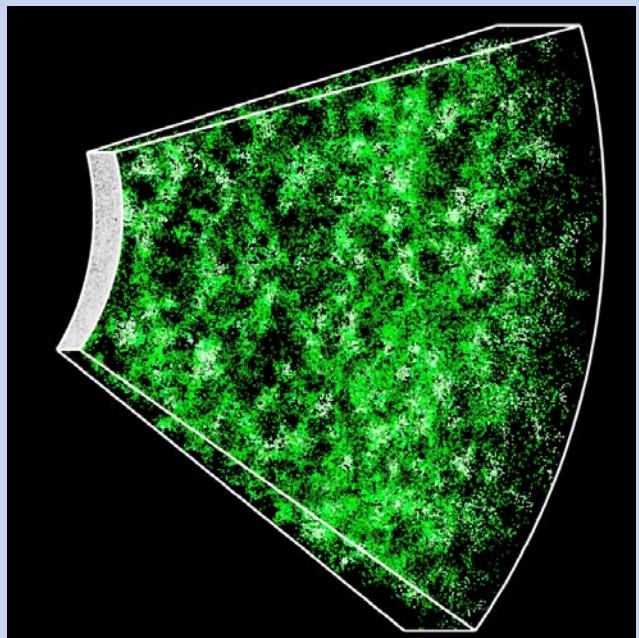
**11 VII** — Lata pracy próbnika Cassini wokół Saturna doprowadziły do zbudowania nowego modelu Enceladusa. W środku znajduje się skaliste jądro o średnicy 370 km, zewsząd oblane słonym oceanem o głębokości 45 km, przykrytym skorupą lodową grubą na 35 km na równiku i tylko 5 km przy biegu południowym (fot. obok — kolory oznaczają gru-



Źródło: LPG-CNRS-U. Nantes/U. Karola, Praga

bość skorupy od najgrubiej do najcieńszej). To ostatnie to dobra wiadomość. Może kiedyś zapukamy w tę cienką skorupkę, by sprawdzić, czy ktoś tam mieszka?

**14 VII** — Po 10 latach pracy setek astronomów w ramach programu SDSS-III opublikowano najbardziej kompletną trójwymiarową mapę rozkładu galaktyk na  $\frac{1}{4}$  nieba, sięgającą w głąb czasu od 2 do 7 mld lat wstecz (rys. niżej to 10-procentowy fragment całości, każda kropka to galaktyka; zauważmy gęstość struktur rozkładu). Mapa zawiera położenia 1,2 mln galaktyk w przestrzeni o objętości 650 mld (lat św.)<sup>3</sup>. Geralnie potwierdza przyjęty standardowy model kosmologiczny.



Źródło: Jeremy Tinker and the SDSS-III collaboration

**20 VII** — Księżycowy basen Morza Deszczów został utworzony w fazie późnego ciężkiego bombardowania (ok. 3,8 mld lat temu). Szczególna analiza bruzd i pęknięć wokół basenu, wsparta eksperymentami laboratoryjnymi i symulacjami komputerowymi dowodzą, że mimo okrągłego kształtu morza (średnica 1123 km), uderzenie było ukośne, a pocisk miał średnicę ok. 250 km. To spora planetoida, a może raczej protoplaneta?

**21 VII** — Dość powszechnie wierzy się, że ciemna materia (85% całej materii Wszechświata) jest zbudowana głównie z hipotetycznych słabo oddziałujących masywnych cząstek (WIMP — weakly-interacting massive particle). By je znaleźć, zbudowano detektor LUX — schowaną 1,5 km pod ziemią beczkę, wypełnioną ciekłym ksenonem, z góry i dołu obstawioną czułymi na UV fotopowielaczami. Niestety, prawie rok pracy LUX-a nie przyniósł żadnych pozytywnych wyników. Ani jednego WIMP-a. Buduje się więc 30-krotnie pojemniejszą beczkę. Jeśli i w nią nic nie złowimy, to chyba trzeba będzie zmienić wiarę.

**27 VII** — Obrazek jakby dobrze znany: silnie magnetyczny, mały, ale masywny obiekt wysyła dwa przeciwbieżące snopy światła (od ultrafioletu po radio). Na skutek wirowania wokół osi nachylonej do osi pola magnetycznego dają one efekt latarni morskiej. Tak działają pulsary, czyli gwiazdy neutronowe. Ale w układzie AR Scorpii nie ma gwiazdy neutronowej, lecz biały karzeł — twór ulepiony z zupełnie innej gliny — pierwszy, u którego to zaobserwowano. Omiatając wtórny składnik układu (karła typu M), te dwa snopy powodują regularne wyjaśnienia układu z okresem 2 min.

Wybrał i skomentował: Marek Muciek

Czy znaleziono drugą Ziemię?

# Proxima i jej planeta

Marcin Kiraga

*W sierpniu 2016 r. zespół naukowców pod kierunkiem Guillema Anglady-Escudé'a ogłosił na łamach czasopisma Nature odkrycie planety wokół najbliższej względem Słońca gwiazdy — Proximi. Wywołało to duże poruszenie i zainteresowanie opinii publicznej, gdyż ta planeta ma minimalną masę niewiele większą od masy Ziemi i znajduje się w odległości od macierzystej gwiazdy, która zapewnia dość umiarkowaną temperaturę. Czyżby odkryto planetę podobną do Ziemi, na której panują warunki dogodne do rozwoju życia? Aby odpowiedzieć na to pytanie, warto zebrać informacje o tym, co wiemy i czego nie wiemy o Proximie i jej planecie.*

## Jak znaleziono Proximę?

Choć Proxima jest najbliższa, trudno ją wyróżnić spośród setek tysięcy gwiazd widocznych na niebie przez niewielki teleskop. Przy czym z Europy nie zobaczymy jej nawet największym teleskopem; aby znajdowała się nad horyzontem, obserwator powinien być na szerokości geograficznej mniejszej niż  $28^\circ$  N. Jej jasność w zakresie widzialnym jest ponad sto razy za mała, aby można było dostrzec ją gołym okiem.

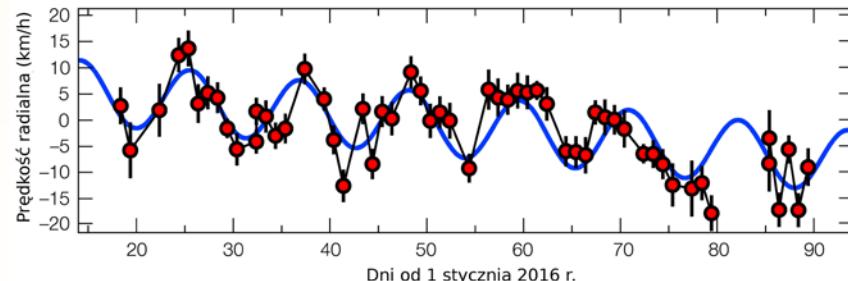
Na Proximę zwróciły uwagę ze względu na jej duży ruch własny, na tle odległych gwiazd porusza się z prędkością kątową  $3,85''$  na rok (Robert Innis, 1915). Dodatkowo, jej ruch własny jest bardzo bliski obserwowanemu dla odległego o ponad dwa stopnie kątowe układu podwójnego alfa Centaura. Stało się to podstawa do przypuszczeń, że Proxima może być związana z alfa Centaura, co zostało potwierdzone przez pomiary paralaksy heliocentrycznej, która okazała się dla obu gwiazd bardzo podobna. Pomiary wykonane w latach 20. XX w. (Harold Alden, 1928) wykazały, że Proxima jest najbliższą znaną nam gwiazdą (oprócz Słońca). Obecna odległość pomiędzy Słońcem a Proximą wynosi 1,30 pc (czyli ok. 4,24 lat św.), ale przed-

kość zbliżania się tych gwiazd wynosi w przybliżeniu 22 km/s i najmniejsza odległość 0,95 pc zostanie osiągnięta za około 27 tys. lat. Nie znamy żadnej innej gwiazdy, która w tym czasie zbliży się bardziej do Słońca. Ponieważ Proxima towarzyszy układowi podwójnemu alfy Centaura i jej obecna od niego odległość jest kilkanaście tysięcy razy większa niż odległość Ziemi od Słońca, najczęściej przyjmuje się, że tworzy z nim układ potrójny. Niestety nie znamy na razie jego parametrów orbitalnych, a dane obserwacyjne nawet nie przesądzą, czy Proxima rzeczywiście jest związana z alfa Centaura grawitacyjnie.

## Proxima — czerwony karzeł

Proxima należy do czerwonych karłów typu widmowego M — chłodnych gwiazd na ciągu głównym, o masie

mniejszej niż około 0,5 masy Słońca, w których widmach obserwuje się linie pochodzące od tlenków metali. Ze względu na niską temperaturę większość promieniowania elektromagnetycznego emittuje w podczerwieni i choć jej całkowita jasność jest około 600 razy mniejsza niż Słońca, to w zakresie widzialnym emittuje dwadzieścia tysięcy razy mniej energii niż Słońce. Pomiary interferometryczne pozwoliły na ustalenie, że rozmiary Proximi są około 7 razy mniejsze niż rozmiary Słońca, masa natomiast nie została zmierzona, ale na podstawie porównania z gwiazdami o podobnych właściwościach może być określona na około 8 razy mniejszą niż masa Słońca. Gwiazdy takie są całkowicie konwektywne — energia powstająca w wyniku reakcji termojądrowych wewnątrz gwiazdy jest transportowana



Zmiany prędkości radialnych gwiazdy Proxima Centauri przez pierwszą połowę 2016 r. Wykryto okres 11,2 dnia. Źródło: ESO/G. Anglada-Escudé



Położenie Proximy Centauri na niebie nad 3,6-metrowym teleskopem w Obserwatorium La Silla. Poniżej zdjęcia gwiazd: alfa Centaura AB (po lewej) i Proxima Centauri (po prawej). Źródło: Y. Beletsky (LCO)/ESO/ESA/NASA/M. Zamani

ku powierzchni przez wielkoskalowe przepływy gazu. Podobna sytuacja ma miejsce na Słońcu, ale jego strefa konwektywna obejmuje tylko zewnętrzne 30% promienia.

W latach 50. XX w. stwierdzono, że Proxima zmienia swoją jasność — zaliczono ją do gwiazd rozbłyskowych, które swoją jasność zmieniają w sposób nagły i niemożliwy do przewidzenia. Związane są one ze zjawiskami, które możemy również obserwować na Słońcu: rozpoczęciem naładowanych cząstek i towarzyszącemu im rozgrzewaniu gazu związanymi z rekonfiguracją pól magnetycznych. W przypadku czerwonych karłów rozbłyski są szczególnie wyraźne przy obserwacjach w krótszych falach (np. w szerokopasmowych filtrach U i B), gdyż te chłodne gwiazdy większość promieniowania emitują w podczerwieni i poziom kontinuum w niebieskiej części widma jest bardzo niski. Pola magnetyczne będące źródłem rozbłysków powstają na chłodnych gwiazdach dużo efektywniej niż na Słońcu. Zmierzona dla Proximy średnia wartość indukcji pola magnetycznego wynosi około 600 Gs, podczas gdy dla Słońca jest to tylko

około 1 Gs. Okres rotacji Proximy wynosi około 83 dni. Został wyznaczony na podstawie modulacji obserwowanej jasności związanej z występowaniem plam.

### Poszukiwanie planet podobnych do Ziemi

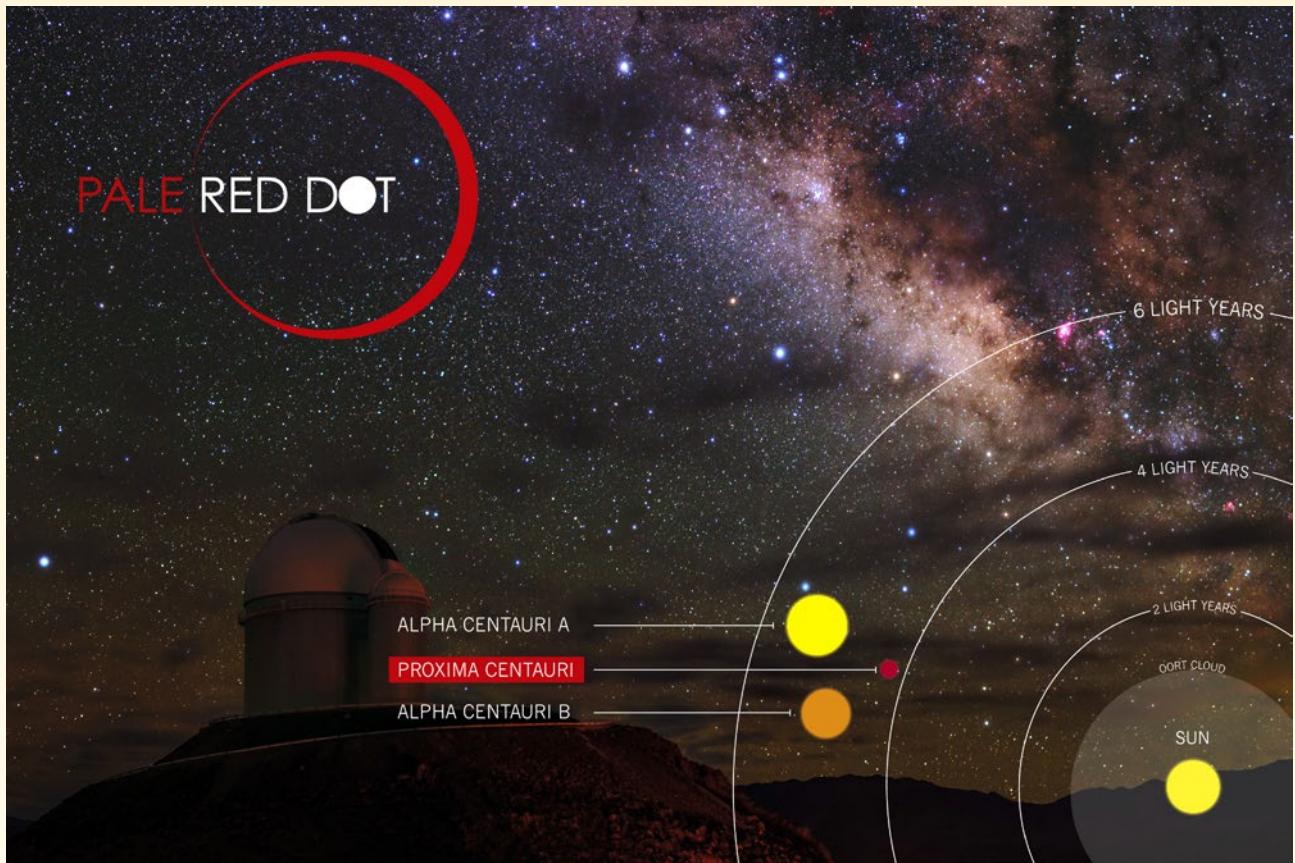
Obszar, w którym strumień energii promieniowania dochodzący z gwiaz-

dy do planety może umożliwić istnienie na jej powierzchni wody w stanie płynnym, nazywany jest ekosferą. Oczywiście, aby na planecie istniały warunki do rozwoju życia, musi ona dodatkowo posiadać atmosferę o odpowiedniej gęstości i składzie chemicznym. Poszukiwanie planet podobnych do Ziemi, znajdujących się w ekosferze wokół gwiazd podobnych do Słońca, wydaje się bardzo trudne. Jeżeli weźmiemy wpływ grawitacji Ziemi na Słońce, to amplituda zmian prędkości radialnej Słońca z nim związana wynosi około 10 cm/s (nasza prędkość orbitalna to ok. 30 km/s, a masa Słońca jest ponad 300 tys. razy większa niż masa Ziemi). W związku z tym planety o masach podobnych do Ziemi, znajdujące się w obszarach o nasłonecznieniu optymalnym dla istnienia wody, są jeszcze niemożliwe do wykrycia za pomocą pomiarów zmian prędkości radialnych wokół gwiazd podobnych do Słońca. Nieliczne kandydatki na takie planety pochodzą z danych fotometrycznych satelity Kepler. Znajdują się one jednak bardzo daleko, np. odległość do gwiazdy Kepler-452 wynosi ok. 400 parseków.

Jeżeli szukamy planet o masach podobnych do Ziemi w „strefie życia”, jak czasem określa się inaczej ekosferę, to łatwiej je znaleźć wokół gwiazd o masach i jasnościach mniejszych niż Słońce. Szczególnie intensywne poszukiwania planet zostały podjęte wokół pobliskich czerwonych karłów typu widmowego M. Choć żadna gwiazda tego typu nie jest widoczna gołym okiem, są to gwiazdy najczę-



Dr Guillem Anglada-Escudé (po lewej) przedstawia 24.08.2016 r. podczas konferencji prasowej w siedzibie ESO odkrycie planety Proxima b. Źródło: ESO/M. Zamani



Kampania obserwacyjna Pale Red Dot trwała w okresie od stycznia do kwietnia 2016 r. Źródło: ESO/Pale Red Dot

ściej występujące w naszym otoczeniu. Grupa badaczy pod kierunkiem Guillego Anglady-Escudé od kilku lat prowadzi program poszukiwania planet wokół pobliskich czerwonych karłów. Badania te przyniosły szereg bardzo ciekawych rezultatów. Na przykład dwa lata temu ogłoszono odkrycie dwóch planet wokół gwiazdy Kepteyna — najbliższej Słońcu gwiazdy ze sferycznej populacji Galaktyki, która składa się z gwiazd starych i o małej metaliczności.

### **Proxima b — najbliższa planeta pozasłoneczna**

Już dwa lata temu przygotowywano się do opublikowania wyników dotyczących planety wokół Proximi. Zmiany prędkości radialnych widoczne były w danych zebranych w latach 2000–2012 za pomocą spektroskopów UVES (stanowiących wyposażenie drugiego teleskopu VLT) i HARPS (podłączony do teleskopu 3,6 m w obserwatorium La Silla). Autorzy stwierdzili jednak, że ogłoszenie istnienia planety wokół najbliższej Słońcu gwiazdy wymaga przedstawienia bardzo mocnych dowodów. Pewne znaczenie dla decyzji o wstrzymaniu publikacji mógł mieć fakt zakwestionowania odkrycia planety wokół alfy

Centaura B. Jej istnienie zostało ogłoszone w 2012 r. na podstawie obserwacji zmian prędkości radialnych. Choć minimalna masa była w przybliżeniu równa masie Ziemi, to okres orbitalny 3,2 dnia sytuował ją zdecydowanie zbyt blisko gwiazdy, aby można było mieć nadzieję na występowanie sprzyjających warunków do istnienia życia. Strumień promieniowania pochodzącego od alfy Centaura B byłby blisko 300 razy większy od otrzymywanej przez Ziemię od Słońca. Rozpatrywanie własności tej planety okazało się jednak bezwocne, gdyż jej istnienia nie mogą potwierdzić inne zespoły analizujące ten sam zestaw danych.

Z tego powodu w przypadku Proximi został zgłoszony projekt obserwacyjny Pale Red Dot (PRD), mający na celu zebranie danych obserwacyjnych umożliwiających potwierdzenie odkrycia. Obejmował on zebranie danych spektroskopowych za pomocą spektroskopu HARPS i wykonanie pomiarów jasności Proximi za pomocą automatycznych teleskopów o średnicy zwierciadła 40 cm. Obserwacje w ramach projektu PRD wykonano w okresie od stycznia do marca 2016 r. Już wstępna analiza nie pozostawiła wątpliwości, że zmiany prędkości radialnych z okresem 11,19 doby są rzeczywiście

widoczne i ich okres oraz faza nie ulegają zmianom w okresie sześciu lat (od 2000 do 2016 r.). Choć półamplituda zmian prędkości radialnych jest bardzo mała (ok. 1,4 m/s), to sygnał jest bardzo znaczący i prawdopodobieństwo fałszywego alarmu metodami statystycznymi zostało określone na  $10^{-7}$ . Te dwie wielkości: półamplituda zmian prędkości radialnych gwiazdy i jej okres wynoszący 11,19 doby są jedynymi wielkościami, które mamy dane z obserwacji. Kształt krzywej zmian prędkości radialnej daje ograniczenie na mimośród orbity, który z prawdopodobieństwem 95% jest mniejszy niż 0,35.

Proxima i jej planeta mają wzajemną orbitę w ustalonej płaszczyźnie. W astronomii kąt nachylenia płaszczyzny orbity do obserwatora określony jest przez kąt pomiędzy półosią prostopadłą do płaszczyzny orbity a półosią skierowaną od środka masy układu do obserwatora. Gdy znajdujemy się w płaszczyźnie orbitalnej układu gwiazd, mówimy: jest ona nachylona do obserwatora pod kątem 90°. W takiej sytuacji półamplituda obserwowanych zmian prędkości radialnej gwiazdy jest równa wartości prędkości orbitalnej gwiazdy (w przypadku orbity kołowej).

Gdy nachylenie płaszczyzny orbity będzie mniejsze, wtedy prawdziwa wartość prędkości orbitalnej będzie większa i określona wzorem  $v_{\text{orb}} = K / \sin i$ , gdzie  $v_{\text{orb}}$  — prędkość orbitalna,  $K$  — półamplituda zmian prędkości radialnej,  $i$  — kąt nachylenia płaszczyzny orbity. Ponieważ prędkość orbitalna jest większa lub równa  $K$ , można określić tylko minimalną masę planety, jeżeli wiemy, jaka jest masa gwiazdy. Dla gwiazdy pojedynczej masę gwiazdy można określić tylko na podstawie porównania do innych gwiazd o znanej masie (znajdujących się w układach podwójnych) i do modeli budowy oraz ewolucji gwiazd. Jak już wspomniałem, w przypadku Proximy ta masa jest oszacowana na 1/8 masy Słońca. Z trzeciego prawa Keplera możemy określić rozmiary wielkiej półosi orbity, na której ciało będzie obiegać Proximę w ciągu 11,186 doby na w przybliżeniu 0,049 jednostki astronomicznej. Prędkość na orbicie kołowej o tym promieniu wynosi  $v_1 = 47,6 \text{ km/s}$ . Ponieważ półamplituda zmian prędkości radialnej Proximy wynosi  $K = 1,4 \text{ m/s}$ , a jej prędkość orbitalna  $v_2 = K / \sin(i)$ , to z faktu, że gwiazda i planeta obiegają wspólny środek masy, masa planety jest równa  $m_{\text{pl}} = M_{\text{prox}} \cdot K / v_1 / \sin(i)$ . Ponieważ nie znamy  $\sin(i)$ , a jest ono zawsze mniejsze lub równe 1, to jej minimalna masa wynosi około 1,3 masy Ziemi.

Przy odległości planety od Proximy około dwadzieścia razy mniejszej niż odległość Ziemi od Słońca, strumień energii, jaki do niej dociera, stanoi tylko 65% otrzymanywanego przez Ziemię. Mimo to planeta znajduje się w obszarze, który spełnia warunki zakładane dla ekosfery.

Oddziaływanie pływowe Proximy powinno mieć wpływ na rotację planety. Najczęściej są rozpatrywane dwa możliwe warianty, które zależą od mimośrodu orbitalnego. Jeżeli orbita ma mały mimośród, okres rotacji planety powinien być równy okresowi orbitalnemu. Oznacza to, że jedna półkula byłaby ciągle oświetlona, a na drugiej panowałby wieczny mrok. W przypadku większego mimośrodu (powyżej 0,06) możliwy jest również okres rotacji równy 2/3 okresu orbitalnego — taki jak w przypadku Merkurego.

Widok Proximy z powierzchni planety byłby bardzo efektowny. Jej śred-

nica kątowa byłaby trzy razy większa niż Słońca obserwowanego z Ziemi. Mały strumień energii emitowanej w zakresie widzialnym umożliwiałby patrzenie na gwiazdę gołym okiem. Widoczne byłyby przejawy aktywności magnetycznej, takie jak plamy czy pojawiające się co pewien czas na tarczy gwiazdy rozbłyski.

Niestety aktywność magnetyczna Proximy jest źródłem szeregu zjawisk, które możemy uznać za niekorzystne dla rozwoju życia. W okresie spokojnym jasność Proximy w zakresie rentgenowskim jest podobna do jasności rentgenowskiej Słońca. Oznacza to, że bazowy strumień energii promieniowania rentgenowskiego w pobliżu Proximy b będzie tam około 400 razy większy niż w pobliżu Ziemi. Rozbłyski natomiast i towarzyszące im zjawiska mogą być silniejsze niż na Słońcu, co przy niewielkiej odległości do planety w silny sposób może wpływać na jej (ewentualną) atmosferę.

Ponieważ poza zmianami prędkości radialnej macierzystej gwiazdy nie zarejestrowano żadnego innego przejawu obecności planety, należy się zastanawiać, czy jej istnienie jest rzeczywiste. Na razie można powiedzieć, że obecność planety wokół Proximy jest hipotezą, która najlepiej tłumaczy obserwowane zmiany prędkości radialnej tej gwiazdy. Amplituda tych zmian, okres i faza nie uległy zmianie przez 16 lat. Nie zaobserwowano żadnych zjawisk na Proximie, które zachodziłyby z podobną okresowością ani w jej jasności, ani w aktywności magnetycznej, ani w kształcie linii widmowych. Nie znamy też innych zjawisk na czerwonych karłach, które przez 16 lat mogą powodować utrzymywanie się stałych w fazie, okresie i amplitudzie zmian prędkości radialnych.

Z tego powodu możemy przyjąć, że istnienie planety jest bardzo prawdopodobne. Niestety, potwierdzenie tego innymi metodami będzie trudne. Z publikowanych ostatnio prac wynika, że nie zaobserwowano tranzytu, czyli przejścia planety na tle tarczy gwiazdy i że najprawdopodobniej to zjawisko nie będzie mogło być przez nas zaobserwowane. Aby było to możliwe, musielibyśmy się znajdować bardzo blisko płaszczyzny orbitalnej układu. Biorąc pod uwagę geometrię i uznając wszystkie kierunki za równo prawdopodobne,

prawdopodobieństwo zajścia tranzytu w przypadku Proximy i Proximy b wynosi około 1,5%. Tak więc fakt, że nie został zaobserwowany, nie wyklucza istnienia planety. Niestety, przy braku tranzytów nie ma możliwości wykonania szeregu obserwacji, które mogłyby przynieść zasadnicze informacje dotyczące planety: potwierdzenie jej istnienia, pomiar jej wielkości, stwierdzenie obecności i składu atmosfery. Wszystko wskazuje na to, że na otrzymanie nowych danych dotyczących Proximy b będziemy musieli poczekać na uruchomienie budowanych bądź planowanych obecnie teleskopów, takich jak James Webb Space Telescope (JWST) czy ogromnych teleskopów naziemnych, których efektywne średnice zwierciadła będą miały ponad dwadzieścia metrów. Nie jest to jednak perspektywa bardzo odległa, wystrzelanie JWST planowane jest na październik 2018 r., a uruchomienie wielkich teleskopów nowej generacji może mieć miejsce wcześniej niż za 10 lat. Wtedy będzie można zarejestrować zarówno światło odbite od Proximy b, jak i emisję termiczną planety. Powinno to dać możliwość rozstrzygnięcia, czy według przyjmowanych przez nas kryteriów panują na niej warunki dogodne do rozwoju życia.



Autor pracuje w Obserwatorium Astronomicznym Uniwersytetu Warszawskiego. Jest jednym ze współautorów publikacji w *Nature* na temat odkrycia planety Proxima b — dwa lata temu zajmował się analizą danych fotometrycznych pod kątem wykluczenia innych niż planeta możliwości wyjaśnienia zaobserwowanych zmian.

# Proxima b: od fantasyki do realu

W sierpniu 2016 r. świat obiegła sensacyjna informacja o odkryciu planety pozasłonecznej wokół Proximy Centauri, najbliższej gwiazdy względem Słońca. Jednak próby odkrycia planet w tym układzie były dokonywane już dużo wcześniej. Na podstawie inspiracji tego typu badaniami z pierwszej połowy XX w. powstała nawet polska powieść science fiction pt. „Proxima”.

**P**óźną wiosną i latem 2016 r. pojawiło się, głównie w *Nature*, kilka artykułów na temat planet pozasłonecznych i może warto o nich opowiedzieć. Szczególnie że pod koniec sierpnia 2016 r. w *Nature* ukazał się tekst (*Nature* t. 536 s. 437, G. Anglada-Escudé oraz 31 współautorów), w którym doniesiono o istnieniu planety przy Proximie Centauri. To nie pierwsze takie ogłoszenie – już w pierwszej połowie XX w. były sugestie, że taka planeta istnieje.

Warto zauważyć, że badania były inspiracją (jedną z inspiracji?) do powstania jednej z lepszych polskich powieści typu science fiction pt. „Proxima”. Ta środkowa i chyba najbardziej udana część trylogii K. Borunia i A. Trepki jeszcze teraz „daje się czytać”, a zawarty w niej opis układu planetarnego Proximy opiera się na wspomnianych badaniach, co Autorzy zaznaczyli w odpowiednim przypisie – i pomyśleć, że w połowie XX w. w powieściach były takie przypisy! Nietrudno się domyśleć, że w powieści na planetach Proximy znajdziemy bogatą biosferę, w tym na jednej nazwanej Temą, dość prymitywny, ale rozumny gatunek.

Według badań z pierwszej połowy XX w., planeta miała być olbrzymem, natomiast ciało odkryte przez G. Anglada-Escudé'a jest niemal Ziemią – minimum funkcji masy wynosi 1,27 masy Ziemi. Odkrycia dokonano metodą dopplerowską, a amplituda zmian prędkości Proximy to około 1,38 m/s. Z parametrów orbity wynika, że planeta znajduje się niemal w centrum ekosfery! Proxima na niebie planety będzie powierzchniowo prawie osiem razy większa od Słońca widzianego z Ziemi, co przy temperaturze gwiazdy około  $3050 \pm 100$  K, oznacza stałą gwiazdową tylko nieco mniejszą od ziemskiej – autorzy podają 65% ziemskiej. W sumie warunki podobne do planety opisywanej w powieści K. Borunia i A. Trepki z 1956 r. i aż się prosi, by zaproponować dla niej (przynajmniej nieoficjalnie w Polsce) nazwę Tema.

Sama Proxima jest maleńka: 12% masy i 14,1% promienia Słońca. Rok Temy trwa niewiele ponad 11 dni (11,186 ziemskiego dnia), a orbita jest prawdopodobnie zbliżona do kołowej, jako że mimośród określono na mniejszy od 0,35. Uzupełniając informacje o planetach Centaura, można dodać, że istnieją pewne, jak na razie niepotwierdzone dane o tym, że Proximę obiega jeszcze jedna planeta o okresie między 100 a 400 dni, co odpowiadają wielkiej półosi orbity około 10 do 15% au. Z kolei planeta Tolimak Bb (*Nature*, t. 491, s. 207) powoli... znika – coraz bardziej wydaje się, że doniesienie było pomyłką. Natomiast nie wydaje się pomyłką doniesienie z maja 2016 r., w którym M. Gillon i 14 współautorów ogłosiło (*Nature*, t. 533, s. 221) odkrycie aż trzech planet wokół TRAPPIST-1 (nazwa od teleskopu, którym zostało dokonane odkrycie), obiektu o masie na granicy gwiazdy i brązowego karła. Obiekt ma temperaturę 2550 K i leży 12 parseków od Słońca, a planety odkryto metodą zakryciową. Dlatego poza parametrami orbit znane są ich rozmiary, nieco większe, ale bardzo zbliżone do rozmiarów Ziemi. Konkretnie: 1,11, 1,05 i 1,168 promienia Ziemi. Co jest pewnym zaskoczeniem, nieznane są ich masy. Jak piszą Autorzy, zmierzenie ruchów tej gwiazdy z dokład-

\* Trudno nie podkreślić, że w trylogii Borunia i Trepki ta własność Proximy ma istotne, a nawet kluczowe znaczenie! Podpowiedź dla wydawców książek: dobra promocja i powieść „Proxima” może być hitem na światową skalę.

nością umożliwiającą szacowanie mas jest obecnie niemożliwe (por. dane dla Proximy!). Oczywiście poza sugestią, że planety na takich orbitach (okresy obiegu odpowiednio 1,5, 2,4 i między 4,5 a 73 dni) powinny być raczej skaliste. Tym niemniej realność tych planet wydaje się duża – początkiem września w *Nature* pojawił artykuł (J. de Wit i 13 współautorów, w większości tych samych co w pracy z maja) donoszący o niemal jednocześnie tranzycie planet TRAPPIST-1 b i c, w którym przedstawiono odpowiednie widma.

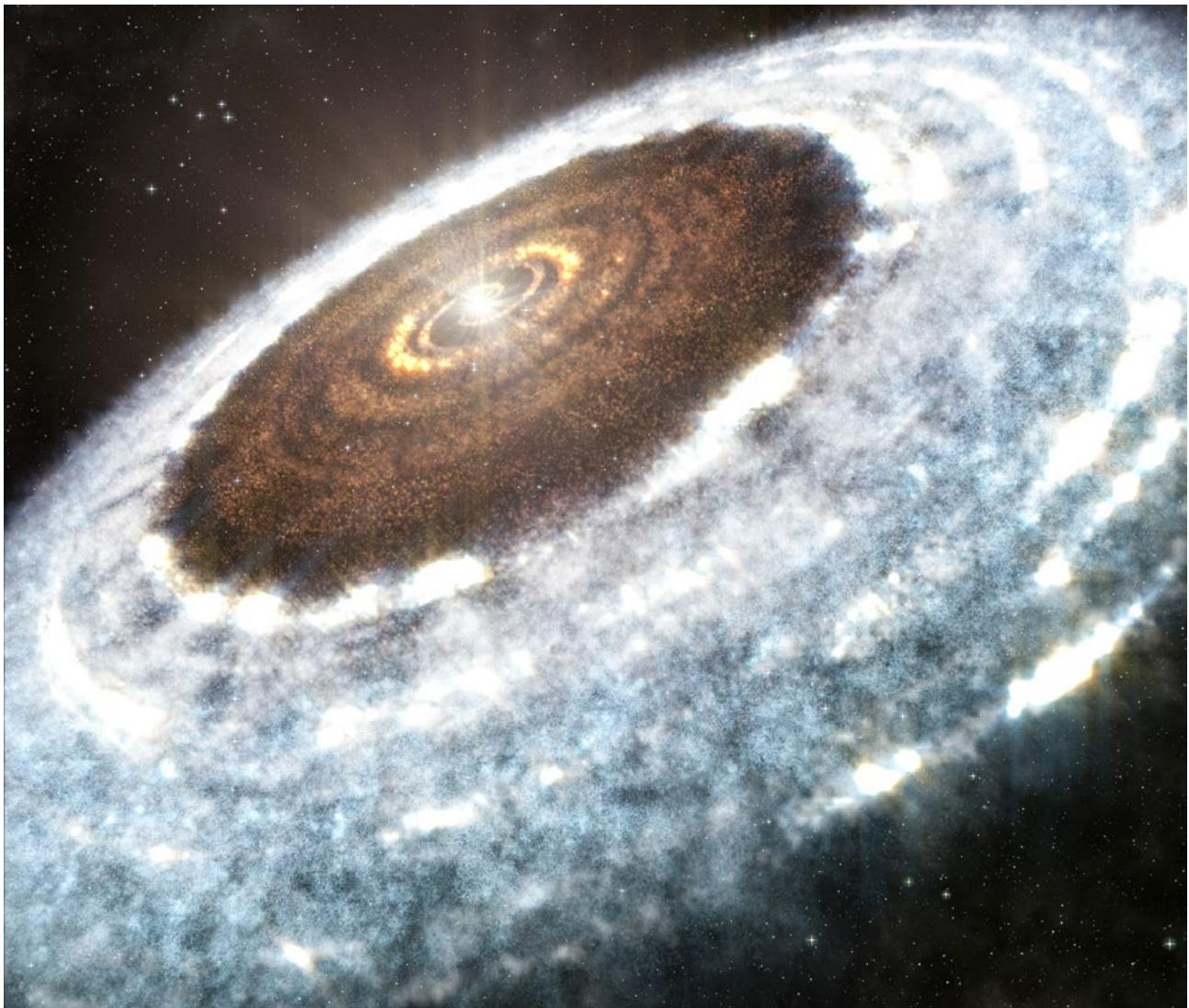
## Warunki powstania biosfery

Jak widać, planety obiegające bardzo „lekkie” gwiazdy wydają się dość powszechnie. Szczególnie interesująca wydaje się Tema. Oczywiście główny powód to możliwość istnienia na niej życia. Jej niewielka odległość od Układu Słonecznego daje możliwość jednoznacznych rozstrzygnięć w tej kwestii już w najbliższych latach. Warto jednak zauważyć, że istnieją mocne argumenty przeciw możliwości istnienia na Temie biosfery. Proxima jest gwiazdą aktywną<sup>1</sup> i bliska niej planeta jest narażona na oddziaływanie silnych pól magnetycznych, wybuchów oraz mocną ultrafioletową i rentgenowską radiację. Do tego prawdopodobnie jej ruch jest zsynchronizowany z obiegiem i mamy na niej stałą stronę dzienną i nocną.

Jednak życie to temat tyleż nośny, co mało precyzyjnie określony. Dlatego warto się rozejrzeć w literaturze, co właściwie wiemy na temat „życia we Wszechświecie”. Jako warunek jego istnienia podaje się wodę w stanie płynnym. W praktyce więc „życia” poszukuje się w tzw. ekosferze – obszarze wokół gwiazdy, w którym temperatury przynajmniej czasami zawierają się w przedziale od zera do stu stopni Celsjusza. Często zapomina się, że istotne jest również ciśnienie. To ostatnie może zapewnić atmosfera, ale można je też uzyskać dzięki grubej warstwie lodu. Dlatego na zimnej planecie, o powierzchni skutej lodem, mogą być całkiem dobre warunki do życia. Z wierzchu mamy lód, a pod spodem ogrzewany ciepłem wewnętrznym planety ciekły ocean. W Układzie Słonecznym taką sytuację możemy mieć na Europie i Enceladusie, natomiast poza nim planety pokryte głębokim oceanem wydają się bardzo prawdopodobne. Jednak przy odpowiednio dużym ciśnieniu ciekła woda może przeходить w lód, który w odróżnieniu od tego znanego z Ziemi, ma większą gęstość od wody i tonie. Taki lód, pokrywając dno oceanu, odetnie

**Linia śniegu** – graniczna odległość od protogwiazdy, za którą w dysku protoplanetarnym temperatura spada do takiego poziomu, że cząsteczki wody (lub innych substancji lotnych) przechodzą bezpośrednio ze stanu gazowego do stałego. W przypadku wody temperatura na linii śniegu wynosi około 150 K (około  $-120^{\circ}\text{C}$ ).

**Ekosfera** – także: ekostrefa, strefa zamieszkiwalna, strefa nadająca się do zamieszkania, „strefa życia” (ang. *habitable zone*). Obszar wokół gwiazdy, w którym panują warunki umożliwiające występowanie wody w stanie ciekłym na powierzchni planety.



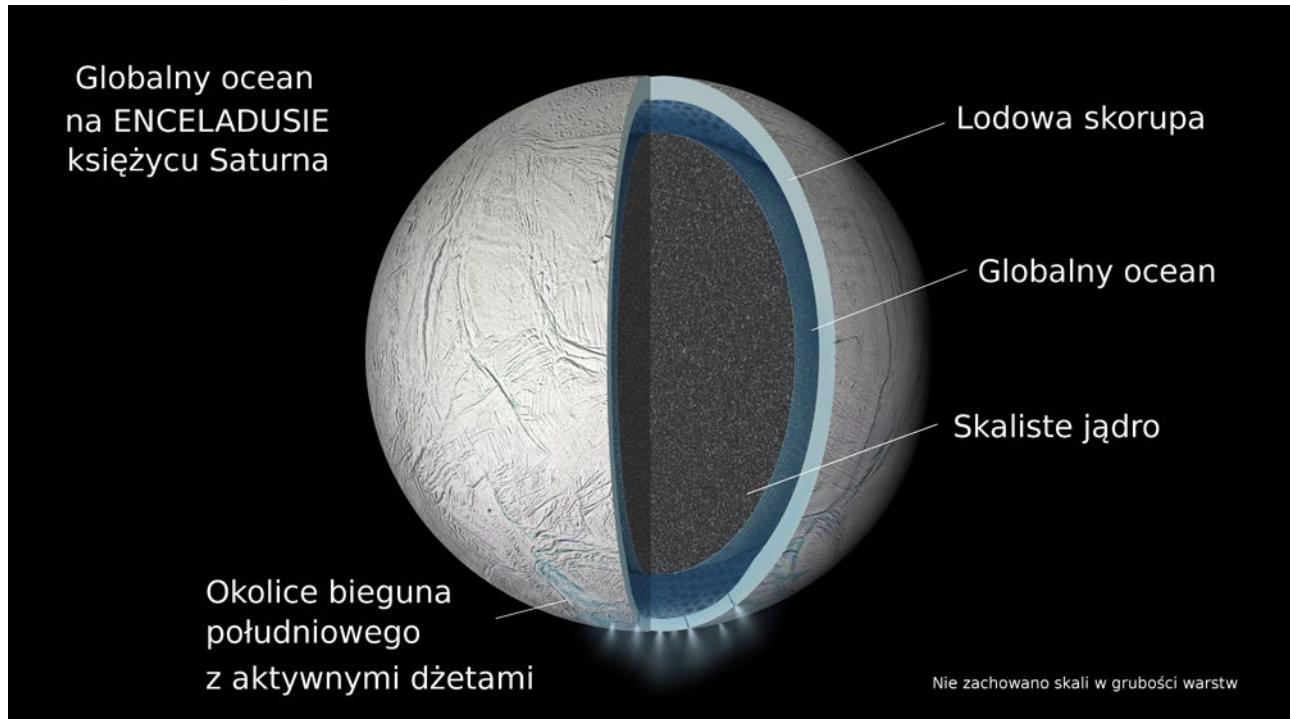
Artystyczna wizja linii śniegu wokół młodej gwiazdy V883 Orionis. Linia śniegu w tym układzie została zaobserwowana przez sieć radioteleskopów ALMA. Wyniki ogłoszono w lipcu 2016 r. Źródło: A. Angelich (NRAO/AUI/NSF)/ALMA (ESO/NAOJ/NRAO)

ciekłą wodę od związków chemicznych będących podstawą życia. Może więc istnieć planeta pokryta ciepłym oceanem, w którym nie ma szans na powstanie i utrzymanie się życia. Może być jeszcze dziwniej, czyli planeta pokryta ciepłym, ale pozbawionym życia oceanem, z pełnym życia „dolnym oceanem”. Ten ostatni oddzielony od górnego warstwą lodu powstałby pod wpływem ciepła wewnętrznego planety. Powyższe wygląda egzotycznie, ale tego rodzaju rozważania można znaleźć np. w czasopiśmie *Icarus* (2016, t. 277, s. 215).

W sumie nauka z tego taka, że poszukiwanie życia we Wszechświecie nie jest prostą sprawą, zwłaszcza że poza spekulacjami wiemy niewiele. Jednak nawet spekulacje powinny sugerować jakieś sposoby empirycznego znajdowania życia. I tu mamy przynajmniej jedną solidną sugestię (A. Witze, *Nature*, t. 535, s. 474) – życia można się spodziewać na planetach, których atmosfery odbiegają od równowagi chemicznej. Po prostu życie powinno prowadzić aktywną działalność chemiczną, uwalniając do atmosfery rozmaite gazy, które nie powinny być w równowadze chemicznej z powierzchnią planety. Na Ziemi takim nierównowagowym gazem jest tlen. Gdyby nie aktywność biosfery, tlenu w atmosferze by nie mogło być, bo zostałby szybko związany z minerałami skorupy. Przy okazji warto zauważać, że atmosfera Marsa wydaje się być w równowadze chemicznej z powierzchnią, wykluczając możliwość istnienia biosfery na jego powierzchni (na co zwracano uwagę już w latach sześćdziesięciu!). Gazy wskazujące na możliwość istnienia życia na planecie, to oprócz tlenu i jego pochodnych, takich jak ozon, także me-

tan, amoniak i siarczki. Łącznie przetestowano pod tym kątem około 14000 różnych związków chemicznych (A. Witze). Pozostałe więc tylko sprawdzić, czy są ich ślady w atmosferach planet. Nie jest to nadmiernie proste i w praktyce możliwe w dwu przypadkach: albo gdy planeta jest daleko od macierzystej gwiazdy i świeci stosunkowo jasno (jest gorąca!), albo gdy planeta ulega okresowym zakryciom przez macierzystą gwiazdę. Nie są to zbyt typowe przypadki. Dlatego, mimo że znamy sporo planet, niewiele potrafimy powiedzieć o tym, jakie planety są typowe (występują najpowszechniej).

Znamy wiele planet krażących blisko swoich gwiazd. Odkrywa się też bardzo duże ciała, jak na przykład układ gwiazdy HR 8799 (D. Clery, *Science*, t. 353, s. 438), gdzie stwierdzono cztery planety o masach przekraczających pięć mas Jowisza i w dużej odległości od macierzystej gwiazdy, przekraczającej w przypadku najdalszej planety 60 au. W tych odległościach od gwiazdy planety poruszają się zbyt wolno, by osiągnąć takie masy, w wyniku „dragowania”. Oczywiście według standardowych teorii, więc pewnie przyjdzie je poprawić. Tym bardziej że między wspomnianymi „olbrzymami na peryferiach” a gorącymi jowiszaًmi i superziemiami na ciasnych orbitach, jest, jak pisze D. Clery, przerwa – współczesne teleskopy nie potrafią rejestrować średniej wielkości planet na średnich dystansach od swoich gwiazd. Być może w najbliższych latach ulegnie to zmianie (*Science*, t. 361, s. 805), ale jak na razie przerwa istnieje i nie jest „zasypywana” przez teorię. Wprost przeciwnie – teoria dorzuca coraz więcej wątpliwości.



Schemat budowy Enceladusa z możliwym podpowierzchniowym oceanem złożonym z ciekłej wody. Źródło: NASA/JPL-Caltech

### Linia śniegu

Standardowo planety powinny powstawać w wyniku zlepiania się drobniejszych ciał: ziarenka zlepiają się w kamieniu, a te w jeszcze większe ciała, w końcu osiągając rozmiary planet. Dalej od macierzystej gwiazdy proces powinien następować szybciej, bo znaczną częścią materiału tworzącego jądra planet może być lód. Dlatego zewnętrzne planety powinny mieć jądra ze znaczną zawartością wody i grube atmosfery powstające w wyniku zgarniania na kamiennno-lodowe jądro gazów. Bliżej gwiazdy, gdzie woda nie może występować w postaci stałej, czyli wewnątrz tzw. linii śniegu, planety powinny być skaliste z cienkimi atmosferami, ze względu na silniejsze promieniowanie gwiazdy niesprzyjające ich utrzymywaniu. Planety pozasłoneczne, w dużej mierze za sprawą położenia linii śniegu, kiepsko wpisują się w ten obraz. W lipcu 2016 r. na ten temat ukazał się w *Nature* artykuł (L.A. Cieza i piętnastu innych autorów, *Nature* t. 535, s. 258). Linia śniegu jest oczywiście określona przez temperaturę i ciśnienie, w których dany rodzaj lodu sublimuje. Dla wody to około 150 K, dla metanu 65 K, a dla tlenku węgla 20 K (B. Matthews, *Nature*, t. 535, s. 237). Z punktu widzenia powstawania planet najistotniejsza jest oczywiście wodna linia śniegu, przebiegająca dla gwiazd typu Słońca bliżej niż 5 au w momencie powstania gwiazdy, a później nawet zbliżająca się do niej. Prowadzi to do układu planetarnego z grubsza takiego, jaki znamy z naszego podwórka. Na takiej linii śniegu temperatura wynosi 150 do 170 kelwinów, przy ciśnieniu rzędu  $10^{-4}$  bara. Otóż praca Ciezy wskazuje na to, że wodna linia śniegu dla bardzo młodej (ok. 0,5 miliona lat), a więc takiej, która powinna budować swoje planety, gwiazdy V883 Ori, leży obecnie 42 au od niej. Gwiazda jest zbliżona masą do Słońca (1,3 masy Słońca), jednak jej jasność wynosi około 400 jasności Słońca. Wydaje się, że chwilowo — aktualnie akreje ona  $7 \cdot 10^{-5}$  masy Słońca na rok, co powoduje wspomnianą ogromną jasność, przekraczającą 60 razy jasność spodziewaną dla gwiazdy o jej masie w tym stadium. Wzrost temperatury zewnętrznych części protoplanetarnego dysku, wraz z naturalnym spadkiem ciśnienia na periferiach, powoduje przesunięcie linii śniegu do wspomnianych 42 au, przy temperaturze  $105 \pm 11$  K. Oczywiście tak duża akreja nie może trwać zbyt

długo, bo cały dysk protoplanetarny V883 Ori ma masę około 0,3 masy Słońca. Ocenia się (Matthews), że może to trwać około 100 lat. Zmienność jasności gwiazdy powodowana zmianą akreją wydaje się więc powodować wdróbkę linii śniegu z czasem charakterystycznym wielokrotnie krótszym od czasu charakterystycznego dla wzrostu planet. Powinno to bardzo istotnie wpływać na wzrost planet, a tym samym na ich wielkość w funkcji odległości od macierzystej gwiazdy. Dlatego można się spodziewać zaskoczenia w obszarze chwilowo niedostępnych dla współczesnych teleskopów. Pozostaje więc poczekać.

Jerzy Kuczyński



„Proxima” to powieść science fiction autorstwa Krzysztofa Borunia i Andrzeja Trepki. Stanowi drugą część trylogii. Fabuła opowiada o wyprawie Zieman do układu Proxima Centauri, gdzie udaje się natrafić na planetę nazwaną Temą, zasiedloną przez żywe istoty. Po raz pierwszy powieść wydana w 1955 r. Kilka lat temu nakładem wydawnictwa Solaris ukazało się kolejne wznowienie książki ([www.solarisnet.pl](http://www.solarisnet.pl))

# SKLEP INTERNETOWY URANII

[www.sklep.pta.edu.pl](http://www.sklep.pta.edu.pl)

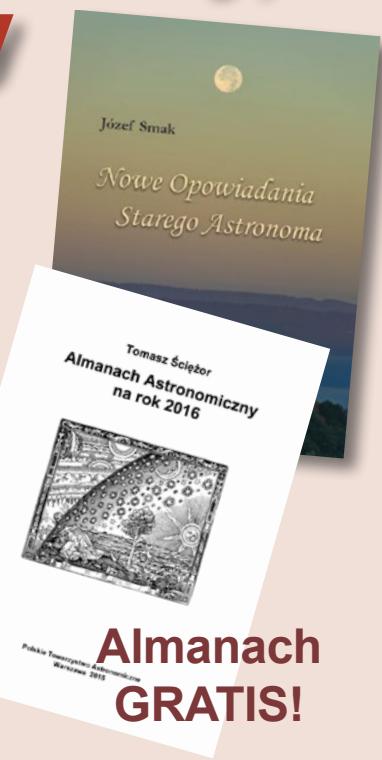
- prenumerata „Uranii” i ciekawe książki
- numery bieżące i archiwalne „Uranii”
- niezwykły parasol, dzięki któremu możesz mieć rozgwieźdzone niebo nad sobą, nawet gdy pada deszcz
- praktyczna czapka z latarką, do wyboru światło czerwone lub białe



wygodny sposób zakupów — częste promocje i rabaty — możliwość płatności kartą oraz przelewem

## Cyfrowe wersje naszych wydawnictw na tablety, smartfony, laptopy

[www.urania.edu.pl/cyfrowa](http://www.urania.edu.pl/cyfrowa)



Czym są i jak ich poszukiwać?

# Śladami gromad galaktyk

Bartosz Lew

**19 lutego 1924 roku Edwin Hubble w liście do Harlowa Shapleya zamieścił wykres krzywej blasku cefeidy, którą znalazł w galaktyce M31 — wynikało z niego, że M31 nie jest, jak ówcześnie sądzono, mgławicą krążącą gdzieś na peryferiach naszej Galaktyki, ale niezależną galaktyką leżącą daleko poza niegdyś wyznaczonymi granicami Drogi Mlecznej. Shapley skomentował ten wynik następująco: „Oto list, który zniszczył mój Wszechświat”. Szybko zorientowano się, że galaktyki grupują się, tworząc dużo większe struktury — gromady galaktyk. Obecnie wiemy, że najdalsza z nich, CL J1001+0220 znajduje się w odległości około 11 miliardów lat światła od Ziemi. Dzięki gromadom galaktyk możemy sięgać bardzo głęboko w historię Wszechświata.**

## Rozmiary i odległości

Spoglądając na rozgwieźdzony firmament nocnego nieba, trudno jest docenić rozmiary obserwownego Wszechświata. Gołym okiem dostrzec można zaledwie kilka tysięcy gwiazd, cztery planety, parę księżyców i dysk Drogi Mlecznej. Odległość pomiędzy Ziemią a Księżycem (365 tys. km w momencie pisania tego tekstu) można sobie wyobrazić — to dystans, który pokonać może przecienny samochód dostawczy w ciągu kilkunastu lat użytkowania. Średnia odległość od Ziemi do Słońca — jednostka astronomiczna (au, astronomical unit) — jest już jednak blisko 400 razy większa. To odległość ponad cztery razy większa niż łączna długość wszystkich dróg na świecie<sup>1</sup>. Jednakże odległość do najbliższej gwiazdy jest ponad ćwierć miliona razy większa niż au, więc przeskok do odległości

międzygwiazdnych nie jest już łatwo namacalny i wymaga wprowadzenia większych jednostek — np. lat świetlnych<sup>2</sup>. Do najbliższych gwiazd dzieli nas odległość, którą światło pokonuje w ciągu kilku lat. Nasza galaktyka w porównaniu do tej odległości jest jeszcze ponad cztery rzędy wielkości większa. Gromady galaktyk są jeszcze większe. To obiekty skupiające setki a nawet tysiące galaktyk i mają rozmiary sięgające kilkunastu milionów lat światła. Droga Mleczna, spiralna galaktyka w Andromedzie (M31) oraz spiralna galaktyka w gwiazdozbiorze Trójkąta (M33) wraz z kilkudziesięcioma mniejszymi galaktykami satelitarnymi (takimi jak Obłoki Magellana) tworzą grupę galaktyk zwaną Grupą Lokalną. Najbliższa nas gromada galaktyk to gromada w gwiaz-

dozbiorze Panny (rys. 1) odległa o 54 mln lat światła, która zawiera ponad tysiąc galaktyk. Dominującą jest aktywna galaktyka eliptyczna M87.

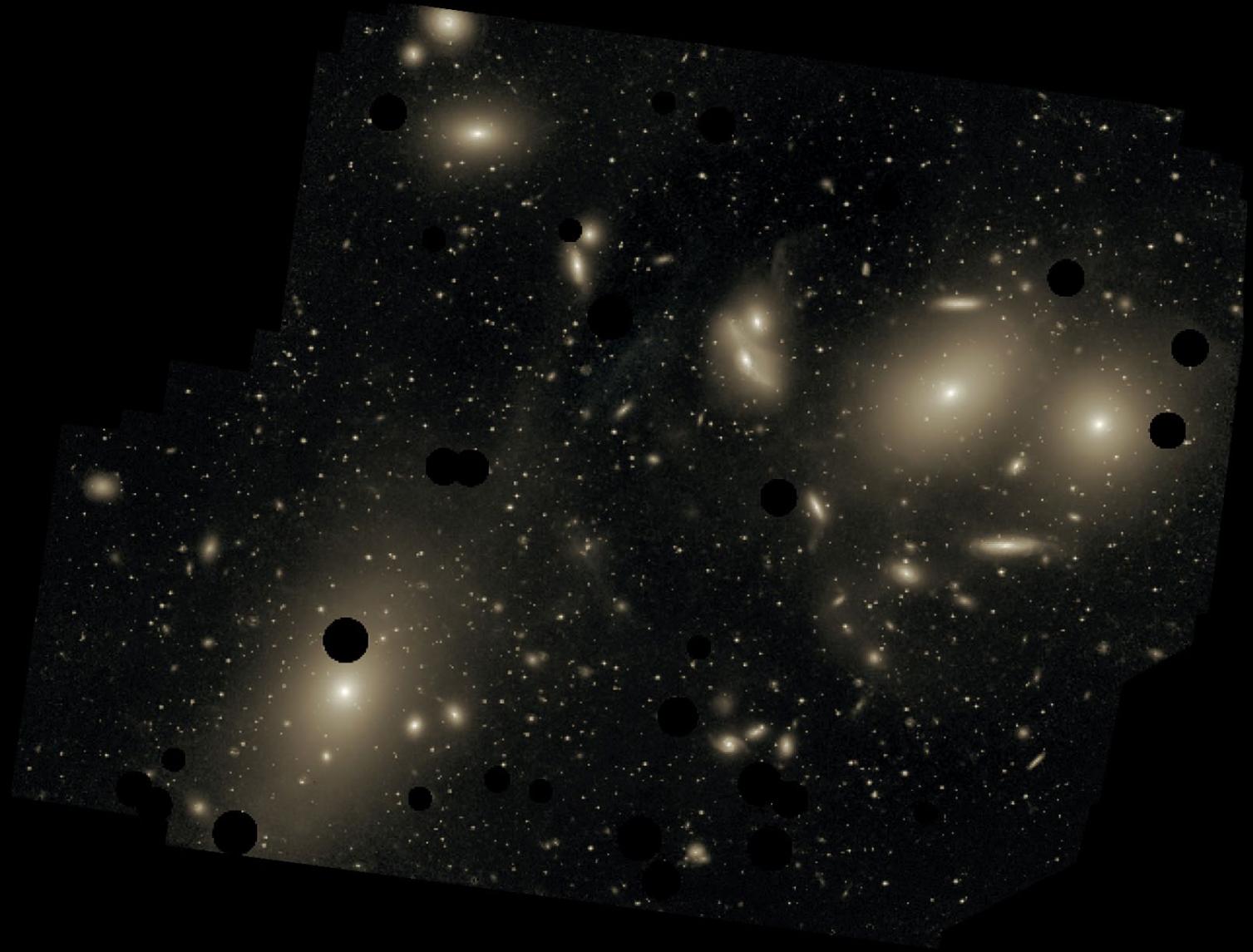
## Obserwacje optyczne

Obserwacje rozmieszczenia setek tysięcy galaktyk w przestrzeni umożliwiły odkrycie dziesiątek tysięcy grup i gromad galaktyk w szeroko zakrojonych przeglądach optycznych i w bliiskiej podczerwieni, i to zaledwie w niewielkim fragmencie obserwownego Wszechświata<sup>3</sup>. Typowe gromady galaktyk odkryte w promieniu miliarda lat światła składają się z jednej lub kilku galaktyk eliptycznych, które dominują cały system (tzw. galaktyki typu cD — central dominant galaxies). Wokół nich są rozsiane setki mniejszych galaktyk spiralnych, soczewkowych, eliptycznych i karłowatych galaktyk o niskiej jasności powierzchniowej, które wspólnie

<sup>1</sup> <https://www.cia.gov/library/publications/the-world-factbook/rankorder/2085rank.html>

<sup>2</sup> Dla porównania, najodleglejsza, wyprodukowana przez ludzkość sonda kosmiczna (Voyager I) w ciągu swych 39 lat podróży pokonała dystans „jedyne” około 136 au (<http://voyager.jpl.nasa.gov/where/>)

<sup>3</sup> Zobacz np. <http://www.sdss.org/surveys/>



Rys. 1. Najbliższa gromada galaktyk w gwiazdozbiorze Panny. Największa i najjaśniejsza galaktyka eliptyczna M87 jest widoczna u dołu po lewej. Jest to jednocześnie najbliższa nam radiogalaktyka. W jej wnętrzu znajduje się supermaszynowa czarna dziura napędzająca strugi relatywistycznych cząstek, które świecą w promieniach X, optycznie i radiowo. Czarne kropki maskują najjaśniejsze gwiazdy w polu widzenia. Chris Mihos (Case Western Reserve University)/ESO

nie krążą wokół centrum gromady z prędkościami rzędu setek, a nawet tysiące kilometrów na sekundę.

W latach 30. XX w. obserwacje dyspersji prędkości galaktyk w gromadach pozwoliły ustalić masy gromad jako miesiączące się w przedziale  $10^{14}$  do  $10^{15}$  mas Słońca. Już w tamtych czasach szwajcarski astrofizyk Fritz Zwicky, obserwując gromadę Coma (A1656), wywnioskował, że masa całkowita gromady musi znacznie przekraczać tę zawartą we wszystkich gwiazdach galaktyk gromady. Obecnie pośrednich dowodów na istnienie tej niewidocznej masy, zwanej ciemną materią (DM — dark matter) i to w ilościach kilkukrotnie przekraczających materię zanikającą w gwiazdach, jest znacznie więcej. Oddziaływanie galaktyk w gromadach są zdefiniowane przez rozkład potencjału grawitacyjnego wokół zagęszczeń ciemnej materii. Galaktyki, zderzając się lub przelatując

blisko siebie, oddziałują na siebie płynowo, zmieniają swą morfologię lub łączą się w większe galaktyki o innej strukturze (rys. 2).

### Znaczenie dla kosmologii

Najdalsze odkryte gromady galaktyk są tak daleko, że światło, które od nich obecnie odbieramy, zostało wyemitowane nie tylko na dłużej, zanim na Ziemi powstało życie zdolne je zaobserwować, ale nawet na dłużej, zanim powstały Słońce i cały Układ Słoneczny. Jednak gromady galaktyk nie są rozmieszczone w przestrzeni przypadkowo. Ich położenie jest związane z historią powstawania wielkoskalowej struktury we Wszechświecie (LSS — Large Scale Structure), którą rządzą oddziaływanie grawitacyjne w ekspandującej przestrzeni (rys. 3 po lewej). Z początkowego jednorodnego rozkładu materii, z niewielkimi zaburzeniami kontrastu gęstości (czyli gęstości

mierzonej względem średniej gęstości Wszechświata na danym etapie ewolucji) rzędu  $\sim 10^{-5}$  jedynie największe zaburzenia gęstości, w drodze kolapsu grawitacyjnego, są w stanie prześcignąć tempo ekspansji Wszechświata. Zaburzenia gęstości materii o mniejszej amplitudzie, które w statycznym Wszechświecie byłyby w stanie utworzyć zwarte struktury, wskutek ekspansji zamiast narastać, zanikają. Chociaż ewolucja zaburzeń gęstości zachodzi jednocześnie we wszystkich skalach odległości, struktury o największych rozmiarach ewoluują naj wolniej, w sensie systematycznego wzrostu kontrastu gęstości. W otoczeniu maksimów gęstości rozkładu DM zachodzić może jednoczesny kolaps mniejszych struktur. W ciągu pierwszych 100 mln lat powstały najwcześniejsze generacje gwiazd. O ile najwcześniejsze galaktyki, zawierające supermaszynowe czarne dziury, uformowały się w ciągu pierwszego miliarda



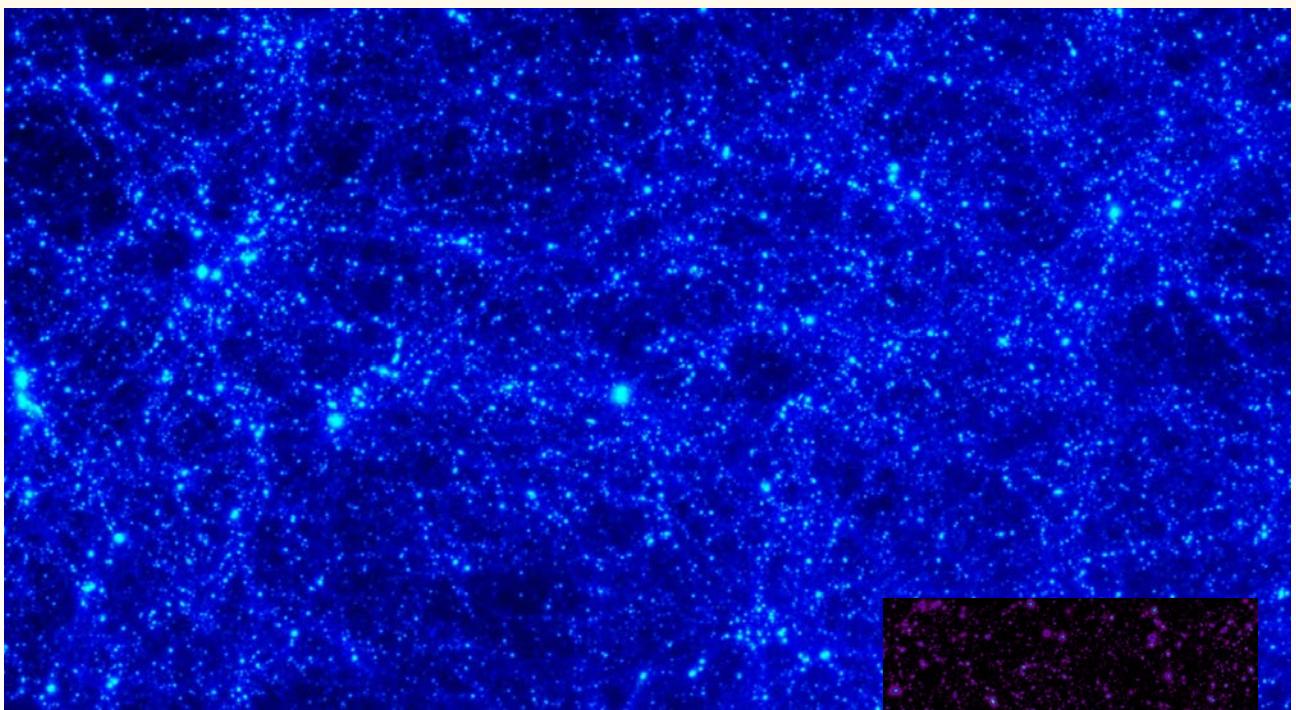
Rys. 2. Zderzenie galaktyk (NGC 4676) oddalonych o  $\sim 300$  mln lat świetla w kierunku gwiazdozbioru Warkocz Bereniki, uchwycone kosmicznym teleskopem Hubble'a. Zderzenia takie obecnie zachodzą rzadziej niż kiedyś, lecz to właśnie dzięki nim powstają nowe galaktyki.

Źródło: NASA, H. Ford (JHU), G. Illingworth (UCSC/LO), M. Clampin (STScI), G. Hartig (STScI), the ACS Science Team, and ESA

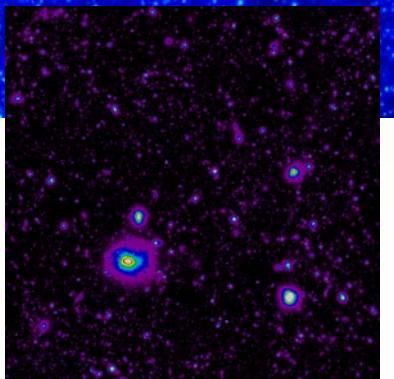
lat, emitując przy tym promieniowanie zdolne zjonizować cały Wszechświat, o tyle fluktuacje o rozmiarach gromad galaktyk (skale megaparseków) nadal się formują i mają obecnie średnią gęstość (materii barionowej) rzędu 100 protonów na metr sześcienny. W kierunku do centrum gromad gęstość ma-

terii gwałtownie wzrasta (do  $\sim 10^5 \text{ m}^{-3}$ ) i to właśnie tam najczęściej znajdują się również najmasywniejsze, dominujące galaktyki eliptyczne, uformowane wskutek łączenia się mniejszych galaktyk. Zawierają one stare populacje gwiazd, tworząc charakterystyczny „czerwony ciąg” („Red sequence”) na

galaktycznym diagramie kolor–jasność. Są to tak zwane jasne czerwone galaktyki (LRGs, luminous red galaxies). Ich duża jasność sprawia, iż są one cenne dla kosmologii, gdyż pozwalają badać rozkład materii we Wszechświecie w dużych skalach odległości<sup>4</sup>. Gromady galaktyk stanowią reprezentatywny



Rys. 3. (Po lewej) Fragment symulacji komputerowej przedstawiający powstające wielkoskalowe struktury we Wszechświecie. Kolory reprezentują gęstość materii. Najaśniejsze „węzły” zaznaczają miejsca o największych skupiskach materii, które łączą się z innymi węzłami siecią powierzchni i filamentarnych struktur o długości dziesiątek milionów lat świetla. Wzdłuż nich materia akreowana jest na większe struktury znajdujące się w węzłach sieci. Czarne miejsca to gigantyczne kosmiczne pustki o bardzo niskiej zawartości materii. (Po prawej) Symulacja efektów Suniajewa-Zeldowicza od gromad galaktyk w głębokim polu o rozmiarach  $\sim 5^\circ \times \sim 5^\circ$ . Najdalsze struktury mają przesunięcie ku czerwieni  $z \approx 2$ . Skala kolorów odwzorowuje amplitudę zmian temperatury promieniowania reliktyowego spowodowanych obecnością gromady w danym kierunku



obraz rozkładu materii we Wszechświecie. Z punktu widzenia kosmologii, statystyczne własności tego rozkładu (np. N-punktowe funkcje korelacji) są niezmiernie przydatne, gdyż pozwalają testować modele kosmologiczne, a w tym badać np. właściwości ciemnej energii (DE — dark energy) oraz warunki początkowe. Poprzez analizę teoretyczną wyznaczonych tempa wzrostu struktur, funkcji mas (gęstości przestrzennej gromad galaktyk w funkcji ich masy i czasu) lub kształtu funkcji korelacji oraz porównywanie ich z tymi uzyskanymi z obserwacji rozkładu galaktyk lub gromad galaktyk, badań można teorie inflacji, teorie grawitacji, jak również historię ekspansji Wszechświata. Potrzeba do tego niezwykle obszernych i dokładnych przeglądów spektroskopowych. Patrząc historycznie, to dzięki obserwacjom gromad galaktyk dokonano jednego z ważniejszych odkryć współczesnej kosmologii, które opublikowano na łamach czasopisma *Nature* w roku 1993<sup>5</sup>. Mierząc zawartość gazu (materii barionowej) w gromadach galaktyk

<sup>4</sup> To właśnie dzięki nim w 2005 r. odkryto tzw. barionowe oscylacje akustyczne, co było osiągnięciem równie doniosłym jak odkrycie analogicznych oscylacji w rozkładzie anizotropii kosmicznego promieniowania tła blisko dekadę wcześniej.

<sup>5</sup> White, S. D. M.; Navarro, J. F.; Evrard, A. E. & Frenk, C. S. „The baryon content of galaxy clusters: a challenge to cosmological orthodoxy” *Nature*, 1993, 366, 429–433

oraz zakładając poprawność przewidywań teorii kosmicznej nukleosyntezy (która wywodzi się z dobrze ugruntowanej teorii oddziaływań jądrowych), wywnioskowano, że średnia gęstość materii we Wszechświecie musi być znacznie mniejsza od krytycznej (czyli takiej, dla której przestrzeń ma zerową krzywiznę). W kontekście popularnych już wówczas (dzięki obserwacjom z satelity COBE — COsmic Background Explorer) modeli inflacyjnych, które przewidują praktycznie zerową krzywiznę przestrzeni, odkrycie to było pierwszą obserwacyjną wskazówką wspierającą koncepcję DE i to na długo przed ogłoszeniem przyspieszonej ekspansji Wszechświata z obserwacji supernowych w 1999 r.<sup>6</sup>

Gromady galaktyk, jako najbardziej masywne układy we Wszechświecie, są również silnymi soczewkami grawitacyjnymi (rys. 4). Ponieważ kształt i jasność galaktyk i kwazarów znajdujących się za soczewką jest zależna od jej całkowitej masy (oraz od jej kształtu), obserwacje efektów słabego i silnego soczewkowania grawitacyjnego są obecnie jednym z czterech głównych filarów współczesnej kosmologii w kontekście wyzwań, jakie stawia

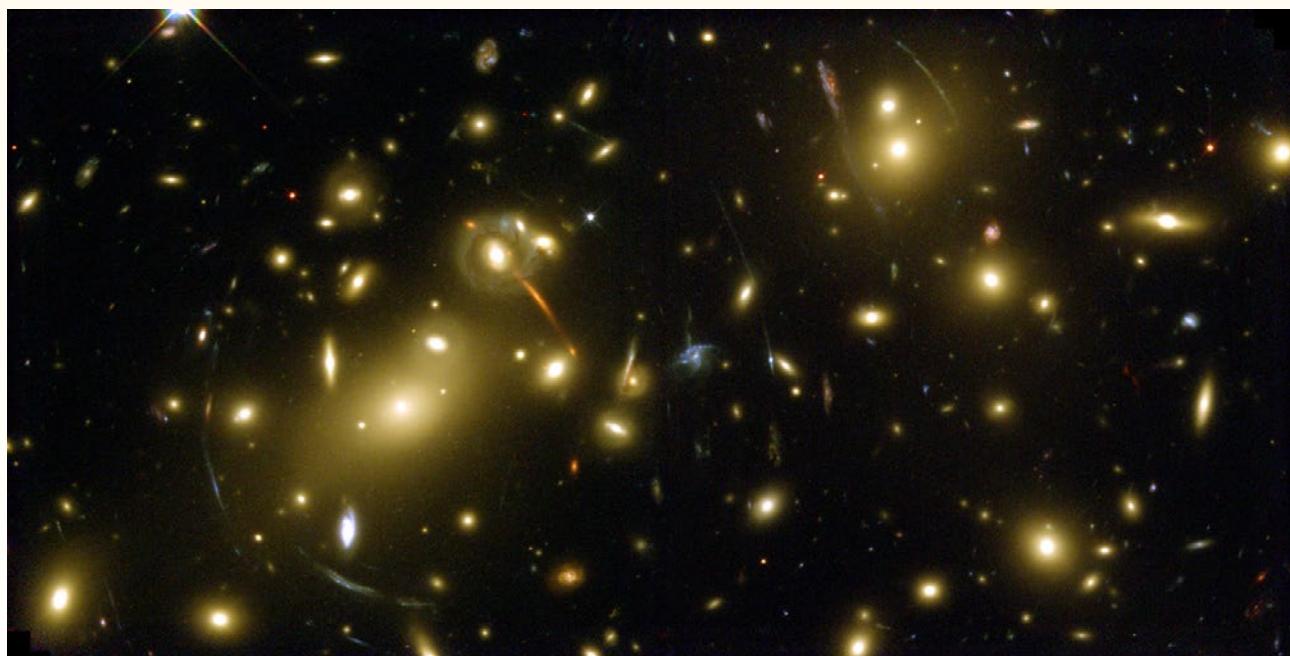
przed ludzkością zagadka ciemnej energii (zob. „Urania–PA”, 1/2011)<sup>7</sup>.

### Obserwacje rentgenowskie a astrofizyka gromad

Gromady galaktyk zawierają nie tylko galaktyki i ciemną materię. Główną część materii barionowej stanowi tzw. gaz gromadowy (ICM — intracluster medium) — czyli plazma o temperaturze dochodzącej do setek milionów kelwinów. Naładowane elektrycznie cząstki tego gazu, oddziałując ze sobą kulombowsko, są silnym źródłem promieniowania rentgenowskiego, obserwowanego od wczesnych lat 80. Ilość energii wyświetczana w ten sposób (rzędu  $L_X \sim 10^{44}$  erg/s) jest proporcjonalna do kwadratu gęstości elektronów, a zatem mocno skoncentrowana w kierunku do centrum gromad. Z tego też powodu obserwacje gorących plam w rozkładzie promieniowania rentgenowskiego na sferze niebieskiej (np. z satelity ROSAT — ROentgen SATellite) było jedną z najbardziej efektywnych metod poszukiwania nowych gromad galaktyk<sup>8</sup>. Obserwacje spektralne gromad galaktyk w zakresie promieniowania X pozwalały oszacować metaliczność

<sup>6</sup> We wczesnych latach 90. faworyzowanym modelem kosmologicznym był model Einsteina-de Sittera, w którym DE nie istnieje, przestrzeń ma geometrię euklidesową, a cała materia zawarta jest zwykłą materią barionową i DM.

<sup>7</sup> Pozostałymi filarami są masowe przeglądy galaktyk nakierowane na detekcję barionowych oscylacji akustycznych (BAO), takie jak eBOSS, 4MOST czy LSST, szeroko zakrojone przeglądy gromad galaktyk oraz poszukiwanie supernowych typu Ia.



Rys. 4. Gromada galaktyk A2218 w gwiazdozbiorze Smoka, odległa o ~ 719 Mpc zaobserwowana przez kosmiczny teleskop Hubble'a. Jest ona źródłem silnego soczewkowania grawitacyjnego odległych galaktyk, widocznych w postaci łuków rozmieszczonych koncentrycznie wokół największych galaktyk w polu. Ze względu na swoją masę i odległość, obiekt ten generuje również bardzo silny efekt Suniajewa-Zeldowicza, który zaobserwowano na falach radiowych 32-m radioteleskopem w toruńskim obserwatorium astronomicznym. NASA, Andrew Fruchter and the ERO Team [Sylvia Baggett (STScI), Richard Hook (ST-ECF), Zoltan Levay (STScI)]

i temperaturę gazu gromadowego, co w połączeniu z obserwowanymi rozmiarami gromady oraz ich jasnością całkowitą ( $L_x$ ) pozwala wyznaczyć np. gęstość gazu gromadowego. Warto spróbować uzmysolić sobie, jak wielka jest to energia. Energia wyzwolona w wybuchu potężnej, megatonowej bomby atomowej (odpowiadającej milionowi ton trotylu) to tylko  $\sim 4 \times 10^{22}$  ergów. Aby więc otrzymać podobną moc, z jaką świeci gazu gromadowego, trzeba by odpalać  $\sim 10^{22}$  takich bomb w każdej sekundzie. Gdyby taka bomba miała wymiary jednego decymetra sześciennego, to można by nimi zasypać wszystkie oceany na Ziemi.

Gaz gromadowy grzany jest adiabatycznie w polu grawitacyjnym halo DM. Emitując promieniowanie rentgenowskie, gaz ten chłodzi się w centralnych obszarach (tworząc tzw. cool core clusters)<sup>9</sup>. Aby zachować równowagę hydrostatyczną, część gorącego gazu z zewnętrznych obszarów napływa do centrum, generując tzw. „cooling flow”. Symulacje numeryczne tego efektu są jednak dalece niezgodne z obserwacjami, wskazując, że centralne części gromad powinny być wówczas dużo chłodniejsze niż się w rzeczywistości obserwuje. Aby pogodzić symulacje z obserwacjami pod względem przewidywanego i obserwowanego bilansu energetycznego oraz profili gęstości, temperatury i entropii w centralnych częściach gromad, trzeba uwzględnić szereg dodatkowych źródeł grzania oraz efektów towarzyszących, takich jak: wybuchy supernowych, zmienna czasowo aktywność supermasowych czarnych dziur, relatywistyczne dżety, fale uderzeniowe, galaktyczne pola magnetyczne, przewodnictwo cieplne ICM.

W rzeczywistości wszystkie te procesy są w większym lub mniejszym stopniu ze sobą powiązane. Na przykład, obecność AGN-u wydaje się mieć związek ze stanem ICM wokół centralnych galaktyk i temtem powstawania gwiazd. Powstanie gwiazd jest powiązane z wybuchami supernowych,

<sup>8</sup> W 2017 r. jest planowany start sondy eROSI-TA, dzięki której odkrytych zostanie tą metodą kilkudziesiąt tysięcy grup i gromad galaktyk oraz być może łączących je mostów chłodnego gazu oraz miliony odległych aktywnych jąder galaktyk (AGN-ów).

<sup>9</sup> Okazuje się że znaczna część (do kilkudziestu procent) bardzo masywnych gromad ma właśnie tę cechę.



Rys. 5. OCRA-F (One Centimeter Receiver Array) jest 8-wiązkowym, szerokopasmowym radiometrem, zbudowanym w Osserwatorium Jodrell Bank i zainstalowanym na 32-m teleskopie w grudniu 2009 r. Zdjęcie przedstawia wyjęte z kriostatu odbiorniki podczas testów w laboratorium. Źródło: Mike Peel, Jodrell Bank Centre for Astrophysics, University of Manchester

które również dostarczają ogromnych ilości energii do ośrodka międzygalaktycznego (rzędu  $10^{51}$  ergów<sup>10</sup>) oraz wzbogacają go w ciężkie pierwiastki. To z kolei modyfikuje prędkość chłodzenia ICM, co wpływa na tempo depozowania gazu gromadowego w centralnych częściach gromady oraz na obserwowaną jasność rentgenowską. Ta ostatnia znowu zależy m.in. od temperatury ICM. Aktywność supermasowej czarnej dziury zależna jest nie tylko od tempa akrecji materii, ale i od częstotliwości zderzeń z innymi galaktykami, a te uzależnione są od ewolucji LSS zdominowanej przez oddziaływanie grawitacyjne głównie w sektorze DM. To właśnie wzajemne zależności procesów operujących w obszarze co najmniej pięciu rzędów wielkości (od parseków do setek kiloparseków) sprawiają, że kompleksowe modelowanie gromad galaktyk i ich czasowej ewolucji jest wielkim wyzwaniem dla współczesnej astrofizyki teoretycznej i obliczeniowej. Ewolucja samych galaktyk ma tutaj kluczowe znaczenie.

### Obserwacje radiowe

Wgląd w świat gromad galaktyk nie ogranicza się do obserwacji rentgenowskich, optycznych czy podczerwonych. Pod koniec lat 60. przewidziano, że

<sup>10</sup> Poprzez analogię do równoważnej ilości zdetonowanych bomb atomowych, jeśli założyć, że wszystkie lądy na Ziemi to pustynie, to na każde ziarno piasku przypadłaby jedna megatonowa bomba atomowa.

gorący gaz gromadowy musi oddziaływać z promieniowaniem reliktowym w procesach odwrotnego rozpraszania Comptona (zob. „Urania-PA”, 3/2010), które pozostawiają charakterystyczne ślady w równomiernym rozkładzie natężenia promieniowania tła (CMB — Cosmic Microwave Background) typowo na skalach minut łuku. Dzięki temu efektowi, nazywanemu dzisiaj efektem Suniajewa-Zeldowicza (eSZ), gromady galaktyk można obserwować również na falach milimetrowych i centymetrowych. Jest to dodatkowe źródło informacji o gęstości i temperaturze ICM. Obserwacje eSZ dopiero co weszły w fazę masowych detekcji. Jak dotąd, tą metodą odkryto około dwa tysiące gromad galaktyk (w tym te najdalejsze o przesunięciu ku czerwieni  $z \sim 2$ ) głównie przy użyciu satelity *Planck* i teleskopów SPT (South Pole Telescope) i ACT (Atacama Cosmology Telescope). Nazziemne, obserwacje eSZ na częstotliwościach radiowych, typowo wymagają zarejestrowania różnicy temperatury nieba pomiędzy kierunkiem do gromady a kierunkiem poza gromadą galaktyk rzędu ułamka tysięcznej części kelwina (rys. 3 po prawej). Wymagają więc one czułych odbiorników, bardzo stabilnej pogody i dziesiątek godzin obserwacji. Niemniej, program obserwacyjny poszukiwania takich śladów od gromad galaktyk jest realizowany również w toruńskim obserwatorium astronomicznym na 32-m radioteleskopie (patrz zdjęcie na s. 58) przy użyciu radiometru OCRA<sup>11</sup> przedstawionego na rys. 5.

<sup>11</sup> <http://www.astro.umk.pl/OCRA>



Bartosz Lew jest pracownikiem Centrum Astronomii UMK. Jego główny obszar zainteresowań to kosmologia obserwacyjna. W ostatnich latach jest on również koordynatorem programu obserwacyjnego poświęconego detekcji gromad galaktyk na falach radiowych w toruńskim obserwatorium astronomicznym.

# European Rover Challenge 2016

10–12.09.2016 r., Jasionka koło Rzeszowa



Marsjański tor przeszkód przygotowany przez organizatorów w hali Centrum Wystawienniczo-Kongresowego Województwa Podkarpackiego w Jasionce koło Rzeszowa. Fot. K. Czart



Niedawni rywale w zawodach łazików studenckich teraz wspólnie pozuje do zdjęcia. Fot. K. Czart



Ekipa Impuls z Politechniki Świętokrzyskiej, laureaci miejsca drugiego.  
Fot. S. Soberski



Zespół Raptors z Politechniki Łódzkiej, zdobywcy najwyższego stopnia podium. Fot. S. Soberski



Stoisko „Uranii” w gotowości zanim zjawią się odwiedzający.  
Fot. S. Soberski



Jeden z polskich studenckich „łazików marsjańskich”. Fot. S. Soberski

## Rząd ogłosił Polską Strategię Kosmiczną



Nasz kraj coraz poważniej podchodzi do sfery działań związanych z Kosmosem, zarówno naukowych, jak i przemysłowych. Ministerstwo Rozwoju oraz Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego ogłosiły założenia Polskiej Strategii Kosmicznej na najbliższe lata. Nastąpiło to 12 września 2016 r. w Jasionce koło Rzeszowa podczas Europejskiego Kongresu Robotycznego. Prezentacji dokonała Jadwiga Emilewicz, Wiceminister Rozwoju. Towarzyszył jej Piotr Dardziński, Wiceminister Nauki i Szkolnictwa Wyższego. Dokument liczy 43 strony i został przedstawiony do konsultacji społecznych. Ich termin (21.10.2016) minął niestety przed ukazaniem się tego numeru „Uranii”, ale o możliwości nadawania uwag informowaliśmy w naszym portalu internetowym.

W programie założono następujące cele strategiczne do roku 2030:

— polski sektor kosmiczny ma być zdolny do skutecznego konkurowania na rynku europejskim i osiągnąć poziom 3% obrotów na tym rynku,

— polska administracja publiczna będzie wykorzystywać dane satelitarne dla skuteczniejszej realizacji swoich zadań, a krajowe przedsiębiorstwa powinny być zdolne w pełni zaspakoić popyt wewnętrzny na tego rodzaju usługi i eksportować je dodatkowo na rynki zewnętrzne

— Polska będzie posiadała dostęp do infrastruktury satelitarnej, szczególnie dotyczącej bezpieczeństwa i obronności.

Szczegółowe założenia strategii można znaleźć w internecie pod adresem

[https://www.mr.gov.pl/media/26610/PSK\\_dokonsultacji.pdf](https://www.mr.gov.pl/media/26610/PSK_dokonsultacji.pdf)  
(kc)



Pewni nowożeńcy postanowili zrobić sobie sesję zdjęciową z łazikami marsjańskimi i hełmami astronautów, a przy okazji zapozowali także do zdjęcia z parasolem „Uranii”. Mamy nadzieję, że nasz gadżet przyniesie młodej parze kosmiczną pomyślność i życzy wszystkiego najlepszego!

# Co zrobić, aby Polska Strategia Kosmiczna była skuteczna?

12 września 2016 r. ogłoszono założenia Polskiej Strategii Kosmicznej. Dokument został udostępniony do konsultacji społecznych na stronie internetowej ministerstwa. Jego analiza nasuwa kilka kwestii widocznych wyraźnie z perspektywy działalności „Uranii”. Wśród słabych stron w dokumencie wskazano na s. 8, że:

*Aktywność kosmiczna nie jest postrzegana jako obszar priorytetowy w percepji społecznej i medialnej. Brak również szerszej świadomości efektów pośrednich dla rozwoju innowacyjności (know how zarządczy, inżynieria systemowa i kontrola jakości, współpraca międzynarodowa, kosmos jako „certyfikat” jakości).*

Z kolei na s. 29 w kontekście działań informacyjno-promocyjnych, czytamy:

*Wymaga to zintensyfikowania dotychczas prowadzonych działań informacyjno-promocyjnych przez różne podmioty, jak i opracowania i zastosowania nowych instrumentów przekazu. Podstawową cechą tych działań powinno być ich ukierunkowanie do (...) środowisk uczniów szkół średnich i studentów uczelni wyższych oraz ich kadr naukowo-dydaktycznych, przygotowujących kwalifikowane zasoby ludzkie dla rozwoju środowiska naukowo-badawczego i przedsiębiorczego zaangażowanych w rozwój polskiego sektora kosmicznego.*

Do rozważenia są dwie propozycje, jak spróbować poradzić sobie z opisanymi problemami:

(1) Remedium na te bolączki wydaje się wprowadzenie do szkół przedmiotu „astronomia i techniki satelitarne” albo „astronomia i technologie kosmiczne”, przynajmniej do szkół średnich. W ten sposób uzyskuje się oddziaływanie na całe pokolenie młodych obywateli, którzy za kilka lat ukończą studia i z których część będzie stanowić kadrę dla firm z branży kosmicznej, jak również samemu zakładać przedsięwzięcia w tym sektorze. Z kolei pozostała część będzie lepiej rozumieć potrzebę rozwoju w Polsce branży kosmicznej. Warto przypomnieć, że jeszcze w latach osiemdziesiątych „astronomia” była osobnym przedmiotem w szkołach, chociaż chyba nikt wtedy polskich strategii kosmicznych nie ogłaszał.

(2) Zapisy w strategii powinny (oprócz ogólnego „zintensyfikowania działań przez różne podmioty”) wyraźnie wskazywać konieczność szerszej współpracy przez instytucje państowe z organizacjami pozarządowymi i mediumi branżowymi w celu zwiększenia postrzegania przez społeczeństwo sensowności wydatkowania środków na obszar kosmiczny. Wydatkowanie środków na wsparcie działalności tych podmiotów jest często efektywniejsze i tańsze niż tymczasowe kampanie promocyjne. Mamy nadzieję, że wraz ze strategią będą wdrożone formy wsparcia dla tematycznych czasopism popularnonaukowych, czyli takich, które nie są czasopismami naukowymi (np. punktowanymi na liście MNiSW lub nie znajdują się na liście filadelfijskiej). Warto rozważyć, czy tego typu działań nie mogłyby prowadzić np. Polska Agencja Kosmiczna (POLSA).

Krzysztof Czart

## W 2018 r. w Kosmos poleci polski satelita Światowid

Światowid ma być pierwszym polskim satelitą komercyjnym. Na początku października 2016 r. podpisano umowę pomiędzy polską firmą SatRevolution (odpowiedzialną za przygotowanie satelity) a amerykańską Interorbital Systems (Kalifornia, USA), która ma dokonać wyniesienia na orbitę okołoziemską. Oprócz Światowida zostaną wyniesione także dwa satelity PhoneSat.

Satelity zostaną wystrzelone przy pomocy rakiety nośnej Neptune N3, zaprojektowanej do wynoszenia małych ładunków na niską orbitę. Światowid znajdzie się na wysokości 310 km nad powierzchnią Ziemi. Początkowo start zakładano na koniec 2017 r., ale Stany Zjednoczone udzieliły zgody na start dopiero w 2018 r. Start ma nastąpić z platformy pływającej na Oceanie Spokojnym.

Do tej pory nasz kraj ma na swoim koncie umieszczenie trzech satelitów w Kosmosie, jednego studenckiego PW-Sat oraz dwóch naukowych z serii BRITE (Lem i Heweliusz). Studenci pracują nad kolejnym satelitą PW-Sat 2, natomiast Światowid ma być pierwszym zbudowanym przez firmę komercyjną, a nie instytut nauko-techniczny.

Zadaniem Światowida będą badania poziomu natężenia pola magnetycznego a także zmian, jakie zachodzą w polach magnetycznym i grawitacyjnym naszej planety. Będą też badane zmiany pogody i zjawiska dzierżące się w termosferze. Zebrane obrazy i inne dane będzie można wykorzystywać m.in. w meteorologii, oceanografii, geologii, kartografii, leśnictwie, rolnictwie czy nawet budownictwie. Wyniki badań mogą być przydatne zarówno dla uczelni, jak i dla firm prywatnych.

Firma SatRevolution jest młoda, ale ma ambicje, aby w przyszłości produkować więcej satelitów i dostarczać je różnym podmiotom prywatnym i publicznym.

Krzysztof Czart



Źródło: SatRevolution

## Polscy studenci wygrali European Rover Challenge 2016

W dniach 10–12 września 2016 r. w Jasionce koło Rzeszowa odbyły się Międzynarodowe Zawody Łazików Marsjańskich, czyli European Rover Challenge (ERC). Pierwsze dwa miejsca zajęły zespoły z Polski: ekipa Raptors z Politechniki Łódzkiej oraz drużyna Impuls z Politechniki Świętokrzyskiej. Trzecie miejsce przypadło kanadyjskim studentom z McGill z Queen's University w Kingston. W konkursie wzięły udział 23 zespoły z 7 krajów świata: Polski, Australii, Kanady, Bangladeszu, Indii, Turcji i Nepalu. Z naszego kraju startowało 15 drużyn z 13 uczelni wyższych. Jak powiedzieli „Uranii” zwycięzcy, swój łazik rozwijają od dwóch lat i obecnie jest to jego trzecia wersja. Wcześniej startowali w ubiegłorocznej edycji zawodów ERC, zajmując trzynaste miejsce oraz w zawodach w Stanach Zjednoczonych, gdzie zajęli piąte miejsce. (kc)

# Wywiad z Jadwigą Emilewicz, Wiceministrem Rozwoju

Europejski Kongres Robotyczny, 12.09.2016 r., Jasionka  
koło Rzeszowa

**Krzysztof Czart, Sebastian Soberski:** Proszę powiedzieć w skrócie, na czym będzie polegać polska strategia rozwoju kosmicznego?

**Jadwiga Emilewicz:** Po pierwsze: strategia została zdefiniowana, czyli polski rząd wytyczył pewne cele, które chciałby osiągnąć w horyzoncie krótko- i długoterminowym. Najważniejsze cele to zwiększenie konkurencyjności polskiego przemysłu kosmicznego, tzn. aktywniejszy, większy udział w obrotach tego sektora w całej Europie. Chcielibyśmy, aby docelowo ten udział wynosił 3%. Po drugie, chcielibyśmy, aby jak najwięcej usług w sektorze publicznym było świadczone dzięki technologiom kosmicznym. Chcielibyśmy, aby polska administracja, która zajmuje się planowaniem przestrzennym, planowaniem dużych robotów, dużych budów, korzystała z tych danych. Chcielibyśmy także, aby szeroko rozumiany przemysł czasu wolnego był jak najciekawszy, jak najatrakcyjniejszy, także dzięki technologiom kosmicznym. No i wreszcie chcielibyśmy, żeby wśród filarów strategii odpowiedzialnego rozwoju, jakim jest reindustrializacja, w tym przemysł 4.0, był także przemysł kosmiczny, bo to on jest awangardą innowacji w świecie.

**KC, SS:** Przemysł kosmiczny, rozwój Polski w kierunku Kosmosu — brzmi fantastycznie. Ale co z tego będzie miał zwykły człowiek? Jakie zastosowania tej technologii kosmicznej, możemy spodziewać się, że będą w takim codziennym naszym życiu?

**JE:** Gdy mówimy dziś o Kosmosie, nie jest to tylko książka science fiction, dlatego że ten Kosmos jest bliski każdemu z nas. Nosisz go w torebkach czy kieszeniach marynarek, w naszych smartfonach, gdzie nawigujemy się, poruszając samochodem albo płynąc łódką, albo kiedy sprawdzamy prognozę pogody, albo kiedy sprawdzamy, co będziemy mogli w naszym telewizorze satelitarnym jutro obejrzeć na

wysokiej jakości ekranie ciekłokrystalicznym. Wszystkie te technologie to technologie kosmiczne. Nie wspomnę już o tych archaicznych, bardzo nie z gospodarki 4.0, jak Gore-Tex, w którym chodzimy w góry, mając go na karku, jak i na nogach, czy też rzepy, na które zapinamy buty naszym dzieciom, zanim nauczą się wiązać sznurowadła. Także spektrum zastosowań jest olbrzymie. Trudno sobie wyobrazić, jakie mogą być nowe zastosowania. Dzisiaj coraz więcej rzeczy, które się poruszają, czy to autobusy, czy to samochody, produkowane są z kompozytów. Te kompozyty najpierw testowano często właśnie w branży kosmicznej, zanim trafiły do powszechnego użytku.

**KC, SS:** Rozmawiamy o rozwoju Polski w kierunku Kosmosu, o przyszłości, o naszym miejscu tam. Podobnie o przyszłości myślą też młodzi ludzie. Co Pani by im poradziła, czy jest szansa na wsparcie młodych ludzi, którzy chcą zajmować się branżą kosmiczną, jakimiś specjalnymi programami po to, aby pomóc w rozwoju polskiej myśli technologicznej.

**JE:** Po pierwsze, już w najbliższym czasie uruchamiamy akcelerator branży kosmicznej. Akcelerator, czyli takie miejsce dla młodych ludzie, którzy o tej branży myślą już troszkę więcej niż na poziomie licealnym, ale bardziej zaawansowanym, studiami. Którzy myślą o tym, aby prowadzić działalność gospodarczą, chcą się rozwijać, chcieliby się dowiedzieć czegoś więcej o tym rynku i też chcieliby się dokapitalizować. To wszystko będą mogli realizować w takim specjalnym akceleratorze.

Po drugie, jak będą na trochę dalszej fazie rozwoju swojego przedsięwzięcia biznesowego, będą mogli skorzystać z funduszy umieszczonej w Polskim Funduszu Rozwoju. To będą tzw. inteligentne pieniądze, „smart money”, umiejscowione w funduszach funduszy, które następnie będą inwestować w fundusze typu venture, właśnie po to, aby rozwijać tego typu wysoko technologiczne spółki.

Po trzecie, specjalne programy, chociażby jak ogłoszony przez Agencję Rozwoju Przemysłu program wsparcia staży. Wsparcia, które będzie udzielane z jednej strony przez agencję, a z drugiej strony przez firmy, po to, aby młody naukowiec, absolwent, pracownik naukowy, mógł się rozwijać w firmie z branżą technologii kosmicznych. Będzie udzielane długoterminowe stypendium stażowe. To będzie pilotaż na przyszły rok i mamy nadzieję rozwijać go bardziej.

I wreszcie ostatni element, do czego zachęca już dzisiaj Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego, aby uczelnie, które tworzą programy studiów, stawały na jak najwięcej programów studiów interdyscyplinarnych, dlatego że branża kosmiczna jest bardzo szeroka — tam specjalizacje nie są wąskie. Wiem, że zespoły realizujące poważne misje kosmiczne to są zespoły składające się z setek, z tysięcy specjalistów o wielorakich kompetencjach. Mamy nadzieję, że takie kompetencje będą mogły się kształtować na interdyscyplinarnych studiach.



Jadwiga Emilewicz, Podsekretarz Stanu w Ministerstwie Rozwoju. Fot. Krzysztof Czart

# Misja na Marsa 2049

## — gra planszowa

Wśród wystawców prezentujących się podczas European Rover Challenge 2016 trafiliśmy na stoisko gry planszowej Mission to Mars 2049. Grę prezentował sam jej twórca, Dagnis Skurbe z Łotwy. Udało nam się przeprowadzić wywiad z projektantem.

**Krzysztof Czart:** Co Pana zainspirowało do stworzenia gry o Marsie?

**Dagnis Skurbe:** Był rok 2014, gdy łazik Curiosity wylądował na Marsie. Oglądałem całe to wydarzenie online. To bardzo fajne, że technologia tak się rozwinięła, iż można tego typu sprawy oglądać online. Oczywiście nie można było zobaczyć samego lądowania, ale były różne raporty. To zainspirowało mnie do zgłębienia tematu kolonizacji Marsa, problemów, na jakie ludzie natrafią, gdy będą próbować skolonizować Czerwoną Planetę. Wyglądało to na dobry temat dla gry. W tym czasie pracowałem w Londynie w agencji reklamowej jako grafik, więc przełożyłem swoje zdolności projektanta na zaprojektowanie gry planszowej Mission to Mars 2049. Było to bardzo fajne doświadczenie dla mnie, że mogłem połączyć zainteresowanie astronomią z czasów dzieciństwa z umiejętnościami zawodowymi, a także z pasją do gier.

**KC:** Proszę opowiedzieć o swoim doświadczeniu w projektowaniu gier.

Wcześniej projektowałem różnego rodzaju rzeczy, pracując przez 15 lat jako projektant. Zaprojektowałem tysiące rzeczy dla setek klientów, ale nigdy nie był to mój produkt. Wreszcie postanowiłem zaprojektować coś od podstaw, samemu. W pewien sposób było to dla mnie znacznie łatwiejsze niż dla kogoś, kto nic nie wie na temat projektowania graficznego, kto musiałby zatrudnić kogoś innego i wyjaśnić mu, jak połączyć wszystkie szczegóły. Moje doświadczenie z drukowaniem, wyborem odpowiedniego rodzaju papieru i podobnymi sprawami spowodowało, że zaledwie około tygodnia zajęło mi zebranie wszystkiego razem, zaprojektowanie, wydrukowanie. Nie było to trudne.

**KC:** Czyli jest to Pana pierwsza gra?

Pierwsza, którą opublikowałem. Mam rozpoczęte szkice kilku innych gier.

**KC:** Czy na świecie są inne gry planszowe o Marsie?

Gdy zaczynałem projektowanie, była tylko jedna lub dwie gry o Marsie, ale dość stare, z lat osiemdziesiątych. Nie są one zgodne ze współczesną wiedzą naukową. Wydałem swoją grę na początku 2016 roku. W późniejszym okresie roku ukazały się nowe gry o Marsie, ale gdy zaczynałem projektować grę, była swego rodzaju pierwszą pośród tych uwzględniających dokładność naukową.

**KC:** Jak wygląda tło fabularne gry?

Historia gry opiera się na takiej sytuacji, że ludzie wylądowali na Marsie w 2024 r. Po 25 latach istnieją już małe kolonie, niektóre prowadzone przez firmy prywatne, a inne przez rządowe. Konkurują one ze sobą o to, która pierwsza dotrze do bieguna północnego.

**KC:** Jakiego rodzaju grą jest Mission to Mars 2049? Dla dzieci? Dla dorosłych?

Jest to rodzinna gra strategiczna. Gdy sam gram w gry planszowe, zawsze jest to w otoczeniu rodziny, w której są zarówno dzieci, jak i dorosli. Gra jest specjalnie zaprojektowana i przetestowana tak, aby odpowiadała zarówno oczekiwaniom dzieci, jak i dorosłych. Dzieci w wieku 9 lat, a nawet młodsze, mogą bawić się grą, dorosli również. Można powiedzieć, iż pod tym względem jest demokratyczna. Widziałem sześciolatki, które grały, rozumiejąc podstawowe założenia gry, jak wymiana zasobów, kupowanie i budowanie. Natomiast dorosli mogą myśleć o strategii.



Mission to Mars 2049 — rodzinna gra strategiczna dla 2–4 osób w wieku od 9 lat, czas jednej rozgrywki to od 45 do 90 minut. Gra została wydana dzięki finansowaniu społecznościowemu. Strona internetowa: [www.mars2049.com](http://www.mars2049.com).



Dagnis Skurbe, twórca gry Mission to Mars 2049. Na zdjęciu razem ze swoją grą na nieprzyjaznym „marsjańskim gruncie” podczas European Rover Challenge 2016 w Jasionce koło Rzeszowa. Źródło: Black'N'White Games Ltd.

# OZMA XX — jubileusz najstarszego zlotu miłośników astronomii w Polsce

## Roland

Przemysław Rudź

# we właściach Sędziwoja Pałuki

*Trochę żartobliwym tonem przekazuję przyszłym organizatorom naszych spotkań, o co w tym całym zamieszaniu chodzi. My wszyscy, tak zwani miłośnicy astronomii, jesteśmy ludźmi trochę nawiedzonymi. Warto się spotkać w gronie równie szurniętych osobników po to, by przez kilka dni zlotu poczuć się NORMALNIE.*

*Karol Wenerski*

Ogólnopolski Zlot Miłośników Astronomii, OZMA 2016, przeszedł do historii. Jubileuszowe, XX już spotkanie, które w dniach 4–7 sierpnia br. odbyło się w Niedźwiadach, było wydarzeniem wyjątkowym. Jak zwykle dopisała frekwencja, dzięki której o wspólnej pasji rozmawiać mogli przybysze z wszystkich zakątków kraju. WA, EZG, FSW, DLU, CB, GD, CNA, WF, PO, NGI, CIN, BYD, TJE, WEB, LKR, WU, ZLO, SZY, FG, PSL, RST, to tylko niektóre z tablic rejestracyjnych zauważonych wśród samochodów zaparkowa-

nich przez uczestników tegorocznego zjazdu miłośników rozgwieżdzonego nieba. I choć deszczowo-burzowa pogoda nie rozpieszczała, można bez wahania uznać, że zawartość merytoryczna i towarzyska z nawiązką wynagrodziły zaokienną szarówkę, tudzież zmagania z moknącymi namiotami. Na szczęście pojawiły się też krótkie przerwy w chmurach, dzięki którym, z pomocą własnego sprzętu i teleskopów będących na wyposażeniu stacji, można było napawać się skarbami sklepienia niebieskiego. Cierpliwość

uczestników i ich wytrzymałość na kałuży aurę została nagrodzona fantastyczną tęczą, która pojawiła się w dniu zakończenia imprezy, a w ostatnią noc wszyscy byli świadkami spektakularnego przelotu Międzynarodowej Stacji Kosmicznej, po którym rozblysło kilka wybitnie jasnych meteorów z roju Perseidów. Obserwacje trwały do rana, rekompensując deszczowy początek zlotu. Okrągła rocznica astronomicznych spotkań stała się inspiracją do szerszego spojrzenia na to niezwykłe w skali kraju przedsięwzięcie.



Jubileuszowy XX OZMA znów zawitał do Niedźwiad. Fot. Przemysław Rudź

### Pałuki na przestrzeni wieków

Jan Długosz (1415–1480), słynny kronikarz i historyk, wychowawca synów Kazimierza Jagiellończyka, określał ten rejon mianem Terra Palucensis. Sama nazwa „pałuki” ma ponoć związek z zaokrąglonymi trawiastymi nizinami pomiędzy gruntami ornymi i meandrującymi rzekami lub licznymi łukowatymi pagórkami, które malowniczo wpisują się w okoliczny krajobraz. Na ziemi tej osiadł też szlachecki ród Pałuków herbu Topór, związanych z dynastiami Andegawenów i Jagiellonów i wspierających je. Wydał on wielu

szanowanych duchownych, wojewodów, kasztelanów, sędziów, podkomorzych i regentów. Najsłynniejszym z rodu był Sędziwój Pałuka (?–1405), założyciel Szubina, starosta bydgoski, inowrocławski, gnieźnieński, nakielski, wielkopolski i krakowski, wojewoda kaliski, regent króla Ludwika Węgierskiego (1326–1382). To on wybitnie przyczynił się do ożenku Jadwigi Andegaweńskiej (ok. 1374–1399) z Władysławem Jagiełłą (ok. 1351–1434).

Wojny, powstania, walki podjazdowe rodów szlacheckich, wędrówki ludów, a także krzyżujące się szlaki handlowe stanowią o przebogatej historii i znaczeniu tego rejonu. Jest on rajem dla poszukiwaczy skarbów, którzy z wykrywaczami metalu przemierzają polne i leśne ostupy Ziemi Pałuckiej. Jej związane z działalnością człowieka dzieje sięgają czasów, zanim uformowało się państwo polskie. Liczne wykopaliska i znaleziska archeologiczne ukazują świat starożytności, a nawet starszy, będący pamiątką czasów prehistorycznych. Pałuki należą do najstarszych terenów osadnictwa słowiańskiego na obszarze środkowej Polski.

Za panowania Piastów założono tu ośrodki miejskie, jak Kcynia, Żnin, Szubin, Gąsawa, Gołańcz czy Wenecja. Pałuki ucierpiały podczas szwedzkiego potopu, w czasach późniejszych zostały podzielone pomiędzy Rzeczpospolitą i Prusy. Znalazły się też w granicach Księstwa Warszawskiego i Księstwa Poznańskiego, były celem intensywnej kolonizacji niemieckiej i oporu wobec niej polskich organizacji kościelnych i świeckich. Po powstaniu wielkopolskim (1918–1919) wrótyły w granice młodego państwa polskiego.

W dwudziestoleciu międzywojennym Pałuki należały do województwa poznańskiego. W czasie okupacji hitlerowskiej zostały włączone do Kraju Warty, gdzie twardą ręką rzadził również okrutny co fanatyczny namiestnik Arthur Greiser (1897–1946). Zbrodniarz ten, za swoje przepustwa skazany i stracony po wojnie na stoku poznańskiej cytadeli, był odpowiedzialny za gehennę przymusowych wysiedleń, prześladowania, egzekucje oraz planowo i brutalnie realizowaną germanizację. Wyzwolenie w styczniu 1945 r. przez żołnierzy radzieckich z jednej strony uwolniło od koszmaru brunatnej utopii, z drugiej było zwiastunem utopii koloru czerwonego i nadchodzącej półwiecznej



Astrofotograficzne warsztaty prowadzone przez Michała Witkowskiego. W tle malowniczy budynek dawniej szkoły w Niedźwiadach, dziś siedziby PPSAE. Fot. Piotr Wieczorek

dominacji wielkiego brata z Moskwą. Dziś, w wolnej Polsce, obszar ten jest położony na granicy województw wielkopolskiego i kujawsko-pomorskiego, będąc krajobrazową perleką, przyciągającą uwagę coraz liczniejszej rzeszy turystów z kraju i zagranicy.

Wśród znanych osób, które urodziły się na Pałukach, znaleźli się wybitni polscy astronomowie, chemicy, fizycy i wynalazcy. Bracia Jan i Jędrzej Śniadeccy przyszli na świat w Żninie. Pierwszy z nich (1756–1830) zasłużył się na polu obserwacji astronomicznych, studiów życia i działalności Mikołaja Kopernika, był autorem rozpraw geograficznych, matematycznych i językowych. Drugi (1768–1838) był lekarzem, biologiem i chemikiem. Jego nazwisko wymieniane jest często przy opisie okoliczności odkrycia rutenu, pierwiastka o liczbie atomowej 44, choć ostatecznie nie on wydzielił go z rudy platyny. Jako pierwszy zastosował metodę leczenia krzywicy za pomocą ekspozycji na światło słoneczne, a także promował ideę wychowania fizycznego dzieci.

W oddalonej od Żnina o niespełna 30 km Kcyni urodził się Jan Czochralski (1885–1953), jeden z najtęższych XX-wiecznych umysłów w zakresie badań krystalograficznych. Jego metoda otrzymywania monokryształów krzemu utorowała drogę rewolucji w dziedzinie produkcji mikroprocesorów. Do dziś jest jednym z najczęściej cytowanych na świecie polskich uczonych.

### Szkoła na skraju

Niedźwiady dzieli od Bydgoszczy zaledwie 30 minut jazdy samochodem,

a ma się wrażenie, że wraz z dotarciem na miejsce przenosimy się do innego świata, skrajnie odległego od pędzącej w ślepym transie cywilizacji. Wszystko snuje się tu leniwie, a codziennym ludzkim obowiązkom obojętnie przygląda się piękna otaczająca przyroda — pola, lasy, śpiewające ptaki i... chmury komarów. Te ostatnie mocno dają się zresztą we znaki wielu przyjezdnych mieszkańców, doprowadzając niektórych do szewskiej pasji. Siedzibą złotu jest dawna wiejska szkoła podstawowa, położona na skrzyżowaniu lokalnych dróg łączących ze sobą kilka wsi o oryginalnych i swojsko brzmiących nazwach — Samokleski Duże, Niedźwiady, Grzecznia Panna czy kolonia Suchy Pies. Zbudowany na początku XX w. ceglany budynek ze spadzistym dachem pokrytym dachówką porośnięty jest gęstym bluszczem i winogronami. Wybitnie wyróżnia się z otoczenia, przyciągając trudno definiowalnym cieplem i niepowtarzalną aurą. Kiedyś stanowił miejsce pierwszego etapu edukacji dla okolicznej działy, w roku 2000 szkoła zakończyła jednak swoją działalność. Niebywała zaletą tego miejsca jest położenie z dala od miejskiego oświetlenia oraz stosunkowo niski procent opadów rocznych. Dostrzegając wielki astronomiczny potencjał Niedźwiad, rozpoczęto usilne starania o długoterminowe udostępnienie pomieszczeń byłej szkoły i części terenu wokół niej. Dzięki przychylności władz gminy Szubin zostały one zwieńczone sukcesem.

### Geneza złotu

Pierwszy i legendarny już OZMA odbył się w 1997 r. w Niedźwiadach.

Jego zaczynem stało się przedsięwzięcie o intrygującej nazwie PIPKA, czyli Pierwszy Interwojewódzki Piknik Klubów Astronomicznych, w którym wzięły udział SzKaPA (Szubiński Klub Przyjaciół Astronomii), Bydgoski Klub Astronomiczny Antares i klub Milky Way z Borówna. Z całego kraju, bez specjalnego zaproszenia, przyjechało wtedy kilkadesiąt głodnych gwiazdowych przygód osób, którym w dniach 7–10 sierpnia tego roku zaoferowano wernisaż astrofotografii, obserwacje gwiazd zmiennych, zliczenia meteorów, a także wycieczkę do Torunia i obserwatorium astronomiczne w Piwnicach. Karol Wenerski, ówczesny szef Antaresa, przy wsparciu guru ekipy szubińskiej Romana Krala, widząc drzemący w uczestnikach spotkania entuzjazm, zaproponowali rozszerzenie jego formuły na cały kraj. Słusznie antycypowali bowiem, że podobne grono miłośników astronomii można odnaleźć i zaktywizować również w innych województwach. Był to bezpośredni przyczyną do ustanowienia grupy osób, która przystąpiła do przekuwania szczytnej idei w czyny i fakty. W konsekwencji, wymienione przed chwilą byty połączyły się Pałucko-Pomorskie Stowarzyszenie Astronomiczno-Ekologiczne „Grupa Lokalna”, które oficjalnie przyszło na świat dnia 13 lipca 2001 r. Powołanie do istnienia PPSAE było więc naturalną konsekwencją licznych wcześniejszych inicjatyw, których wspólnym mianownikiem była astronomiczna pasja i bezinteresowna chęć dzielenia sięnią z innymi. Do dnia dzisiejszego Niedźwiady były gospodarzem łącznie dziesięciu zlotów. Gdzie więc podziało się kolejnych dziesięć?

### OZMA to nie tylko Niedźwiady

Choć dwie dekady spotkań w ramach OZMA są kojarzone głównie z Niedźwiadami, uczciwie trzeba przypomnieć, że zlot miał też kilku innych znaczących organizatorów i gospodarzy. W 1998 r. było to Borówno, gdzie organizację wzięli na siebie klub Milky Way oraz małżeństwo Romualda i Lidii Graulów. Do dziś zresztą zlot ten dzierży rekord pod względem frekwencji, gdyż wzięło w nim udział blisko 200 osób. O skali zapotrzebowania na tego typu imprezy niech świadczy fakt, że pierwsi uczestnicy przyjechali na miejsce... tydzień wcześniej! Rok później, OZMA 1999 odbył się w Urzędowie koło Kraśnika. Organizacją zajął się Józef Baran i lo-



Festina lente, czyli spiesz się powoli, idealnie nadawałoby się na motto działalności PPSAE. Zegar słoneczny zaprojektowany i wykonany przez Karola Wenerskiego. Fot. Przemysław Rudź

kalne Koło Miłośników Astronomii im. Jana Heweliusza. Spotkanie odbywało się tuż po całkowitym zaćmieniu Słońca, zjawisko to zdominowało więc jego zawartość merytoryczną. Malownicza miejscowością gościa ponownie ozmowiczów w roku 2010 i 2012. Pierwszy z wymienionych był, według zgodnej opinii, najbardziej naukowym zlotem, który bardziej przypominał poważne sympozjum niż coroczne przyjacielskie spotkanie pod gwiazdami. Podczas trzeciego urzędowskiego spotkania astronomia zawędrowała na miejski rynek, gdzie przy całkowitym wygaszeniu miejskiego oświetlenia zaprezentowano pokaz slajdów dokumentujący astrofotograficzny dorobek Marka Nikodema.

Kolejnym miejscem, gdzie zagościł OZMA, był Frombork. W 2000 r. spotkało się tam około 150 miłośników astronomii, którym wszelkie wygody dla ciała, ducha i umysłu zapewniło Towarzystwo Przyjaciół Planetarium i Obserwatorium „Pulsar”. Baza instrumentalna zlotu była Żurawia Góra, gdzie obiegano teleskopy Zeissa i reflektor Kazimierza Kordylewskiego, odkrywcy księżyco-pyłowych Ziemi. We Fromborku, w 2009 r., odbyła się również XIII edycja zlotu, która wpisała się w obchody Międzynarodowego Roku Astronomii. Do dyspozycji uczestników było miejscowe planetarium, muzeum oraz wzgórze katedralne ze wspaniałymi zabytkami, przypominającymi życie i działalność wielkiego Mikołaja Kopernika. Stroną organizacyjną imprezy, przy wsparciu władz miasta, wzięli na siebie znani lokalni popularyzatorzy astronomii, małżeństwo Edith i Andrzej Pilscy.

Dwa lata później, w 2002 r., sierpniowe niebo powitało młodych astro-

nomów w Królikowie koło Szubina. Hasłem przewodnim zlotu był katalog Messiera, a jego merytoryczną część wypełniły wykłady tematyczne, które uzupełnił pokaz astronomicznych slajdów Wiesława Skórzyńskiego. W 2003 r. OZMA zawędrował do Orkusza w pobliżu Kwidzyna. Ówczesna wielka opozycja Marsa stała się mottem zlotu, chociaż pogoda pokrzyżowała większość planów obserwacyjnych. Mimo to, spotkanie na przełomie lipca i sierpnia wykorzystano na arcydzieła wykłady prof. Andrzeja Woszczyka (1935–2011) i prof. Romana Ratkiewicz-Landowskiej, a także prezentacje i swobodne rozmowy w kuluarach imprezy. Żeby zwrócić uwagę na astronomiczny potencjał wschodnich rubieży kraju, o których marszałek Józef Piłsudski swego czasu mawiał, że są jak obwarzanek, w którym najsmaczniejsze jest na brzegu, w 2005 r. zlot wybrał za swoją siedzibę Niemczyn opodal Czarnej Białostockiej. Uczestników zachwyciła nieskaziona niczym przyroda, bujne otaczające lasy i smolistociemne niebo, którego w dzisiejszych okolicznościach rozwoju miast i terenów podmiejskich stale przecieże ubyla. Organizatorem spotkania był niezmordowany popularyzator astronomii, obserwator zjawisk zakryciowych, komety i gwiazd zmiennych, wielokrotny uczestnik poprzednich zlotów i obecny członek zarządu PTMA, Wojciech Burzyński.

Ostatnim oryginalnym miejscem, poza Niedźwiadami i pozostałymi wymienionymi lokalizacjami, gdzie w 2008 r. zawitała dwunasta edycja OZMA, był roztoczański Kawęczynek koło Zamościa. Organizatorami imprezy było rodzeństwo Monika i Andrzej

Rzemieniakowie, wielokrotni uczestnicy wcześniejszych edycji zlotu. Wyjątkowym gościem imprezy był pierwszy polski kosmonauta gen. Mirosław Hermaszewski, który, z właściwą sobie pasją i erudycją, opowiedział o najwięcej przygodzie swojego życia, czyli locie na orbitę wokółziemską na pokładzie statku Sojuz 30. Podczas sierpnio-wego spotkania dominowała tematyka astronauteczna i meteorytowa. Tajemnicze kamieni z nieba przybliżyły wykłady Andrzeja Pilskiego, Jacka Drążkowskiego, Krzysztofa Sochy i Stanisława Jachymka, znalazcy meteorytu Zakłodzie. W Kawęczynku po raz pierwszy pojawiła się też firma Astrozakupy.pl, która od tej pory jest nominalnym sponsorem zlotu, a jej stoisko wpisało się na stałe w jego krajobraz.

## Ludzie PPSAE

Organizacje i stowarzyszenia to w dużej mierze nazwy funkcjonujące na oficjalnych i nieoficjalnych dokumentach, przekazach słownych, grafikach, logotypach i fotografiach. Zawsze jednak kryją się pod nimi poszczególne osoby, których zaangażowanie nadaje sens i wyznacza kolejne cele, których realizacja wypełnia kolejne miesiące i lata działalności. Pałucko-Pomorskie Stowarzyszenie Astronomiczno-Ekologiczne tworzą ludzie wielu profesji, najczęściej niezwiązanych w żaden sposób z astronomią. Nie sposób tu wymienić wszystkich wraz z ich barwnymi życiorysami, gdyż zajęłyby osobne opracowanie. Kilka nazwisk musi się jednak pojawić, aby w choć niewielkim stopniu oddać należny im hołd za pracę, poświęcenie, bezinteresowność i wytrwałość. Od samego początku stowarzyszeniu prezesuje pełen empatii pasjonat astrofotografii Marek Nikodem, reprezentujący je na zewnątrz i bezpośrednio zaangażowany w organizację kolejnych zlotów. Następnym dobrym duchem OZMA jest Karol Wenerski, bez reszty oddany astronomii, budowniczy zegarów słonecznych, niezwykle uzdolniony konstruktor teleskopów i oprowadzający wycieczki szkolne po terenie ośrodka w Niedźwiadach. Blisko z nim współpracuje Michał Witkowski, również astrofotograf, a także konstruktor teleskopów, programista i elektronik. Przez jego ręce przechodzą najczęściej wszelkie kwestie związane z doborem optyki do nowo powstających instrumentów, a także zagadnienia dotyczą-

ce ich automatyki. Wspomniany już wcześniej Roman Kral jest sekretarzem PPSAE, od lat całym sercem zaangażowanym w działalność stowarzyszenia. To dzięki niemu, nikomu wcześniej nieznane Niedźwiady i ich potencjał zostały odkryte dla miłośniczej astronomii. Do stowarzyszenia należą również profesjonalni astronomowie Marek Muciek, Krzysztof Rumiński i Monika Fagas-Kamińska. Grono wymienionych uzupełniają Bartek Piłarski, Zdzisław Szałkowski, Marcin Grzybowski, Paweł Dobies, Adam Krall, Marek Rogacki, Andrzej Pater oraz wielu innych. Bez ich wsparcia trudno byłoby wyobrazić sobie bieżące funkcjonowanie obserwatorium czy realizację jego długoterminowych planów.

## Hity tegorocznego zlotu

W tym miejscu wypadałoby w skrócie opisać to, co działało się podczas tegorocznego jubileuszowego OZMA. Jednym z najsympatyczniejszych wydarzeń stała się celebracja czwierćwiecznego ukazywania się dawniej dwumiesięcznika, a dziś kwartalnika „Vademecum miłośnika astronomii”, wydawanego przez Mirosława Brzozowskiego. Znany wszystkim zlotowiczom Pan Vega (właściciel Prywatnego Wydawnictwa Naukowego Vega), który ze stoiskiem pełnym książek, map i atlasów od lat jest charakterystycznym elementem OZMA, został uhonorowany owacjami, chóralnym „Sto lat!” oraz okolicznościowym tortem, skonsumowanym ze smakiem w gronie organizatorów zlotu i przyjaciół. Na najwyższe

uznanie zasługuje fakt, że mimo silnej konkurencji na rynku klasycznych czasopism, a także łatwego dostępu do astronomicznych treści udostępnianych w internecie, udało się przez tak długi czas prowadzić skromny periodyk, który wciąż znajduje oddane gromo czytelników. Wypada więc trzymać kciuki za kolejne lata obecności pisma w świadomości rodzinnych miłośników astronomii, a także kolejnych spotkań w ramach OZMA.

W czwartek, czyli w pierwszym oficjalnym dniu zlotu, członek PPSAE Michał Witkowski, w plenerowej pogawędce opowiedział o swoim instrumentarium, którego używa do fotografowania nieba. Duże zainteresowanie wzbudziły wysoce zaawansowane rozwiązania w postaci sprzążonych ze sobą teleskopu, montażu, kamery CCD, guidera, komputera oraz pozostałą niezbędną elektronikę. Plątanina kabli, przewodów, przejściówek i migających diod tylko z pozoru wyglądała na niedający się ogarnąć węzeł gordyjski. Prelegent z właściwą sobie pasją i poczuciem humoru rozwijał wszelkie wątpliwości w tej materii. Podobny, praktyczny wymiar miał też wykład Bartosza Solarza, który następnego dnia opowiedział o doborze sprzętu do wizualnych obserwacji nieba. Położył w nim nacisk nie tylko na kwestie jakości wykonania elementów optycznych i mechanicznych, ale również istotny problem ergonomii i logistyki, które razem i osobno warunkują możliwość sprawnej organizacji kolejnych ekspedycji obserwacyjnych. W perspektywie przechowania sprzętu



Mirosław Brzozowski trzymający Grand OZ za 25 lat wydawania „Vademecum miłośnika astronomii”. Obok od lewej Roman Kral i Marek Nikodem oraz z prawej Michał Witkowski. Fot. Piotr Wieczorek

obserwacyjnego w miejscu zamieszkania został zaakcentowany też tzw. WAF, czyli Wife Acceptance Factor. Jest to problem, z którym przedżej czy później musi zmierzyć się każdy żyjący w małżeństwie lub związku partnerskim miłośnik rozgwieźdzonego nieba, rzecz jasna płci męskiej. Ta ważąca i drażliwa kwestia wzbudziła zrozumiałą wesołość na sali.

Salę wykładową po brzegi wypełniły dwa piątkowe wykłady prof. Macieja Mikołajewskiego, pełnego energii, niezmordowanego redaktora naczelnego „Uranii – Postępów Astronomii”. Opowiedział on o fascynujących obserwacjach słynnej supernowej SN 1987A z Wielkiego Obłoku Magellana, w kontekście neutrin zarejestrowanych przez ziemskie obserwatoria na kilka godzin przed, w trakcie i po rejestracji wydarzenia w świetle widzialnym. Drugi wykład był poświęcony zagadnieniu fal grawitacyjnych, których odkrycie mocno wstrząsnęło niedawno światem nauki. Uzupełnieniem prelekcji było wyświetlenie jeszcze ciepłego odcinka programu „Astronarium”, poświęconego właśnie falom grawitacyjnym i eksperymentowi LIGO. Prof. Mikołajewski i przybyły z nim do Niedźwiad dr Krzysztof Czart są scenarzystami programu, co gwarantuje najwyższy poziom merytoryczny i dostosowanie narracji praktycznie dla każdego ciekawego świata widza. Kilkadziesiąt (27) odcinków programu, które ukazały się do tej pory, czynią z niego jedną z najciekawszych tego typu produkcji popularnonaukowych w kraju. Co ważne podkreślenia, intencją autorów jest zawsze podkreślanie roli i wkładu polskich uczonych w badaniach opisywanych zagadnień. Gdyby tylko udało się wpro-



Wykład dr. Krzysztofa Kamińskiego. Fot. Przemysław Rudź

wadzić ów program z telewizji regionalnej do ramówki głównych kanałów telewizji publicznej...

Sobotni wykład, który jak poprzednie zgromadził podobnie liczne grono słuchaczy, był dziełem dr. Krzysztofa Kamińskiego z UAM w Poznaniu. Od lat związany ze złotem naukowym opowiedział o realizowanych przez swój zespół obserwacjach sztucznych satelitów nie tylko w kontekście pomiarów astrometrycznych, pozwalających na precyzyjne obliczanie ich orbit, ale zwrócił uwagę na problem kosmicznych śmieci, które wraz ze stale przybywającą liczbą satelitów powodują istotne zagrożenie dla ich funkcjonowania. Złowrogą pochodną tego niekorzystnego efektu jest realne niebezpieczeństwo dla kolejnych załóg Międzynarodowej Stacji Kosmicznej i jej przyszłych następców. Okazuje się, że z powierzchni Ziemi jesteśmy w stanie śledzić obiekty o centymetrowych rozmiarach, co z jednej strony świadczy o bardzo zaawansowanych technikach rejestracji szybko poruszających się ciał, z drugiej każe zadać pytanie o to,

co z tysiącami, a może i dziesiątkami tysięcy drobniejszych okruchów?

Wyjątkowe zainteresowanie wzbudziła firma ScopeDome ze Szupska, której szef Jacek Pala, również pasjonat astronomii, wybrał się na zlot autem z lawetą, na której dumnie prezentowała się automatyczna kopuła astronomiczna. Jeden z najnowszych produktów firmy, kopuła o średnicy 2 m na specjalnej wieży o wysokości 120 cm z drzwiami, był obiektem dokładnych oględzin, licznych fotografii, a także manualno-organoleptycznych testów. Już po zlocie okazało się, że kopuła ostatecznie nie wyjechała w drogę powrotną do fabryki, gdyż została w Niedźwiadach na stałe, by stać się w niedalekiej przyszłości nowoczesnym domem dla kolejnego instrumentu obserwacyjnego. Okazuje się więc, że wzorem wybitnie skomercjalizowanych amerykańskich spotkań typu „star party”, rodzime złote astronomiczne są również doskonałą okazją do ubijania dobrych astronomicznych interesów.

Stojąca na lawecie kopuła była też okazją, aby wspomnieć o programie realizowanym przez Departament Edukacji Polskiej Agencji Kosmicznej. Ma on na celu stworzenie podstawy merytorycznej dla osób, które chcą zaangażować się w budowę szkolnych obserwatoriów astronomicznych. Praktyka ukazuje elementarny brak wiedzy i przygotowania do realizacji takich przedsięwzięć, zarówno od strony biurokratycznej (pozwolenia, plany architektoniczne, dobór podwykonawców, kwestie przetargowe, budżet), zagadnień merytoryczno-technicznych (wybór lokalizacji, wyposażenie obserwatorium, optyka, dobór kopuły) czy wreszcie, co prawdopodobnie jest kluczową kwestią, sposobów wykorzystania nowo powstałego obiektu w bieżącej dzia-



Elektronika sterująca kopułą ScopeDome 2M. Fot. Przemysław Rudź

łalności edukacyjnej szkoły. W chwili obecnej powstaje kompleksowe opracowanie zawierające wskazówki, jak rzetelnie podejść do realizacji projektu, unikając błędów mogących rzutować na przyszłość obserwatorium. Ważnym elementem opracowania będzie dołączony do niego zestaw 30 scenariuszy lekcyjnych, w dowiązaniu do obowiązującej podstawy programowej, oczywiście wykorzystujących potencjał szkolnego obserwatorium astronomicznego. Po wakacjach kompletny dokument będzie rozesłany do wszystkich szkół w kraju, a także udostępniony zainteresowanym do pobrania ze strony internetowej POLSA.

Na skraju głównego pola namiotowego rozlokowali się poszukiwacze meteorytów, którzy w praktyce pokazali, jak obsługują zaawansowane wykrywacze metalu. Dzięki nim, kosmiczni goście znajdują szczęśliwych posiadaczy, uzupełniają ich z pietyzmem gromadzone kolekcje, a najciekawsze okazy stają się przedmiotem naukowych analiz. Trzeba zaznaczyć, że pasja poszukiwania meteorytów wiąże się również z poznawaniem przeszłości eksplorowanego obszaru. Monety, medale, amunicja, spinki, guziki, toporki, miecze, sztylety, elementy zastaw stołowych, ceramika, szczątki garderoby i setki innych elementów świadczących o obecności i działalności człowieka, to pasjonująca wycieczka w przeszłość. Skarby Ziemi Pałuckiej, odnalezio-



Laureaci konkursu wiedzy astronomicznej. Fot. Piotr Wieczorek

ne przez poszukiwaczy meteorytów, przyprawiają o zatrzymanie głowy. Świadczą o istotnej roli, jaką rejon ten pełnił w życiu dawnych społeczności, a także jego burzliwych politycznych, kulturalnych i gospodarczych dziejach.

Dopełnieniem merytorycznej strony zlotu była prezentacja dokonań Piotra Wieczorka na polu astrofotografii, wykład Mirosława Brzozowskiego o jubileuszu wydawanego przez niego periodyku i mało znanych zjawiskach astronomicznych, pogawędka Jerzego Skóry o pomysłach i wynalazkach ułatwiających obserwacje astronomiczne czy pokaz slajdów Tomasza Mrugalskiego, dokumentujący jego podróż do obserwatoriów astronomicznych w Chile. Na zakończenie, na dużym ekranie, od-

był się pokaz zdjęć ilustrujących życie ozmowiczów na poprzednich edycjach OZMA. Tradycją każdego zlotu są konkursy wiedzy astronomicznej. W tym roku w szranki stanęły kilkunastu młodych adeptów nauki o Wszechświecie, z których szczególnie wyróżnił się Jędrzej Minda. Nagrody w postaci sprzętu optycznego (teleskopy i lornetki) i literatury astronomicznej, które ufundowały Astrozakupy.pl, z pewnością przyczynią się do dalszego rozwoju, po głębiania astronomicznej pasji i zwiążą laureatów z kolejnymi edycjami zlotu. Wspomniany już Mirosław Brzozowski został uhonorowany tradycyjną nagrodą Grand OZ za 25 lat wydawania czasopisma „Vademecum miłośnika astronomii”.



ROLAND — największy teleskop stacji w Niedźwiadach. Fot. Przemysław Rudź

## BAJka o ROLANDZIE

Pisząc o obserwatorium w Niedźwiadach nie sposób pominąć kwestii jego instrumentalnego wyposażenia, które same w sobie stanowić by mogło kanwę długiej opowieści. Jest to o tyle fascynujące, że główne teleskopy stacji powstały od podstaw jako autorskie projekty osób związanych z bieżącą działalnością ośrodka. Już pierwsze zetknięcie się z tymi urządzeniami uzmysławia, jak wiele środków finansowych, godzin wytężonej pracy, cierpliwości i odporności na niespodziewane przeszkody musieli włożyć, aby osiągnąć tak fenomenalne rezultaty. Sercem dzisiejszego obserwatorium jest jeden z największych teleskopów amatorskich w Polsce, któremu nadano imię ROLAND. Jest to hołd dla przedwcześnie zmarłego Rolanda Kubackiego, zaangażowanego nigdy w działalność SzKaPA. Jego młodzieńcza pasja, zaangażowanie i entuzjastyczne podejście do obserwacji nieba były i są źródłem nieustającej inspiracji dla kolegów. Potężny reflektor systemu Newtona ma średnicę 60 cm i ogniskową 280 cm. Teleskop posiada oryginalnie zaprojektowany i własnymi siłami wykonany montaż widłowy, komputerowy system sterowania, tubus i zestaw niezbędnych akcesoriów. Umieszczono go pod specjalnie wykonaną kopułą, posadowioną na własnoręcznie wymurowanym budynku, który według słów Marka Nikodema, aktualnego prezesa PPSAE, przetrwać ma do kolejnego całkowitego zaćmienia Słońca, które będzie widoczne w Niedźwiadach. Miejmy więc nadzieję, że stacja doczeka w dobrej formie do... 2 września 2426 roku.

W trakcie minionego zlotu, nowe serce — 40-cm paraboliczne zwierciadło, otrzymało też teleskop Newtona o poetycko brzmiącej nazwie BAJ. Jak się okazuje, zawiera ona w sobie iniciały imion Beata-Anna-Joanna, czyli przedstawicielek płci pięknej, które na co dzień wspierają i inspirują członków PPSAE w kultywowaniu ich kosmicznej pasji. Doskonalej jakości optyka ukazała swoje możliwości podczas krótkich przerw w chmurach niskiego piętra, kiedy możliwe było wykonanie tzw. pierwszego światła dopiero co skolimowanego instrumentu. Jeśli w tak niekorzystnych warunkach (cirrus) teleskop ukazał wyjątkowo ostre obrazy gwiazd, a nawet delikatną

strukturę mgławicy planetarnej M57 w Lutni, to w warunkach odpowiednio ciemnego tła nieba, przejrzystości i stabilności atmosfery, będzie przez długie lata powodem nieustannych zatrzymywanych kolejnych pokoleń obserwatorów. Zamiłowanie członków PPSAE do tworzenia dowcipnych skrótów doskonale widać też na przykładzie jednego z pierwszych własnoręcznie wykonanych teleskopów, które wciąż znajdują się na wyposażeniu stacji. RFNT (Rich Field Newtonian Telescope), czyli reflektor systemu Newtona o średnicy 25 cm i ogniskowej 125 cm, skrywa ruchoma konstrukcja na skraju części obserwacyjnej ośrodka, przypominająca... wychodek i tak też jest żargonowo określana. Kilką lat temu instrument ten zyskał zupełnie nowe rozwinięcie skrótu, a określenie „Realnie Fatalny Niewidzący Teleskop” z powodzeniem funkcjonuje niezależnie od pierwotnej nazwy. Potraktujmy to rzecz jasna w kategorii dobrego astro-

nomicznego żartu, gdyż instrument jest jak najbardziej sprawny, od lat ciesząc swoich użytkowników.

## Z samorządem za pan brat

W zlotowy piątek, szarą i skąpaną w drobnym deszczu przyrodę ubarwiła uroczyścieść XX-lecia OZMA, na którą przybyli włodarze szubińskiego samorządu. Pojawili się starosta nakielski Tomasz Miłowski, wicestarosta Andrzej Kindermann, burmistrz Szubina Artur Michalak, byli burmistrzowie Szubina Ignacy Pogodziński i Andrzej Wrona, prezes Szubińskiego Towarzystwa Kulturalnego i jednocześnie dyrektor biblioteki w Szubinie Mirosław Rzeszowski oraz przedstawiciele instytucji wspierających PPSAE. Samorządowcy zadeklarowali chęć i determinację, aby ośrodek w Niedźwiadach został gruntownie wyremontowany, gdyż jego obecny stan pozostawia wiele do życzenia. W kuluarach spotkania okazało się, że w przyszłym roku zostaną wyasygnowane



Teleskop BAJ po wymianie lustra głównego, które fachowym okiem ocenia Bartosz Solarz



Burmistrz Szubina Artur Michalak, w uznaniu zasług PPSAE, wręcza Markowi Nikodemowi pamiątkowe astrolabium. Fot. Piotr Wieczorek

wane odpowiednie fundusze, aby przeprowadzić remont generalny budynku. Z tego, co jest w tej chwili, zostaną praktycznie mury, wymieniony zostanie dach, okna, wszystkie instalacje. Zmieni się układ pomieszczeń, budynek uzyska ogrzewanie i zaplecze socjalne o dobrym standardzie. Niebawem, wspólnie z Urzędem Miasta w Szubinie, zostanie wypracowany model funkcjonowania ośrodka, który określi jego charakter na przyszłość. Według słów prezesa Marka Nikodema, na pewno zwiększy się zakres działań dydaktycznych i popularzatorskich prowadzonych przez PPSAE. Rozważane jest utworzenie klubu astronomicznego dla dzieci i młodzieży. Rozwój bazy instrumentalnej będzie zależeć od możliwości pozyskania na to funduszy zewnętrznych. Już teraz wspomina się o budowie dużego teleskopu słonecznego, który uzupełni i wydatnie rozszerzy możliwości niedźwiadzkiego obserwatorium. Warto też wspomnieć, że z okazji XX-lecia OZMA, starostwo powiatowe sfinansowało wydanie kolorowego albumu z astrofotogramami wykonanymi przez członków PPSAE. Ze względu na planowany remont stacji postanowiono, że w przyszłym roku OZMA XXI odbędzie się w Urzędowie, które po pięciu latach znów stanie się celem i bazą dla przyjezdnych miłośników rozgwieźdzonego nieba z całego kraju.

### Równie szurnięci

Słowa Karola Wenerskiego, zacytowane na wstępie do tego eseju, doskonale puentują cel i sens organizowania zlotów astronomicznych. Pasja do samodzielnego poznawania tajemnic świata gwiazd i planet, czyni z zainteresowanych jednostki wybitnie wyróżniające się na tle przeciętnego obrazu swojego otoczenia. Autor niniejszych rozważań, stojąc z teleskopem gdzieś przy wiejskiej drodze, wielokrotnie spotykał się z postronnymi osobami, których reakcje były mieszanką ciekawości i podejrzliwości, a po spojrzeniu w okular... nieskrywanego szacunku i podziwu. Dla pasjonatów nauki o Kosmosie nic nie jest w stanie zastąpić werbalnych spotkań pod gwiazdami, wymiany doświadczeń i podnoszenia własnych kwalifikacji, w warunkach bezpośrednich i przyjaznych kontaktów międzyludzkich.

OZMA nie jest zresztą jedynym przedsięwzięciem, które przyciąga uczestników z całego kraju. Rozwój



Najwytrwalsi ozmowicze doczekali takich widoków... Fot. Piotr Wieczorek

internetu umożliwił szybkie kontaktowanie się miłośników astronomii i organizowanie innych autorskich imprez. Niektóre z nich mają również zasięg ogólnopolski, chociaż odbywają się też imprezy o *stricto* lokalnym charakterze. Część zlotów czasy świetności ma już za sobą, inne rozwiklają i ugruntowują swoją pozycję. Wymieńmy dla przykładu coroczy zlot lubelskiego oddziału PTMA w Bieszczadach (dawniej Roztoki Górne, teraz Stęžnica), który cieszy się wciąż rosnącą marką i uznaniem. W pierwszych latach XXI w. niezwykle popularne były sierpniowe spotkania w schronisku PTTK na Kudłaczach w Beskidzie Wyspowym. Kilka astronomicznych spotkań odbyło się na terenie stacji limnologicznej Uniwersytetu Gdańskiego w Borucinie nad Jeziorem Raduńskim. Miłośnicy astronomii

spotykali lub spotykają się regularnie w Zwardoniu, Zatomiu, Jodłowie, Jachrance, Kamieniu, Bukowcu, Toruniu, Jeziorach, Kopernicy, Ostrowiku i kilku innych miejscach na mapie Polski. Jeśli dodamy do tego różnego rodzaju festiwale nauki, gdzie zawsze mile widziane jest, uzbijone w teleskopy, pasję i wiedzę, lokalne grono miłośników astronomii, można z satysfakcją przyznać, że idzie ku lepszemu. Każda kolejna oddolna inicjatywa cieszy, gdyż z jednej strony angażuje stale napływający astronomiczny narybek, z drugiej, dzięki zdrowej konkurencji, zmusza do ciągłego podnoszenia standardów, jakości i wartości merytorycznej już istniejących zlotów.

Ogólnopolskie zloty astronomiczne mają długą historię, sięgającą wstecz znacznie dalej niż OZMA. Wystar-



Pamiątkowa fotografia uczestników zlotu, wykonana z pokładu drona unoszącego się ponad ośrodkiem. Fot. Piotr Wieczorek



Uczestnicy jubileuszowego XX OZMA 2016 w Niedźwiadach

czy przypomnieć, owiane już legendą, fromborskie „Wakacje w Planetarium”, które od końca lat 70. ubiegłego stulecia do początku XXI w., aktywizowały miłośnicze środowisko całego kraju. Regułą wszystkich tego typu spotkań było, że pojawiały się na nich osoby, które gwiazdną pasję traktowały nie tylko jako chwilową fascynację, ale widziały w niej bazę do realizacji przyszłych planów życiowych. Nic więc dziwnego, że wyjątkowo wyróżniały się na tle pozostałych wiedzą, zaangażowaniem i specyficzną aurą, inspirującą koleżanki i kolegów. Takie osoby, jak min. Kamil Złotkowski, Arkadiusz Olech, Krzysztof Kamiński, są dziś uznanymi astronomami, realizującymi poważne projekty naukowe. Krzysztof Kanawka, Adam Piech, Michał Moroz i Maciej Mickiewicz działają w preźnione rozwijającym się sektorze usług wykorzystujących technologie satelitarne. Jacek Pala produkuje automatyczne obserwatoria astronomiczne, które znajdują zadowolonych użytkowników na całym świecie. Przemysław Żoładek szefuje szanowanej na całym świecie Pracowni Komet i Meteorów. Michał Żołnowski, Michał Kusiak, Marcin Gędek, Grzegorz Duszanowicz i Rafał Reszelewski odkrywają komety, planetoidy i supernowe. Krzysztof Kida odkrywa komety muskające Słońce i obserwuje gwiazdy zmienne. Jarosław

Włodarczyk, Marek Muciek, Magdalena Pilska-Piotrowska, Jacek Drążkowski, Janusz Wiland, Krzysztof Czart, Karol Wójcicki czy niżej podpisany i wielu innych skupili się na popularyzacji astronomii. Piszą i wydają książki, przewodniki, prowadzą blogi i strony internetowe prezentujące aktualności astronomiczne i astronautyczne. Organizują też spotkania plenerowe i konkursy dla uczniów szkół, mieszkańców miast, miasteczek i wsi, jeżdżą po kraju z wykładami i prelekcjami.

Dla wszystkich wymienionych, a przecież to tylko ułamek z liczniego grona aktywnych obserwatorów nieba, każde spotkanie z podobnymi

sobie było potwierdzeniem podjętych wcześniej decyzji i dawało motywację do dalszej pracy. Cieszy więc fakt, że wśród nastoletnich uczestników kolejnych zlotów rosną nie tylko przyszli zawodowi badacze tajemnic Wszechświata, ale również biznesmeni, menadżerowie i wykwalifikowani pracownicy branży kosmicznej. W sukurs przychodzą im miłośnicy astronomii realizujący programy naukowe, popularyzatorzy nauki, a także ludzie innych profesji, dla których astronomia stała się wyborem na całe życie, sposobem upiększenia doczesnej wędrówki po planecie Ziemia. ■



Przemysław Rudź jest postacią nietypową. Z wykształcenia klimatolog, z zamiłowaniem astronom (kiedyś astrofotograf o wielkim dorobku) i autor wielu książek i albumów popularnonaukowych o astronomii. A jeśli tego mało, to jeszcze ARTYSTA! Twórca muzyki elektronicznej w znacznej mierze inspirowanej Kosmosem. Obecnie związany z Polską Agencją Kosmiczną jako specjalista w Departamencie Edukacji POLSA.



POLSKA  
AGENCJA  
KOSMICZNA

# Koniec misji

## Rosetta



### Europejska sonda zakończyła badania komety

30 września 2016 r. sonda Rosetta zakończyła swoją bardzo udaną misję zbadania komety 67P/Czuriumow-Gerasimienko. Europejska Agencja Kosmiczna (ESA) postanowiła że finalnym zadaniem sondy będzie „manewr kolizyjny” — kontrolowany spadek z niezbyt dużą prędkością na jądro komety. Podczas tej operacji sonda wykonywała zdjęcia i pomiary, jednak tuż przed momentem, w którym miała osiąść na powierzchni, wyłączeno instrumenty pokładowe. Nie wiadomo więc, czy sonda uległa jakimś uszkodzeniom, czy może zanim ostatecznie osiadła na powierzchni, odbiła się kilkakrotnie (podobnie jak to miało miejsce w przypadku lądownika Philae).

O misji Rosetta pisaliśmy w obserwacyjnych artykułach w „Uranii” nr 4/2015 i 5/2015. Poniżej opisujemy w skrócie trzy ciekawe rezultaty zaprezentowane przez ESA w trakcie ostatnich dni misji sondy.

### Zbadano, ile wody traci kometa Rosetty

Dzięki sondzie Rosetta przez około dwa lata naukowcy mogli monitorować, jak dużo pary wodnej traci w przestrzeni kosmicznej kometa 67P/Czuriumow-Gerasimienko. Badania prowadził zespół, którym kierował Kenneth C. Hansen z University of Michigan w USA. Naukowcy sprawdzili, jakie jest tempo „produkcji” wody traconej w przestrzeń kosmiczną przez kometę. Posłużyły do tego dane z instrumentu ROSINA, porównano je także z danymi zebranymi przez inne instrumenty pracujące na pokładzie sondy.

Od sierpnia 2014 r., kiedy Rosetta dotarła w pobliże komety, produkcja wody uległa bardzo dużemu zwiększeniu, aż do maksimum w okolicach peryhelium orbity w sierpniu 2015 r. Potem ilość traconej wody stopniowo spadała, ale nie tak gwałtownie, jak przypuszczało. Na początku kometa traciła kilkadziesiąt tysięcy kilogramów wody dziennie, a gdy przebywała w najbliższej względem Słońca odległości, było to już 100 mln kilogramów dziennie.

Ponieważ proste modele typu sferyczne rozprzestrzenianie się wody w formie

gazowej wokół komety niezbyt dobrze odwzorowują rzeczywistość (bowiem kometa ma skomplikowaną budowę oraz występują cykle sezonowe), trzeba było zrealizować całą serię bardziej złożonych symulacji numerycznych. Zostały one opisane w innej publikacji naukowej, natomiast w najnowszych badaniach wykorzystano te symulacje do danych zebrańych przez instrument ROSINA.

Uzyskane wyniki wskazują, że w okresie gdy kometa znajdowała się od 3,5 do 1,7 jednostki astronomicznej od Słońca, produkcja wody występowała głównie na północnej półkuli jądra komety. Potem, w maju 2015 r. skończyło się trwające 5,5 roku lato na półkuli północnej i zaczął się krótki okres letni na półkuli południowej. Nastąpiło przeniesienie produkcji wody na tę półkulę, przy czym zakładano, że będzie to proces stopniowy, a okazał się dużo szybszy niż przewidywano. Maksimum produkcji wody nastąpiło około trzy tygodnie po przejściu przez peryhelium — tak jak oczekiwano.

Naukowcy oszacowali, że w całym przedziale czasu, w którym sonda Rosetta monitorowała kometę, obiekt ten utracił 6,4 mld kg wody. Gdyby natomiast zsumować także inne tracone cząsteczki gazowe oraz pył, to utracona masa może być nawet 10 razy większa. Odpowiada to zmniejszeniu średnicy jądra o 2 do 4 m (gdyby przyjąć, że jądro jest kuliste).

### Letnie fajerwerki na komecie

Europejska Agencja Kosmiczna (ESA) zaprezentowała ciekawą składankę zdjęć pokazujących najjaśniejsze wybuchy (gwałtowne wyrzuty gazu i pyłu) na komicie 67P/Czuriumow-Gerasimienko, które wystąpiły w okresie od lipca do września 2015 r.

Był to okres wokół najbliższego przejścia komety względem Słońca, najmniejszy dystans dzielił kometę od naszej dziennej gwiazdy w dniu 13 sierpnia 2015 r. W ciągu trzech miesięcy kamery sondy Rosetta zarejestrowały 34 wybuchy na kometie. Były to gwałtowne wydarzenia zachodzące poza regularnymi dżetami i wypływami materii z jądra komety. Z kolei regularne wypływy pojawiały się i zanikały godnie z rotacją jądra komety,

w zależności od oświetlenia powierzchni przez promienie słoneczne.

Wybuchy są znacznie jaśniejsze niż normalne dżety. Zazwyczaj widać je jedynie na jednym zdjęciu, a na sąsiednich już nie, co wskazuje na czas życia od 5 do 30 min. Naukowcy oceniają, że typowy wybuch uwalnia od 60 do 260 ton materiału w ciągu kilku minut.

W okresie największego zbliżenia sondy do Słońca wybuchi występowały średnio co 30 godzin, czyli co około 2,4 obrotu komety. Rodzaje wybuchów można podzielić na trzy kategorie, opierając się na wyglądzie wyrzucanego materiału. Typ pierwszy jest związany z długimi, wąskimi dżetami rozciągającymi się daleko od jądra. Typ drugi obejmuje szerokie dżety, o dużej podstawie, które rozpościerają się bardziej poprzecznie. Z kolei trzecia kategoria jest mieszaną cech obu pierwszych rodzajów.

Jak podaje ESA, spośród 34 wybuchów, 26 zostało wykrytych dzięki wąsko-kątnej kamerze OSIRIS, trzy przy pomocy szerokokątnej kamery OSIRIS, a w pięciu przypadkach pomogła kamera nawigacyjna sondy Rosetta.

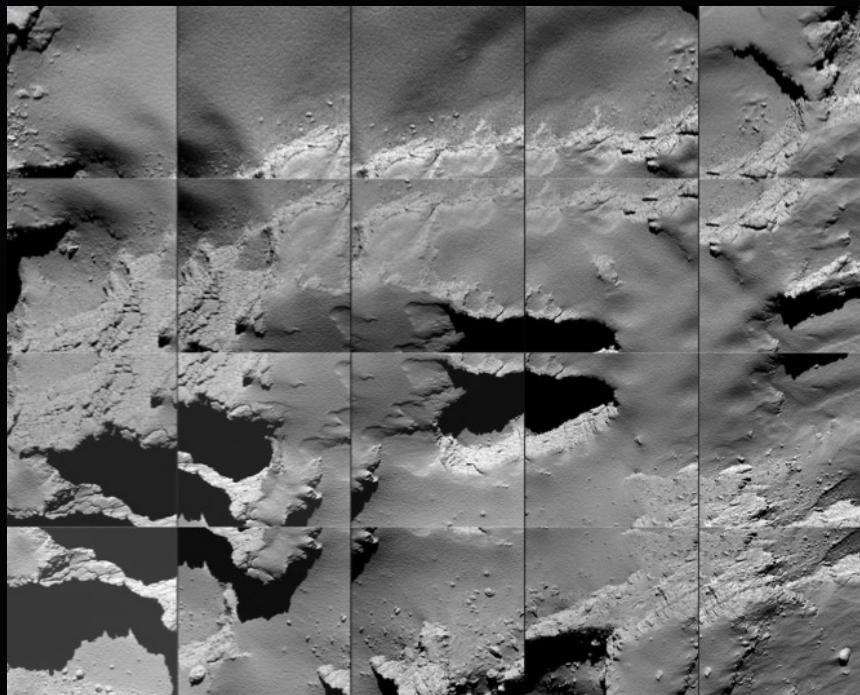
### Odnaleziono lądownik Philae

Na trzy tygodnie przed zakończeniem misji sondy Rosetta, na zdjęciach przez nią wykonanych udało się odnaleźć lądownik Philae. ESA ogłosiło to 2 września 2016 r. Lądownik wypatrzono na fotografach wykonanych z odległości 2,7 km przy pomocy kamery OSIRIS, na których rozdzielcość wynosiła 5 cm/piksel.

Zdjęcia potwierdziły pozycję, jaką osiągnął lądownik, utrudniającą mu uzyskiwanie energii i komunikację. Philae wylądował na jądrze komety na obszarze nazwanym później „Abydos”. Niestety pełchowo było to miejsce zbyt zacienione, aby można było uzyskać wystarczająco dużo energii do wykonania wszystkich zaplanowanych pomiarów. Gdy po trzech dniach główny akumulator wyczerpał się, lądownik wszedł w stan hibernacji. W czerwcu i lipcu 2015 r. na chwilę wybudził się i przekazał krótkie informacje. Jednak aż do września 2016 r. nie było znane jego precyzyjne położenie — znano je jedynie z dokładnością kilkudziesięciu metrów.

Krzysztof Czart

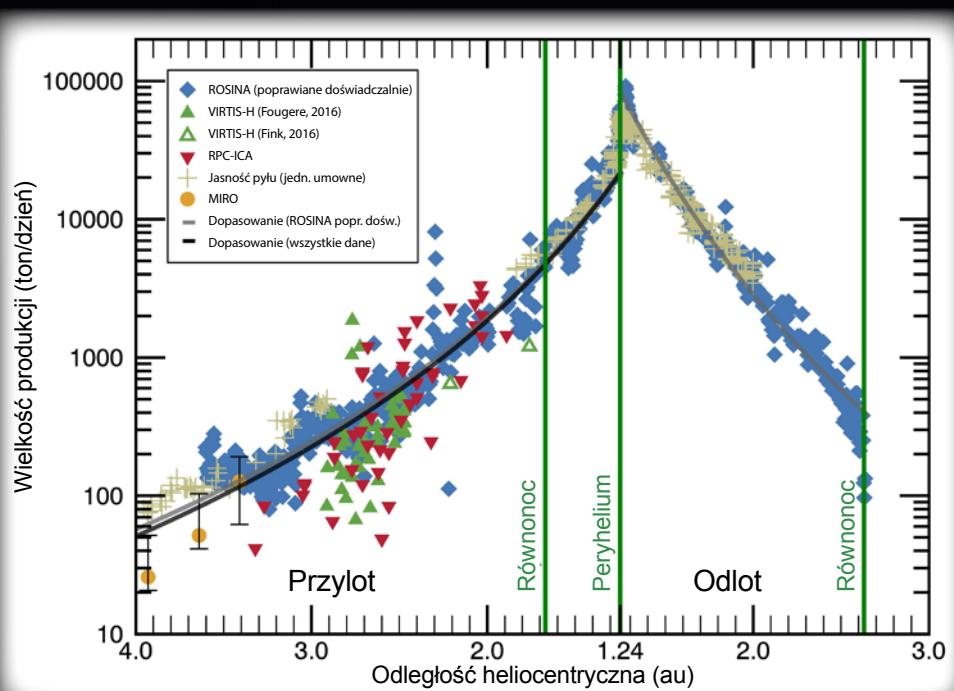
# Koniec misji Rosetta



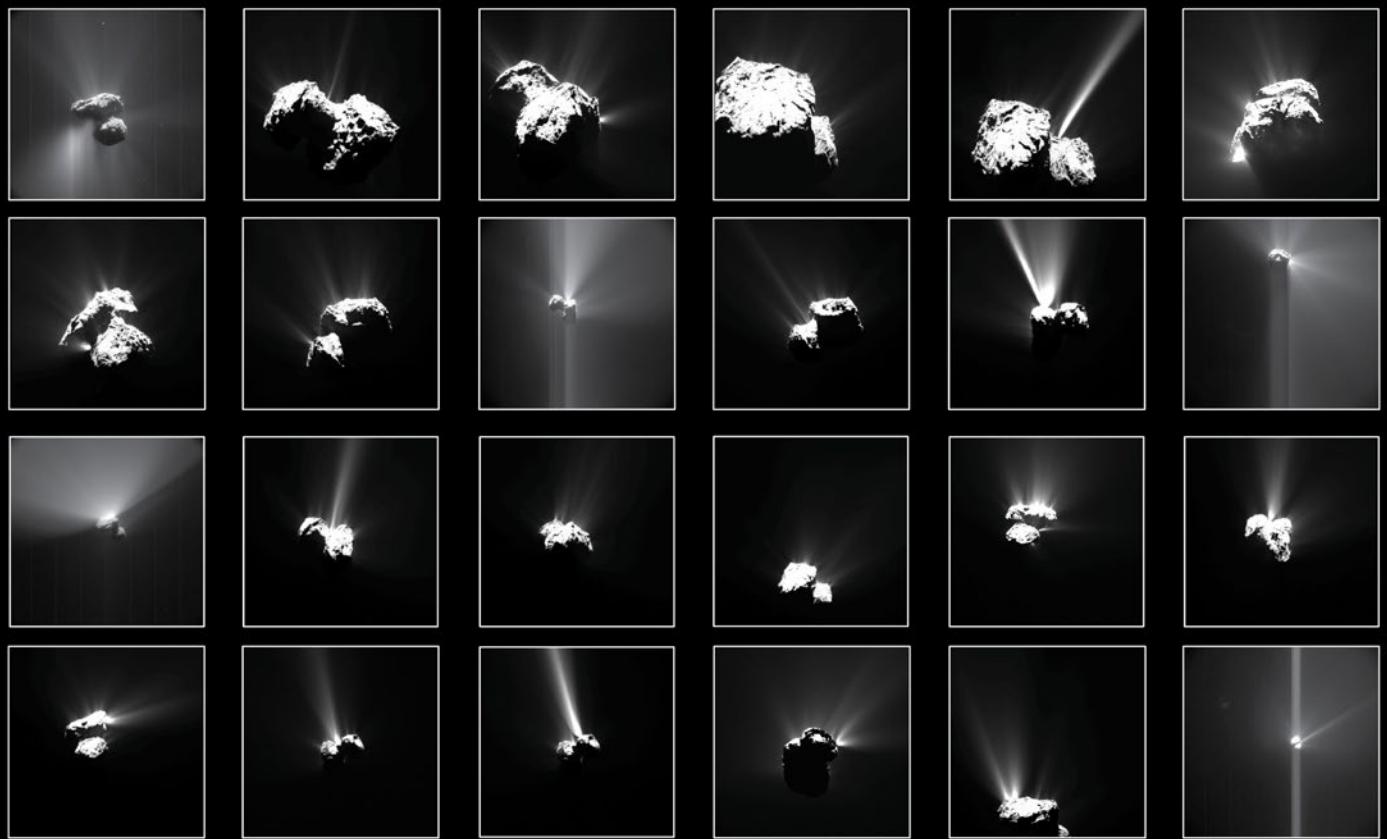
Składanka zdjęć miejsca lądowania sondy Rosetta na kometę 67P/Czuriumow-Gerasimienko. Zdjęcia zostały wykonane 30 września 2016 r. Źródło: ESA/Rosetta/MPS for OSIRIS Team MPS/UPD/LAM/IAA/SSO/INTA/UPM/DASP/IDA. Źródło: ESA

## Przebieg misji

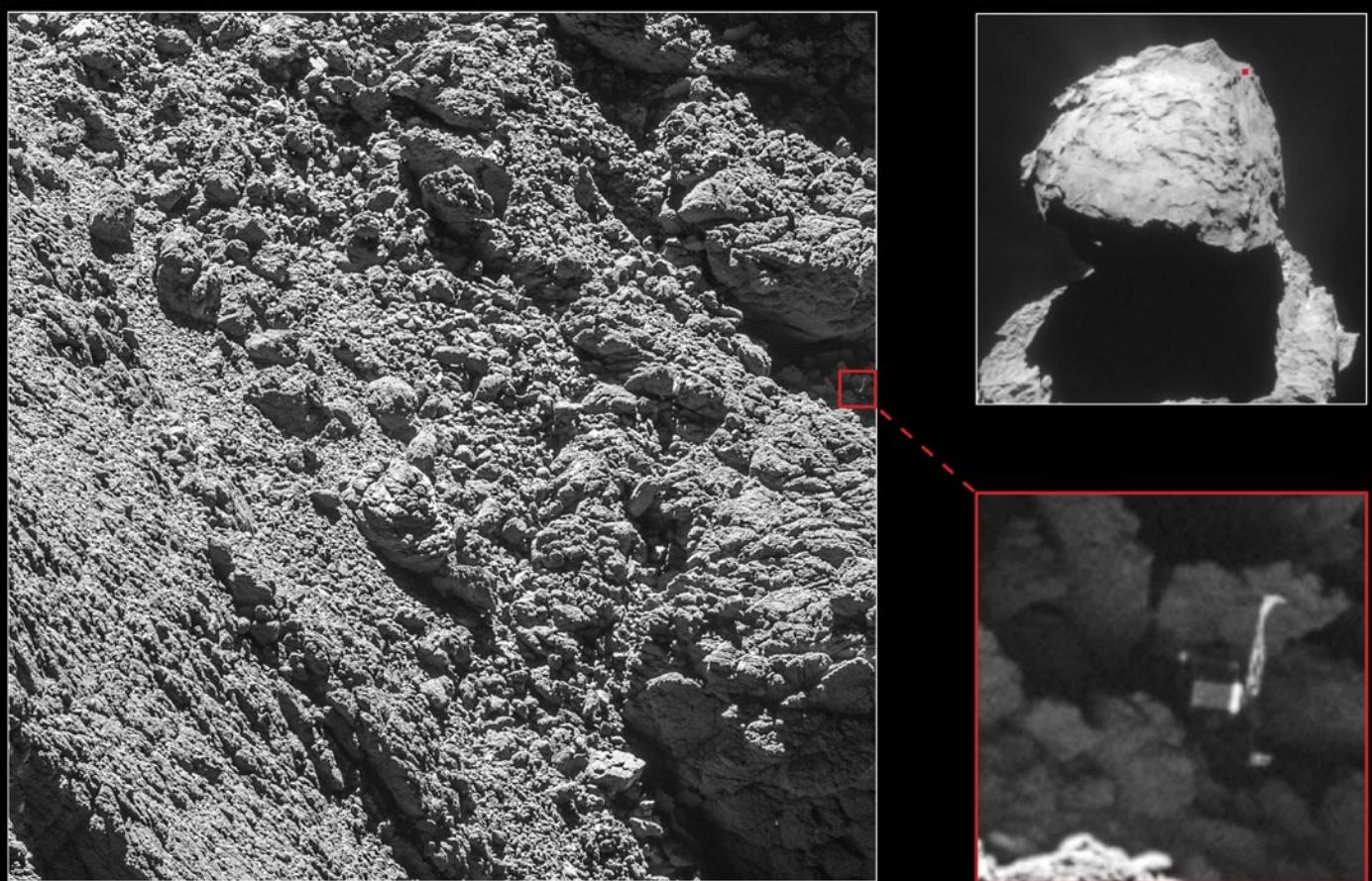
- 02.03.2004 – wystrzelone z Ziemi
- 04.03.2005 – pierwsza asysta grawitacyjna od Ziemi
- 25.02.2007 – asysta grawitacyjna od Marsa
- 13.11.2007 – druga asysta grawitacyjna od Ziemi
- 05.09.2008 – przelot koło planetoidy 2867 Steins (odległość 800 km)
- 13.11.2009 – trzecia asysta grawitacyjna od Ziemi
- 10.07.2010 – przelot koło planetoidy Lutetia (odległość 3162 km)
- 08.06.2011 – wejście w stan hibernacji
- 19.01.2014 – wybudzenie z hibernacji
- 20.03.2014 – pierwsze zdjęcia komety z odległości 5 mln km
- 06.08.2014 – dotarcie w pobliże komety
- 15.09.2014 – wybór miejsca lądowania dla Philae
- 12.11.2014 – lądownik Philae osiadł na jądrze komety
- 13.08.2015 – kometa przeszła przez peryhelium swojej orbity
- 02.09.2016 – odnaleziono lądownik Philae
- 30.09.2016 – koniec misji



Wykres produkcji wody przez kometę 67P/Czuriumow-Gerasimienko na podstawie pomiarów wykonanych przez sondę Rosetta. Źródło: Hansen et al. / ESA



Kompilacja najaśniejszych wybuchów na komecie 67P/Churyumov-Gerasimenko, sfotografowanych przez sondę Rosetta od lipca do września 2015 r. Źródło: OSIRIS: ESA/Rosetta/MPS for OSIRIS Team MPS/UPD/LAM/IAA/SSO/INTA/UPM/DASP/IDA; NavCam: ESA/Rosetta/NavCam — CC BY-SA IGO 3.0.



Lądownik Philae na jądrze komety 67P/Czuriumow-Gierasimienki. Źródło: główne zdjęcie i powiększenie lądownika: ESA/Rosetta/MPS for OSIRIS Team MPS/UPD/LAM/IAA/SSO/INTA/UPM/DASP/IDA; szerszy obraz komety: ESA/Rosetta/NavCam — CC BY-SA IGO 3.0.



OGLE16aaa — błysk rozrywanej gwiazdy<sup>1</sup>

# Żarłoczna czarna dziura

Łukasz Wyrzykowski  
Aleksandra Hamanowicz

*Gwiazdy orbitujące w pobliżu centrum galaktyki mogą zostać przechwycone i rozerwane przez siły płynowe centralnej czarnej dziury. Część materiału zostaje wyrzucona w przestrzeń, pozostałości spadają na czarną dziurę, wywołując jasny błysk, który może utrzymywać się nawet przez kilka lat. Obserwacje takich błysków pozwalają nam zbadać własności supermasywnych czarnych dziur.*

<sup>1</sup> Projekt OGLE i jego wyniki był szeroko opisywany w „Uraniach” 4–6/2012 oraz w 9. odcinku programu ASTRONARIUM: <https://www.youtube.com/c/AstronomiumPl>

**N**ajwiększe znane czarne dziury mieszkają w centrach galaktyk. Posiadają masę od milionów do miliardów Słońca i wiemy o ich istnieniu przede wszystkim dzięki świeceniu dysków akrecyjnych — materii spiralnie opadającej na czarną dziurę i emitującej promieniowanie w zakresie od rentgenowskiego po radiowe. Jądra galaktyk zawierające czarną dziurę, która nieustannie zjada materię, zwane są aktywnymi (AGN — *active galactic nuclei*). Wiele galaktyk jednak nie posiada aktywnych jąder, gdyż po prostu czarne dziury wyczyściły już swoją okolicę z całej materii, zaś od dłuższego czasu nie zaszło żadne połączenie z inną galaktyką, co mogłoby dorzucić trochę świeżego materiału do skonsumowania przez czarną dziurę.

Czarne dziury nie tylko nie wysyłają żadnej informacji (prędkość ucieczki pod horyzontem zdarzeń przekracza prędkość światła), ale też pole grawitacyjne w ich pobliżu zmienia się drastycznie z odległością. Różnice przyciągania w skali tysięcy kilometrów są na tyle duże, że gwiazda, która znajdzie się w pobliżu tzw. promienia pływowego danej czarnej dziury, zacznie być rozrywana. Proces rozrywania gwiazdy powoduje, że część jej materii wejdzie na orbitę wokół czarnej dziury, aby w końcu na nią spaść, a część zostanie odrzucona i z dużą prędkością (kilka procent prędkości

światła) zacznie podróżować przez galaktykę (rys. 1). Zwykle ok. połowy masy gwiazdy zostanie wciągnięte do czarnej dziury, chyba że proces rozrywania rozpoczę się dopiero pod horyzontem zdarzeń — wtedy nic nie wydostanie się na zewnątrz.

Promień pływowy ( $r_T$ ) zależy od masy czarnej dziury ( $m_h$ ) oraz masy i promienia rozrywanej gwiazdy ( $m_*$ ,  $r_*$ ):

$$r_T = r_* \sqrt[3]{\frac{m_h}{m_*}}$$

Tymczasem promień horyzontu zdarzeń jest liniowo zależny od  $m_h$ . Dlatego efekt dla zewnętrznego obserwatora może być różny. Dla gwiazd typu Słońca, czarne dziury o masach kilku milionów Słońca (jak ta w naszej Galaktyce) mają promień pływowy większy od horyzontu zdarzeń. Mamy wówczas szansę zobaczyć proces rozszarpywania. Najczęstsze czarne dziury potrafią mieć masy rzędu miliardów i setek miliardów mas Słońca — takie monstra połykają gwiazdy bez fajerwerków — nie możemy zaobserwować zjawiska rozrywania, gdyż odbywa się ono już pod horyzontem zdarzeń.

Ciekawym przypadkiem mogą być czarne dziury o masach pośrednich, tj. między 100 a 10 000 mas Słońca. Do tej pory nie ma pewności, czy takie obiekty występują powszechnie we Wszechświecie, ale gdyby w pobliżu takiej czarnej dziury zabłdził biały karzeł (końcowy etap ewolucji

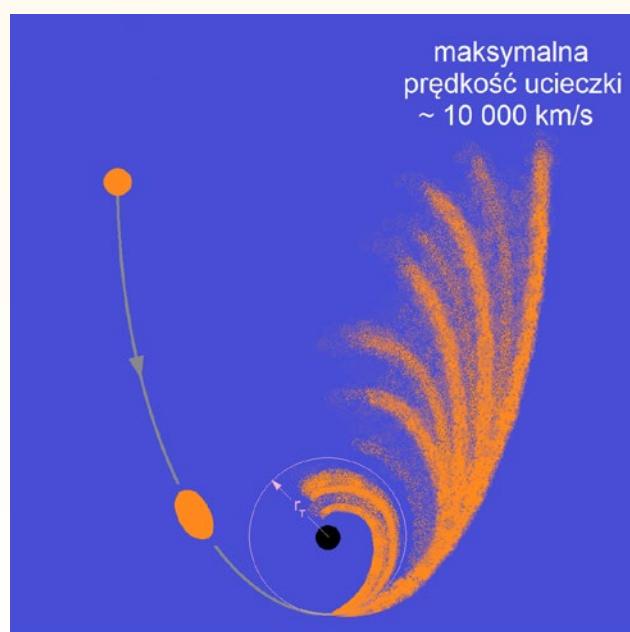
małych gwiazd, o masie ułamka masy Słońca, ale o bardzo małym promieniu), jego rozerwanie odbywałoby się nad horyzontem i mogłoby być zaobserwowane. Poszukiwania trwają, gdyż byłby to jeden z nielicznych sposobów na wykrycie czarnych dziur o masach pośrednich.

Część szczątków rozerwanej gwiazdy, które zostały grawitacyjnie związane z czarną dziurą i rozciągnięte wokół niej, zaczynają zderzać się ze sobą. Zwalniając, tworzą dysk wokół czarnej dziury, którego materia zaczyna powoli na nią opadać. Obserwujemy to jako znaczący wzrost jasności w centrum odległej galaktyki.

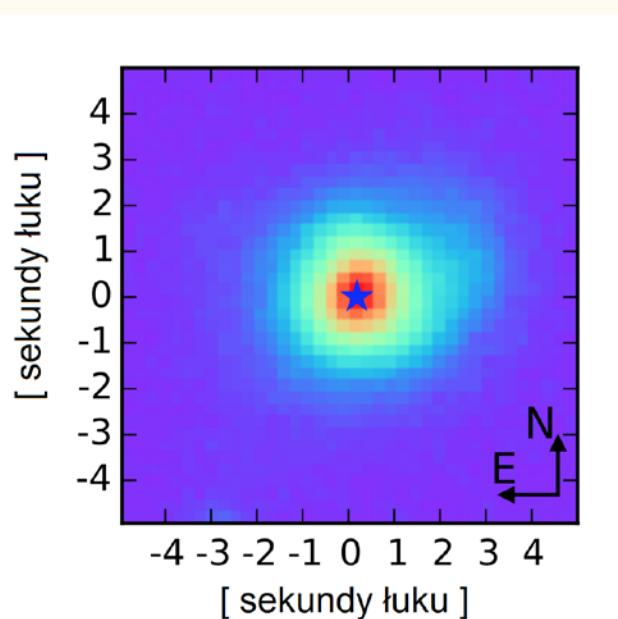
### TDE — pływowe katastrofy

Zjawiska pływowych rozerwają gwiazdy (TDE — *tidal disruption event*) przez centralne supermasywne czarne dziury w odległych galaktykach są świadomie obserwowane dopiero od kilku lat. Pierwsze rejestrowane były w dziedzinie rentgenowskiej — materia rozerwanej gwiazdy spadała na czarną dziurę, emitując wysokoenergetyczne promieniowanie X, czemu czasami towarzyszył wyrzut relatywistycznej strugi materii<sup>2</sup>. Jednak dopiero od momentu odkrycia pierwszych TDE w pasmach optycznych lub ultrafioletowych rozpoczęto poszukiwania tych błysków na szeroką skalę, za pomocą przeglądów regu-

<sup>2</sup> Takie zdarzenie zostało opisane w „Uranii” nr 4/2013 s. 9. [przyp. red.]



Rys. 1. Proces rozrywania gwiazdy oraz trajektorie jej części po pierwszym spotkaniu z czarną dziurą. Symbol  $r_T$  oznacza promień pływowy — odległość od czarnej dziury, w której następuje rozerwanie



Rys. 2. Położenie rozbłysku (gwiazdka) na obrazie galaktyki. Zdjęcie w sztucznych kolorach z obserwacji OGLE. Galaktyka, w której odkryto TDE, to GALEXASC J010720.81-641621.4, o jasności w filtrze I 17,0<sup>m</sup>

larnie przeczesujących niebo. Błyski TDE charakteryzują się zwykle długimi czasami trwania — po krótkim okresie wzrostu jasności (od kilku tygodni do miesięcy) następuje faza powolnego gaśnięcia, w tempie proporcjonalnym do czasu w potędze  $-5/3$ , mogąca trwać nawet 10 lat. Dlatego do wykrycia TDE są potrzebne regularne i długotrwałe obserwacje jak największej liczby galaktyk.

Przeglądy całego nieba, takie jak ASAS-SN czy Pan-STARRS, wykryły już po kilku kandydatów na TDE. Łącznie znamy ich jednak dopiero ok. 20. Od roku 2014 regularne obserwacje całego nieba i poszukiwanie błysków TDE oraz supernowych rozpoczęła też europejska misja Gaia (<http://gsaweb.ast.cam.ac.uk/alerts>). Również w ramach polskiego projektu OGLE (<http://ogle.astro.uw.edu.pl>) od 2012 r. są poszukiwane supernowe i TDE. Patrolujemy względnie mały wycinek nieba (ok. 700 stopni kwadratowych, czyli niecałe 2% nieba), jednakże obserwacje te sięgają głębiej niż większość innych przeglądów. Co ważne, rozwinięta i udoskonalona przez lata metoda odejmowania obrazów umożliwia bardzo dokładne usunięcie światła galaktyki, aby w ten sposób niejako odsłonić supernową lub błysk TDE, przyćmiony jej blaskiem.

### OGLE16aaa

Wytrwałe poszukiwania przyniosły wreszcie efekty. Pierwszego dnia pracy po Nowym Roku 2016 uruchomiliśmy automatyczny skrypt do poszukiwania nowych obiektów i wśród kandydatów zwróconych przez automat zauważaliśmy dwa obiecujące zjawiska. Jedno z nich było zwyczajną supernową, natomiast drugie znajdowało się dokładnie w centrum galaktyki, w której wcześniej nie rejestrowano żadnej aktywności (rys. 2). Zgodnie z konwencją stosowaną dla obiektów tymczasowych, zjawisko to uzyskało nazwę OGLE16aaa, jako pierwsze zjawisko wykryte w roku 2016 przez projekt OGLE.

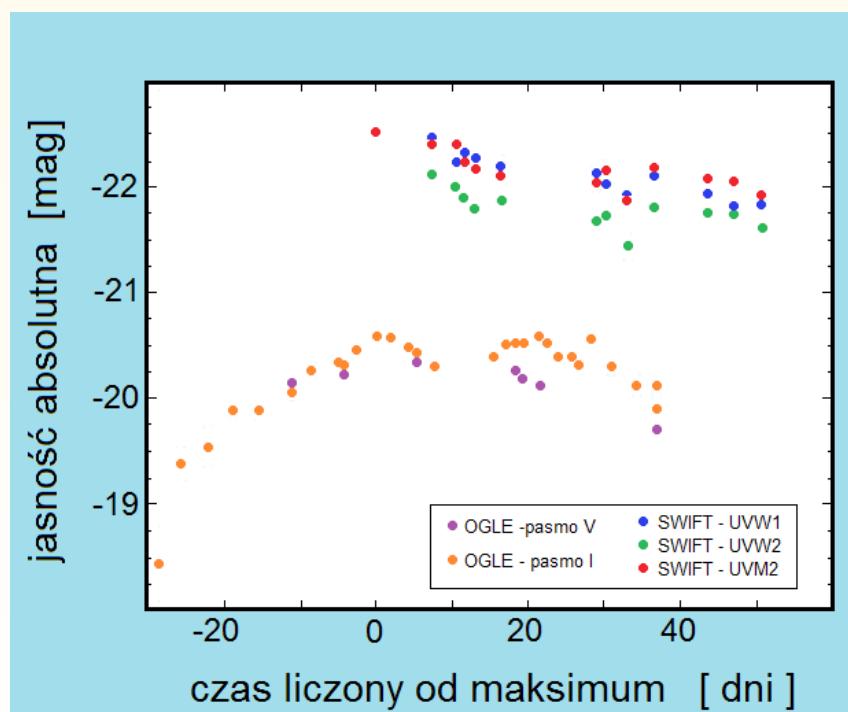
OGLE16aaa było przez następne tygodnie regularnie obserwowane przez teleskop OGLE i wykazywało ciągły wzrost jasności w sposób inny niż to czynią supernowe (rys. 3). Wkrótce otrzymaliśmy pierwsze widmo OGLE16aaa (rys. 4 — niebieska krzywa), które całkowicie nie przypomina widm supernowych. Emisjyne linie wodoru i tlenu pochodzą od galaktyki. Natomiast niebieskie kontinuum (stromy wzrost ku krótkim długosiom fal) jest oznaką, że mamy do czynienia z bardzo gorącym środowiskiem (temperatura około 20 000 K). Dodatkowo, szerokie i rozległe garby około 550 oraz 780 nm są

emisją z rozerwanej materii gwiazdy (wodór i hel), rozcięgniętą po różnych orbitach o różnych prędkościach, stąd bardzo szeroki efekt Dopplera działający zarówno w stronę niebieską, jak i czerwoną (na rys. 4 trudno je dostrzec, ale stają się wyraźniejsze po odjęciu kontynuum ciała doskonale czarnego). Całe widmo jest przesunięte ku czerwieni o  $z = 0,166$ , co odpowiada odległości mniej więcej 800 Mpc.

Gdy zauważaliśmy, że mamy do czynienia ze zjawiskiem rozerwania płynowego a nie zwykłą supernową, w świat zostały wysłane telegramy ze szczegółowymi informacjami o naszym obiekcie oraz zachętą do dokładniejszych obserwacji. Na OGLE16aaa zostały skierowane teleskopy naziemne (m.in. 2,2-m teleskop Instytutu Maxa Plancka, 1,5-m teleskop duński-czeski w Obserwatorium La Silla) oraz satelita Swift, obserwujący zakres ultrafioletowy i rentgenowski. Wyznaczona jasność absolutna w maksimum blasku w pasmie V znacznie przekraczała  $-20^m$ , co przewyższa większość znanych supernowych (jedynie poza tzw. superjasnymi supernowymi, które mogą osiągnąć nawet  $-23^m$ ).

Na rysunku 3 widzimy również, że po 30-dniowym wzroście jasność powoli zaczęła spadać, wykonując dodatkowo pewne wahania, których do tej pory nie obserwowano w żadnym TDE. Pozostają one na razie zagadkowe — mogą być wywołane dodatkowymi efektami w dysku akrecyjnym (np. precesją dysku lub jego asymetrią), jak również mogą być oznaką istnienia drugiej mniejszej czarnej dziury, krążącej wokół tej większej, a przy okazji zaburzającej tempo akrecji materii na główną czarną dziurę. Druga czarna dziura może pochodzić od mniejszej galaktyki, która niedawno została wchłonięta przez tę większą — proces łączenia się galaktyk jest powszechny we Wszechświecie i prowadzi do powstania wielkich galaktyk. Układ podwójnych czarnych dziur zmierza do złączenia się i emisji dużej porcji fal grawitacyjnych, jednakże przy masach milionów Słońca bardzo niskie częstotliwości tych fal są dla nas na razie niewykrywalne.

Dodatkowe światło na ewolucję OGLE16aaa rzuciło widmo uzyskane w lipcu 2016 r. (rys. 4 — zielona krzywa). Pięć miesięcy po maksi-

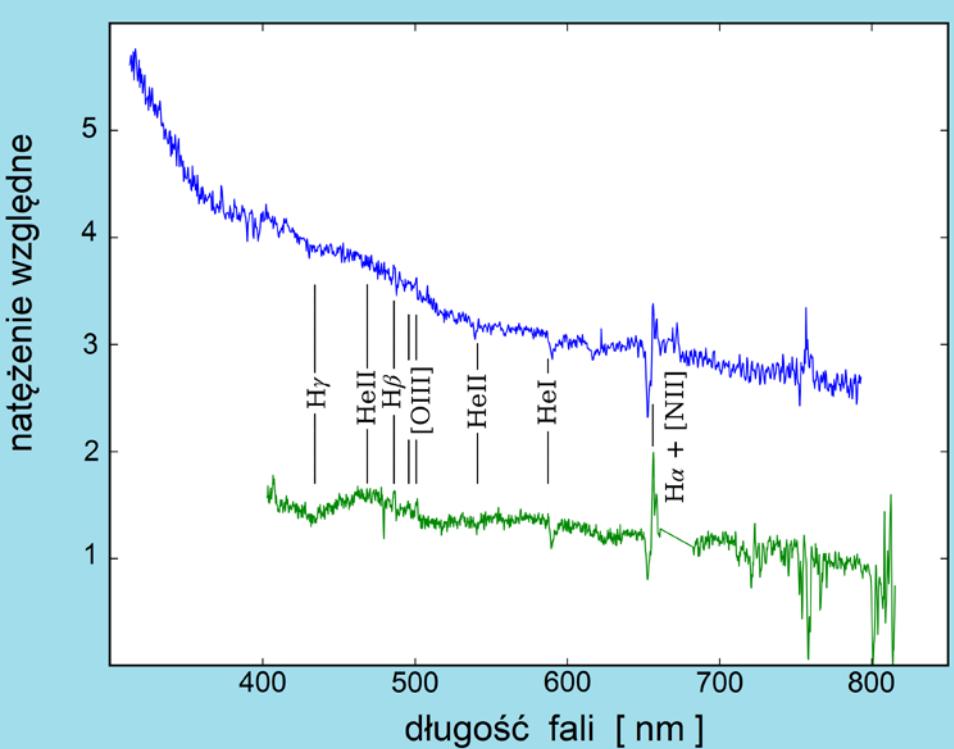


Rys. 3. Ewolucja jasności absolutnej zjawiska OGLE16aaa w pięciu pasmach: wizualnym (V) i bliskiej podczerwieni (I) (na podstawie obserwacji wykonanych teleskopem warszawskim w Obserwatorium Las Campanas w Chile, w ramach programu OGLE) oraz w trzech pasmach ultrafioletowych z satelity Swift

mum silne niebieskie kontinuum znikło, a więc temperatura rozbłysku spadła, jednakże wciąż wyraźnie jest widoczna szeroka linia helu He II. To cecha charakterystyczna większości zjawisk TDE, w przeciwieństwie do supernowych. Obecność helu to dodatkowa okoliczność, która wyklucza nam możliwość, że nasz rozbłysk to supernowa.

Macierzysta galaktyka zjawiska OGLE16aaa okazała się być nietypową w porównaniu z innymi galaktykami, w których zaobserwowano zjawiska TDE. Zdecydowana większość z nich została wykryta w galaktykach spokojnych, w których nie było żadnej akrecji, ale widma galaktyk wskazywały, że niedawno (czyli jakiś miliard lat temu) pochłonęły one inną galaktykę, co na nowo obudziło procesy tworzenia się gwiazd. OGLE-16aaa wystąpiło natomiast w galaktyce, która przejawiła ślady wcześniejszej akrecji materii na czarną dziurę (tzw. słaby AGN). Wąskie, tzw. wzbronione linie emisywne obserwowane w widmie tej galaktyki powstają w materii międzygwiazdowej, w obszarach oddalonych nawet o kilkaset lat św. od czarnej dziury i są wzbudzane przez jonizujące, wysokoenergetyczne promieniowanie wywołane przez akrecję na czarną dziurę. Jest możliwe, że linie te są echem poprzedniego, niedawnego zjawiska rozerwania i połknienia innej gwiazdy przez tę czarną dziurę. Oznaczałoby to, że zjawiska TDE mogą występować znacznie częściej niż się do tej pory wydawało, a wchłaniana masa rozrywanych gwiazd może stanowić znaczny wkład do wzrostu mas centralnych supermasywnych czarnych dziur.

Analiza wszystkich dostępnych danych pozwoliła nam wywnioskować, że zaobserwowaliśmy efekt rozerwa-



Rys. 4. Dwa widma obiektu OGLE16aaa. Niebieskie – wykonane 17 stycznia 2016 r. za pomocą Teleskopu Nowej Technologii (NTT) w Europejskim Obserwatorium Południowym (ESO) w La Silla w Chile. Zielone – wykonane 6 lipca 2016 r. za pomocą teleskopu SALT. Zaznaczone są: seria linii wodorowych ( $H\alpha$ ,  $H\beta$ ,  $H\gamma$ ), linie helu neutralnego i zjonizowanego (He I, He II) oraz wzbronione linie zjonizowanego azotu ([N II]) i dwukrotnie zjonizowanego tlenu ([OIII]).

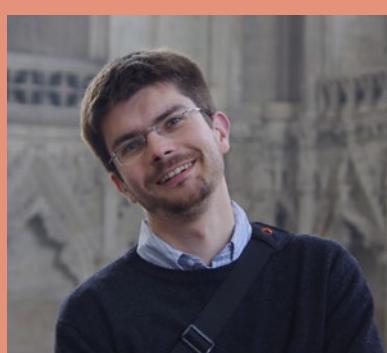
nia gwiazdy o masie  $0,3 M_\odot$  przez czarną dziurę o masie  $1,5 \text{ mln } M_\odot$ .

W sierpniu 2016 r. zjawisko OGLE-16aaa wyraźnie zaczęło przygasać, ale jego intensywne obserwacje wciąż trwają. Równocześnie prowadzimy poszukiwania innych tego typu zjawisk

zarówno w danych projektu OGLE, jak i misji Gaia. Kolejne przykłady pozwolą nam jeszcze lepiej poznać zwyczaje żywieniowe i towarzyskie centralnych czarnych dziur w galaktykach.

Praca zostanie opublikowana w czasopiśmie *Monthly Notices RAS Letters* i jest publicznie dostępna pod adresem: <http://arxiv.org/abs/1606.03125>.

Projekt wspierany jest grantami Narodowego Centrum Nauki (OPUS 2015/17/B/ST9/03167 i MAESTRO 2014/14/A/ST9/00121).



Dr hab. Łukasz Wyrzykowski jest adiunktem w Obserwatorium Astronomicznym Uniwersytetu Warszawskiego. Zajmuje się poszukiwaniem soczewujących lub rozrywających gwiazdy czarnych dziur w danych projektów OGLE i misji kosmicznej Gaia.



Aleksandra Hamanowicz cztery lata temu została laureatką olimpiady astronomicznej. Obecnie studiuje astronomię na Uniwersytecie Warszawskim. Przez 2 lata była naszą koleżanką w redakcji „Uranii”, redagując nasz „kąciak olimpijczyka”.



# Geometria w astronawigacji

Józef Gawłowicz

*Astronawigacja, najstarsza córa astronomii, była od starożytności do lat 70. ubiegłego wieku głównym sposobem prowadzenia okrętu po obszarach wodnych Ziemi w warunkach oderwania się od lądu. Sceneria tego działu nawigacji jest urzekająca. Oto ciemny aksamit olbrzymiej kopuły nieba skrzącego się gwiazdnym pyłem. Na jego tle rozsypane klejnoty migocących w nieskończonej dali gwiazd. Dookoła bezmiar oceanu i pusta linia widnokręgu. Samotny okręt, odległy o setki i tysiące mil od lądu, podąża do celu. Prowadzi go człowiek według tych właśnie gwiazd... Jak? Czy można to opisać językiem prostym, zrozumiałym i jednocześnie wystarczająco ścisłym?*

Z rozważań w poprzednich odcinkach wynika, że rdzeniem astronawigacji jest geometria. Rzut ciała niebieskiego na powierzchnię kuli ziemskiej będący środkiem gigantycznego koła pozycyjnego ułatwia zrozumienie istoty tej gałęzi nauki. Wyobraźmy sobie, że w ciemną gwiazdostą noc nad miastem Akra, leżącym nad Zatoką Gwinejską, świeci wspaniała gwiazda Procjon, a konstelacji Małego Psa, którą obserwator na statku wpływającym do tego portu widzi pionowo nad sobą (rys. 1).

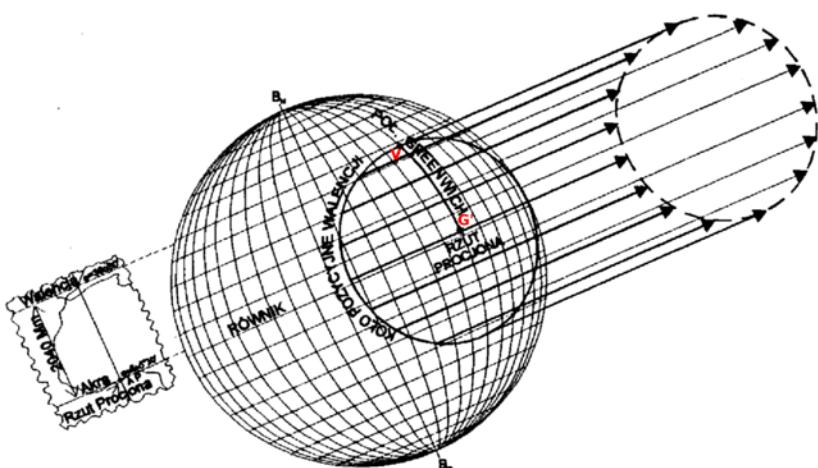
Tę samą gwiazdę widać z pokładu innego statku podpływającego do redy hiszpańskiego portu Walencja, lecz tutaj wznosi się ona około  $56^\circ$  ponad południowym widnokrengiem. Oficer wachtowy zmierzył kąt odchylenia tej gwiazdy od pionu, czyli  $34^\circ$ . Zmierzona została tym samym odległość Walencji od Akry: liczy ona  $34^\circ$ , tj. po przeliczeniu ( $34 \times 60 = 2040$ ) mil morskich. Stopień liczy 60 minut kątowych, a jedna minuta kątowa na powierzchni kuli ziemskiej to mila morska. Wiedząc, że mila morska ma 1852 metry ( $2040 \times 1852 = 3778$  kilometrów). Tyle też wynosi promień przechodzącego przez Walencję astronomicznego koła pozycyjnego.

cyjnego, którego środek leży w chwilowym rzucie Procjona, tj. w pobliżu miasta Akra.

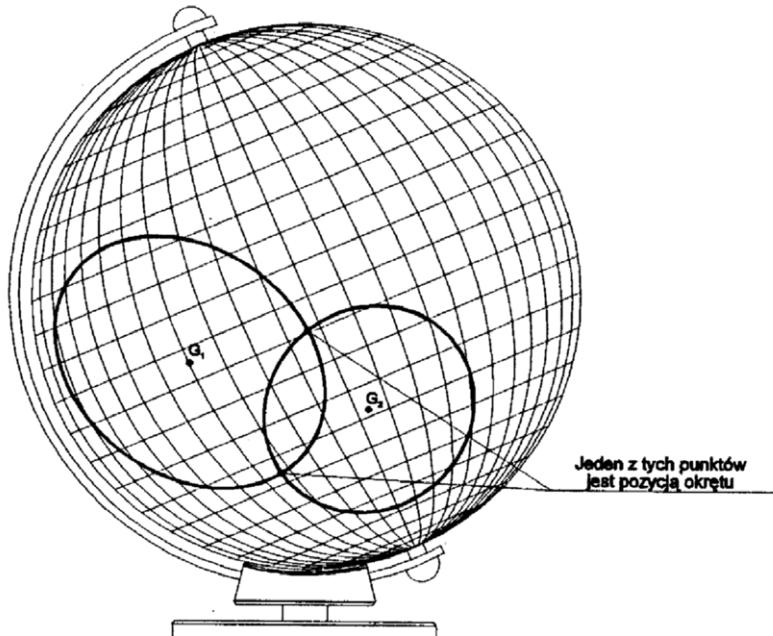
Wybraliśmy celowo Walencję, ponieważ leży ona, podobnie jak Akra, w przybliżeniu na południku zerowym, a więc pokazany promień astronomiczne koła pozycyjnego, łączący te dwa porty, pokrywa się niemal z południukiem stanowiącym jego łuk G'V. Gdyby ktoś, będący w tym samym momencie na zachodnim lub na południowym Atlantyku, zmierzył kąt odchylenia

kierunku Procjona od pionu jego pozycji i stwierdził, że wynosi on również  $34^\circ$ , oznaczałoby to, że znajduje się na tym samym kole pozycyjnym. Jest ono, jak widzimy, gigantyczne.

Pozostaśmy na południowym Oceansie Atlantyckim. Przesuńmy w myśl płaszczyzny przez linię pionu przechodzącą przez nasz okręt i przez Akrę. Na mocy poprzedniego rozumowania wiemy, że przecina ona powierzchnię oceanu po łuku koła wielkiego łączącego nasz okręt z Akrą, najkrótszą drogą,



Rys. 1. Koło pozycyjne na kuli ziemskiej



Rys. 2. Pozycja z dwóch astronomicznych kół pozycyjnych

która w nawigacji nazywa się **ortodromą**. Ortodroma łączy te dwie pozycje. Płaszczyzna ortodromy „przecina” zarazem sferę niebieską od „naszego” zenitu po zenit Akry. Na kopule nieba widzimy więc niejako odpowiednik najkrótszej drogi do Akry, zarówno jej aktualną, bezpośrednio mierzalną, odległość kątową, jak i jej ortodromiczny kierunek, który możemy odczytać nad kompasem. Gdyby ta ortodroma rzucala na wodę cień — obserwator widziałby dosłownie drogę do Akry. Płynąc zatem do Akry z południowego Atlantyku wzduł południka gryniczowskiego, będziemy sterować kursem nord, a z dowolnego punktu na kole pozycyjnym możemy, po upływie każdej kolejnej doby, w momencie, w którym Projekcja świeci pionowo nad nią, mierzyć w ten sam sposób pozostałą jeszcze do przebycia odległość i zmieniać kolejno kurs okrętu.

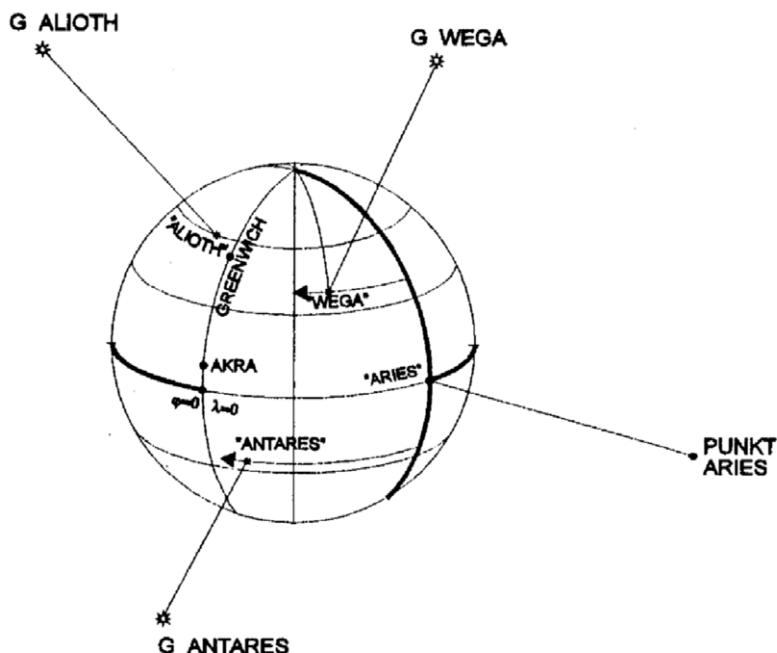
Mierząc odchylenie dwóch obranych gwiazd od naszego zenitu, możemy otrzymać koła pozycyjne przecinające się w dwóch punktach. Jeden z nich jest pozycją naszego okrętu (rys. 2). Tę samą pozycję możemy, oczywiście, otrzymać z trzech i więcej kół pozycyjnych z pomiarów odchyleń odpowiednio obranych gwiazd. Do określania pozycji tym sposobem konieczne są:

1) pomiar odległości od rzutów co najmniej dwóch gwiazd,

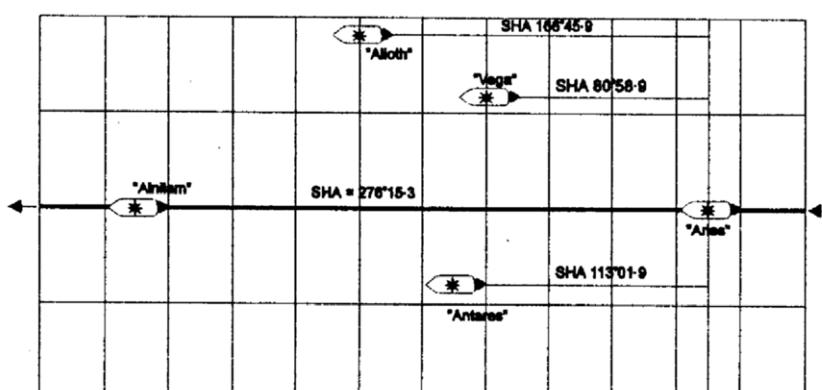
2) wyznaczenie pozycji tych rzutów w momencie pomiaru,

3) wyznaczenie i wykreślenie na mapie co najmniej dwóch kół pozycyjnych lub ich przecinających się łuków.

Odległość od rzutu gwiazdy mierzy się poznanym przez nas kątomierzem lusterkowym, zwany sekstantem, notując czas tego pomiaru. Tu uwaga: względny praktyczne powodują, że sekstantem mierzy się kąt wzniesienia gwiazdy ponad płaszczyzną horyzontu, a więc dopełnienie kąta odchylenia kierunku gwiazdy od linii pionu. Zanotowanie czasu obserwacji jest niezbędne dla oznaczenia chwilowej pozycji rzutu, ponieważ przesuwa się on na skutek obrotu Ziemi po swoim równoleżniku. Informacje o ruchach rzutów gwiazd znajduje nawigator w wydawnictwie zwany morskim rocznikiem astronomicznym.



Rys. 3. Stała konfiguracja gwiazd



Rys. 4. Rzuty gwiazd na mapie

218

2011 NOVEMBER 9, 10, 11 (WED., THURS., FRI.)

UT	ARIES	VENUS		-3.8	MARS		+1.0	JUPITER		-2.9	SATURN		+0.8	STARS		
		GHA	SHA	Dec	Name	SHA	Dec									
9 00	47 49.5	161 26.4	S22	16.5	256 09.9	N13	30.0	15 44.2	N11	25.0	205 23.9	S 6	56.9	Acamar	315 18.8	S40 15.4
01	62 51.9	176 25.5		17.1	271 11.1		29.6	30 46.9		24.9	220 26.1		57.0	Achernar	335 27.0	S57 10.6
02	77 54.4	191 24.7		17.7	286 12.3		29.2	45 49.7		24.8	235 28.3		57.1	Acrux	173 11.2	S63 09.7
03	92 56.9	206 23.9	.	18.3	301 13.6	.	28.8	60 52.5	.	24.7	250 30.5	.	57.2	Adhara	255 13.2	S28 59.2
04	107 59.3	221 23.0		18.9	316 14.8		28.4	75 55.3		24.6	265 32.7		57.3	Aldebaran	290 50.4	N16 32.0
05	123 01.8	236 22.2		19.5	331 16.0		28.0	90 58.0		24.5	280 34.9		57.4			
06	138 04.3	251 21.4	S22	20.1	346 17.2	N13	27.6	106 00.8	N11	24.4	295 37.1	S 6	57.5	Alioth	166 22.1	N55 53.5
W 07	153 06.7	266 20.5		20.7	1 18.4		27.2	121 03.6		24.3	310 39.3		57.6	Alkaid	153 00.2	N49 15.1
E 08	168 09.2	281 19.7		21.3	16 19.7		26.8	136 06.4		24.2	325 41.5		57.7	Al Na'ir	27 45.0	S46 54.3
D 09	183 11.7	296 18.9	.	21.8	31 20.9	.	26.4	151 09.1	.	24.1	340 43.7	.	57.8	Alnilam	275 47.3	S 1 11.6
N 10	198 14.1	311 18.0		22.4	46 22.1		26.0	166 11.9		24.0	355 45.9		57.9	Alphard	217 57.2	S 8 42.6
N 11	213 16.6	326 17.2		23.0	61 23.3		25.6	181 14.7		23.9	10 48.1		58.0			
E 12	228 19.1	341 16.4	S22	23.6	76 24.6	N13	25.2	196 17.5	N11	23.8	25 50.2	S 6	58.1	Alphecca	126 12.3	N26 40.6
S 13	243 21.5	356 15.5		24.2	91 25.8		24.8	211 20.2		23.7	40 52.4		58.2	Alpheratz	357 44.5	N29 09.7
D 14	258 24.0	11 14.7		24.8	106 27.0		24.4	226 23.0		23.6	55 54.6		58.3	Altair	62 09.5	N 8 54.2
A 15	273 26.4	26 13.8	.	25.4	121 28.2	.	24.0	241 25.8	.	23.5	70 56.8	.	58.4	Ankaa	353 16.5	S42 14.5
Y 16	288 28.9	41 13.0		25.9	136 29.4		23.6	256 28.6		23.4	85 59.0		58.5	Antares	112 28.0	S26 27.4
17	303 31.4	56 12.2		26.5	151 30.7		23.2	271 31.3		23.3	101 01.2		58.6			
18	318 33.8	71 11.3	S22	27.1	166 31.9	N13	22.8	286 34.1	N11	23.2	116 03.4	S 6	58.7	Arcturus	145 57.1	N19 07.3
19	333 36.3	86 10.5		27.7	181 33.1		22.4	301 36.9		23.1	131 05.6		58.8	Atria	107 31.4	S69 02.9
20	348 38.8	101 09.7		28.3	196 34.3		22.0	316 39.7		23.0	146 07.8		58.9	Avior	234 18.4	S59 32.6
21	3 41.2	116 08.8	.	28.8	211 35.6	.	21.5	331 42.4	.	22.9	161 10.0	.	59.0	Bellatrix	278 33.0	N 6 21.6
22	18 43.7	131 08.0		29.4	226 36.8		21.1	346 45.2		22.8	176 12.2		59.1	Betelgeuse	271 02.3	N 7 24.5
23	33 46.2	146 07.1		30.0	241 38.0		20.7	1 48.0		22.7	191 14.4		59.2			
10 00	48 48.6	161 06.3	S22	30.6	256 39.3	N13	20.3	16 50.8	N11	22.6	206 16.6	S 6	59.3	Canopus	263 56.3	S52 42.0
01	63 51.1	176 05.4		31.1	271 40.5		19.9	31 53.5		22.5	221 18.8		59.4	Capella	280 35.7	N46 00.5
02	78 53.6	191 04.6		31.7	286 41.7		19.5	46 56.3		22.4	236 20.9		59.5	Deneb	49 32.4	N45 19.8
03	93 56.0	206 03.8	.	32.3	301 42.9	.	19.1	61 59.1	.	22.3	251 23.1	.	59.6	Denebola	182 35.0	N14 30.3
04	108 58.5	221 02.9		32.8	316 44.2		18.7	77 01.9		22.2	266 25.3		59.7	Diphda	348 56.8	S17 55.2
05	124 00.9	236 02.1		33.4	331 45.4		18.3	92 04.6		22.1	281 27.5		59.8			
06	139 03.4	251 01.2	S22	34.0	346 46.6	N13	17.9	107 07.4	N11	22.0	296 29.7	S 6	59.9	Dubhe	193 53.3	N61 40.9
T 07	154 05.9	266 00.4		34.5	1 47.9		17.5	122 10.2		21.9	311 31.9	.	0 0.0	Elnath	278 13.7	N28 37.0
H 08	169 08.3	280 59.5		35.1	16 49.1		17.1	137 12.9		21.8	326 34.1		0.0.1	Eltanin	90 47.1	N51 29.5
U 09	184 10.8	295 58.7	.	35.7	31 50.3	.	16.7	152 15.7	.	21.6	341 36.3	.	0.0.2	Enif	33 48.2	N 9 56.0
R 10	199 13.3	310 57.8		36.2	46 51.5		16.3	167 18.5		21.5	356 38.5		0.0.3	Fomalhaut	15 25.1	S29 33.5
R 11	214 15.7	325 57.0		36.8	61 52.8		15.9	182 21.3		21.4	11 40.7		0.0.4			
S 12	229 18.2	340 56.2	S22	37.4	76 54.0	N13	15.5	197 24.0	N11	21.3	26 42.9	S 7	0 0.5	Gacrux	172 02.7	S57 10.6
D 13	244 20.7	355 55.3		37.9	91 55.2		15.1	212 26.8		21.2	41 45.1		0.0.6	Gienah	175 53.7	S17 36.4
A 14	259 23.1	10 54.5		38.5	106 56.5		14.7	227 29.6		21.1	56 47.3		0.0.7	Hadar	148 50.2	S60 25.7
Y 15	274 25.6	25 53.6	.	39.0	121 57.7	.	14.3	242 32.3	.	21.0	71 49.5	.	0.0.8	Hamal	328 01.7	N23 31.3
Y 16	289 28.0	40 52.8		39.6	136 58.9		13.9	257 35.1		20.9	86 51.6		0.0.9	Kaus Aust.	83 45.6	S34 22.7
17	304 30.5	55 51.9		40.1	152 00.2		13.5	272 37.9		20.8	101 53.8		0.1.0			
18	319 33.0	70 51.1	S22	40.7	167 01.4	N13	13.1	287 40.7	N11	20.7	116 56.0	S 7	0 1.1	Kochab	137 21.1	N74 06.4
19	334 35.4	85 50.2		41.2	182 02.6		12.7	302 43.4		20.6	131 58.2		0 1.2	Markab	13 39.3	N15 16.4
20	349 37.9	100 49.4		41.8	197 03.9		12.3	317 46.2		20.5	147 00.4		0 1.4	Menkar	314 15.9	N 4 08.3
21	4 40.4	115 48.5	.	42.4	212 05.1	.	11.9	332 49.0	.	20.4	162 02.6	.	0 1.5	Menkent	148 09.3	S36 25.6
22	19 42.8	130 47.7		42.9	227 06.3		11.5	347 51.7		20.3	177 04.8		0 1.6	Miplacidus	221 39.9	S69 45.7
23	34 45.3	145 46.8		43.4	242 07.6		11.1	2 54.5		20.2	192 07.0		0 1.7			
11 00	49 47.8	160 46.0	S22	44.0	257 08.8	N13	10.7	17 57.3	N11	20.1	207 09.2	S 7	0 1.8	Mirfak	308 41.5	N49 54.2
01	64 50.2	175 45.1		44.5	272 10.0		10.3	33 00.1		20.0	222 11.4		0 1.9	Nunki	75 59.9	S26 16.8
02	79 52.7	190 44.3		45.1	287 11.3		09.9	48 02.8		19.9	237 13.6		0 2.0	Peacock	53 21.2	S56 41.9
03	94 55.2	205 43.4	.	45.6	302 12.5	.	09.4	63 05.6	.	19.8	252 15.8	.	0 2.1	Pollux	243 29.0	N27 59.7
04	109 57.6	220 42.5		46.2	317 13.8		09.0	78 08.4		19.7	267 18.0		0 2.2	Procyon	245 00.8	N 5 11.6
05	125 00.1	235 41.7		46.7	332 15.0		08.6	93 11.1		19.6	282 20.2		0 2.3			
06	140 02.5	250 40.8	S22	47.2	347 16.2	N13	08.2	108 13.9	N11	19.5	297 22.4	S 7	0 2.4	Rasalhague	96 07.8	N12 33.3
07	155 05.0	265 40.0		47.8	2 17.5		07.8	123 16.7		19.4	312 24.6		0 2.5	Regulus	207 44.8	N11 54.4
08	170 07.5	280 39.1		48.3	17 18.7		07.4	138 19.4		19.3	327 26.8		0 2.6	Rigel	281 12.9	S 8 11.2
F 09	185 09.9	295 38.3	.	48.9	32 19.9	.	07.0	153 22.2	.	19.2	342 28.9	.	0 2.7	Rigil Kent.	139 54.0	S60 52.9
R 10	200 12.4	310 37.4		49.4	47 21.2		06.6	168 25.0		19.1	357 31.1		0 2.8	Sabik	102 14.2	S15 44.3
I 11	215 14.9	325 36.6		49.9	62 22.4		06.2	183 27.7		19.0	12 33.3		0 2.9			
D 12	230 17.3	340 35.7	S22	50.5	77 23.7	N13	05.8	198 30.5	N11	18.9	27 35.5	S 7	0 3.0	Schedar	349 41.4	N56 36.5
A 13	245 19.8	355 34.8		51.0	92 24.9		05.4	213 33.3		18.8	42 37.7		0 3.1	Shaula	96 23.8	S37 06.7
A 14	260 22.3	10 34.0		51.5	107 26.1		05.0	228 36.1		18.7	57 39.9		0 3.2	Sirius	258 34.5	S16 43.9
Y 15	275 24.7	25 33.1	.	52.1	122 27.4	.	04.6	243 38.8	.	18.6	72 42.1	.	0 3.3	Spica	158 32.8	S11 13.3
16	290 27.2	40 32.3		52.6	137 28.6		04.2	258 41.6		18.5	87 44.3		0 3.4	Suhail	222 53.3	S43 28.7
17	305 29.7	55 31.4		53.1	152 29.9		03.8	273 44.4		18.4	102 46.5		0 3.5			
18	320 32.1	70 30.6	S22	53.6	167 31.1	N13	03.4	288 47.1	N11	18.3	117 48.7	S 7	0 3.6	Vega	80 40.0	N38 48.0
19	335 34.6	85 29														

Długość rzutu, liczoną na zachód od południka Greenwich, zwaną gryniczowskim kątem godzinnym, oblicza się z dwóch składowych:

a) z części wspólnej dla wszystkich gwiazd, podanej w oddzielnej kolumnie dla tzw. punktu Barana opatrzonej nagłówkiem „GHA ARIES” oraz

b) z części indywidualnej dla każdej gwiazdy, niezmiennej w ciągu dłuższych okresów czasu, zwanej gwiazdowym kątem czasowym (SHA).

Ta drobna niedogodność, polegająca na sumowaniu wartości (a i b), pozwala oszczędzić wiele miejsca w roczniku. Gdyby dla każdej tzw. gwiazdy nawigacyjnej (a jest ich około 175) stworzyć oddzielną kolumnę GHA, rocznik rozrosłby się do kilkunastu tomów. Wspomniany podział na składowe a) i b) najlepiej jest objaśnić na następującym przykładzie (rys. 3).

Na kuli niebieskiej obrano, kierując się różnymi względami, punkt, o którym można powiedzieć, że nie zmienia swego kątowego położenia względem gwiazd. Nazwano go punktem równonocy wiosennej lub Ariesem. Jego rzut, zachowując się podobnie jak rzuty gwiazd, przesuwa się z jednostajną i równą im prędkością kątową po równiku w kierunku zachodnim. Ruchy rzutów gwiazd na mapie przypominają, że względem na panujący porządek, swoistą „eskadrę” płynącą po przez lądy i morza kursem zachodnim, w której wszystkie „okręty” zachowują wzajemnie stałą konfigurację, tzn., że ich wzajemne namiary i odległości nie ulegają zmianie (rys. 4).

Każdy z „okrętów” tej eskadry posiada nazwę swojego gwiazdnego odpowiednika wiszącego stale pionowo nad nim, a więc np. „Wega”, „Antares”, „Alioth”, „Alnilam” itd. Na jej końcu płynie „Aries”. Znając zatem chwilową długość pozycji „Aries” oraz stałą różnicę pomiędzy wyprzedzającymi go rzutami gwiazd można obliczyć chwilową długość geograficzną każdego z nich.

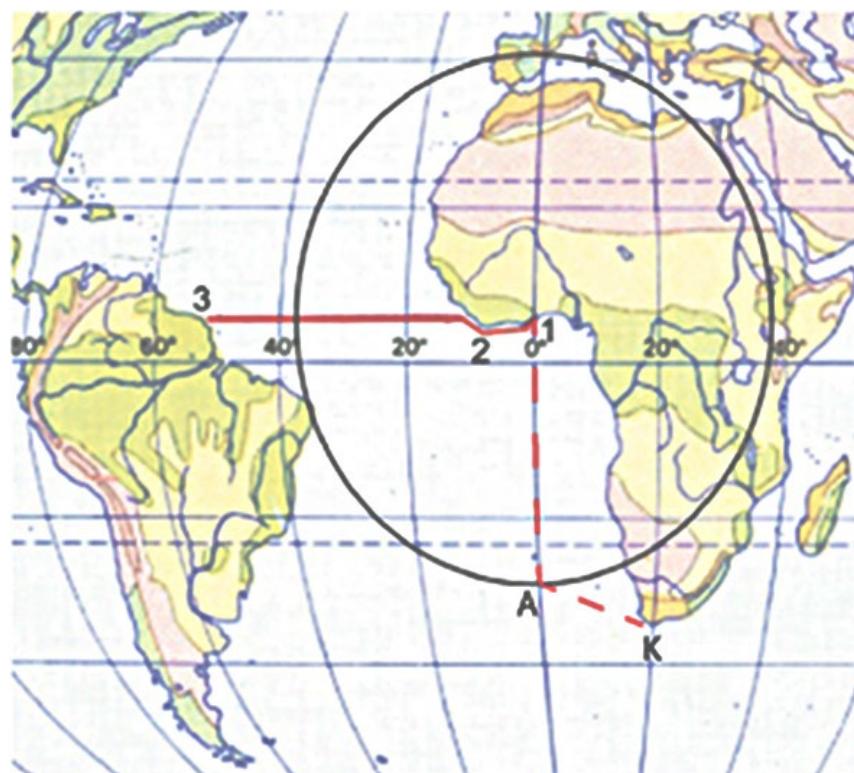
Na rysunku 5 pokazujemy jedną lewą stronę morskiego rocznika astronomicznego, podającą efemerydy Ariesa na pełne godziny całej doby oraz czterech planet nawigacyjnych. Pod nazwą każdej planety znajduje się kolumna jej gryniczowskich kątów

godzinnych (GHA), zaś pod cyfrą jasności kolumna deklinacji. Na każdej stronie mieszczą się dane dla trzech dni plus pionowa alfabetyczna lista gwiazd od Acamara do Zubenelgenubi z wartościami gwiazdowych kątów godzinnych (SHA) i deklinacji. Małe okienko w dolnym rogu zawiera gwiazdowe kąty godzinne i momenty kulminacji (meridian passage) dla planet. Dydaktyczne poznawanie astronawigacji od pomiarów gwiazd jest prostsze niż od Słońca i Księżyca. Wracając do Akry i Procjona, przypomnijmy pomysł Krzysztofa Kolumba: żeglując wzdłuż 28 równoleżnika płynął na pokonanie Morza Mroków. Przyjmijmy, że nasz statek, płynąc po południowym Atlantyku z Kapsztadu (K) do Brazylii, zmienił na południku zerowym (rys. 6) kurs na Akrę (A) i widział na niebie kątową odległość od tego portu (której minuty kątowe zamienił na mile morskie). Astronomiczne Koło Pozycyjne na mapie to oczywiście elipsa.

Obok Akry i jeszcze bliżej południka gryniczowskiego leży głębokowodny port Tema (budowany częściowo przez polskich inżynierów). Zawiązałem tam w 2004 r. 24-tysięcznikiem m/s „Wisdom” japońskiej budowy z tajlandzkim ryżem (połowa dla Gha-

ny i połowa dla Cayenne w Gujanie). Po wyładunku w Temie (p.1) płynąłem wzdłuż brzegów Ghany oraz Wybrzeża Kości Słoniowej a po minieciu przylądka Palmas (p.2), sterując kursem zachodnim, „trzymałem się” 5. równoleżnika przez cały Atlantyk aż do Gujan (p.3), płynąc każdej nocy za Procjonem od jego zenitu do zachodu. Prowadziła mnie więc niejako ta gwiazda do Cayenne tak, jak dwa tysiące lat temu Gwiazda Betlejemska prowadziła trzech mędrców ze Wschodu do złobka.

Geometrię w nauce i praktyce astronawigacji najbardziej konsekwentnie stosują Amerykanie i Niemcy. W Polsce po I wojnie światowej kpt. z. w. Antoni hr. Ledóchowski (bratanek kardynała Mieczysława Halki-Ledóchowskiego) jako młody kapitan marynarki wojennej z austro-węgierskiego Triestu, przybywając do naszego kraju, przyswoił literaturze fachowej najzwięlejszy podręcznik *Astronomia żeglarska*. Wielki pisarz marynistów Karol O. Borchardt napisał inny, oparty na wzorach angielskich podręczników z kolorowymi ilustracjami, ale zastosował szkice przybliżone. Mój mistrz z gdyńskiej PSM Jerzy Kaczorowski napisał *Astronawigację*, pięknie ilu-



Rys. 6.

stworzone wybitne dzieło dla studentów oparte na geometrii. Wspomniani powyżej byli wielką trójką naszych znawców przedmiotu. Jako czwartego muszkietera wymienię jeszcze komandora Zbigniewa Szczepanka, aktywnego do dziś, człowieka o wspaniałej wyobraźni geometrycznej i plastycznej — po kilkunastu latach pracy jako wykładowca odszedł od nauczania przedmiotu, zostając najlepszym akwarelistą w Europie.

Opisany poprzednio schematycznie piękny pod względem geometrycznym kompas słoneczny (rys. 7) może być u nas podziwiany w dwu muzeach (Szczecin i Niechorze). Zmysł praktyczny Amerykanów podpowiedział im, że czołgista nie musi rozumieć szerokości geograficznej rzutu Słońca, jako jego deklinacji, więc zastosowali przesuwną datowaną szynę w tym przyrządzie, którą obserwator nastawia na dzień akcji, wkręca pionowy preć gnomonu i kompas jest gotowy do użytku. Sprzedawca egzemplarza, który kupiłem dla Niechorza, należał do tzw. Szczurów Tobruku — bohaterów obrońców tej twierdzy w 1944 r. przed otwarciem dla Wehrmachtu drogi



Rys. 7. Kompas słoneczny

na Suez (hitlerowcy mieli już przygotowane medale dla zdobywców Kanału). Do instrumentu należy oryginalna drewniana skrzynka opatrzona uwagą, że jest to własność armii USA. Mój pustynny bohater zdobył ją podczas

licznych kontaktów armii sprzymierzonych i brawurowych „wycieczek” na wroga, które będą tematem oddzielnego opracowania. ■

## Poczta

Przeczytałem odpowiedź kpt. Gawłowicza na mój list – bardzo dobra! Gdy wysyłałem moją uwagę, nie byłem pewny, czy warto, bo to drobiazgi bez znaczenia, ale jeżeli dał okazję do wspomnienia o zegarkach i ich cenach oraz przedyskutowania przyczyn śmierci Admirała i przedrukowania zdjęcia oczywiście ładnego zegara, to było warto! I już na koniec: do teraz żałuję, że nie byłem na wyspach Scilly – miałem trochę duży jacht, gdy byłem w pobliżu i wg locji porty tych wysp wydały mi się zbyt płytkie. Ale żałuję, bo w czasie przypływu byłoby chyba można wejść na parę godzin.

Jerzy Kuczyński

\*\*\*

### Logika preferencji hipotez

Zamieszczony w „Uranii” 3/16 tekst J. Rachowki wzbudził moje mieszane uczucia. Z jednej bowiem strony uważam, że mieszanie poglądów religijnych (i tak w ogóle prywatnych przekonań!) z nauką (i tak w ogóle działalnością zawodową) jest niedopuszczalne. I nie powinno być pod żadnym pozorem dopuszczalne metodami prawno-administracyjnymi w żadnym sensownym państwie. Zwalczanie hipotezy naukowej, w tym przypadku teorii ewolucji, metodami finansowymi, jakimi jest

rozsypane książki propagującej jakiś pogląd, sugeruje wstęp do walki administracyjno-prawnej. Tym samym mi się nie podoba. Jednak... jestem uczeń na pewne rozumowania i propagowanie ich budzi moją żywiołową niechęć. Niestety właśnie takie rozumowania przedstawia p. Rachowka. Warto dodać, że rozumowania te są tyleż rozpowszechnione co fałszywe (właśnie dlatego jestem na nie uczyły). Przede wszystkim problem falsyfikalności. Rzeczywiście to jedno z kryterium naukowości hipotezy, łączone zwykle z nazwiskiem Karla R. Poperra, który był jego propagatorem („Logika odkrycia naukowego” tegoż autora). Niestety kryterium bardzo mocne w matematyce (p. np. w K. Ciesielski i Z. Pogoda Matematyczna bombonierka „dowód przez Plisia”) w naukach przyrodniczych okazuje się bardzo słabe. WSZYSTKIE teorie naukowe zawierają tzw. anomalie, czyli fakty, które teorie te przewidują, a których zaobserwować się nie da lub obserwowane fakty, których istnienie rozważana teoria wyklucza. Takim faktem dla modelu Ptolemeusza była ewidentne nie obserwowana a przewidywana przez model okolo dwukrotna zmiana średnicy Księżyca w ciągu okresu synodycznego. I mimo ewidentnej

sprzeczności z naoczną obserwacją, modelu nie porzucono przez przeszło 1000 lat. Podobna anomalia dla modelu Kopernika był brak paralaks rocznych gwiazd, a całkiem niedawno wydawało się, że we Wszechświecie istnieją obiekty wyraźnie starsze od ówczesnej oceny wieku Wszechświata. I również bardzo nieliczni się tym przejmowali. Powodem takiej obojętności jest to, że wszystkie teorie (lub jak kto woli ugruntowane hipotezy – ja nie widzę specjalnej różnicy między tymi pojęciami) były paradygmatami. Stwórcy pochodzące od Thomasa S. Kuhna (a w każdym razie przez niego spopularyzowane – p. T.S. Kuhn „Struktura rewolucji naukowych”) oznaczają coś chwilowo przyjętego za prawdziwe, na podstawie czego prowadzi się aktualne prace naukowe. Może to być teoria, metoda działania a nawet książka stanowiąca „biblię” lokalnej grupy uczonych. Jak widać, trudno zdefiniować czym jest paradygmat. Podobno jeden (jedna? – nie pamiętam o kogo chodzi, ale kojarzy mi się, że chodzi i kobięte) ze znawców Kuhna wyliczył aż dwadzieścia siedem różnych znaczeń w których Kuhn używa tego terminu. Jednak lektura „Struktury rewolucji naukowych” dostarcza jasnego obrazu. Nauka w okresie para-

dygmatycznym sprawdza się do rozwiązywania „zagadek” wynikających z konfrontacji paradygmatu z rzeczywistością (obserwacje eksperymenty i... problemy paradygmatu). Postępem nauki w okresie paradygmatycznym są właśnie te rozwiązania. Gdy znajdujemy fakt sprzeczny z paradygmatem, to budujemy „pas ochronny” – znajdujemy takie rozwiązania zagadki, przy których anomalia znika. Najczęściej jednak, by nie robić zbyt bezczelnych założeń (tzw. hipotez ad hoc), anomalie po prostu ignorujemy. I tak jest w praktyce. Zarówno tej historycznej, gdy ignorowano przez stulecia problem średnicy Księżyca, i tak jest współczesnie we wszystkich naukach, nawet tak „twardych” jak fizyka, astronomia czy nawet matematyka gdzie można przez stulecia oczekiwany na rozstrzygnięcie jakiejś hipotezy. Oczywiście w matematyce paradygmaty się nie zmieniają. Po prostu gdy okazuje się, że „można inaczej”, pojawia się nowa „gałaz”, jak to było z geometrią nieeuklidesową. W naukach przyrodniczych oczywiście „nowej teorii” w sensie egzystencji dwóch sprzecznych teorii w zasadzie nie akceptujemy, bo uważaemy, że wszyscy żejmy w jednej rzeczywistości, a więc

Dokończenie na s. 70. ►

## 200 lat astronomii na Uniwersytecie Warszawskim

Minęła 200 rocznica założenia astronomii na Uniwersytecie Warszawskim. 28 września 1816 r. powstała w Warszawie Katedra Astronomii, jako część tworzonego Wydziału Filozoficznego. Było to prawie dwa miesiące przed oficjalną datą inauguracji Królewskiego Uniwersytetu Warszawskiego. Zarządzanie katedrą powierzono Franciszkowi Armińskiemu (1789–1848), był on potem przez wiele lat dyrektorem Obserwatorium Astronomicznego.



Obserwatorium Astronomiczne w Warszawie w 1845 r. (rysunek z pisma „Przyjaciel Ludu”)

Dzięki działaniom Armińskiego po kilku latach powstał budynek obserwatorium. Projekt jest dziełem prac trzech architektów, którymi byli: Christian Piotra Aigner, Michał Kado i Hilary Szpiłowski oraz wskazówek samego Armińskiego. Budowa trwała od 1820 do 1825 r. Później przez wiele lat budynek nie był zmieniany, aż do 1870 r., kiedy to zdecydowano się rozebrać zachodni pawilon obserwacyjny, aby zbudować większą kopułę. O zmianach w budynku w kolejnych latach nic nie wiadomo, przypuszczalnie ich nie dokonywano.

Rozpoczęcie wojny w 1939 r. budynek obserwatorium przetrwał bez uszkodzeń, ale w 1940 r. Niemcy zabrali najcenniejsze instrumenty obserwacyjne. Tragiczny dla obserwatorium okazał się rok 1944 – niemieckie czołgi ostrzały budynek w trakcie Powstania Warszawskiego, a później został spalony przez oddziały SS. W trakcie pożaru spłonęto całe wyposażenie, biblioteka i cenne muzealne zbiory, w tym m.in. inkubały z XV i XVI wieku. Budynek został odbudowany po zakończeniu II wojny światowej. Zdecydowano przywrócić oryginalny kształt, zmieniono jedynie wnętrza, tak aby były funkcjonalne na potrzeby badań naukowych i zajęć dydaktycznych na uniwersytecie.

Budynek Obserwatorium Astronomicznego znajduje się w Ogrodzie Botanicznym UW przy Alejach Ujazdowskich w Warszawie. Nadal jest użytkowany przez warszawskich astronomów.

Krzysztof Czart

## Wyspa Devon – ostatni przystanek przed Marsem?

Założyciel SpaceX, Elon Musk, ogłosił niedawno rozpoczęcie wysyłania statków bezzałogowych na Marsa już w roku 2018, podczas gdy pierwsze misje załogowe planuje się na lata 2022–2023. Docelowo kolonie marsjańskie miałyby osiągnąć liczebność około miliona Ziemiań w ciągu 40 do 100 lat. Czy jednak ambitny plan osiedlenia ludzi na Marsie ma szansę się powieść?

Pojawią się tu sporo pytań i kontrowersji. Jak ludzie mają przeżyć na Marsie, czym będą się tam żywić i oddychać? Czy jeszcze podczas kilkuletniego lotu na Czerwoną Planetę nie zabije ich promieniowanie kosmiczne? Jak koloniści będą się poruszać po okolicy? Na wiele z nich nie mamy jeszcze odpowiedzi. Jednak nad niektórymi naukowcy pracują od dwóch dziesięcioleci – symulując warunki marsjańskie tutaj, na Ziemi.

Wyspa Devon (Archipelag Arktyczny) należy do Kanady i jest największą niezamieszkana wyspą na Ziemi. Pod względem warunków klimatycznych i rzeźby terenu „nieco” przypomina Marsa. Leży na niej nawet ponad dwudziestokilometrowy krater Haughton – miejsce zimne, suche, kamieniste i całkiem odizolowane od otoczenia. To właśnie w nim od 2000 r. znajduje się niewielka stacja badawcza FMARS (*Flashline Mars Arctic Research Station*), w której planetolodzy i naukowcy z NASA każdego lata przeprowadzają kilkumiesięczne misje mające na celu lepsze przygotowanie ludzi i technologii do lotu na Czerwoną Planetę.

Na wyspie testuje się między innymi kombinezony kosmiczne, roboty i inne urządzenia przydatne poza Ziemią. Przede wszystkim jednak Devon jest idealnym miejscem do studiów nad zachowaniem i kondycją psychiczną przyszłych marsjańskich kolonistów. Wyspa jest odcięta od świata i ma bardzo surowe warunki naturalne. Co więcej, jej obszar jest niezbyt dobrze odwzorowany na mapach, przez co idealnie oddaje to, co faktycznie może nas czekać po wylądowaniu na Marsie. Ograniczone zasoby czystej wody, nieznane otoczenie, przenikliwe zimno i symulowane opóźnienie w komunikacji z bliskimi na „Ziemi” to tylko niektóre z wyzwań takiej próbnej misji.

W latach 2009–2011 sześciu naukowców brało również udział w symulacji podróży „marsjańskim” łazikiem HMP Okarian przez Devon. Ich celem było przekroczenie tzw. Przejścia Północno-Zachod-

niego w tego rodzaju pojeździe i dotarcie nim do stacji badawczej Haughton – co w praktyce nie było wcale proste. Cały ten wyciek po części dokumentuje dostępny już niebawem w kinach film „Passage to Mars”. Gościennie występuje w nim także astronauta lotu Apollo 11, Buzz Aldrin.

Po szesnastu latach w stacji FMARS są nadal prowadzone badania, a nabór członków kolejnych ekspedycji i zbieranie pomysłów na doświadczenie do przeprowadzenia w „marsjańskich” warunkach trwają niemal nieprzerwanie. Poszukiwani są również członkowie zdalnych zespołów naukowych i wsparcia dla przyszłych misji. Istnieją i inne stacje badawcze, symulujące warunki życia na innych planetach i zlokalizowane na Ziemi – jedną z nich jest *Mars Desert Research Station (Marsjańska Pustynna Stacja Naukowa)* w stanie Utah. Od niedawna także Polska dysponuje podobnym projektem – jest nim *Modularna Analogowa Stacja Badawcza (MARS)* wybudowana w tym roku na Podkarpaciu.

Elżbieta Kuligowska



Stacja badawcza Projektu Haughton-Mars. Źródło: NASA

## Szwajcarskie żelazo z Kosmosu

Naukowcy z Muzeum Historii Naturalnej w Bernie, Uniwersytetu w Bernie wraz z 50 poszukiwaczami odkryli pozostałości znacznego spadku żelaznego meteorytu sprzed 160 tys. lat w Twannbergu na zachód od szwajcarskiego miasta Biel/Bienne.

W ciągu trzech lat badań udało się odnaleźć 600 fragmentów meteorytu, zaś badania wykonane przez naukowców sugerują, że miał on między 6 a 20 m średnicy. Na powierzchnię Ziemi mogło spaść nawet do 30 tysięcy ton żelaza, co czyni go jednym z trzech największych deszczy meteorytów w Europie obok polskiego Moraska i szwedzkiego Muonionalusta. Obecne poszukiwania skupiły się na obszarze w promieniu 5 km od Twannenber-

gu, ale naukowcy spodziewają się znalezienia pozostałości w promieniu do 15 km w obszarze góra Jury Berneńska.

Twannenberg jest dopiero szóstym na świecie i pierwszym w Europie zidentyfikowanym meteorytem żelaznym klasy IIIG. Został odnaleziony w 1984 r. przez lokalnego rolnika, ale przez wiele lat znano tylko ten jeden fragment. Przełom nastąpił, gdy w 2000 r. odkryto fragment wykorzystany przy budowie jednego z domów w pobliskim Twann. Do 2013 r., gdy rozpoczęto szersze badania, udało się zidentyfikować 77 części ważących do 177 g. Twannenberg jest największym z ośmiu meteorytów dotąd znalezionych w Szwajcarii. Nie zidentyfikowano dotychczas żadnego krateru uderzeniowego, który mógł być zniszczony w wyniku erozji, gdy w górnach Jury istniały lodowce.

Seria ekspedycji poszukiwawczych przeprowadzona przez dra Bedę Hofmanna poczawszy od 2014 r. doprowadziła do wykrycia łącznie 72,5 kg żelaznych fragmentów, zazwyczaj na głębokości 15 cm. Są one prezentowane na specjalnej wystawie do 20 sierpnia 2017 r. w Muzeum Historii Naturalnej w Bernie.

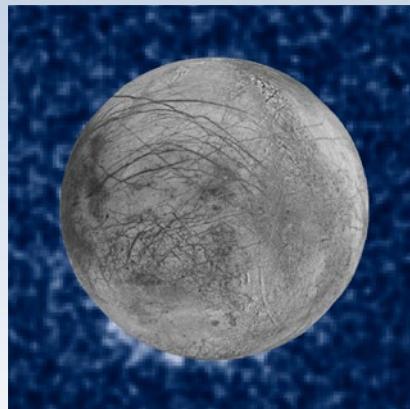
Dodatkowe informacje o meteorycie i wystawie: [www.twannbergmeteorit.ch](http://www.twannbergmeteorit.ch)

Wierćzysław Bykowski

### Czy z Europa wyrzucana jest para wodna?

Naukowcy uważają, że Europa – księżyc Jowisza – posiada pod lodową skorupą podpowierzchniowy ocean ciekłej wody, który może zawierać nawet więcej wody niż znajduje się w ziemskich oceanach. Na obecność oceanu wskazują dane zebrane przez sondę Galileo. Położony jest najprawdopodobniej kilkanaście kilometrów pod powierzchnią. Jednak występowanie gejzerów pary wodnej może oznaczać, że potencjalna sonda kosmiczna wysłana w celu zbadania oceanu nie będzie musiała aż tak głęboko przekopawać się przez kilometry lodu, gdyż być może są obszary, gdzie ocean występuje nieco pływie.

Najnowsze dane z Kosmicznego Teleskopu Hubble'a pokazują coś, co może być wyrzutami pary wodnej z powierzchni Europy. Rozciągają się nawet na wysokość 160–200 km nad powierzchnią księżycy. Zdjęcia wykonano, gdy Europa przechodziła na tle Jowisza. Celem obserwacji było sprawdzenie, czy księżyc ma cienką, rozciagniętą atmosferę, korzystając z tej samej metody, jaką jest używana do wykrywania atmosfer planet pozasłonecznych. Gdy planeta pozasłoneczna ma atmosferę, to gdy przechodzi na tle gwiazdy, atmosfera ta blokuje nieco świa-



Przypuszczalne erupcje pary wodnej na brzegu Europy, księżyca Jowisza. Widać je na pozycji godziny siódmej. Rozciągają się na wysokość 160 km powierzchnią. Zdjęcie zostało wykonane za pomocą Kosmicznego Teleskopu Hubble'a. Nałożono na nie fotografię Europy złożoną ze zdjęć wykonanych przez sondy Galileo i Voyager. Źródło: NASA/ESA/W. Sparks (STScI)/USGS Astrogeology Science Center

tła. Podobnie będzie w przypadku Europy przechodzącej na tle Jowisza. Dlatego poszukiwano absorpcji w pobliżu brzegu tarczy Europy.

Udało się zaobserwować tranzysty Europy na tle Jowisza w 10 osobnych przypadkach w okresie 15 miesięcy. W trzech z nich dostrzeżono prawdopodobne erupcje pary wodnej. Obserwacje te są dodatkowym wsparciem dla hipotezy o wyrzutach pary wodnej. Wcześniej, w 2012 r., inny zespół obserwował podobne zjawisko w okolicach południowego bieguna Europy. Również w tym przypadku wykorzystano spektrograf obrazujący Kosmicznego Teleskopu Hubble'a, stosując jednak inną metodą analizy danych. Wyniki obu prac są zgodne.

Jeśli wyrzuty pary wodnej na Europie zostaną potwierdzone, będzie to drugi księżyc w Układzie Słonecznym z gejzerami wyrzucającymi parę wodną. W 2005 r. amerykańska sonda Cassini wykryła dżety pary wodnej wyrzucane z powierzchni Enceladusa, księżyca Saturna.

Krzysztof Czart

### Dione kolejnym księżycem Saturna z oceanem

Królewskie Obserwatorium Belgii podało, że najnowsze wyniki uzyskane przez sondę Cassini w ramach pomiarów grawitacyjnych podczas ostatnich przelotów w pobliżu Dione wskazują na istnienie oceanu na głębokości 100 km. Może on mieć nawet kilkadziesiąt kilometrów głębokości i otaczać skaliste jądro. Byłby to kolejny księżyc Saturna z oceanem pod swoją powierzchnią.

W takiej sytuacji trudno uniknąć porównań do Enceladusa, mniejszego, ale

bardziej znanego księżyca Saturna. Wygląda na to, że budowa wewnętrzna obu ciał może być podobna. W przypadku Enceladusa o podpowierzchniowym oceanie mówi się już od jakiegoś czasu, a na dodatek w pobliżu bieguna południowego występują na nim gejzery wyrzucające strumienie pary wodnej. Na Dione na razie gejzerów nie dostrzeżono.

Astronomowie opracowali model, w którym lodowe skorupy Enceladusa i Dione są górami lodowymi zanurzonymi w wodzie. Nowy model przewiduje, że ocean na Enceladusie jest bliżej powierzchni niż do tej pory przyjmowano – w przypadku bieguna południowego może to być nawet kilka kilometrów. Z kolei w przypadku Dione Belgowie uważają także, że ocean mógł przetrwać bardzo długo, nawet całą historię tego obiektu. Wskazują, iż czyni go to potencjalnym siedliskiem przyjaznym dla życia mikrobiologicznego. Oddziaływanie pomiędzy skałami z jądra księżyca a otaczającą je wodą, mogły dostarczyć składników i energii niezbędnych do narodzin życia.

Podsumowując, w przypadku Saturna już trzy księżyce (Enceladus, Tytan i Dione) są podejrzewane o posiadanie podpowierzchniowych oceanów. Podobnie jest w przypadku trzech księżyków Jowisza (Europa, Ganimedes, Kallisto). Mówi się też, że podobne własności może mieć Pluton.

Dione jest czwartym pod względem wielkości księżycem Saturna, znany od 1684 r. (odkrywca: Giovanni Cassini). Ma średnicę 1118 km, a swoją planetę obiega co 2,7 dnia. Dione można dostrzec przez amatorskie teleskopy.

Krzysztof Czart



Dione z widocznym w tle Enceladusem. Zdjęcie zostało wykonane przez sondę Cassini 8 września 2015 r. Źródło: NASA/JPL-Caltech/Space Science Institute

## Obserwatorium La Silla zasilane będzie zieloną energią

Europejskie Obserwatorium Południowe (ESO) ogłosiło, że wprowadziło do użytku elektrownię słoneczną fotowoltaiczną w La Silla w północnym Chile. Jak powiedział podczas inauguracji Dyrektor Generalny ESO, Tim de Zeeuw, wydaje się szczególnie odpowiednie, aby obserwatorium astronomiczne czerpało moc bezpośrednio ze światła słonecznego. Całkowita moc nowej elektrowni wynosi 1,7 MW. Jej roczna produkcja wyniesie około 4,75 GWh, która zostanie dostarczona do chilijskiego systemu energetycznego. Roczna produkcja z instalacji solarnej jest równoważna dla potrzeb energii elektrycznej około 2000 gospodarstw domowych i stanowi zapotrzebowanie na ponad 50% rocznego zużycia energii przez obserwatorium. Czysta energia generowana przez zakład pozwoli na uniknięcie emisji odpowiadającej 2000 ton dwutlenku węgla. Instalacja farmy solarnej w La Silla jest częścią programu Zielone ESO, którego celem jest zmniejszenie wpływu działalności ESO na środowisko naturalne.

Adam Tużnik

## Wiadomo już, gdzie powstanie północne obserwatorium CTA

Międzynarodowe konsorcjum teleskopu Cherenkov Telescope Array (CTA) oraz hiszpański instytut astronomiczny podpisały umowę o lokalizacji jednego z obserwatoriów CTA. Północne obserwatorium CTA będzie wybudowane na Wyspach Kanaryjskich. Negocjacje pomiędzy Instituto de Astrofísica de Canarias a Radą CTA zakończyły się 19 września 2016 r. Na terenie Roque de los Muchachos Obserwatory na wyspie La Palma ma powstać 19 teleskopów Czerenkowa. W zamian za udostępnienie terenu Hiszpania otrzyma 10% czasu obserwacyjnego na tych teleskopach.

Teleskopy Czerenkowa służą do obserwacji tzw. promieniowania Czerenkowa, powstającego, gdy cząstki wysokoenergetycznego promieniowania gamma z Kosmosu wpadają w ziemską atmosferę. Jest to metoda na prowadzenie badań w dziedzinie astronomii gamma, ale bez konieczności wynoszenia satelitów na orbitę, tylko w sposób pośredni z powierzchni Ziemi.

Planowana jest także budowa obserwatorium CTA na półkuli południowej. Obecnie trwają negocjacje z Europejskim Obserwatorium Południowym (ESO). Jeśli zakończą się powodzeniem (a ma to według CTA nastąpić do końca tego roku), to



Wizja artystyczna przyszłego obserwatorium CTA. Źródło: G Perez, IAC

w pobliżu Obserwatorium Paranal w Chile powstanie 99 teleskopów Czerenkowa. Wśród nich może być 20 anten polskiej konstrukcji — prototypowy egzemplarz można oglądać w Instytucie Fizyki Jądrowej PAN w Krakowie.

Budowa teleskopów CTA może ruszyć już w przyszłym roku, a ich instalacja w obserwatoriach rozpocznie się za dwa lata. Polscy naukowcy są mocno zaangażowani w projekt CTA. Polskim konsorcjum kieruje Uniwersytet Jagielloński.

Krzysztof Czart

## Ultragębokie Pole Hubble'a oczami teleskopu ALMA

Dzięki sieci radioteleskopów ALMA dokonano najgłębszych w historii obserwacji wczesnego Wszechświata w zakresie fal milimetrowych. ALMA przez około 50 godzin patrzyła na obszar Ultragębokiego Pola Hubble'a. Jest to największa ilość czasu obserwacyjnego, jaki ALMA spędżała na jednym obszarze nieba.

W roku 2004 opublikowano wyniki rekordowo głębokich obserwacji wykonanych przez Kosmiczny Teleskop Hubble'a (HST). Teleskop przez wiele godzin wpatrywał się w jeden mały fragment nieba, aby dostrzec jak najwięcej galaktyk na krańcach obserwacyjnego Wszechświata. Ten fragment nieba nazwano Ultragębkim Polem Hubble'a (Hubble Ultra Deep Field), a w późniejszych latach badano go teleskopami pracującymi w innych zakresach długości fali elektromagnetycznej.

Tym razem udało się przeprowadzić obserwacje w zakresie fal milimetrowych. Co ciekawego dostrzegła ALMA? Rozdzielcość obrazów była na tyle dobra, że naukowcom udało się powiązać obiekty widziane przez ALMA z galaktykami sfotografowanymi przez Teleskop Hubble'a. Wykryto praktycznie same galaktyki masywne oraz wykazano, że masa gwiazd w galaktyce jest najlepszym wskaźnikiem

tempa procesów gwiazdotwórczych w bardzo odległym Wszechświecie. Z kolei inna grupa badawcza postanowiła przeprowadzić jeszcze głębsze badania na około jednej szóstej powierzchni Ultragębokiego Pola Hubble'a. Naukowcy poszukiwali chłodnego gazu we wczesnym Wszechświecie i dzięki swoim badaniom odkryli populację galaktyk, która nie była znana z innych głębokich przeglądów nieba. Powodem jej ukrywania się jest fakt, iż wielkie obszary gazu molekularnego napędzające aktywność gwiazdotwórczą galaktyk trudno jest dostrzec za pomocą HST, natomiast ALMA udało się dostrzec galaktyki bogate w tlenek węgla wskazujące obecność obszarów gotowych do procesów gwiazdotwórczych. Nowe wyniki ALMA wskazują na gwałtowny wzrost wartości gazu w galaktykach, gdy patrzymy coraz dalej wstecz w czasie.

To jednak z pewnością nie koniec odkryć, bowiem planowana jest jeszcze dłuższa — aż 150-godzinna — kampania obserwacyjna Ultragębokiego Pola Hubble'a przy pomocy sieci radioteleskopów ALMA.

Krzysztof Czart



Połączenie zdjęcia z Kosmicznego Teleskopu Hubble'a (zielony/niebieski) z obrazem z ALMA (pomarańczowy, obiekty oznaczone okręgami). Źródło: ALMA (ESO/NAOJ/NRAO)/NASA/ESA/J. Dunlop et al., S. Beckwith (STScI) oraz HUDF Team

# Podsumowanie IX Konferencji SOK PTMA

**D**ziesięć długich lat... Tyle miłośnicy komet musieli czekać na kolejną konferencję Sekcji Obserwatorów Komet. W końcu się doczekali. 8–9 października 2016 r. w Młodzieżowym Obserwatorium Astronomicznym w Niepołomicach odbyła się IX Konferencja SOK PTMA pod tytułem „30 lat zorganizowanych obserwacji komet w Polsce”. Specjalną okazją do świętowania tego jubileuszu była akcja obserwacyjna International Halley Watch, zakończona przed trzydziestoma laty. Jak zgodnie stwierdziliśmy podczas konferencji, to właśnie ona dała początek Sekcji Obserwatorów Komet powstałe w 1989 r. w ramach Polskiego Towarzystwa Miłośników Astronomii. Jakkolwiek tematem przewodnim IX Konferencji była historia obserwacji, tak prelegenci znacznie rozszerzyli spektrum poruszanych tematów, zwracając uwagę na polskie osiągnięcia w poznawaniu komet nie tyle przez ostatnie trzy dekady, co czterysta lat, cofając się do czasów Jana Heweliusza. Jednak mając możliwość pierwszego od 10 lat spotkania w gronie *komeciarzy*, nie mogło zabraknąć również aktualnych tematów.

Konferencję rozpoczęliśmy w sobotę 8 października o godzinie 12.00. Po przywitaniu zgromadzonych gości przez piszącego te słowa koordynatora SOK PTMA, Mikołaja Sabata, głos zabrał Prezes PTMA Mieczysław Janusz Jagła, zaznaczając wielką wagę spotkań w gronie członków sekcji tematycznych, a także proponując wydanie materiałów po-konferencyjnych z tegorocznych obrad. Następnie dyrektor MOA w Niepołomicach, Dominik Pasternak, wyraził szczególną radość z powodu organizacji tego wydarzenia właśnie w niepołomickim obserwatorium. Swoją refleksją na temat działalności polskich obserwatorów komet podzielił się także dr Henryk Brancewicz, uczestnik wszystkich wcześniejszych konferencji SOK, zarysowując przy tym historyczny kontekst obserwacji komet w Polsce, których tradycję możemy liczyć w setkach lat. Obecnie prowadzone projekty obserwacyjne i plany Sekcji na najbliższe lata przedstawił Mikołaj Sabat.

Pierwszą sesję konferencyjną rozpoczął dr Krzysztof Ziolkowski prelekcją pt. „Komety a sprawia polska”. Przedstawiając liczne osiągnięcia Polaków w badaniach komet, wspomniał o dorobku m.in. przedwojennego odkrywcy komet Antoniego Wilka, badaczy ruchu komet okresowych — Heleny Kazimierczak-Połońskiej, a także Michała Kamieńskiego, który wiele uwagi poświęcił wyliczeniom orbity komety Halleya. W kolejnym referacie dr Marek Kubala, przedstawiając fragmenty dzienników obserwacyjnych dr. Antoniego Wilka, wysunął hipotezę zaobserwowania przez polskiego astronoma rozpadu komety Mellisha. Jak się okazuje, w 1915 r. Wilk dostrzegł przy użyciu lornetki dwa pojaśnienia w obszarze gazowej otoczkii komety. W późniejszym czasie już jej nie obserwował, za to zagraniczni obserwatorzy informowali o widocznych fragmentach komety z dosyć dużą separacją. Po krótkiej przerwie wysłuchaliśmy referatu Mariusza Wiśniewskiego pt. „Jak złapać kawałek komety”, obejmującego nie tylko tematykę kometarnego pochodzenia meteorów i bolidów, ale również sposobu ich obserwacji przez Pracownię Komet i Meteorów. Prelegent przedstawił rozwój tego

typu badań z wykorzystaniem kamer analogowych, kamer cyfrowych oraz All-sky, zaznaczając przy tym największe sukcesy, jakimi może się pochwalić Polska Sieć Bolidowa, w tym detekcja najwyższego orionidu „Myszyniec”, a także udane poszukiwania meteorytów w Norwegii oraz w Czelabińsku niedługo po pamiętnym spadku sprzed trzech lat. Pierwszą sesję konferencji zakończyła prelekcja dr. Tomasza Ścieżora pt. „30 lat zorganizowanych obserwacji komet w Polsce”. Wiele latko koordynator SOK-u przedstawił w niej historię Sekcji, wyodrębniając sześć epok historycznych, w tym: prehistorię (1985–1989), obejmującą pierwsze polskie akcje obserwacyjne przed założeniem Sekcji Obserwatorów Komet; starożytność (1989–1992), przypadającą na okres pracy Marka Mućka — wtedy po raz pierwszy w Polsce wykonano ponad 1000 obserwacji jednej komety (C/1990 K1 (Levy)). Wędrówkami ludów (1992–1994) nazwano przejściowy okres uśpienia Sekcji, a średniowieczem (1994–2006) — lata, w których przewodniczącym SOK PTMA był sam prelegent. Bezkrólewem nazwano okres, kiedy działalność sekcji kometarnej była zawieszona (2006–2010). Aż w końcu nastąpił okres odrodzenia Sekcji — renesansu, trwającego do dziś. Podczas poszczególnych epok omówione zostały komety, dla których zebrano ponad 100 raportów z obserwacji. W historii SOK-u takich obiektów było 28. Konkludując, dr Tomasz Ścieżor wyraził nadzieję na możliwość kolejnych podsumowań za 30 lat.

Po przerwie Dominik Pasternak omówił komety, jakie były obserwowane w MOA w Niepołomicach w czasie ponadpięćdziesięcioletrzej historii obserwatorium. Następnie wysłuchaliśmy prelekcji Grzegorza Sęka, okraszonej licznymi cytatami i odwołaniami do danych historycznych. Prelegent najwięcej uwagi poświęcił komicie C/1961 R1, odkrytej 1 września 1961 r. przez Miltona L. Humasona podczas pożegnalnej, ostatniej przed przejściem na emeryturę, nocy w Obserwatorium na Mt. Palomar w Kalifornii. Tym samym 122-centymetrowym teleskopem Schmidta, którym dokonano odkrycia komety Humasona, kilka miesięcy później jej obserwacje wykonywał prof. Konrad Rudnicki. Na łamach „Uranii” 12/1962 zostały opublikowane zdjęcia polskiego astronoma przedstawiające zmiany



Zdjęcie grupowe uczestników IX Konferencji SOK PTMA, 09.10.2016 MOA Niepołomice.  
Fot. Grzegorz Zieliński

w wyglądzie warkocza o zadziwiającym śrubowym kształcie. Uczestnicy konferencji mieli okazję obejrzeć kopie 28 klisz z obserwacji Rudnickiego. Na tym zakończyły się sobotnie prelekcje. Obecni na konferencji goście przeszli z sali wykładowej pod kopułę niepołomickiego planetarium, gdzie odbył się seans prowadzony przez Grzegorza Sęka. Odbyliśmy tam podróż w czasie i przestrzeni, przenosząc się na południową półkulę, jak również na biegun północny. Naturalnie wszyscy wróciliśmy z powrotem do Niepołomic, gdzie odbył się drugi dzień konferencji.

Niedzielną sesję rozpoczęła o godzinie 10.00 referat Michała Kusiaka pt. „Perspektywy odkrywania komet w dobie dużych projektów przeglądowych. Historia odkrycia C/2015 F2 (Polonia)”. Współodkrywca komety Polonia przedstawił nie tylko kulisy jej odkrycia, ale również wyjaśnił trudy, z jakimi zmagały się inicjatorzy własnych projektów przeglądowych, chcąc konkurować z finansowanymi przez światowe mocarstwa obserwatoriami wyposażonymi w najnowocześniejsze instrumenty badawcze. W czasie konferencji obecny był także inny z odkrywców Polonii — Michał Żołnowski. Więcej o ubiegłorocznym odkryciu Polaków pisaliśmy na łamach „Komeciarza” nr 47. Kolejną prelekcję poprowadził dr Michał Drahus z OA Uniwersytetu Jagiellońskiego, udowadniając słuchaczom, że czasowo rozdziela spektroskopią milimetrową odsłania tajemnice komet. Prelegent wyjaśnił swoją chęć prowadzenia obserwacji przy pomocy najlepszej dostępnej aparatury i przedstawił wnioski z własnych obserwacji prowadzonych przez duże zagraniczne radioteleskopy — w tym m.in. IRAM w Hiszpanii. Omawiany sposób badania komet z wykorzystaniem spektroskopii milimetrowej pozwalał na detekcję molekuł wtórnych obecnych w gazowej otoczce komety i nazwany został „przepisem babci”. To właśnie dzięki spektroskopii udało się przewidzieć rozpad komety ISON podczas zbliżenia do Słońca w 2013 r., a także stworzyć prawdopodobny model cykliczności wybuchów 17P/Holmes, związanej najprawdopodobniej z precesją. Wspomniano także o 103P/Hartley 2. Wyniki uzyskane naziemnie za pomocą radioteleskopu zostały skonfrontowane z danymi z sondy kosmicznej Deep Impact, wskazując na dużą efektywność obserwacji, jakie możemy prowadzić z Ziemi. Trzecią sesję konferencji zakończył drugi referat Michała Kusiaka, w którym doświadczony odkrywca komet SOHO podzielił się swoją wiedzą na temat przeglądania zdjęć z koronografów LASCO. Dalszą część prelekcji poświecił międzyplanetarnemu kompleksowi komety 96P/Machholz, do którego należą m.in. dwie grupy komet muskających Słońce — grupa Kracha oraz Marsdena. Z tą pierwszą związany jest rój południowych Delta Akwarydów.

Po przerwie ostatnią sesję konferencyjną rozpoczął dr Paweł Kankiewicz z Uniwersytetu Jana Kochanowskiego w Kielcach. Tematem były obserwacje komet i planetoid na orbitach wstecznych. Przykładem tych drugich jest podejrzewana o kometarne pochodzenie (20461) Dioretsa, której nazwa to ananim od angielskiego słowa „asteroid”. Jednak zgodnie z obserwowanymi trendami to komet powinno „przybywać”. Obiekty poruszające się na orbitach wstecznych skłaniają do ponownego spojrzenia na klasyfikację małych ciał Układu Słonecznego i stwierdzenia, że granica pomiędzy kometami a planetoidami nie jest ostra. Co więcej, czas życia obiektów wstecznych jest stosunkowo niewielki, co może wyjaśniać ich rzadkość w naszym kosmicznym sąsiedztwie. Następną prelekcję wygłosił piszący te słowa Mikołaj Sabat. Miałem okazję przedstawić wnioski z analizy obserwacji komety C/2014 Q2 (Lovejoy), jakie przesłano do SOK PTMA i COK. Zwróciłem uwagę na rozmiary komety i warkocza, jakie obliczyliśmy na podstawie obser-



Dr Krzysztof Ziolkowski — „Komety a sprawia polska”. Fot. Grzegorz Zieliński

wacji wizualnych (kolejno 700 tys. km i 6 mln km), zaznaczając przewagę emisji gazowej w przypadku tej komety. Audytorium podczas konferencji w dużej mierze stanowili obserwatorzy uczestniczący w omawianej kampanii. Wyniki Sekcji zostały uzupełnione przygotowanym przez astronomów pracujących na radioteleskopie IRAM porównaniem składu chemicznego komety Lovejoya z kometą Hale'a-Boppa, a także z obserwowanymi wcześniej dyskami protoplanetarnymi. Konferencję zakończył referat Adama Tużnika pt. „Komety jako kosmiczne taksówki życia”. Prelegent przedstawił możliwość powstawania głównego składnika RNA — rybozy w warunkach panujących na kometach, a także prawdopodobieństwo jego transportu na planety podczas spadku. Czy w ten sposób mogło powstać życie na Ziemi? Tego jeszcze nie możemy być pewni.

IX Konferencja SOK PTMA przeszła do historii w niedzielę 9 października przed godziną 17.00. Konferencję zamknąłem podziękowaniami dla wielu osób, które włożyły ogromny trud w jej zorganizowanie, a także dla prelegentów i wszystkich zgromadzonych gości, zaznaczając, że bez ich obecności pierwsze od 10 lat spotkanie komeciarzy nie mogłyby się odbyć. W ciągu tych dwóch dni obserwatorium w Niepołomicach odwiedziło ponad trzydziestu badaczy i miłośników komet, którym teraz, na łamach „Uranii” chciałbym bardzo serdecznie podziękować. Jak to zwykle bywa, tuż po zakończeniu przychodzi czas podsumowań i refleksji. Cóż zatem należy zrobić, kiedy i podsumowanie się zakończy? Pozostaje tylko zaprosić wszystkich Czytelników na kolejną, X Konferencję SOK PTMA!

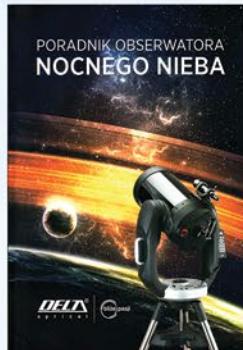
Mikołaj Sabat



Dr Paweł Kanikiewicz (po prawej) i koordynator SOK PTMA Mikołaj Sabat. Fot. Agnieszka Nowak

# Sky-Watcher Discovery

Przedstawiamy nowe teleskopy Sky-Watcher Star Discovery przeznaczone dla początkujących użytkowników, poszukujących nowoczesnego i ergonomicznego teleskopu w dobrej cenie. Stabilny, azymutalny montaż na stalowym, rozsuwanym statywie skrywa nowoczesny system **GO-TO SynScan**. Za pośrednictwem pilota znajdującego się w zestawie, umożliwia on namierzanie i śledzenie ponad **42.900 obiektów!** System podwójnych enkoderów osi i wygodne pokrętło blokady osi elewacji (ALT) pozwala na ręczne przestawianie teleskopu bez ryzyka utraty orientacji teleskopu względem gwiazd. Główica montażu zasilana jest z 8 baterii AA, dzięki którym teleskop może działać bezprzewodowo. Otwiera to wspaniałe możliwości obserwacji z dala od zabudowań, np. podczas wyprawy samochodowej pod ciemne, rozgwieżdżone niebo poza miasto. Jest to również idealna propozycja dla organizatorów pokazów nieba, popularyzatorów astronomii, nauczycieli.



## GRATIS

Do każdego zakupionego teleskopu z serii Discovery  
„Poradnik Obserwatora Nocnego Nieba” gratis!



### Dostępne modele w serii Discovery:

- Refraktor achromatyczny 102/500 mm **2099 zł**
- Reflektor paraboliczny Newtona 130/650 mm **1739 zł**
- Reflektor paraboliczny Newtona 150/750 mm **1799 zł**
- Maksutov-Cassegrain 127/1500 mm **2549 zł**



**Infolinia: 801.011.337 lub 25 786.05.20**

[www.deltaoptical.pl](http://www.deltaoptical.pl) \* [facebook.com/Delta.Optical.Polska](https://facebook.com/Delta.Optical.Polska)

# ROZWIĄZANIE ZADANIA ZAWODÓW III STOPNIA LIX OLIMPIADY ASTRONOMICZNEJ (2015/2016)

**Treść zadania poprzedzona została krótkim wykładem:**

Na przełomie XVIII i XIX w. Joseph L. Lagrange rozwiązał problem wzajemnego oddziaływanego trzech ciał (z których jedno ma niewielką masę) i odkrył, że w takim układzie znajduje się pięć wyróżnionych miejsc (punktów równowagi), stanowiących pewnego rodzaju „pułapki grawitacyjne”. Trzy z tych miejsc, nazywane liniowymi punktami libracyjnymi (L<sub>1</sub>, L<sub>2</sub> i L<sub>3</sub>), znajdują się na linii łączącej dwa masywne ciała, a pozostałe dwa punkty (L<sub>4</sub> i L<sub>5</sub>), leżą w płaszczyźnie orbit ciał masywnych i nazwane są trójkątnymi punktami libracyjnymi, bo znajdują się one w wierzchołkach trójkątów równobocznych, których wspólny bok jest odcinkiem łączącym dwa masywne ciała. W punktach libracyjnych, oraz w ich pobliżu, mogą znajdować się ciała o mniejszych masach.

Potwierdzeniem teorii Lagrange'a było odkrycie w XIX wieku grup planetoid (nazwanych Grekami i Trojańczykami), które znajdują się w pobliżu trójkątnych punktów libracyjnych układu Słońce–Jowisz i obiegają Słońce z tym samym okresem co Jowisz.

W połowie ubiegłego wieku prof. Józef Witkowski z Poznania zwrócił uwagę, że podobnie jak w układzie Słońce–Jowisz, w pobliżu punktów libracyjnych układu Ziemia–Księżyc również mogą znajdować się drobne ciała niebieskie. Ideę tę rozwinał krakowski uczeń Kazimierz Kordylewski, który podjął szeroko zakrojone obserwacje, mające na celu odkrycie skupisk materii na orbicie Księżyca, w pobliżu trójkątnych punktów libracyjnych (L<sub>4</sub> i L<sub>5</sub>). Przeprowadzone przez Kordylewskiego i innych astronomów obserwacje, co prawda nie potwierdziły obecności w tych punktach większych brył materii, ale stwierdzono tam skupiska materii pyłowej (nazwane obłokami libracyjnymi), których jasność powierzchniowa jest niewielka. Okazało się przy tym, że obłoki mają kształt owalny i rozciągają się w pobliżu punktów libracyjnych na odległość kilku stopni.

## Treść zadania:

Dla przedziału dat: 10. III — 30. III. 2016 określ terminy, w których będzie można podjąć próbę zaobserwowania obłoku w pobliżu trójkątnego punktu libracyjnego, poprzedzającego Księżyca w ruchu orbitalnym. Ze względu na bardzo niewielką jasność powierzchniową obłoku oraz konieczność zapewnienia maksymalnie ciemnego tła nieba założ, że obserwacje będą prowadzone wysoko w górnach, w miejscu o współrzędnych geograficznych: 49° N i 20° E, a obłok libracyjny może być zaobserwowany dopiero wtedy, gdy znajduje się powyżej 20° nad horyzontem astronomicznym. Do dyspozycji masz tabelę z efemerydami Słońca i Księżyca, odpowiedni fragment „Atlasu nieba gwiaździstego” na epokę 2000,0 oraz „Obrotową mapę nieba”. Rozwiążając zadanie, przyjmij dokładność dwóch stopni.

Wspomniana tabela z efemerydami dostępna jest pod adresem: [http://www.planetarium.edu.pl/59/zz3s/Zadania\\_zawodow\\_III\\_stopnia\\_LIX\\_OA.pdf](http://www.planetarium.edu.pl/59/zz3s/Zadania_zawodow_III_stopnia_LIX_OA.pdf) (s. 7)

## Rozwiązanie:

Przedstawione zadanie okazało się przysporzyć najwięcej problemów uczestnikom zawodów centralnych LIX Olimpiady Astronomicznej. Żaden z finalistów nie uzyskał 50% punktów za to zadanie. Olimpijczycy taki stan rzeczy tłumaczyli zbyt krótkim czasem dostępnym na jego rozwiązanie. W istocie,

na pierwszy rzut oka, może ono się wydawać bardzo żmudne i złożone rachunkowo. Próby jego rozwiązania metodą analityczną, posługując się odpowiednimi wzorami trygonometrii sferycznej, kończyły się fiaskiem ze względu na dużą ilość dat do sprawdzenia.

Uczestnicy otrzymali jednak jako załączniki tabelę, w której znajdowały się współrzędne oraz momenty wschodów i zachodów Księżyca a także Słońca, na analizowany przedział czasu. Cztery karty formatu A3 z fragmentami atlasu nieba pokrywającymi całą okolicę eklipytyki z przedziału deklinacji -40; +40 oraz obrotową mapę nieba.

Mapy większości uczestników pozostały nietknięte ich przyrządem piśmienniczym, a był to zasadniczy element szybkiego rozwiązania zadania.

Pierwszym jednak z elementów, które uczestnik musiał przeanalizować, było odpowiednio ciemne tło nieba. Na ten parametr składają się noc astronomiczna i brak obecności Księżyca nad horyzontem. Noc astronomiczna rozpoczyna się, gdy Słońce znajduje się 18 stopni pod horyzontem. Przedział czasu, jaki zajmuje dziennej gwiazdzie schowanie się na taką głębokość, można obliczyć ze wzorów trygonometrii sferycznej lub w sposób przybliżony z wzorów geometrii płaskiej. Można również wyznaczyć początek nocy astronomicznej, posługując się obrotową mapą nieba. Wystarczy obserwować punkt na eklipytyce, który wyłania się zza wschodniego horyzontu, gdy Słońce zachodzi. W punkcie tym znajduje się przeciwblask. Na mapce naniesione były almukantary, przy pomocy linijki można dosyć dokładnie wyznaczyć moment, w którym przeciwblask znajduje się 18 stopni ponad horyzontem. Zauważamy także, iż zadanie dotyczy punktu libracyjnego, który poprzedza Księżyca na orbicie, czyli tego na wschód od naszego naturalnego satelity. Rozpatrywać będziemy więc sytuację po zachodzie Księżyca na wieczornym niebie. Posiłkując się wyznaczonymi wcześniej momentami początku nocy astronomicznej, widać, że już od 10 marca noc astronomiczna rozpoczyna się przed zachodem Księżyca, czyli przedział obserwacji determinuje dopiero jego zachód. Z dnia na dzień następuje on później, aż do chwili, w której Księżyca zachodzi w momencie końca nocy astronomicznej. Analizując tabelę widzimy, że w dniu 23 marca zachód Księżyca następuje po wschodzie Słońca, co oznacza, że musimy wziąć pod uwagę tylko daty wcześniejsze. Wśród nich znajdujemy taką datę, dla której okres pomiędzy zachodem Księżyca a wschodem Słońca jest większy od wyznaczonego wcześniej czasu trwania zmierzchu astronomicznego (można to zrobić, posługując się obrotową mapą nieba, obserwując godziny, w których przeciwblask jest 18 stopni nad horyzontem). Okazuje się, że po dniu 20 marca Księżyca wschodzi po świcie astronomicznym, co powoduje, że do końca rozważanego okresu nie będzie już dogodnych warunków obserwacyjnych.

Następnym krokiem jest zaznaczenie na kartach atlasu kolejnych położen Księżyca. Łącząc je, możemy narysować w atlasie rzut jego orbity na sferę niebieską. Obłok libracyjny znajduje się w wierzchołku trójkąta równobocznego utworzonego z Ziemią i Księżycem. Oznacza to, iż jest on 60 stopni od naszego naturalnego satelity, wzdłuż jego obity. Okres gwiazdowy Księżyca, zamieszczony w tablicy stałych, wynosi 27,3 dnia, czyli obłok pyłowy jest oddalony o jedną szóstą tej wartości, tzn. o około 4,5 dnia od Księżyca na jego orbicie. Na wyrysowanej wcześniej na kartach atlasu orbicie ➤

## Telewizyjne odkrycie roku: Bogumił Radajewski

# Osobowość ASTRONARIUM

Bogumił Radajewski zdobył nagrodę podczas 23. Przeglądu i Konkursu oddziałów terenowych TVP w kategorii: odkrycie roku — osobowość telewizyjna. Bez Bogumiła nie byłoby emitowanego w TVP1, TVP3 i TV Polonia programu „Astronarium”. Jest jego głównym autorem, a redaktorzy „Uranii”, Krzysztof Czart i ja staramy się mu możliwie najlepiej pomagać.

Z dużą przyjemnością przyglądam się pracy Bogumiła. Nie ukrywam, że wcześniej praktycznie nic nie rozumiałem z medium, jakim jest telewizja i film. To Bogumił i obaj operatorzy, Adam Rubaszewski i Tomek Stelmach dbają o przekaz malowany kamerą. Jeszcze zanim zaczęliśmy razem pracować nad „Astronarium”, w Kujawsko-Pomorskiem był dobry czas dla astronomii i program „Astroregion” też się przebił do pasa ogólnopolskiego. Bogumił zawsze chciał robić odcinek „o czymś”. Wymyślał astronomiczny temat przewodni, no i trzeba było mu podpowiedzieć, gdzie i z kim o tym rozmawiać. Tak to się zaczęło. Trochę mnie wtedy dziwiła taka ambicja u... dziennikarza.

Dziś zdumiewa mnie nie tylko dociekiliwością, ale i wrażliwością. Z duszą na ramieniu wiodłem ekipę do Potarzycy, do amatorskiego

planetarium Andrzeja Owczarka. Tym, co tam zastał, Bogumił był nie tylko zafascynowany, ale również wzruszony, czego nie umie ukryć na filmie. W „Astronarium” Bogumił wkłada wielką pasję, żyje tym programem. Kręciliśmy już chyba druga serię, gdy wyznał, że ten serial łączy dwa jego chłopięce marzenia:

astronomię i telewizję. Jak się ma talent i dużo pracuje, to sny się spełniają! Jest nie tylko autorem programu, ale jego twarzą i w pewnym sensie twarzą całej polskiej astronomii. Im więcej nagród, im bardziej rozpoznawalna, tym lepiej dla „Astronarium”, tym lepiej dla astronomii.

Maciej Mikołajewski



- Księżyca można nanieść położenia obłoku. Na sporządzonym w ten sposób rysunku widać wyraźnie, że w dniach 11 i 12 marca przechodzi on na tle Drogi Mlecznej, co wyklucza te daty z obserwacją. Ponadto, w dniu 10 marca, obłok znajduje się blisko jasnego Aldebrana, z gwiazdozbioru Byka, co przez efekt olśnienia może uniemożliwić obserwacje. Przy pomocy obrotowej mapki nieba można wywnioskować, że przeciwblask w marcu będzie znajdował się w Lwie i Pannie. Na podstawie wyrysowanych w atlasie położzeń możliwe jest sprawdzenie, w jakim momencie obłok libracyjny minie przeciwblask. Będzie to miało miejsce 18 marca. W tym dniu i w dniu następnym, po zachodzie Księżyca obłok będzie widoczny nisko nad horyzontem. 19 marca będzie to około 20 stopni, więc te dwie daty także powinniśmy odrzucić. Ponadto, obłok znajduje się bardzo blisko ekliptyki, gdzie może przeszkadać tzw. most zodiakalny, czyli niezwykle słabe rozjaśnienie pomiędzy światłem zodiakalnym a przeciwblaskiem (takie rozważanie nie było wymagane). Dla okresu między 13 a 17 marca należało szczegółowo sprawdzić przejścia, w jakich obłok libracyjny będzie po zachodzie Księży-

ca co najmniej 20 stopni ponad horyzontem. Do tej czynności wystarczy dla każdej z dat przenieść z kart atlasu położenie Księżyca i obłoku na mapę obrotową i obserwować pozycję Księżyca Pyłowego od zachodu naszego naturalnego satelity do osiągnięcia 20 stopni nad horyzontem. Widać wyraźnie, że z każdym kolejnym dniem okres dogodny do obserwacji się skracza.

Ostatecznie noce nadające się do zaobserwowania Księżyków Pyłowych to 13 do 17 marca.

Możliwe więc było rozwiązywanie tego zadania z minimalną liczbą rachunków, posługując się wyłącznie dostępnymi danymi, atlasem oraz obrotową mapą nieba. Metoda graficzna działała w tym przypadku o wiele szybciej.

Podsumowując, wypada wszystkim, nie tylko olimpijczykom, zachęcić do częstszego używania obrotowej mapki nieba także do celów nieco bardziej złożonych niż rozpoznawanie gwiazdozbiorów.

Na podstawie autorskich sugestii rozwiązania prof. Jerzego M. Kreinera.

Damian Jabłeka, KGOA

# Zbliżają się obchody 100-lecia PTMA

17 września br. w Krakowie odbyło się zebranie Zarządu Głównego Polskiego Towarzystwa Miłośników Astronomii. Wzięli w nim udział członkowie ZG oraz zaproszeni goście. Głównym celem spotkania było powołanie Komitetu Organizacyjnego z okazji zbliżających się obchodów 100-lecia PTMA.

Okazuje się, że określenie dokładnej daty powstania PTMA jest z jednej strony dość kłopotliwe. Dokładne informacje są dostępne np. w archiwalnych numerach „Uranii”. Jednak ich interpretacja nie jest już taka oczywista. Wszystko ze względu na to, czy za punkt założenia PTMA uznamy powołanie międzyszkolnego klubu astronomicznego, który w późniejszym czasie zmienił się na „Towarzystwo Miłośników Astronomii”, czy też formalne założenie Stowarzyszenia, które nastąpiło dwa lata później.

## Trochę historii

Właściwym początkiem powstania Towarzystwa było pojawienie się w roku 1919 komety periodycznej Brorsena-Metcalfa — 23P/1919 Q1. Wiadomość o tym podała najpierw prasa codzienna, a obserwacjami tej komety zainteresowali się dwaj uczniowie szkół warszawskich — Stefan Kaliński i Stanisław Mrozowski.

Za pośrednictwem dra Kępińskiego, który uczył kosmografii w kilku szkołach warszawskich, skontaktowali się oni z Janem Mergentalerem, uczniem gimnazjum im. Mikołaja Reja. Do tego zespołu trzech młodych entuzjastów dołączyło wkrótce dwóch starszych, już po maturze, studentów Uniwersytetu Warszawskiego — Edward Stenz i Antoni Zygmund.

Ta piątka dała początek powstaniu międzyszkolnego Koła Miłośników Astronomii, zawiązanego w dniu 5 października 1919 r. i liczącego pod koniec tego roku kilkunastu członków, wśród nich tylko dwóch pod względem prawnym dorosłych: dr Felicjan Kępiński i zapalone miłośnik astronomii, urzędnik pocztowy Maksymilian Białecki.

Dopiero po dwóch latach powstaje zgodnie z przepisami prawa Towarzystwo Miłośników Astronomii (nie w 1919 r., ze względu na odzyskanie przez Polskę niepodległości i brak związanych z tym możliwości prawnych).

26 listopada 1921 r. nastąpiły właściwe pierwsze „Wybory Ogólnego Zebrania”. Pierwszym prezesem zostaje Felicjan Kępiński. Tymczasową siedzibą Towarzystwa była Warszawa, ulica Widok 18 m. 5. Mimo wyborów w 1921 r., dopiero 2 lutego 1923 r. Minister Spraw Wewnętrznych zatwierdza oficjalny statut Towarzystwa.

Tak było prawie 100 lat temu. Zmieniły się czasy i ludzie. Musimy zmierzyć się z historią i godnie uczcić osoby, które dały początek naszemu Towarzystwu. Ponieważ spotkanie Zarządu jest dobrym sposobem na rozwiązywanie nawet takich zagadek historycznych, postanowiliśmy przyjąć, że to właśnie 5 października 1919 r. będzie w PTMA uznawany za datę powstania Towarzystwa.

Podczas zebrania powołano Komitet Organizacyjny obchodów 100-lecia PTMA.

W skład Komitetu wchodzą:

1. Mieczysław Janusz Jagła — przewodniczący
2. dr Henryk Brancewicz — historia PTMA
3. Aleksandra Goedel-Lannoy — catering



4. Agnieszka Nowak — obsługa techniczna
5. Marek Substyk — obsługa informacyjna
6. dr Krzysztof Ziolkowski — redakcja wydawnictwa okolicznościowego
7. Robert Szaj — marketing, promocja
8. Janusz Wiland — obsługa fotograficzna
9. Jerzy Krug — obsługa fotograficzna
10. Dawid Gondek — grafika komputerowa
11. Wiesław Krajewski — korekta publikacji

Wstępnie również został ustalony termin obchodów 100-lecia PTMA na 4–6 października 2019 roku oraz wstępny program uroczystości.

## Sekcja historyczna PTMA

Przy okazji spotkania do życia reaktywowana została sekcja historyczna, której koordynatorem został Marek Substyk, wraz ze współpracownikami Markiem Zawilskim i Agnieszką Nowak. Ma ona stworzyć bazę danych historycznych całego okresu działalności PTMA w Polsce. Sekcja ma wyjątkowo ważne znaczenie ze względu na zbliżające się 100-lecie PTMA, jak również ze względu na coraz trudniejszy dostęp do materiałów historycznych. Sekcja historyczna była już kiedyś prowadzona przez Przemysława Rybkę we Wrocławskim Oddziale PTMA. Niestety nie zachowały się jakiekolwiek dokumenty, a nawet małe ślady pracy sekcji, co jest dla nas dodatkowym bodźcem, aby wszelkie dane zgodnie z postępem technologicznym były ogólnie dostępne dla każdego zainteresowanego.

Całość zebranych danych jest publikowana na stronie:

<http://www.historia.ptma.pl>

Jeżeli posiadasz jakiekolwiek materiały z działalności Towarzystwa, będziemy wdzięczni za ich udostępnienie lub za skany dokumentów, listów i innych ważnych historycznych pamiątek.

Marek Substyk  
Agnieszka Nowak

W artykule wykorzystano archiwalne materiały „Uranii”

# Astronomia w szkole:

## MONTAŻE TELESKOPÓW

W każdym z naszych artykułów piszemy o teleskopach i metodach obserwacji. Teraz czas na temat nie mniej ważny: montaż naszego teleskopu. Czym jest bowiem teleskop bez odpowiedniego montażu? Czy kupując montaż, nie popełniamy błędu? Czy będzie nam potrzebna wyspecjalizowana elektronika i związane z tym systemy GoTo? A może wystarczy zwykły, prosty montaż azymutalny typu Dobsona? Postaram się odpowiedzieć na te i inne pytania.

Jak wiemy, montaże dzielimy głównie ze względu na sposób ich poruszania, czyli azymutalne i paralaktyczne. Każdy z nich może być poruszany w sposób manualny lub automatyczny za pomocą wbudowanych silników z odpowiednim pilotem sterującym.

### Czego jednak potrzebujemy?

Po pierwsze musimy zdecydować się, jakie główne zastosowanie będzie miał nasz montaż. Czy będzie służył do obserwacji wizualnych, czy jednak interesuje nas też astrofotografia.

Zasady wbrew pozorom są proste i jeżeli ma być to astrofotografia, powinien nas interesować montaż paralaktyczny o odpowiedniej nośno-

ści i dokładności prowadzenia. Na pewno nie będą to montaże oznaczone, np. przez Sky-Watcherą jako EQ1 i EQ2 (bez możliwości zastosowania lunetki biegunowej). W minimalnym stopniu mogą to być EQ3-2 lub EQ5 (należy doposażyć się w lunetkę biegunową). Natomiast można polecić wszelkie typy HEQ-5 czy (N)EQ-6, które z góry są przewidziane do pracy w zestawach astrofotograficznych.

Należy w tym miejscu zwrócić uwagę na nośności montaży i nie ufać zbyt mocno temu, co producenci podają w specyfikacji technicznej. Przyjęło się, że do celów astrofotograficznych nominalną nośność montażu powinniśmy podzielić przez 2.

### Astrofotografia i montaż

Jeżeli więc wybraliśmy astrofotografię, pamiętajmy, że najważniejszym elementem naszego zestawu będzie zawsze sam montaż, który umożliwi nam po pierwsze prawidłowe jego ustawienie na biegun, a po drugie w miarę dokładne prowadzenie za obiektem foto-

grafowanym. Dobierajmy montaż pod nasz zestaw do fotografowania.

W każdym z tych przypadków system GoTo będzie zdecydowanie ułatwiał nam ustawianie montażu i dalsze fotografowanie. Montaże EQ3-2 i EQ5 występują w dwóch wersjach i są to albo montaże bez systemu GoTo, albo z nim. Osobną kategorią prowadzenia są napędy w jednej lub dwóch osiach, które stanowią zamiennik dla droższych systemów GoTo. Są one oczywiście mniej dokładne w prowadzeniu, ale praktyka pokazuje, że przy krótszych ogniskowych sprawują się dość dobrze.

Montaże takie jak HEQ-5 czy (N)EQ-6 mają zawsze wbudowane silniki prowadzące. Różnica w montażach pomiędzy SynTrek a SynScan dotyczy wyłącznie systemu GoTo, który występuje w drugiej wersji. SynTrek jest wyłącznie zwykłym prowadzeniem za obiektem na niebie.

W zależności od typu obiektów, jakie chcemy fotografować, potrzebna jest różna dokładność. Przy fotografowaniu planet z dużą ogniskową nie potrzebujemy wyjątkowo precyzyjnego prowadzenia, a drobne ruchy planety czy

**Specjalna oferta dla szkół i placówek oświatowych: 10% rabatu w sieci sklepów Delta Optical na teleskopy prezentowane w artykule, tel. 801-011-337, (25) 786-05-20, [www.deltaoptical.pl](http://www.deltaoptical.pl)**



Montaż EQ

Księżyca skompensuje nam oprogramowanie do obróbki tego typu materiału.

Materiał zbieramy, tworząc prosty, nieskompresowany film.

Inaczej niestety wygląda to w przypadku, kiedy głównym naszym celem astrofotograficznym jest mgławica czy galaktyka (w skrócie obiekty głębokiego nieba, czyli DS). Tutaj mimo stosowania ogniskowych rzędu 300–600 mm największym problemem jest idealne prowadzenie montażu w ten sposób, aby każdy uchwycony foton w teleskopie znajdował się zawsze w tym samym punkcie piksela na kamerze. Materiał z tego typu obiektów jest rejestrowany często przez długie minuty i nie raz się zdarza, że to właśnie niedokładność prowadzenia przyczynia się do tworzenia błędnie naświetlonych ujęć.

Przy dłuższych ekspozycjach astrofotografowie używają tzw. „guidingu”, który jest niczym innym jak kontrolą i korektą prowadzenia montażu. W dużym uproszczeniu guiding to kolejna mała lunetka lub teleskop, który w pobliżu fotoafowanego obiektu śledzi gwiazdę i w przypadku wykrycia błędu w prowadzeniu wprowadza do montażu korektę.

#### Obserwacje wizualne i montaż

Można zaryzykować stwierdzenie, że montaże paralaktyczne nie mają specjalnego zastosowania w obserwacjach wizualnych. Większość obserwatorów nieba stosuje najprostsze montaże azymutalne

typu Dobsona i w zupełności wystarcza im to do spełniania swojego hobby.

Prostota, duża nośność oraz cena to główne atrybuty takiego rozwiązania. Zamiast płacić za dość duży montaż paralaktyczny, możemy zainwestować środki w większą aperturę (na ogół lustro).

Dlaczego jednak montaż azymutalny nie nadaje się do astrofotografii?

W zasadzie tylko z jednego powodu. Chodzi o rotację pola widzenia, która ze względu na nachylenie ekiptyki do horyzontu powoduje obrót pozornego pola widzenia naszej kamery. Oznacza to, że fotografowanie obiektów głębokiego nieba jest w zasadzie niemożliwe przy dłuższych czasach, co jednak nie znaczy, że nie można próbować fotografować na montażach azymutalnych np. planet. Tak jak w przypadku uwzględnienia niedokładności prowadzenia, tak i w tym przypadku mamy możliwość programowej korekty położenia planety.

Jeśli więc naszym celem są obserwacje wizualne, nie bójmy się iść w kierunku Dobsonów. Nic nie zastąpi nam widoku mgławicy w dużym 10; 12- czy 16-calowym teleskopie, a przecież koszt samego montażu, który udźwignie tak duże tuby optyczne, nie będzie mały.

Osobną kategorią montaży azymutalnych są wszelkiego rodzaju prowadzenia dla mniejszych tub optycznych. Takie rozwiązania oferuje między innym firma Celestron, Meade i wspomniany już Sky-Watcher, w serii Discovery. W Celestrонie

jest to seria SE, SLT, NexStar CPC, NexStar Evolution. Wszystkie te rozwiązania oparte są o pełne systemy GoTo.

#### Duży montaż Dobsona z GoTo czy bez?

Pytanie w zasadzie bez prostej odpowiedzi. Praktycznie lepiej zawsze system GoTo posiadać, z drugiej strony użytkownicy stosujący takie rozwiązanie nigdy dobrze nie nauczą się, w jaki sposób znaleźć dany obiekt samemu, posługując się pilotem sterowania. Sensownie jest stosować system GoTo w większych teleskopach rzędu 12–20". Przy wielkich aperturach światła jest tak dużo, że pojawiają się w polu widzenia tak słabe obiekty, które bez systemu GoTo mogą być nie do zidentyfikowania. Zawsze też można stosować system GoTo w trybie bez wyszukiwania obiektów i odnajdywać je samemu, za pomocą atlasu/aplikacji i szukacza.

#### A może coś uniwersalnego?

Rzeczywiście istnieją takie rozwiązania. To głównie dostępne na naszym rynku montaże hybrydowe Sky-Watcher AZ EQ5 SynScan GT i AZ-EQ6 SynScan GT. Konstrukcja ta może pracować zarówno w systemie paralaktycznym, jak i w systemie azymutalnym. Ciekawe rozwiązanie, które jednak nie nadaje się do dużych i ciężkich teleskopów, jakie bez problemu udźwignie Dobson.

Marek Substyk



EQ3 synscan alu



Nowy montaż AZ-EQ6

**PTMA Szczecin  
na wycieczce w Piwnicach**

## **Widzieliśmy toruńską Mechagodzillę w akcji**

W pierwszą wakacyjną sobotę, 25 czerwca 2016 r., wybraliśmy się na wycieczkę oddziałową PTMA Szczecin do Centrum Astronomii Uniwersytetu Mikołaja Kopernika w Toruniu. Była to druga nasza wizyta w Piwnicach pod Toruniem. Dwa lata temu zwiedzaliśmy przed wszystkim część optyczną Obserwatorium. W części radioastronomicznej byliśmy krótko. Tym razem głównym celem było zapoznanie się z pracą 32-m radioteleskopu RT-4, obejrzenie instrumentów optycznych, obiad połączony z oglądaniem meczu Polska–Szwajcaria na Euro 2016 i na koniec wyjazd do Torunia, gdzie planowaliśmy zwiedzić Dom Kopernika lub/i obejrzeć seans w planetarium. Jednakże część astronomiczna zakończyła się na obiedzie, gdyż mecz przedłużył się i rozstrzygnięcie padło dopiero w ostatnim rzucie karnym.

Po CA UMK oprowadzali nas koleżanki Maciej Mikołajewski — astronom z CA UMK, redaktor „Urani” i członek PTMA w Toruniu (na fot. poniżej pierwszy z lewej) oraz Sebastian Soberski — jeden z operatorów radioteleskopu i prezes grudziądzkiego oddziału PTMA (w żółtej koszulce).



Zwiedzanie rozpoczęło się przed południem od Katedry Radioastronomii, gdzie mieliśmy możliwość obejrzenia z bliska największego toruńskiego radioteleskopu RT-4 oraz sterowni tej ma-

szyny. RT-4 widziany z odległości kilkunastu metrów zrobił na nas piorunujące wrażenie (fot. powyżej). Na szczęście żaden piorun nie trafił przy tym w RT-4, a te, które czasami uderzają,



mają niewielkie szanse na uszkodzenie ekranowanych i chłodzonych detektorów umieszczonych w ognisku głównym (klatka Faradaya) — tym bardziej serwerów w sterowni (wszystkie połączenia są światłowodowe). Paraboliczna czasza o średnicy 32 m została wykonana z precyją 0,2 mm. Cały radioteleskop obciąża torowisko masą 620 ton i w zależności od ustawienia, może osiągnąć wysokość nawet 10-piętrowego wieżowca (~38 m). Podczas naszej bytności ten kolos co chwilą wydawał infradźwiękowe pomruki i świstły brzmiące niczym Godzilla — potwór z japońskich filmów science fiction. Akurat tego dnia RT-4 obserwował niebo na długości fali 1 cm (30 GHz) w ramach projektu OCRA (*One Centimetre Receiver Array*). Słońce nie przeszkadzało w tych obserwacjach. Jednak drobne cirrusy podróżujące po niebie nieco pogarszały ich jakość, co mogliśmy zauważać jako podwyższony poziom szumów na ekranie monitorującym cały zakres obserwowanych częstotliwości (fot. obok).

OCRA, podobnie jak każdy projekt radioastronomiczny w CA UMK, wykorzystuje precyzyjne filtry wąskopasmowe, strojone na aktualnie obserwowane zakłócenia, zależne od wykorzystywa-



sarów, badania masywnych gromad galaktyk i bardzo młodych kwasarów, jak również bliższych obiektów. Na przykład obserwano pozostałości po nowej z 1670 r. (współczesne oznaczenie — CK Vulpeculae), której współdkrywcą był Jan Heweliusz (szczególny np. w Biuletynie Obserwatorów Gwiazd Zmiennych „Proxima” — [www.proxima.org.pl](http://www.proxima.org.pl), nr 23, s. 28).

**D**o Piwnic przyjechaliśmy również z cichym marzeniem, aby zaobserwować jakiegoś pulsar-

Takie obserwacje prowadzono wielokrotnie w przeszłości. Mielibyśmy wtedy szansę na zdalne obserwacje lub, co jest bardziej ekscytujące, być może na ponowny przyjazd i spełnienie marzeń w Piwnicach.

Pulsary obserwuje się na przeciwnielegim krańcu pasma radiowego niż OCRA, np. na częstotliwości 609 MHz (długość fali ~50 cm). Aby przestawić RT-4 na obserwacje pulsarów na niskich częstotliwościach, należały wymienić większość detektorów w ognisku głównym radioteleskopu (wraz z chłodzeniem) i przeprowadzić kilkudniowe testy, montując filtry na obserwowane zakłócenia. Materiał zebrany w sesji obserwacyjnej pulsara poddaje się obróbce polegającej między innymi na złożeniu sygnału z przesunięciem czasowym. Jest to analogia do stertowania (ang. *stacking*) w astrofotografii optycznej. Wtedy wzmacniamy sygnał, a szумy się uśredniają. Taką ideę niektórzy koledzy chcieli sprawdzić w praktyce. W szczególności współautor tego sprawozdania (MP) zabrał nawet ze sobą pendrive o pojemności 128 GB, zamierzając zapisać materiał z krótkiej sesji obserwacyjnej jakiegoś pulsara. Niestety zadanie okazało się niewykonalne. Jak uświadomił nam Sebastian Soberski, np. w ciągu półgodzinnej sesji obserwacyjnej w projektach VLBI radioteleskop RT-4 zapewnia danymi 8 dysków twardych o pojemności 2 TB każdy. Żaden Kosmos — ot, zwykłe i wygodne do przenoszenia pudełeczko twardzieli SATA 3.5" pokazane na fot. obok!



nego pasma. Gdy to nie pomaga, astronomowie niejednokrotnie uzgadniają, np. z sieciami komórkowymi, zmianę kierunku propagacji ich sygnału z niektórych stacji przekaźnikowych.

Celem projektu OCRA są między innymi poszukiwanie planet wokół pul-

ra. Na miejscu okazało się, że moduł do rejestracji pulsarów aktualnie nie funkcjonuje, ale powinno być możliwe jego uruchomienie po ponownym połączeniu 15-m radioteleskopu RT-3, który będzie wykorzystywany również via internet przez uczniów w szkołach.

Naszą uwagę zwrócił stojący w kącie sterowni model Wszechświata o symetrii dwunastościanu foremnego, o którym zrobiło się głośno ok. 2004 r., również za sprawą toruńskich naukowców (<http://www.swietageometria.info/ksztalty-wszechswiata>). Z takiego zamkniętego Wszechświata nie można się wydostać, ponieważ przeciwległe ściany są ze sobą połączone; wychodząc przez jedną z nich, wracamy przez przeciwną ścianę (do podziwiania całego piękna dwunastościanu połączonego przeciwległymi ścianami konieczna jest przestrzeń 7-wymiarowa!). Teoretycznie, jeżeli wyjedziemy (choćby rowerem jak na fot. obok) prosto przed siebie, a nasz Wszechświat posiada taką symetrię, to powinniśmy wrócić do początku podróży po pewnym czasie — niestety, niewyobrażalnie długim. Można tę hipotezę udowodnić prościej. W tym celu należy znaleźć dwa obrazy tego samego obiektu po przeciwnych stronach nieba. Utrudnieniem jest fakt, że zobaczymy ten sam obiekt na innym etapie ewolucji. Odkrywcę takiej pary obrazów czecha gwarantowana Nagroda Nobla.

Po chwili zadumy filozoficznej nad wielkością i kształtem Wszechświata ruszyliśmy na dalsze zwiedzanie pięknego parku, w którym schowały się teleskopy oraz budynek Katedry Astronomii i Astrofizyki. Tego dnia temperatura dochodziła prawie do 40°C. Maciej Mikołajewski poprowadził nas specjalną trasą przez mocno zacienione alejki. Zobaczyliśmy niefunkcjonujący już radioteleskop RT-2, zbudowany w 1957 r., niegdyś wykorzystywany do nasłuchu magnetosfery Jowisza oraz obserwacji Słońca. Nasłuchy radiowe burz magnetycznych na Jowiszu są jak najbardziej możliwe nawet w warunkach amatorskich, zwłaszcza w zakresie 18–24 MHz (lub szerzej 10–25 MHz). Teoretycznie można slu-



chać całego Układu Słonecznego od 50 kHz do 40 MHz, ale skrajne pasma są silnie tłumione przez zjawiska zachodzące w jonosferze ziemskiej oraz zakłócenia cywilizacyjne.

Na trasie zwiedzania minęliśmy również statyczny zespół podwójnych anten skierowanych na południe, do codziennego monitoringu strumienia energii słonecznej na częstotliwości 127 MHz (fot. poniżej). Jest to interferometr składający się z pary anten o płaskich reflektorach stojących od siebie w odległości 10 długości fali (czyli 23,6 m). Na pasmie 127 MHz nawet pochmurny dzień nie stanowi przeszkody dla obserwacji. Jest to mało znany, choć najdłużej działający radioastronomiczny projekt obserwacyjny w Piwnicach, który z małymi przerwami (np. brak obserwacji

w 1986 r.) funkcjonuje od 1960 r. Każdego dnia interferometr rejestruje pomiędzy wschodem a zachodem Słońca od 16 (zimą) do 18 (latem) listków interferencyjnych i średnia wartość maksymów listków pomiędzy godziną 9.00 a 15.00 UT składa się na wynik pomiaru strumienia promieniowania naszej gwiazdy dziennej. Ciekawe, że poza normalną procedurą kalibracji strumienia słonecznego (wynikającą np. nieliniowością odbiornika, jego wzmacnienia, czułości anteny itp.), należy go pomniejszyć o dość znaczny wkład energii od radioźródeł, takich jak Cassiopeia A (najsielniejsze radioźródło na niebie poza Układem Słonecznym; pozostałość po supernowej, która wybuchła około 1680 r.) i Cygnus A (galaktyka odległa o około 263 Mpc, o jasności obserwowanej ~16<sup>m</sup>).



Niektórym szczęśliwcom z pomocą rodziców (fot. poniżej) udało się zdobyć najwyższy punkt w okolicy, czyli słup centralny określający współrzędne obserwatorium w Piwnicach ( $\varphi=53^{\circ}05'48''$ ,  $\lambda=1^{\text{h}}14^{\text{m}}13,1^{\text{s}}$ ). Ten punkt jest bardzo głęboko schowany w najgłębszej gęstwinie piwnickiego parku i nie widać, że jest najwyższy. We współczesnej epoce GPS i satelitów nadaje się bardziej do robienia zdjęć pamiątkowych niż pomiarów triangulacyjnych.

Po drodze wzmacnialiśmy się dzikimi czereśniami, na chwilę zajrzeliśmy do kopuły ze słynnym astrografem Henry'ego Drappera (budynek w trakcie remontu) i na dłużej zatrzymaliśmy się przy unikatowym 20-cm refraktorze firmy Karl Zeiss Jena, wykorzystywanym do fotometrii fotoelektrycznej. Jest on podobny do egzemplarza znajdującego się pod kopułą na Budynku Miejszwydziałowym ZUT w Szczecinie — miejscu spotkań PTMA Szczecin. Jednak w Piwnicach obiektyw jest nieruchomy, a światło wpada doń poprzez system luster.

W CA UMK mieliśmy też okazję poczuć skalę wielkości naszego Układu



Planetarnego, dosłownie we własnych nogach. Przy refraktorze Zeissa znajduje się kilkunastocentymetrowy model Słońca. W odległości kilkunastu metrów są planety wewnętrzne. Plakietkę Saturna spotkaliśmy przed budynkiem Katedry Astronomii i Astrofizyki, a kolejne planety w drodze do radioteleskopów. Wreszcie ostatnia gablotka z najdalszym obiektem o wielkości kropeczki, czyli Plutonem, stoi niedaleko toruńskiej Mechagodzilli RT-4. W tym modelu nasze buty miały z 2–3 mln km długości.

**F**inałem wycieczki było zwiedzanie teleskopu Schmidta-Cassegraina, którego kopuła służy jako scenografia kolejnych odcinków Astronarium. Największy toruński teleskop można skonfigurować na dwa sposoby — Cassegraina i Schmidt. Odpowiednio do tego jest również dzielony czas obserwacyjny na jasny (2 tygodnie w okolicach pełni Księżyca — konfiguracja Cassegraina) i ciemny (2 tygodnie w okolicach nowiu — konfiguracja Schmidta).

Jako teleskop Cassegraina o aperturze 90 cm i ogniskowej 13,5 m, ze spektrografem szczeplinowym umieszczonym w ognisku Nasmytha pozwala on uzyskać fragmenty widma w zakresie optycznym i podczerwieni o długości od 43 do 415 nm w zależności od wybranej rozdzielczości. Widmo jest zapisywane kamerą CCD Wrights Instruments na matrycy 1024 × 256 o dużych pikselach (~26 μm).

Po nałożeniu 60-cm płyty korekcyjnej, jako teleskop Schmidta o ogniskowej 1,8 m, teleskop pozwala fotografować obszar nieba  $1,3^{\circ} \times 0,8^{\circ}$  za pomocą kamery CCD SBIG STL-11000M (4800 × 2800 pikseli). Jednemu pikselowi o boku 9 μm odpowiada 1" na niebie. Kamera CCD pozwala uzyskiwać materiał ob-

## Gospodarze wycieczki zapraszają również inne oddziały PTMA do odwiedzenia Obserwatorium w Piwnicach

W Kujawsko-Pomorskiem są również inne astronomiczne atrakcje: planetaria w Toruniu i Grudziądzu, wielkie społeczne obserwatorium w Niedźwiadach koło Szubina i kilkanaście szkolnych obserwatoriów „astrobaza”. Z Torunia, ścieżkami Kopernika można jeszcze wyruszyć w sąsiednie Warmińsko-Mazurskie, przez Lubawę, Olsztyn, Lidzbark Warmiński do Fromborka, zahaczając o Obserwatorium w Truszczybach.

Redakcja „Uranii” może pomóc w nawiązaniu odpowiednich kontaktów: tel. 509 441 717.

serwacyjny w standardowych filtrach astronomicznych UBVR. Natomiast po nałożeniu 60-cm pryzmatu przed płytą korekcyjną teleskopem Schmidta można wykonywać zdjęcia widm cał niebieskich w niskiej rozdzielczości.

Program sobotniej wycieczki został zmieniony w związku ze znacznym przedłużeniem się meczu Polska–Szwajcaria na futbolowych mistrzostwach Europy. Warto wspomnieć, że jako oddział PTMA Szczecin, w czerwcu br. dwukrotnie tworzyliśmy „strefę kibica” i wspieraliśmy polską reprezentację. Każdy z tych meczów zakończył się pomyślnie dla Polaków. Poza wspomnianym meczem Polska–Szwajcaria, kilka dni wcześniej (16 czerwca br.) wysłuchaliśmy na szczecińskiej wystawie naukowej Eureka bardzo interesującego wykładu prof. Mariusza Dąbrowskiego pt. „Grawitacja na Ziemi i fale grawitacyjne w Kosmosie”, po którym wspólnie oglądaliśmy mecz Polska–Niemcy, zakończony pozytywnie dla nas. Niestety, kolejny mecz polskiej reprezentacji na tym turnieju odbył się bez grupowego wsparcia kibiców z PTMA Szczecin i wiadomo jak się skończył.

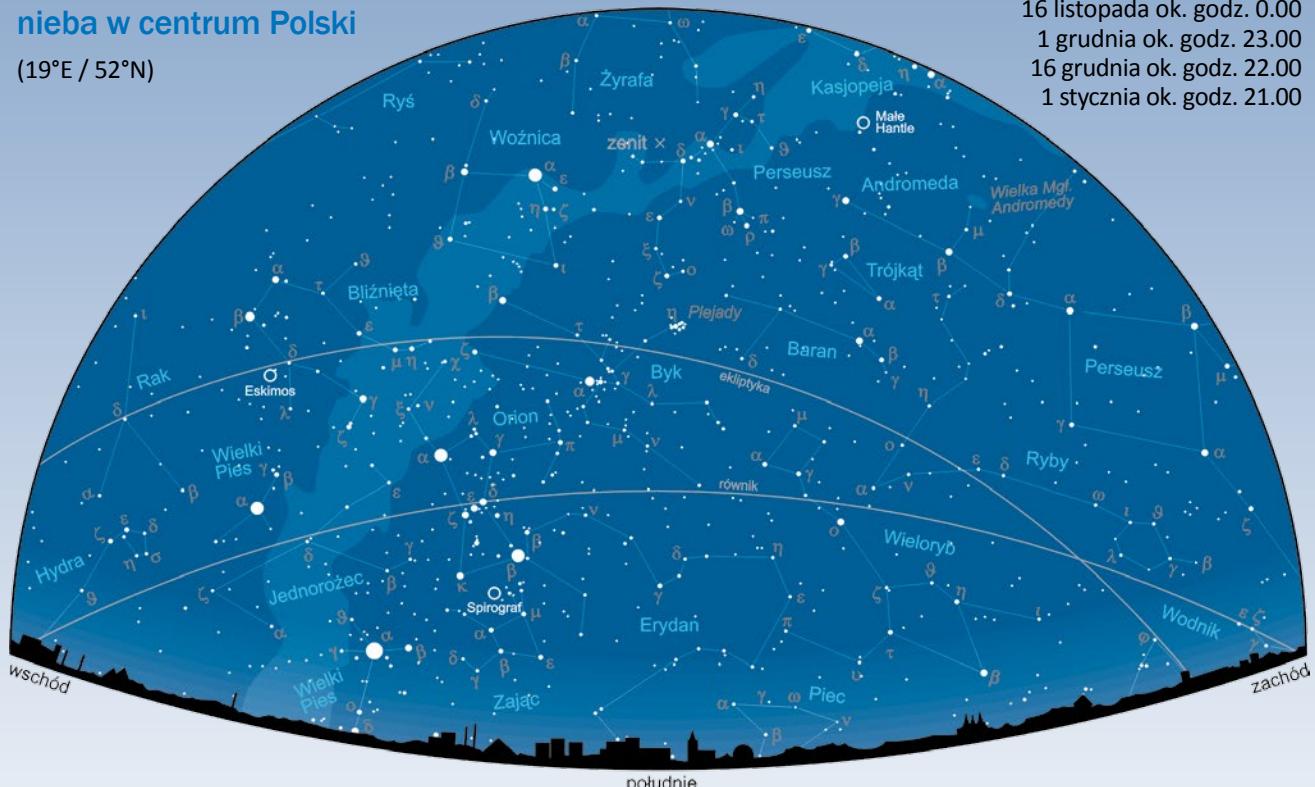
Ryszard Biernikowicz  
Marek Pacuk

# Niebo nad Polską

## Widok południowej strony nieba w centrum Polski

(19°E / 52°N)

- 1 listopada ok. godz. 1.00
  - 16 listopada ok. godz. 0.00
  - 1 grudnia ok. godz. 23.00
  - 16 grudnia ok. godz. 22.00
  - 1 stycznia ok. godz. 21.00



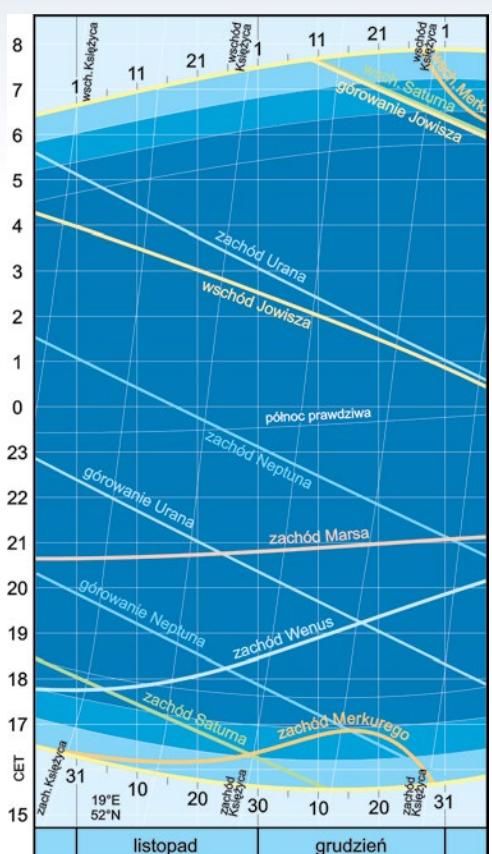
Niebo w listopadzie i grudniu 2016

Kończące rok, dwa w swej większości jesienne miesiące, to kolejne 61 dni – najpierw coraz krótszych, aż do zimowego przesilenia i tylko nieznacznie, powoli znów wydłużających się w ostatniej dekadzie grudnia. Najszybszy we wrześniu i październiku, od listopada proces skracania się dni i wydłużania nocy stopniowo już zmniejsza swe tempo. Skutkiem o dzień dłuższego, kończącego się przestępniego roku, tegoroczne przesilenie zimowe przypada 3/4 doby wcześniej niż przed rokiem – 21 grudnia o 11.44, niemal dokładnie w środku dnia. W centrum Polski najkrótszy dzień roku trwa tylko 7 h 44 min, ponad 2-krotnie dłuższa od dnia jest więc noc. Z 16 h 16 min nocy, mierzonej od pojawienia się rano pierwszego, do zniknięcia wieczorem pod horyzontem ostatniego rąbka Słońca, na najciemniejszą jej fazę – noc astronomiczną, przypada tego dnia nieco ponad 12 godzin. Na najdalej na północ wysuniętych krańcach Polski, ta najdłuższa w roku noc jest jeszcze o ponad 0,5 h dłuższa niż w centrum i o godzinę dłuższa niż na krańcach południowych. Do końca roku przybedzie zaledwie 5 minut dnia.

Przed nami więc najlepsze w roku miesiące dla obserwacji nocnego nieba, a niskie temperatury zapewniają najbardziej przejrzyste i najmniej rozedrgane powietrze.

Daleko za nami już lato, z końcem października pożegnaliśmy się również na 5 miesięcy z czasem letnim, ale na nocnym niebie wspomnienie lata odnajdujemy przez cały rok. Rzucający się w oczy gwiazdny symbol lata, Trójkąt Letni, w pierwszych tygodniach listopada dominuje jeszcze po zmierzchu na niebie, wznosząc się najwyżej w południowej stronie firmamentu. W sumie nie gorzej prezentuje się też na zimowym niebie pod koniec grudnia, z początkiem nocy nadal świecąc z wysoka, tyle że ponad zachodnim horyzontem, ale również rano, godzine przed świtem w całej okazałości błyszcząc znów na wschodzie.

Im bliżej zimowego przesilenia, tym szybciej niebo zawojuują zimowe konstelacje. Już w połowie listopada, około północy w komplecie prezentują się one w południowej stronie nieba (mapka), podczas gdy na zachodzie znika pod horyzontem Enif, pierwsza z czterech najjaśniejszych gwiazd jesiennego Pegaza. Pozostałe trzy, równie jasne gwiazdy Pegaza: Markab, Scheat i Algenib, wraz z Sirrah z Andromedy tworzące Jesienny Kwadrat, zaczynają kolejno zachodzić 1-5 h później.



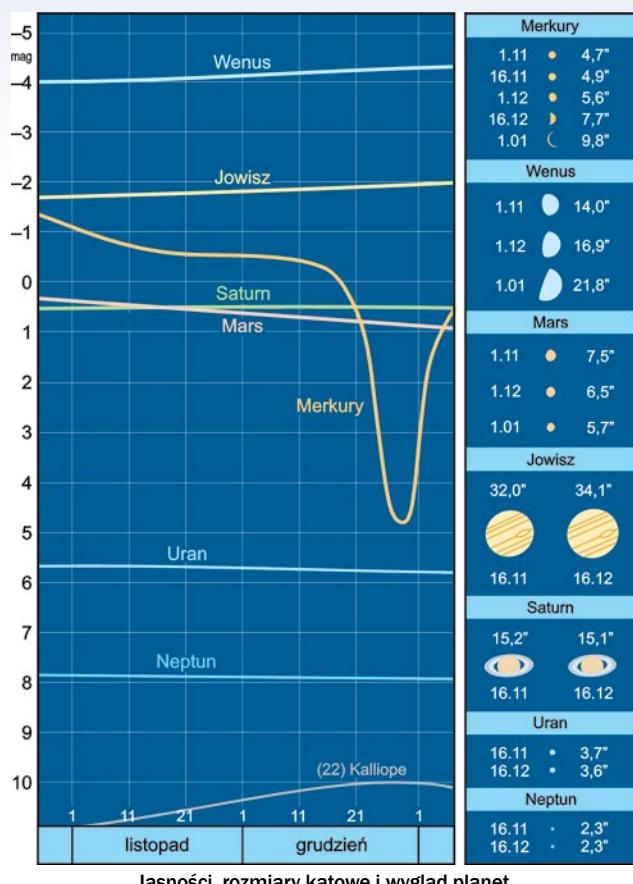
### **Wschody i zachody Słońca, Księżyca i planet**

Pośród przykuwających wzrok, bardzo jasnych gwiazd obszaru nazywanego niebem zimowym, aż 7 należy do pierwszej dwudziestki najjaśniejszych gwiazd całego nocnego nieba. To, zajmujący pierwszą lokatę w tej klasyfikacji, wysunięty najdalej na południe Syriusz z konstelacji Wielkiego Psa, 4-krotnie od Syriusza ciemniejsza, nigdy w naszych szerokościach geograficznych niezachodząca Kapella z gwiazdozbioru Woźnicy, Rigel i Betelgeuse (Betelgeza) z Oriona oraz najdalej na wschód wysunięty Procyon z Małego Psa. Wraz z niewiele ciemniejszymi — Aldebaranem w Byku i Polluksem z Bliźniąt, tworzą one obszerny Zimowy Sześciokąt, z Betelgeuse w jego centrum, a pozostałymi w wierzchołkach nieco zdeformowanego równoramiennego sześciokąta.

Wspomniane gwiazdozbiory niemal całkowicie wypełniają obszar nieba zimowego. Wymienić jednak trzeba usytuowaną tuż poniżej Oriona, dość wyraźną konstelację Zająca oraz szerokim zakolem graniczącą z nimi od zachodu Rzekę Erydan (obecnie Erydan), w połowie nigdy nie wychylającą się ponad nasz horyzont. We wschodniej stronie nieba zimowego wolne miejsce pomiędzy Małym a Wielkim Psem wypełnia jeszcze jedna, słaba konstelacja Jednorożca, jedyny w tym obszarze gwiazdozbiór o nowożytnej genezie, wprowadzony na niebo w XVII wieku.

„Niebo zimowe – od Woźnicy, przez „stopę” Bliźnięta, zahaczając o Oriona, aż po Jednorózca i Wielkiego Psa – przecina na ukos wstęga Drogi Mlecznej, gdzie, dysponując odpowiednim sprzętem, znaleźć można niezliczoną liczbę mgławic i otwartych gromad gwiazd. W ostatnich godzinach nocy, po jesiennych i zimowych, w komplecie meldują się również na niebie konstelacje wiosenne, z Trójkątem Wiosennym, wytyczonym przez Regulusa, Arktura i Spikę – najjaśniejsze gwiazdy Lwa, Wolarza i Panny.

Mapki i wykresy zamieszczone na pierwszych dwóch stronach naszego Kalendarza pozwalają zorientować się w wyglądzie południowej części naszego nocnego nieba, głównie w połowie listopadowych i grudniowych nocy, wyznaczyć godziny wschodów



## Ważniejsze wydarzenia listopada i grudnia 2016

listopad

- |    |       |   |
|----|-------|---|
| 2  | 21.08 | koniunkcja Księżyca 3,7°N z Saturnem                              |
| 3  | 6.31  | koniunkcja Księżyca 6,8°N z Wenus                                 |
| 4  | 14.05 | maksymalna deklinacja Księżyca, $\delta = -18^{\circ}44'$         |
| 6  | 10.56 | koniunkcja Księżyca 5,3°N z Marsem                                |
| 7  | 20.51 | pierwsza kwadra Księżyca  |
| 9  | 14.26 | zakrycie Neptuna przez Księzcic, do 15.29                         |
| 9  | 15.13 | bliska koniunkcja Księżyca 1,0°N z Neptunem                       |
| 9  | 16.55 | Księżyc w węźle zstępującym, $\lambda = 340^{\circ}00'$           |
| 12 | 13.44 | koniunkcja Księżyca 2,7°S z Uranem                                |
| 12 | —     | maks. aktywności roju meteorów Północne Tauridy                   |
| 14 | 12.21 | perigeum Księżyca, 356 514,9 km od Ziemi                          |
| 14 | 14.52 | pełnia Księżyca   |
| 17 | 10.28 | maksymalna deklinacja Księżyca, $\delta = +18^{\circ}49'$         |
| 17 | —     | maksimum aktywności roju meteorów Leonidy                         |
| 19 | 4.50  | Neptun powraca do ruchu prostego w dług. ekleptycznej             |
| 21 | 9.33  | ostatnia kwadra Księżyca  |
| 21 | 22.22 | Słońce wstępuje w znak Strzelca; $\lambda = 240^{\circ}$          |
| 22 | 3.49  | Książyc w węźle wstępującym, $\lambda = 158^{\circ}51'$           |
| 23 | 4.39  | Słońce wkracza do gwiazdozb. Skorpiona; $\lambda = 241,0^{\circ}$ |
| 23 | 19.43 | koniunkcja Merkurego 3,4°S z Saturnem                             |
| 24 | ~5.30 | brzegowe zakr. 3,9°m N Vir przez Księcy w półn. Polsce            |
| 25 | 4.20  | koniunkcja Księżyca 1,8°N z Jowiszem                              |
| 27 | 21.08 | apogeum Księżyca, 406 560,9 km od Ziemi                           |
| 29 | 13.18 | nów Księżyca  |
| 29 | 16.57 | Słońce wkracza do gwiazdozb. Wężownika; $\lambda = 247,6^{\circ}$ |
| 30 | 9.15  | koniunkcja Księżyca 3,6°N z Saturnem                              |
| 28 | 21.27 | maks. elongacja Merkurego, 17,9°W od Słońca                       |
| 29 | 0.06  | Książyc w węźle wstępującym, $\lambda = 162^{\circ}29'$           |
| 29 | 12.04 | bliska koniunkcja Księżyca 0,7°S z Merkurym                       |
| 30 | 18.53 | bliska koniunkcja Księżyca 0,85°N z Jowiszem                      |

grudzień

- |    |        |  |
|----|--------|--|
| 1  | 5.07   | koniunkcja Księżyca $7,1^{\circ}\text{N}$ z Merkurem                   |
| 1  | 20.57  | maksymalna deklinacja Księżyca, $\delta = -18^{\circ}55'$              |
| 3  | 11.15  | koniunkcja Księżyca $5,8^{\circ}\text{N}$ z Wenus                      |
| 5  | 9.48   | koniunkcja Księżyca $2,9^{\circ}\text{N}$ z Marsem                     |
| 6  | 18.35  | Książęc w węźle zstępującym, $\lambda = 336^{\circ}53'$                |
| 6  | 22.34  | bliska koniunkcja Księżyca $0,7^{\circ}\text{N}$ z Neptunem            |
| 6  | 23.40  | zakrycie Neptuna przez Księzc, do 0.25                                 |
| 7  | 10.03  | pierwsza kwadra Księżyca   |
| 9  | 22.24  | koniunkcja Księżyca $2,9^{\circ}\text{S}$ z Uranem                     |
| 10 | 12.50  | koniunkcja Saturna ze Słońcem ( $1,3^{\circ}\text{N}$ )                |
| 11 | 5.38   | maks. elongacja Merkurego, $22,0^{\circ}\text{E}$ od Słońca            |
| 12 | 23.09  | zakrycie $3,7^{\circ}$ Tauri (Hiady) przez Księzc, do 0.09             |
| 13 | 0.29   | perigeum Księżyca, 357 866,7 km od Ziemi                               |
| 13 | 3.19   | zakrycie $3,8^{\circ}$ $9^{\circ}$ Tauri (Hiady) przez Księzc, do 4.11 |
| 13 | 3.27   | zakrycie $3,4^{\circ}$ $9^{\circ}$ Tauri (Hiady) przez Księzc, do 4.06 |
| 14 | 1.06   | pełnia Księżyca  |
| 14 | 22.38  | maksymalna deklinacja Księżyca, $\delta = +18^{\circ}56'$              |
| 14 | —      | maksimum. aktywności roju meteorów Geminidy                            |
| 17 | 23.54  | Słońce wkracza do gwiazdozbioru Strzelca; $\lambda = 266,2^{\circ}$    |
| 19 | 5.46   | Książęc w węźle wstępującym, $\lambda = 155^{\circ}42'$                |
| 19 | 11.25  | Merkury rozpoczyna ruch wsteczny w dług. ekleptycznej                  |
| 21 | 2.56   | ostatnia kwadra Księżyca   |
| 21 | 11.44  | Słońce wstępuje w znak Koziorożca; $\lambda = 270^{\circ}$             |
| 22 | -11.00 | maksimum aktywności roju meteorów Ursydy                               |
| 22 | 19.29  | koniunkcja Księżyca $2,3^{\circ}\text{N}$ z Jowiszem                   |
| 25 | 4.33   | maksymalna deklinacja Księżyca, $\delta = -18^{\circ}58'$              |
| 25 | 6.55   | apogeum Księżyca, 406 102,8 km od Ziemi                                |
| 27 | 22.10  | koniunkcja Księżyca $3,6^{\circ}\text{N}$ z Saturnem                   |
| 28 | 9.17   | opozycja planetoidy (22) Kalliope, 1,68 au od Ziemi                    |
| 28 | 17.12  | koniunkcja dolna Merkurego ze Słońcem ( $2,4^{\circ}\text{N}$ )        |
| 29 | 5.45   | koniunkcja Księżyca $1,8^{\circ}\text{N}$ z Merkurem                   |
| 29 | 7.53   | nów Księżyca   |
| 29 | 9.55   | Uran powraca do ruchu prostego w dług. ekleptycznej                    |

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 trzech ciekawych obiektów, opisanych na ostatniej stronie Kalendarza. Panoramiczna mapa na trzeciej i czwartej stronie pokazuje m. in. zmieniające się w tym czasie położenia planet na tle gwiazd.

## Słońce

Listopadowo-grudniowa trasa Słońca przebiega od zachodnich krańców gwiazdozbioru Wagi, przez liczący zaledwie  $6,5^\circ$  odcinek ekiptyki w Skorpionie i 3-krotnie dłuższy w Wężowniku, niemal do centrum konstelacji Strzelca. Łącznie, w ciągu tych 61 dni ma do pokonania dystans  $61,8^\circ$ . Porównując to z poprzednim, również 61-dniowym okresem (wrzesień–październik), widzimy dalsze przyspieszanie pozornego ruchu Słońca na tle gwiazd, będącego wprost odzwierciedleniem na niebie ruchu Ziemi, zwiększającej prędkość w miarę zbliżania się do nieodległego już periheliumokołosłonecznej orbity (4 stycznia).

W gwiazdozbiorze Strzelca,  $3,5^\circ$  od zachodniej granicy z Wężownikiem, nazywanym często trzynastym gwiazdozbiorzem (nie znakiem!) zodiaku, znajduje się w naszych czasach punkt Koziorożca, czyli punkt zimowego przesilenia. Warto zwrócić na to uwagę, zwłaszcza wobec niedawnych „sensacji” na temat rzekomych zmian liczby i nazw znaków zodiaku. Mierzona od jednego z dwóch punktów przecięcia się ekiptyki z równikiem niebieskim – punktu Barana (początku znaku Barana), dziś usytuowanego w zachodniej części gwiazdozbioru Ryb, roczna droga Słońca na tle gwiazd nadal dzielona jest na 12 (!) równych odcinków – znaków zodiaku, po  $30^\circ$  każdy. To, że dziś wypadają one około  $30^\circ$  (a więc średnio o jeden gwiazdozbiór) wcześniej niż wtedy, gdy przed ponad 2000 lat podział ten wprowadzono, to nie powód, by zmieniać ich tradycyjne nazwy, zaś świadectwem kompletnej ignorancji jest myśl o Wężowniku jako trzynastym znaku zodiaku.

## Książyc

Listopadową wędrówkę na tle gwiazd, Książyc rozpocyną w centrum gwiazdozbioru Wagi, niespełna  $14^\circ$  na wschód od Słońca, nieco ponad dobę po nowiu, z oświetloną w  $1,5\%$  tarczą. Dokonując w dwa miesiące ponad 2,2-krotnego obiegu pasa zodiaku, pokona łącznie dystans  $798,6^\circ$ , z końcem grudnia docierając do centrum gwiazdozbioru Koziorożca, jako blisko 7-procentowy sierp, 2,7 doby po nowiu.

Na listopadowo-grudniowej trasie Księżyca, jak zwykle dwukrotnie znajdzie się każda z planet, tym razem z wyjątkiem Saturna, z którym spotka się on trzykrotnie w Wężowniku: nocą 2 i 30 listopada oraz 27 grudnia. Na uwagę zasługuje fakt, że z każdym miesiącem coraz bliższe są koniunkcje Księżyca z Neptunem, skutkujące zakryciem planety przez Księżyca. W omawianym okresie nie będzie jednak możliwości zaobserwowania ich z terenu Polski: listopadowa koniunkcja będzie miała miejsce jeszcze za dnia, grudniowa – krótko po zachodzie Księżyca. Niełatwą będzie też, nocą 12/13 grudnia, obserwacja serii zakryć gwiazd gamma oraz theta<sup>1</sup> i theta<sup>2</sup> Tauri w Hiadach przez wyjątkowo jasny Książyc – dobę przed pełnią i na dodatek jednym z najbliższych w roku perygeum.

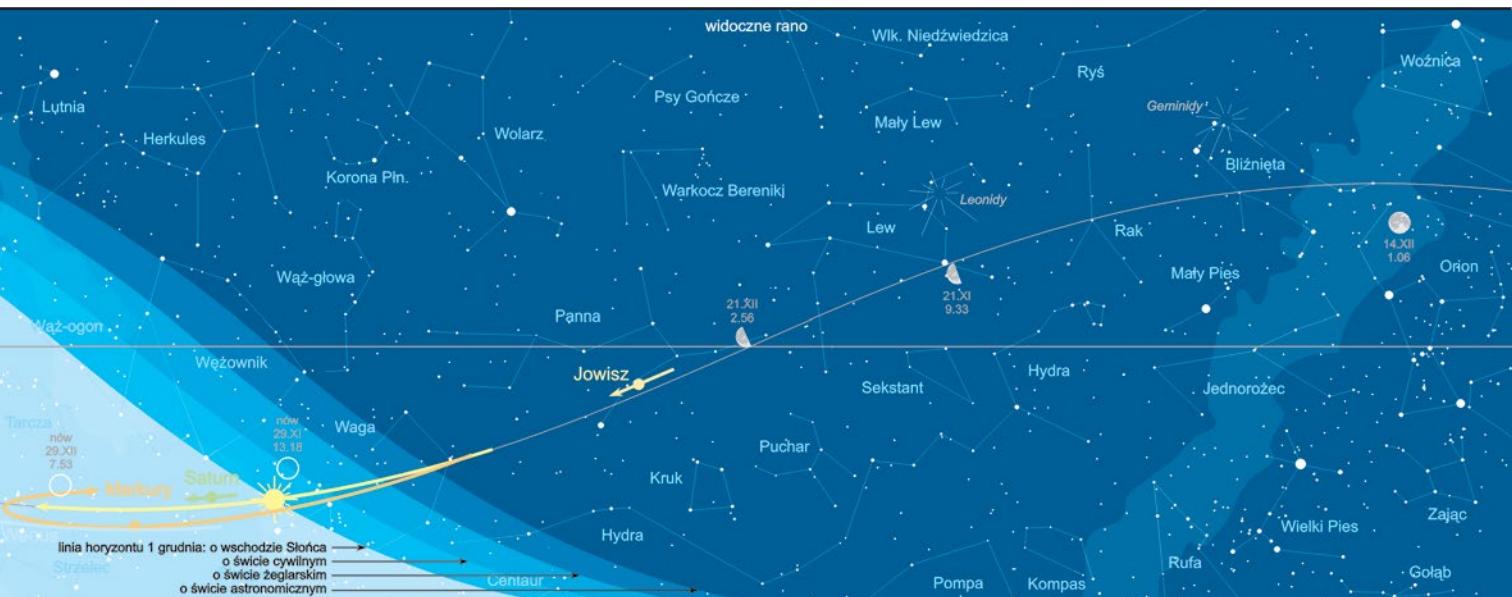
Podczas tego największego w całym roku zbliżenia Księżyca do Ziemi, czyli najbliższego perygeum, 14 listopada, 2,5 godziny przed pełnią, noc rozświetlać będzie szczególnie duża i jasna jego tarcza. Za to w apogeum, 27 listopada, 2 doby przed nowiem, nastąpi największe w tym roku oddalenie Księżyca od Ziemi.

## Planety i planetoidy

Listopad i grudzień to czas stopniowego znikania Saturna z wieczornego nieba. Przy niemal stałej w całym tym okresie jasności 0,5 mag, z początkiem listopada można go jeszcze dostrzec nisko nad południowo-zachodnim horyzontem przez blisko godzinę po zmierzchu. Po koniunkcji ze Słońcem 10 grudnia, ponownie Saturn pojawi się na porannym niebie tuż przed świtem już w ostatnich dniach roku.

Jowisz, od października pojawiający się już na porannym niebie, szybko zwiększa czas swej widoczności, do 6 godzin w końcu grudnia, jednocześnie zwiększając swą jasność do  $-1,9$  mag. Jest jedyną planetą widoczną gołym okiem w drugiej połowie nocy. Mimo niedawnej (15 października) opozycji, nie może konkurować z nim Urana, do obserwacji którego wskazana jest choćby niewielka lornetka. Zarówno Urana, jak i 7-krotnie ciemniejszego Neptuna, można obserwować od pierwszych godzin nocy, przy czym w końcu grudnia Uran zachodzi godzinę po północy, a Neptun już około 21.00.

Za głównych planetarnych aktorów listopadowo-grudniowych nocnych spektakli można uznać Wenus i Marsa, które dominują na wieczornym niebie. W okresie tym szybko wydłuża się czas widoczności Wenus, z nieco ponad 1,5 h po zachodzie Słońca z początkiem listopada do 4 h z końcem roku, jednocześnie powoli zwiększa się jej jasność. Znacznie wolniej wzrasta w tym samym



okresie czas widoczności Marsa, wciąż na wysokim poziomie: około 4,5–5,5 godziny. Jednak w jego przypadku obserwujemy systematyczny spadek jasności (0,4–0,9 magnitudo). W rezultacie, Czerwona Planeta błyszczy w tym czasie 60–120 razy słabiej od Wenus. Szybciej poruszająca się na tle gwiazd Wenus, stopniowo zmniejsza, z 32 do 12 stopni, kątową odległość od Marsa,

Spośród zbliżających się do nas w wyniku opozycji planetoid, zwrócić uwagę na jedną, najjaśniejszą, choć w szczytowym momencie osiągającą zaledwie 10 mag, planetoidę (22) Kalliope, którą w pobliżu opozycji (28 grudnia), amatorskim teleskopem odnajdziemy na pograniczu Woźnicy i Bliźnięt, 4,3° na zachód od dość jasnej gwiazdy theta Geminorum w Bliźniętach.

## Roje meteorów

Na uwagę w rozpatrywanym czasie zasługują dwa listopadowe i dwa grudniowe roje meteorów. Aktywne od 20 października do 10 grudnia Północne Tauridy, pochodzące od okresowej komety 2P/Encke, podczas maksimum 12 listopada, rozbłysną na niebie niezbyt obficie, około 5 przelotami meteoru na godzinę.

17 listopada przypada maksimum aktywności jednego z określonych najobfitszych rojów — Leonidów, po każdym powrocie w rejon Słońca komety 55P/Tempel-Tuttle, co 33 lata objawiających się znaczącym wzrostem aktywności, nawet powyżej 100 tysięcy na godzinę. 15 lat przed kolejnym powrotem komety, w tym roku podczas maksimum przewiduje się około 15 bardzo szybkich meteorów na godzinę. Obserwacje najlepiej zaplanować nad ranem, po zachodzie Księżyca.

Największej obfitości meteorów — do około 120 na godzinę, możemy spodziewać się 14 grudnia podczas maksimum roju Geminidów. Niezbyt szybkie białe meteory tego roju zdają się wybiegać z radiantu w północnej części Bliźnięt, górującego około 2.00 w nocy. W obserwacjach tegorocznego maksimum aktywności Geminidów w istotnym stopniu przeszkadzać będzie Księżyc w pełni, świecący również w Bliźniętach.

Zdecydowanie lepsze warunki będą podczas maksimum ostatniego w roku obfitszego roju — Ursydów, rankiem 22 grudnia. Zapewne nieco wcześniej, jeszcze przed świtem, mamy szansę dostrzeżenia niewiele mniejszego nasilenia zjawiska, do około 10 meteorów, wybiegających niemal z zenitu, na godzinę.

## Gwiazdy zmienne

Poniżej zamieszczamy charakterystyczne momenty (maksima lub minima), trzech przedstawicieli różnego typu 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<sup>m</sup> do 3,4<sup>m</sup>. Tabela zawiera momenty głównych (głębszych) minimów jasności:

listopad	grudzień
6, 4.57	2, 0.17
9, 1.46	4, 21.06
11, 22.35	7, 17.55
14, 19.24	19, 5.11
17, 16.13	22, 2.00
26, 6.40	24, 22.49
29, 3.29	27, 19.38

Cefeida klasyczna (δ Cephei), gwiazda pulsująca o okresie zmian jasności 5,3663 doby w zakresie od 3,5<sup>m</sup> do 4,4<sup>m</sup>. Tabela podaje momenty maksimów jasności:

listopad	grudzień
3, 23.27	6, 19.41
14, 16.58	16, 21.30
20, 1.43	22, 6.15
30, 19.14	

Mirydy — gwiazdy zmienne długookresowe o okresie zmian powyżej 100 dni. Ich prototypem jest Mira (omicron Ceti, najbliższe maksimum w końcu lutego 2017 r.). W tabelce zestawiono przypadające w tych miesiącach maksima blasku innych, jaśniejszych miryd, pośród których na szczególną uwagę zasługuje, niezbyt ciemniejsza od Miry, gwiazda R Hydriæ.

listopad	grudzień
3, R Boo	7,2 <sup>m</sup>
4, R Tri	6,2 <sup>m</sup>
4, R Aur	7,7 <sup>m</sup>
23, R Hya	4,5 <sup>m</sup>

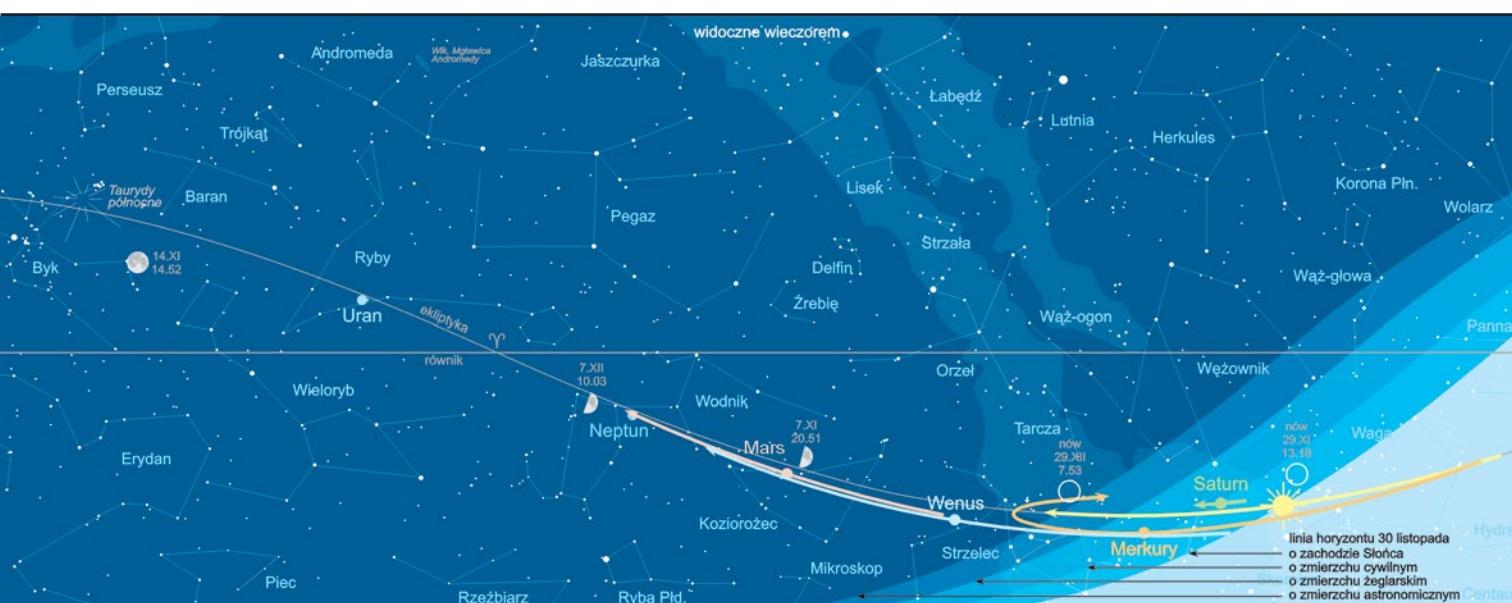
Opracował Jan Desselberger

Więcej informacji:

ALMANACH ASTRONOMICZNY  
TOMASZA ŚCIĘŻORA  
<http://www.urania.edu.pl/almanach>



ROCZNIK ASTRONOMICZNY  
INSTYTUTU GEODEZJI I KARTOGRAFII  
<http://www.igik.edu.pl/>



# **Planetarne, ale bez planet**

**W**miarę zbliżania się do przełomu jesieni i zimy, coraz dłuższe noce, ale zwłaszcza większe szanse na krystalicznie czyste w niskich temperaturach niebo, zdecydowanie polepszają warunki obserwacji słabo świecących obiektów mgławicowych. Pośród różnego typu mgławic — absorpcyjnych, emisyjnych, refleksyjnych i planetarnych — przyjrzymy się trzem efektownym przedstawicielkom tych ostatnich, jednym z najjaśniejszych mgławic planetarnych, dostępnych do obserwacji na listopadowo-grudniowym niebie.

Wbrew nazwie, mgławice planetarne nie mają żadnego związku z planetami, mamy tu bowiem do czynienia z obłokiem gazu i pyłu wyrzuconego z gwiazdy kończącej swój żywot. Mówiąc w uproszczeniu, gdy w centrum gwiazdy, o masie w granicach od 1 do 8 mas Słońca, wygasną reakcje jądrowe, następuje gwałtowne zapadanie się jądra, co ostatecznie prowadzi do powstania białego karła o masie około 1,4 masy Słońca, zaś pozostała jej masa — równie gwałtownie odrzucone zewnętrzne warstwy pierwotnej gwiazdy — tworzy stale ekspandującą mglistą otoczkę, która obserwujemy jako mgławice.

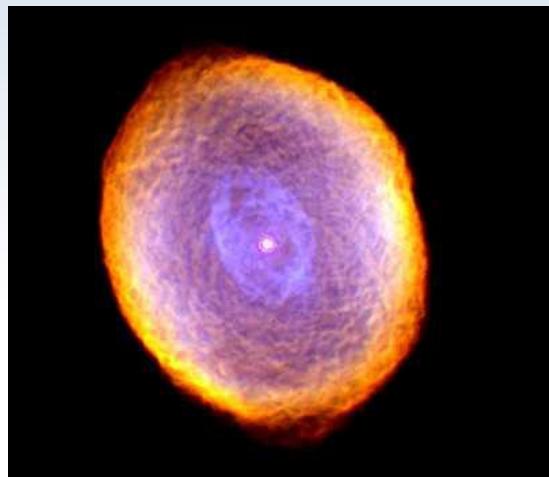
Zaproponowane tu do obserwacji obiekty znajdziemy w trzech różnych, tradycyjnych katalogach. To katalog mgławic i gromad gwiazd Charlesa Messiera z 1781 roku (oznaczenie z literą M), New General Catalogue (NGC) brytyjskiego Królewskiego Towarzystwa Astronomicznego z 1888 roku, będący rozszerzoną wersją katalogu autorstwa Johna Herschela (w którym znalazły się również obiekty katalogu Messiera) oraz stanowiący suplement do NGC, dwuczęściowy Index Catalogue (IC) z lat 1888–1908, autorstwa Johna Dreyera. Do obserwacji każdej z nich konieczne jest użycie przynajmniej średniej wielkości amatorskiego teleskopu, który jednak pozwoli je dostrzec jedynie w postaci szarej plamki. Subtelne szczegóły ich wyglądu zapewniają dopiero duże teleskopy, w połączeniu z wyrafinowanymi technikami fotograficznymi.



Záročko: Vanderhei (English Wikipedia)

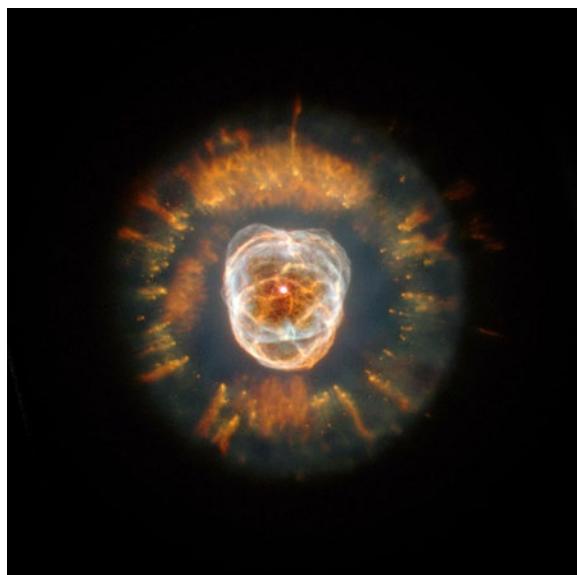
**Małe Hantle** (M 76, NGC 650/651), znana również pod nazwą Korek, mgławica planetarna o jasności 10,2<sup>m</sup> i kątowych rozmiarach 2,7'×1,5', usytuowana w północno-wschodniej części gwiazdozbioru Perseusza, tuż przy granicy z Kasjopeją i Andromedą. Odkryta w 1781 roku przez współpracownika Messiera, Pierre'a Méchaina, pierwotnie rozpoznana jako „obiekt kometopodobny”. Nadana później tej mgławicy nazwa nawiązuje do podobnej z wyglądu, 12 razy jaśniejszej i o 3-krotnie więk-

szych rozmiarach, widocznej na niebie letnim mgławicy Hantle w gwiazdozbiorze Liska. Jako obiekt okołobiegunkowy możemy ją obserwować na naszym niebie przez całą noc, około 3° na północ od 3,6<sup>m</sup> gwiazdy 51 And w Andromedzie.



Źródło: NASA and The Hubble Heritage Team (STScI/AURA)

**Spirogram** (IC 418), odkryta w 1891 roku przez Williamę Fleming, prawdopodobnie stosunkowo młoda mgławica planetarna o pięknej strukturze, wyglądem przypominająca rysunek wykonany przyrządem do kreślenia linii spiralnych — stąd jej nazwa. Nieco jaśniejszą ( $9,3^m$ ), ale o znacznie mniejszych rozmiarach ( $0,3' \times 0,25'$ ) od poprzedniej, odnajdziemy ją w północnej części zimowej konstelacji Zajęca,  $5,5^\circ$  na południowy wschód od  $0,3^m$  Rigel (beta Ori), najjaśniejszej gwiazdy Oriona.



źródło: NASA, ESA, Andrew Fruchter (STScI)

**Eskimos** (NGC 2392), najjaśniejsza z prezentowanych mgławic planetarnych ( $9,1^m$ ), odkryta w 1787 roku przez Williama Herschela. Rozkład światła i barw wewnątrz niemal kolistego kształtu mgławicy, o kątowych rozmiarach  $0,78 \times 0,72'$ , nasuwa nieodparcie porównanie z ovalną twarzą otuloną futrzanym kapturem, na podobieństwo anoraka — tradycyjnej eskimoskiej kurtki, co zasugerowało nazwę obiektu. Mgławicę tę odnajdzimey we wschodniej połowie zimowej konstelacji Bliźniąt,  $2,4^{\circ}$  na południowy wschód od  $3,5^m$  gwiazdy Wasat (delta Gem).

Jan Desselberger

# Ostatni walc z Rosettą

Kiedy pytano czteroletniego Ewangelosa Odiseasa Papatanasiu, grającego na domowym pianinie własne kompozycje, skąd bierze tę muzykę, chłopiec podnosił wskazujący palec ku niebu i odpowiadał — „Stamtąd”. Od kilkudziesięciu lat cały świat zachwyca się kompozycjami nagrodzonego Oskarem Greka znanego jako Vangelis.

Nie inaczej jest ze źródłem inspiracji do jego najnowszej płyty „Rosetta”. Jest to swoista elegia na cześć zakończonej właśnie misji Europejskiej Agencji Kosmicznej ESA, której celem było, po raz pierwszy w historii, lądowanie na jądrze komety. I nie przypadkowo moment ukazania się płyty na rynku zaplanowano na tydzień poprzedzający finał misji poprzez uderzenie sondy Rosetta w kometę 67P/Czuriumow-Gerasimienko. Bo elegia to z języka greckiego pieśń żałobna, pieśń pożegnalna.

Jednak zanim mogliśmy usłyszeć cały muzyczny materiał „Rosetty”, już dwa lata wcześniej, w dzień lądowania Philae na kometę 12 listopada 2014 r., ESA umieściła w serwisie YouTube trzy filmiki z muzyką Vangelisa wspaniale współgrającą z autentycznymi obrazami zbliżającego się celu misji (*Arrival*), rotacji jądra komety (*Rosetta's Waltz*) i animacją obrazującą podróż i lądowanie Philae (*Philae's Journey*). Vangelis,

tworząc te kompozycje, przeglądał całe godziny zapisów filmowych prezentowanych mu przez pracowników ESA. Dlatego, by móc w pełni docenić jego dzieło, koniecznie trzeba wysuchać go w połączeniu z obrazem.

Wiele lat wcześniej do współpracy Wielkiego Greka zaprosiła amerykańska agencja NASA. Jej owocem było pompatyczne dzieło muzyczno-wokalne „Mythodea” poświęcone misji Mars Odyssey. Vangelis był również autorem muzyki do legendarnego serialu telewizyjnego Carla Saganego „Kosmos”. Utworów w jego dyskografii nawiązujących do obiektów astronomicznych czy tzw. podboju Kosmosu znajdziemy sporo. Pisalem o tym już nie raz w cyklu „Astronomia i muzyka”. A jak doszło do współpracy Vangelisa z ESA?

W 2012 r. podczas pobytu w Londynie Vangelis otrzymał propozycję bezpośredniej rozmowy z astronautą przebywającym na pokładzie Międzynarodowej Stacji Kosmicznej. Tym astronautą był pracownik ESA, Hollender André Kuipers. André podczas półrocznego pobytu na orbicie wokół Ziemi nie raz umilał sobie czas pracy muzyką Vangelisa. Rozmowa była na tyle miła dla obu panów, że postanowili się spotkać później bezpośrednio w rezydencji Greka. Podczas tego



właśnie spotkania narodził się pomysł współpracy kompozytora i ESA przy projekcie Rosetta.

Efekt może i przy pierwszym odsłuchu nie powala. Miłośnicy twórczości Greka z jednej strony radują się, że po wielu latach milczenia ukazuje się nowa płyta, z drugiej czują się lekko rozczarowani. Jednak aby w pełni docenić dzieło, jeszcze raz powtórzę: koniecznie trzeba wysuchać je w połączeniu z obrazem! Ta trwająca prawie 54 minuty elegia to swoista ścieżka dźwiękowa do filmu, którego nie ma. Filmu, który każdy może stworzyć we własnej wyobraźni, a tej pomogą liczne obrazy z misji Rosetty na stronach internetowych ESA. Na początek może wystarczać te ze środkowych stron niniejszego wydania „Uranii”?

Jacek Drażkowski

## Konkurs na fotki z Uranią



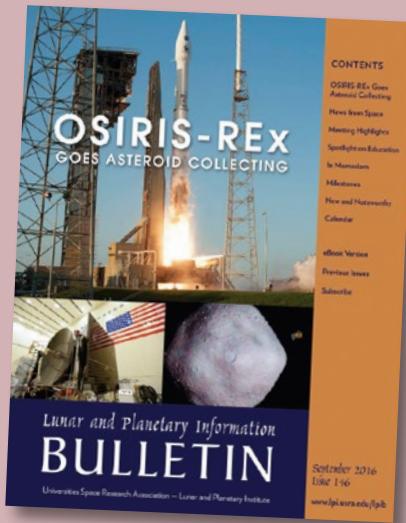
Trwa konkurs na ciekawe lub zabawne zdjęcia z Uranią lub gadżetami naszego czasopisma. Nadsyłajcie je na adres [portal@urania.edu.pl](mailto:portal@urania.edu.pl) z tytułem „Fotki z Uranią” lub zamieszczajcie na Facebooku albo Instagramie, oznaczając hashtagami #fotkizurania i #urania ( dodatkowo może być też #podrozujzurania). Jeśli Wasze zdjęcie zostanie wybrane do drukowanego numeru „Uranii” — możecie liczyć na nagrodę niespodziankę.

Konkurs trwa bezterminowo (do odwołania).

Szczegóły na stronie [www.urania.edu.pl/konkursy/fotki-z-urania](http://www.urania.edu.pl/konkursy/fotki-z-urania)

Wspólnie z „Uranią” jako element zegara słonecznego — czemu by nie? W ten sposób Natalia Marszałek sprawdziła działanie zegara słonecznego na Przełęczy Wyżnej w Lutowiskach w Bieszczadach.

# Księzyc, planety, planetoidy i co tam kto znajdzie — w formacie PDF



Wakacje się skończyły, czas zabrać się do roboty (czytania). Dziś proponuję bardzo obszerny materiał dostępny na stronie Lunar and Planetary Institute pod adresem:

[http://www.lpi.usra.edu/publications/newsletters/lpib/lpib\\_past.shtml](http://www.lpi.usra.edu/publications/newsletters/lpib/lpib_past.shtml)

Chodzi o kwartalny biuletyn wydawany przez Instytut — w sumie 75 kilkudziesięciostronicowych zeszytów w postaci plików PDF, a poczynając od numeru 137 (rok 2014) również w formacie mobi i epub. Można tutaj znaleźć sporo ciekawych artykułów przeznaczonych dla osób zainteresowanych czy wręcz pasjonatów badań kosmicznych naszego układu planetarnego, chociaż i zawodowi astronomowie znajdą tu coś dla siebie. Oprócz artykułów czy informacji każdy biuletyn zawiera wiele aktualnych adresów internetowych. Jest w czym wybierać.

Warto spojrzeć też na stronę samego Instytutu: <http://www.lpi.usra.edu/>. Dostępne u góry z prawej strony menu poprowadzi nas do wielu ciekawych a niekiedy unikalnych materiałów. Przykładowo pod hasłem „Resources” (przechodząc następnie do „Collections” a potem do „LPI Regional Planetary Image Facility”) można znaleźć kolekcje zdjęć z misji Apollo, historyczne obrazy z Lunar Orbitera czy radarowe mapy Wenus otrzymane w ramach misji Magellan. Z kolei „Resources” — „Maps And Imagery” odsyła m.in. do map księżyców Saturna uzyskanych w ramach misji Cassini. Z kolei „The Moon” — „Lunar Images and Maps” — „Lunar Surface Flyovers” oferuje symulowane przeloty nad wybranymi obszarami Księżyca. Zakończę jak zwykle zachętą do samodzielnego bławdzenia po ścieżkach, do których prowadzą poszczególne hasła. Jak zwykle, warto.

Roman Schreiber

## II Ogólnopolski Festiwal Amatorskich Filmów Astronomicznych

Masz swój ciekawy film prezentujący interesujące zjawisko na niebie lub sposób popularyzacji astronomii w Polsce? Jeżeli zawiera głównie zagadnienia związane z astronomią, to organizowany przez Polskie Towarzystwo Miłośników Astronomii Festiwal jest dla Ciebie.

Polskie Towarzystwo Miłośników Astronomii organizuje w dniach 18–20 listopada w Niepołomicach II Ogólnopolski Festiwal Amatorskich Filmów Astronomicznych.

W Festiwalu może brać udział każda osoba, która w sposób amatorski wykona lub wykonała krótki, maksymalnie 15-minutowy film o tematyce astronomicznej.

Grupa ENERGA jest sponsorem II Ogólnopolskiego Festiwalu Amatorskich Filmów Astronomicznych



Niepołomice  
18-20 listopada 2016



Głównymi kryteriami oceny filmów będą walory naukowo-dydaktyczne, oryginalność, jak również estetyka i jakość wykonania.

W głównym dniu festiwalowym zostaną zaprezentowane wszystkie wybrane filmy festiwalowe, a jury wybierze najlepsze trzy prace w dwóch kategoriach filmu astronomicznego i timelapse, ogłaszaając zwyciężcę oraz wybierając dwa kolejne miejsca. Dodatkowo trzy filmy otrzymają wyróżnienia, a każdy z zaproszonych gości pamiętać dyplom.

Organizator zapewnia uczestnikom

festiwalu bezpłatne miejsca noclegowe oraz posiłki.

Festiwal to również świetna okazja do poznania ludzi o podobnych zainteresowaniach, wymiany doświadczeń zarówno sprzętowych, jak i programowych. Daje on możliwość organizowania w przyszłości grup tworzących ciekawe produkcje, poznawania unikalnych technik montażu, doskonalenia swojego warsztatu.

Zapraszamy do udziału.

Zgłoszenia (do 15 listopada):

<http://goo.gl/forms/qHCBTdMf2pLX4NSI1>

Regulamin: <http://ptma.pl/ofafa2016>

# Zawodowy astronom vs miłośnik astronomii

**P**owszechnie wiadomo, że nie zawsze dobrze układały się stosunki pomiędzy tymi dwoma grupami. Dzisiaj w dobie rozwoju cyfryzacji, telefonii satelitarnej i internetu, bardzo łatwo nawiązać znajomość dwojgu ludziom z różnym poziomem wykształcenia.

Kilkadziesiąt lat temu mieliśmy do dyspozycji jedynie listowną formę kontaktu na odległość.

Na odpowiedź na nasz list trzeba było czekać czasem miesiącami. Wszystko zależało od tego, czy dana osoba ma czas, aby nam odpisać, i czy chce nam odpisać. Jeśli ta osobą był profesor, szanse na otrzymanie odpowiedzi były znakome. Prowadziłem obserwacje Słońca polegające na wyliczaniu liczb Wolfa od 1978 r. Komunikaty SOS zamieszczane w „Uranii” miały spore opóźnienie. Nie mogąc w miarę szybko

porównać swoich wyników z wynikami SOS, postanowiłem w tej sprawie napisać do prof. Jana Mergentalera. Podejrzewałem, że taki profesor ma sporo zajęć i odpowiedź może nieadejścieć. Jakie było moje zdziwienie, kiedy dostałem list napisany na maszynie przez samego profesora. List ten sprawił, że kontynuuję po dzień dzisiejszy obserwacje Słońca. Teraz, kiedy jestem koordynatorem Sekcji Obserwacji Słońca przy Polskim Towarzystwie Miłośników Astronomii, jest on dla mnie przepiękną pamiątką po znakomitym obserwatorze Słońca, wielkim popularyzatorze astronomii, jednym z założycieli czasopisma „Urania”. Jest on również dowodem na to, że zawsze astronomia łączyła ludzi bez względu na wiek, pochodzenie czy wykształcenie.

Opracował i udostępnił list  
Tadeusz Figiel

## Raport nr 7/2016

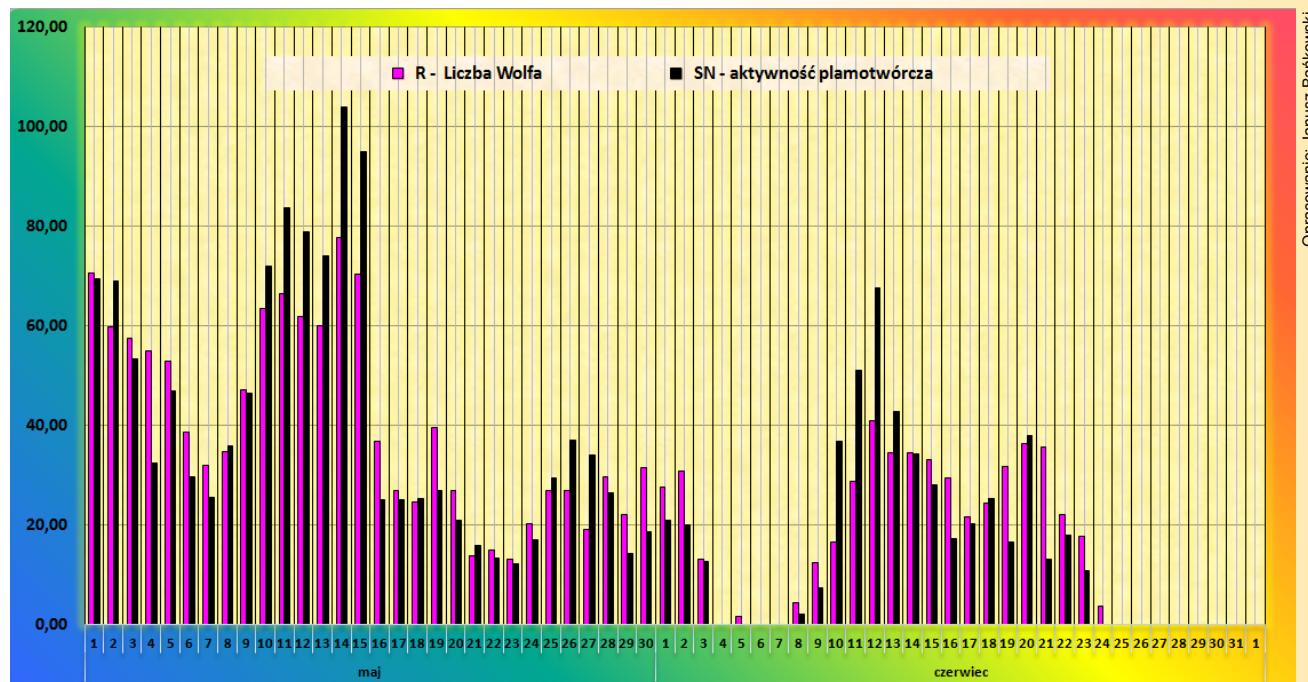
Lipiec przysporzył nam sporo kłopotów. Nie spodziewaliśmy się, iż w końcowce miesiąca aktywność słoneczna zmalała aż do zera i będzie utrzymywać się tak przez kilka dni. Stąd średnia liczba Wolfa w tym miesiącu wyniosła zaledwie 23,41 a średnia liczba SN 21,62.

### Obserwatorzy:

1. Jimenez Cebrian	28	7. Burda Alex	7
2. Zagrodnik Jerzy	27	8. Skorupski Piotr	5
3. Bańkowski Janusz	23	9. Figiel Tadeusz	5
4. Raczyński Łukasz	15	10. Moskal Kinga	2
5. Kucemba Łukasz	11	11. Wirkus Krystyna	1
6. Nowak Agnieszka	8		

### Obserwatorzy:

1. Jimenez Francisco	30	8. Bohusz Jerzy	8
2. Zagrodnik Jerzy	25	9. Burda Alex	4
3. Bańkowski Janusz	23	10. Skorupski Piotr	4
4. Nowak Agnieszka	15	11. Grudniewski Piotr	2
5. Figiel Tadeusz	15	12. Wirkus Krystyna	1
6. Kucemba Łukasz	13	13. Moskal Kinga	1
7. Raczyński Łukasz	11		

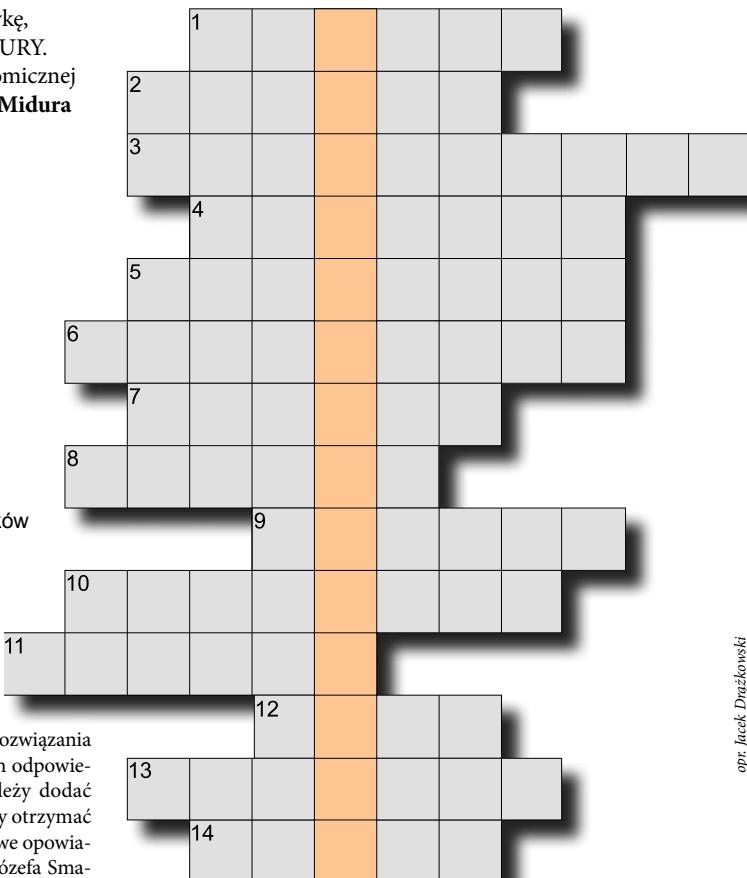


Opracowanie: Janusz Bańkowski

**W** „Uranii-PA” nr 3/2016 zamieściliśmy krzyżówkę, której rozwiązaniem jest hasło CZARNE DZIURY. Nagrody w postaci książek o tematyce astronomicznej wylosowali Sebastian Łukowski z Bydgoszczy i Andrzej Midura z Krakowa. Nagrody zostaną wysłane pocztą.

1. W listopadzie zniknie za Księzcem
2. Wylądował na komecie
3. Twarz Astronarium
4. Gwiazdozbiór z najbliższą planetą pozasłoneczną
5. Budowniczy zegarów słonecznych i teleskopów
6. Komercyjny polski satelita w planach
7. Duma Obserwatorium w Niedźwiadach
8. Spory zasobnik wody przy Jowiszu
9. Współautor powieści „Proxima”
10. Miejsce tegorocznego pojedynku marsjańskich łazików
11. „Dziecko” Elona Muska
12. Polski przedwojenny odkrywca komet
13. Tworzą je gwiazdy, tworzą je galaktyki
14. Efekt spadku materii rozerwanej gwiazdy na czarną dziurę

Rozwiążanie utworzą kolejne litery z wyróżnionych kratek. Na rozwiązywanie czekamy do końca listopada 2016 r. Wśród autorów poprawnych odpowiedzi rozlosujemy dwie nagrody książkowe. Do rozwiązywania należy dodać swój adres oraz tytuł lub numer książki, którą Czytelnik chciałby otrzymać w wyniku losowania spośród następujących propozycji: 1. „Nowe opowiadania starego astronoma”, czyli wspomnienia i eseje profesora Józefa Smaka; 2. „Relacja pierwsza” („Narratio Prima”) Joachima Retyka, tłumaczenie popularnonaukowego dzieła poświeconego „De Revolutionibus” Kopernika oraz kopia oryginału; 3. „Stworzenie i początek Wszechświata”, nowa książka o ewolucji i kreacjonizmie Michała Hellaera i Tadeusza Pabjana. Osoby nie będące prenumeratorem „Uranii-PA” muszą dołączyć do rozwiązywania kupon umieszczony w lewym górnym rogu tej strony. Prenumeratorzy mogą przesyłać rozwiązywanie drogą elektroniczną na adres: [urania@urania.edu.pl](mailto:urania@urania.edu.pl).



opr. Iacob Drążkowski

Słowa kluczowe do rozwiązywania krzyżówki zamieszczonej w „Uranii-PA” 3/2016: 1. KOALESCENCJA, 2. KWAZAR, 3. MORASKO, 4. CHRONOMETR, 5. SOSIGENES, 6. BABEL, 7. ANDROMEDAE, 8. EGZOPLANETA, 9. LIGO, 10. USNO, 11. POLFAR, 12. REWOLUCYJNY.

## Poczta

### Dokończenie ze s. 46.

► i opisującą ją teoria powinna być jedną (marzenie o istnieniu GUT! [z ang. *Grand Unification Theory – Teoria Wielkiej Unifikacji* – przyp. red.]). Przynajmniej tak jest „w teorii”, bo oczywiście koegzystencja wielu sprzecznych teorii nie tylko się zdarza, ale wręcz jest regularą. Sztandarowym przykładem jest tu mechanika kwantowa i OTW [Ogólna Teoria Względności – przyp. red.]. Ale nie tylko mechanika newtonowska zgadnie współżycie z STW [Szczególna Teoria Względności – przyp. red.], a z obiema nie wchodzi w konflikt termodynamika, choć formalnie teorie te siebie wzajemnie falsyfikują. Jak podejrzewam, ten ostatni fakt może dla wielu być szokującym, bo w ramach działalności dydaktycznej starannie się unika informowania o sprzecznościach między ugruntowanymi teoriami. Ale chyba dla każdego jest oczywiste, dlaczego nie porzucimy wymienionych wyżej teorii – są tak niesamowicie użyteczne, że bez nich zawaliłaby się nasza cywilizacja. Co więc powoduje zmianę paradygmatu, bo jest oczywiste, choćby z książki Kuhna, że czasem paradygmat trzeba

zmienić. To trudny problem dla historyków nauki. Złożili twierdzą, że główną przyczyną zmiany paradygmatu jest wymieranie zwolenników starego paradygmatu, bo jeszcze nikogo argumentami do niczego nie przekonano. I to ostatnio jest niestety w dużej mierze prawdą. Pewnym wyjątkiem od tej reguły są ludzie naprawdę wielkiego formatu. Jest ich jednak na tyle mało, że można ten przypadek pominiąć jako statystycznie mało istotny. Co więc powoduje zmianę paradygmatu? Do pewnego stopnia przyznam się już do poglądu w tej sprawie. Otóż uważam (za I. Lakatosem, twórcą m.in. pojęcia pasa ochronnego), że paradygmat zamiera w wyniku braku nowych, istotnych wyników w jego ramach, czyli jak pisze Lakatos, w wyniku degenerowania się programu badawczego, którym *de facto* jest paradygmat. W teorii Ptolemeusza nowych wyników nie dało się uzyskać. Zupełnie przeciwnie, model Kopernika w kontekście fizyki Newtona „sypnął” wynikami, takimi jak np. prawa Keplera czy możliwość obliczenia mas planet. Dlatego skądinąd znakomity model Ptolemeusza został zarzucony. Podobnie

mechanika kwantowa sypnęła wynikami w porównaniu z mechaniką klasyczną. Jednak mimo wysypu sukcesów kwantowych mechanika newtonowska nie zatraciła swego potencjału uzyskiwania sukcesów. Dlatego mechanicy nieba nie mają najmniejszego zamiaru jej porzucić, mimo że znalezienie sprzeczności między nią a pozostałymi, również paradygmatycznymi hipotezami, takimi jak mechanika kwantowa czy STW i OTW jest dość prostym zadaniem nawet dla studenta. Patrząc na to z punktu widzenia osobistego, model porzucamy, gdy nie da się w jego ramach zrobić odpowiednio wysoko punktowanej publikacji. Oczywiście to decyzja osobista (częściej, rozsądnego szefa) i inni mogą w ramach tego modelu uzyskiwać sukcesy. Jednak jest oczywiste, że suma decyzji osobistych może spowodować odrzucenie teorii. A odrzucona teoria prowokuje, by opublikować w dobrze punktowanym czasopiśmie jedynie słusne powody, dla których odrzucona teoria jest kompletnie błędna, co jeszcze bardziej zachęca do jej porzucenia.

Powróćmy do problemu kreacjonistów i ewolucjonistów. Oczywiście

nie znam wyników kreacjonistycznej nauki. Może są, ale w takim razie to do kreacjonistów należy przedstawienie ich i zdyskontowanie tego odpowiednią ilością punktów. Znam natomiast sporo istotnych wyników „ewolucyjnego paradygmatu”. Są nawet w astronomii, choć to przecież nieastronomiczna hipoteza (np. ewolucja wszechświatów Lee Smolin). Sam „metodą ewolucyjną” doszdem do, wprawdzie mało budującego ale bardzo (przynajmniej mnie) przekonującego wniosku, że wśród członków cywilizacji kosmicznych (tzw. zielonych ludzików) wiara w magię i zabobony jest powszechna (tekst załączony do niniejszego listu i dostępny u mnie drogą mailową). Dlatego teoria ewolucji wydaje mi się użyteczna a kreacjonizm nie. Choć oczywiście nikomu nie utrudniam wiary w kreacjonizm. Może z jednym wyjątkiem. Nie należy dopuszczać do propagowania go, podobnie jak i innych mało uzasadnionych poglądów, wśród ludzi, których niewielka wiedza uniemożliwia skuteczną ich krytykę. Czyli w pierwszym rzędzie wśród uczniów.

Jerzy Kuczyński

Odp.: Dzieękuję za przekazanie tekstów p. Kuczyńskiego. Generalnie proszę sprostować – Profesor Giertych w swojej książce, ani w krótkim tekście, do którego się odnoszę, nie propaguje poglądów kreationistycznych, a wręcz się od nich odcina. Podważa natomiast założenia teorii ewolucji, o czym traktuje mój felieton. To, co próbowałam usilnie przekazać w swoim tekście, to fakt, że teoria ewolucji nie jest teorią konkurencyjną dla jakiekolwiek hipotezy dotyczącej powstania życia na Ziemi, ponieważ mówi ona o powstawaniu gatunków z gatunków już istniejących, a nie o tym, co mogło być na początku. Hipotezą konkurencyjną dla teorii ewolucji była na przykład przez krótki czas hipoteza Lamarcka. Natomiast konkurencyjne dla kreationizmu są hipotezy samorodztwa, panspermia itp. Obecnie najmodniejsze są oczywiście hipotezy dotyczące powstania życia z materii nieożywionej oraz panspermia. To jednak zupełnie inne tematy i należy je stanowczo odróżnić od teorii ewolucji. Co do kryterium falsyfikalności i pojęcia paradygmatu – zgadzam się, że można z nimi polemizować, ale nie leży to w zakresie moich zainteresowań naukowych. Przedstawiłam te pojęcia jako przyjęte przez ogół w ich czysto encyklopedycznym znaczeniu.

Julia Rachowka

\*\*\*

Czytając „Uranię” 4/2016 napotkałem mały błąd na stronie 6 przy dacie 9 V, cyt. („Urania” 6/16 s. 18) przecież 6/2016 „Urania” jeszcze się nie ukazała.

Adam Tużnik

Red.: Powinno być 2/16. Chochlik.

\*\*\*

W „Uranii” nr 4/2016 ukazał się piękny artykuł „Komety trzydziestolecia” dotyczący początków działalności Sekcji Osserwatorów Komety PTMA. W artykule napisano, że pierwszą wizualną obserwację komety Halleya wykonano w Polsce 4 listopada 1985 r. Nie jest to prawda. Ponieważ jest to data historyczna, chciałbym dodać kilka słów sprostowania.

Pierwszą wizualną obserwację komety Halleya w Polsce wykonał 19 września 1985 r. nieżyczący już pan Roman Fangor z Oddziału Warszawskiego PTMA. Postać niezwykle zasłużona dla astronomii amatorskiej w naszym kraju.

Cytuję fragment Jego artykułu zamieszczonego w „Materiałach Sekcji Pozycji i Zakryć PTMA” nr 10 (19) z października 1985 r. s. 12:

Na zakończenie – informacja z ostatniej chwili: 19 oraz 27 września br w Oddziale Warszawskim PTMA podjęto próbę dostrzeżenia komety Halleya przy użyciu teleskopu Dobsona o średnicy zwierciadła 250 mm, szerokokątnych okularów i korzystając z doskonalej (jak na Warszawę) widoczności. To, że kometę zobaczyono, jest w dużej mierze



zasługą świetnej mapki opublikowanej w „Sky & Telescope” (September 1985). sama kometa nie była atrakcyjna – na granicy widoczności (jasność mniejsza od +12 mag) – nie różniła się od gwiazdy i bez śladów warkocza.

Grzegorz Kieltyka  
Oddz. Krośnieński PTMA

Red. Wspomnianą na łamach ostatniej „Uranii” datę obserwacji komety Halleya (4 listopada 1985 r.) należy traktować jako moment wykonania pierwszych pomiarów jasności, jakie zostały wysłane do polskich koordynatorów kampanii International Halley Watch. Uzyskane wtedy dane zostały włączone do bazy obserwacyjnej Sekcji Osserwatorów Komety niedługo po jej powstaniu i w wykazach statystycznych dotyczących obserwacji (w tym w Polskim Archiwum Osserwacji Komety) właśnie ta data określana jest czas, w którym jeden z polskich Osserwatorów wykonał pierwszą obserwację zgodnie ze standardami IHW. Sporządzone przez Marka Mućka podsumowanie polskiej akcji obserwacyjnej ukazało się w „Uranii” 5/1987. Tam również widnieje wspomniana data. Nie oznacza to jednak, że wcześniej w 1985 r. nie widziano komety Halleya na terenów Polski, co potwierdza przytoczony przez Pana artykuł z wydawnictwa SOPiZ PTMA. Pewnym jest natomiast, że września obserwacja Pana Romana Fangora nie znalazła się w zestawieniu przesłanym do IHW. Według dostępnych informacji, Pan Roman w późniejszym czasie wykonywał precyzyjne pomiary astrometryczne, które znalazły się w bazie w kampanii obserwacyjnej komety Halleya.

Mikołaj Sabat

\*\*\*

Przesyłam w załączniku zdjęcie (Olympus E-PM2, ISO 3200, t=15s, które mam nadzieję okaże się godne umieszczenia na ostatniej stronie „Uranii”) fragmentu gwiazdozbioru Skorpiona w towarzystwie planet Marsa i Saturna.

Przy okazji chciałbym spytać, zasugerować, czy nie byłoby wskazane dla pisma „Urania”, aby tytuły artykułów z czasopisma, podawane na stronie www (zawierającej zawartość danego numeru), były podawane także w języku angielskim (wraz z np. paroma słowami abstraktu również po angielsku)?

Paweł Drożdżał

Red. Wiele artykułów w Uranii przypomina oryginalne prace naukowe. Dotyczy to zwłaszcza historii astronomii, czy niektórych obserwacji i danych amatorskich (CYRQLARZ, Komecjarz, Osserwator Słoneczny). Artykuły popularnonaukowe, zwłaszcza te pisane przez autorów oryginalnych badań i odkryć tworzą historyczne dziedzictwo dla przyszłych badaczy. Aż trzy takie materiały znajdziemy w tym numerze: M. Kiraga, B. Lew oraz Ł. Wyrzykowski z A. Hamanowicz. Oczywiście, że powinni mieć tytuły i abstrakty po angielsku, i to właśnie (ze względu na zasięg i wyszukiwanie) w internecie. Musimy na to znaleźć czas, człowieka i kasę, albo... wolontariusza.

Maciej Mikołajewski

P.S. A każde zdjęcie astronomiczne powinno być sygnowane przed wszystkim datą. A nóż cos tam ktoś wyszuka?

## ZAPROSZENIA zloty, obozy, konkursy, spotkania, wykłady, wystawy

### II Ogólnopolski Festiwal Amatorskich Filmów Astronomicznych



Niepołomice, 18–20 listopada 2016  
ZG PTMA, [www.ptma.pl/ofafa2016](http://www.ptma.pl/ofafa2016)

### Jesienne spotkania z astronomią

#### PTMA O/Katowice

Wydział Fizyki UŚ, Katowice, godz. 18.00  
4 listopada, Ilona Bednarek — Oblicza gwiazd cz.1  
25 listopada, Amadeusz Miszuda — Układy podwójne gwiazd  
9 grudnia, Ilona Bednarek — Oblicza gwiazd cz.2  
[www.ptma.pl](http://www.ptma.pl)

### Spotkania z astronomią PTMA O/Kraków

Kraków, ul. Górników 29, na godz. 18:30  
24 października, Michał Kusiak — Czy odkrycia planetoid w warunkach amatorskich są jeszcze możliwe?  
14 listopada, Amadeusz Miszuda — Astronomia galaktyczna  
28 listopada, dr hab. Piotr Homola — CREDO: nowe podejście do detekcji promieni kosmicznych szansą na przełom w nauce?

<http://krakow.ptma.pl/plan-odczytow/>

### Jesienne spotkania z astronomią

#### PTMA O/Wrocław

Instytut Astronomiczny UW,  
Wrocław, godz. 19.00  
24 października, Życie we Wszechświecie  
28 listopada, Astrofotografia  
<http://www.wroclaw.ptma.pl/spotkania/>

### Jesienne spotkania z astronomią

#### w Warszawie

CAMK, Warszawa, godz. 18.00  
24 października, Bhupendra Mishra — Accretion flows onto black holes  
7 listopada, Andrzej Zdziarski — Astrofizyka na palcach  
14 listopada, Leszek Zdunek — Pomiary grawitacji  
21 listopada, Bartosz Bełdycki — Ewolucja populacji gwiazd  
28 listopada, Justyna Średzińska — Konstelacje  
5 grudnia, Marcin Semczuk — Ramiona spiralne w galaktykach  
<http://www.camk.edu.pl>

### Piątkowe wieczory pod gwiazdami

OPiOA, Olsztyn, godz. 17.00  
28 października, Paweł Preś — Neutrino szepet Wszechświata

18 listopada, wieczór z muzyką J.M.Jarre'a i Vangelisa  
25 listopada, Andrzej Niedzielski — Planety innych słońc  
2 grudnia, Dagmara Oszkiewicz — Cegiełki do budowy planet

<http://www.planetarium.olsztyn.pl>



Ministerstwo Nauki  
i Szkolnictwa Wyższego

Polskie Towarzystwo Astronomiczne oraz Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego oferują

## PRENUMERATĘ SPONSOROWANĄ DWUMIESIĘCZNIKA

# Urania

## POSTĘPY ASTRONOMII



### DLA SZKÓŁ!

Szkoły mogą zakupić specjalną prenumeratę URANII za połowę ceny. Koszt prenumeraty 6 numerów dwumiesięcznika w danym roku szkolnym wynosi zaledwie 30 zł — resztę kosztów pokrywa MNiSW w ramach przyznanej PTA grantu. Promocja obejmuje w tej chwili następujące produkty dla szkół na terenie Polski:

1. Roczną prenumerata na rok szkolny 2016/17: numery 4/2016–3/2017 (cena 30 zł);
2. Dwuletnią prenumerata na lata szkolne 2016/17 i 2017/18: numery 4/2016–3/2018 (cena 60 zł).

Aby uzyskać prenumeratę, wystarczy wejść na stronę internetową [www.urania.edu.pl](http://www.urania.edu.pl) i wypełnić formularz zgłoszeniowy znajdujący się pod przyciskiem „Prenumerata” i dalej „Prenumerata sponsorowana dla szkół”. Faktura zostanie wysłana drogą elektroniczną bądź (na życzenie) w formie papierowej wraz z najbliższym numerem URANII.

Dodatkowo oferujemy szkołom zakup pakietów sześciu numerów „Uranii” obejmujących wcześniejsze lata szkolne, również za połowę ceny. Szkoły rozpoczęjące prenumeratę otrzymają gratis książkę *Jak zainteresować uczniów astronomią w szkole podstawowej, gimnazjum i szkole ponadgimnazjalnej*.

Każda szkoła ma prawo do jednej prenumeraty sponsorowanej. W przypadku zespołów szkół prenumeratę sponsorowaną może zamówić każda ze szkół wchodzących w skład zespołu.

Prenumeratę na rzecz szkoły może także opłacić jej sponsor (np. firma, organizacja, gmina, rada rodzin, osoba prywatna), warunkiem jest, aby prenumerata była realizowana na rzecz szkoły (biblioteki szkolnej).

Dla szkół, będących prenumeratorami „Uranii”, Redakcja ogłasza Konkurs pn. **NASZA SZKOLNA PRZYGODA Z ASTRONOMIĄ**. W ramach Konkursu trzeba udokumentować dowolną aktywność szkoły w zakresie astronomii. Na nagrody dla zwycięskich szkół przeznaczone jest ok. 10 tys. zł ze środków PTA i grantu MNiSW. Redakcja URANII poszukuje dodatkowego sponsora, by w kolejnych edycjach Konkursu wyróżnić jedną ze szkół Super Grand Prix i wybudować na jej terenie kompletnie wyposażone szkolne obserwatorium typu harvardzkiego.

W razie wątpliwości pytania można kierować na [urania@urania.edu.pl](mailto:urania@urania.edu.pl) lub telefonicznie: 698 55 61 61 lub 509 44 17 17.



# Urania

POSTĘPY ASTRONOMII

6/2016 (786)

Tom LXXXVII

Cena 12,90 zł  
w tym 5% VAT

ukazuje się od 1920 r.



[www.urania.edu.pl](http://www.urania.edu.pl)

# Czy naprawdę byliśmy na Księżyku?

Kosmiczne  
gry planszowe

Przepis  
na marsjańskiego  
łazika



OBEJRZYJ RAZEM  
ZE SWOIMI UCZNIAMI!

nowy program telewizyjny  
o astronomii i badaniach kosmosu

# ASTRONARIUM

odcinki popremierowe  
[www.youtube.com/c/AstronariumPl](http://www.youtube.com/c/AstronariumPl)

emisje  
zimą 2016 w TVP3  
w środy g. 15.35 i 24.50,  
w czwartki g. 9.30  
(na przemian premiery i powtórki)  
w TVP Polonia w środy g. 15.55  
w TVP 1 i TVP1 HD  
w piątki g. 8.35,  
w soboty g. 10.35

[www.astronarium.pl](http://www.astronarium.pl)

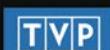
[facebook.com/AstronariumTVP](http://facebook.com/AstronariumTVP)

Niekomercyjne pokazy publiczne  
w szkołach, uczelniach, podczas wykładów  
i imprez popularyzujących astronomię  
wolne od jakichkolwiek opłat.

produci programu

partner medialny

dofinansowanie produkcji



TELEWIZJA POLSKA



BYDGOSZCZ



Urania  
POSTĘPY ASTRONOMII



Ministerstwo Nauki  
i Szkolnictwa Wyższego

# URANIA – NASZA MUZA

dla szkół, uczelni oraz miłośników astronomii i amatorów nocnego nieba

Właśnie mija 5 lat, od kiedy prowadzę „Uranię”: 30 numer jako naczelny! Wcześniej jeszcze dwa numery z marca jako p.o. redaktora. Czy jeszcze ktoś pamięta, tamtą „Uranię”: 20 stron chudszą i — poza okładką i wkładką — czarno-białą i w dwukrotnie mniejszym nakładzie, że o portalu internetowym nie wspomnę?

Na początku lat dziewięćdziesiątych redagowałem kilkanaście zeszytów, wówczas zupełnie odnowionych „Postępów Astronomii”. To od nich przejęła potem formę połączoną z nimi „Urania”. Rezygnując z „Postępów”, z radością wracałem do nauki, bo wydawało mi się, że co najmniej połowa czytelników, to jakieś „oszołomy”. Dziś wielu z nich jest profesorami, a większość pewnie inżynierami. Bo taka właśnie jest rola astronomii w edukacji i w społeczeństwie — uczy pokory wobec natury i szacunku dla matematyki.

Obejmując „Uranię”, za strategiczny cel postawiłem sobie przywrócenie czasopisma jej pierwotnym właścicielom — miłośnikom astronomii. Żeby to osiągnąć, trzeba było ich... polubić. Po 40 latach przerwy zapisałem się do PTMA, początkowo nawet do... dwóch oddziałów. I zapisałbym się do wszystkich, gdyby mnie Heniu Brancewicz nie obesztorował, że to prawdopodobnie całkowicie nielegalne! Jeździłem prawie wszędzie, gdzie mnie zapraszali, do młodzieży, do seniorów, na złote, pikniki, astrofestiwal. Gdzie mnie proszą, głoszę dyżurne, astronomiczne

słówko. Jak niedawno w Autonomicznych Szkołach w Gdańsku podczas „superpełni”. Z przyjemnością skonstatowałem pięciusetosobową kolejkę do tamtejszego refraktora na dachu szkoły. Obserwatorium im. Roberta Gębeckiego wciąż pozostaje dla mnie wzorem szkolnej dostrzegalni. Adaptacją budowlaną, montażem i sterowaniem kopułą oraz doborem sprzętu zajmowały się odrębne ekipy, a nie, jak to najczęściej bywa — pojedyncza firma... budowlana. Zgroza, bo żadne normy budowlane nie spełniają wymogów budowy czy adaptacji pod obserwatorium astronomiczne. To tak, jakby specjalistom od szajerków i chlewków powierzyć postawienie elektrowni atomowej. Obserwatorium to nie tylko kopuła i teleskop, lecz przede wszystkim ludzie. Ale akurat właśnie tu, w Gdańsku, pracują dwie prawdziwe astronomki! Marzenie!

Chwilę potem już byłem w Niepołomicach, na II Ogólnopolskim Festiwalu Amatorskich Filmów Astronomicznych — OFAFA 2016. Skrót niefortunny, bo wystarczy „amatorskie” podmieścić na „autorskie” i „astronomiczne” na „animowane” i lądujemy w Krakowie na dużo starszym festiwalu. A jednak pomysł wspaniały i wyznacza zupełnie nową jakość w działaniach PTMA. To było widać po filmach, zarówno w kategorii ogólnej, jak i modnych tzw. timelapse'ów, coraz śmiejających łączyć publicystykę z poszukiwaniem kina artystycznego. Dużą satysfakcję przyniosła mi nagroda dla filmu o Węgielku z Brzeszcz, który chciał zostać astronomem. Ten sam film stanowił podstawę dokumentacji nadesłanej na konkurs „Uranii” Nasza Szkolna Przygoda z Astroniemią (s. 32). Pomimo warsztatowych niedoskonałości dokumentuje niezwykłą pasję uczniów i ich opiekunki. Skrajnie różne wypowiedzi w obronie ciemnego nieba prezentowały poklatkowy reportaż Piotra Potępy i dokumentalny żart Kingi Mroziewicz. Z kolei kończący film Małgorzaty Kurcaby (s. 36!) księcięcy rap zamarzył mi się festiwalem piosenki... astronomicznej. Na razie poszukajcie tych filmów na YouTube!

Miłośnikiem astronomii stał się również zawodowy dziennikarz telewizyjny, Bogumił Radajewski, z którym przez blisko 2 lata nakręciliśmy 3 serie Astronarium: 34 filmy, 34 poruszone tematy, 13 godzin emisji! A na ekranie badania i odkrycia kilkudziesięciu moich mistrzów, kolegów i uczniów, obserwatoria, laboratoria i pracownie z całej Polski i wielu miejsc na świecie. Wreszcie setki tysięcy, a czasem milion widzów każdego odcinka! Właściwie to chyba dopiero dziś, w naszym zaadaptowanym studio, nagrywając końcowe sceny do ostatniego odcinka, z leżką w oku zdaliśmy sobie sprawę, że po prostu pokochaliśmy ten program. Czy miłośnik astronomii może więcej dla niej zrobić?

Piwnice, 6 grudnia 2016 r.

Maciej Mikołajewski

Urania  
POSTĘPY ASTRONOMII

(PL ISSN 1689-6009)

Dwumiesięcznik poświęcony upowszechnianiu wiedzy astronomicznej. Czasopismo powstałe w roku 1998 z połączenia „Urani” (ISSN 0042-0794) — dotychczasowego miesięcznika Polskiego Towarzystwa Miłośników Astronomii, ukazującego się od 1920 r. i „Postępów Astronomii” (ISSN 0032-5414) — dotychczasowego kwartalnika Polskiego Towarzystwa Astronomicznego, wychodzącego od 1953 r. Zachowana zostaje dotychczasowa numeracja „Urani”.

Nakład: 3000 egz.

## Zespół Redakcyjny:

Wieńczysław Bykowski, Krzysztof Czart, Jacek Drażkowski (grafika, skład), Mateusz Krakowczyk, Maciej Mikołajewski (redaktor naczelny), Marek Muciek, Roman Schreiber, Sebastian Soberski, Marek Substyk

## Współpraca:

Jan Desselberger, Tadeusz Figiel, Sylwester Kołomański, Michał Kusiak, Agnieszka Nowak, Robert Szaj, Adam Tomaszewski, Janusz Wiland, Łukasz Woźniak, Przemysław Żoładek

## Korekta językowa:

Bożena Wyrzykowska

## Adres Redakcji:

Urania, Centrum Astronomii UMK  
ul. Gagarina 11, 87-100 TORUŃ  
tel. 509 44 17 17

e-mail: redakcja@urania.edu.pl

## Adres WWW:

<http://www.urania.edu.pl>

## Dystrybucja, sekretariat:

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

Cena Uranii w prenumeracie 10 zł  
Prenumerata roczna 60 zł

**Bank Millennium S.A. o/Toruń  
Nr 44 1160 2202 0000 0000 5530 5241**

Prenumerata sponsorowana czasopisma „Urania — Postępy Astronomii” dla szkół finansowana w ramach umowy 886/P-DUN/2016 ze środków Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego przeznaczonych na działalność upowszechniającą naukę.



Ministerstwo Nauki  
i Szkolnictwa Wyższego

## Wydawcy:

**Polskie Towarzystwo Astronomiczne**  
[www.pta.edu.pl](http://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](http://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 SPÓŁECZEŃSTWA \* MATERIAŁY NIE ZAMÓWIONYCH REDAKCJA NIE ZWRACA \* ZASTRZEGA SIĘ PRAWO DO REDAGOWANIA ISKRACANIA TEKSTÓW \* PRZEDRUK MATERIAŁÓW TYLKO Z ZGODĄ REDAKCJI \* OPINIE I POGŁĘDY FORMUŁOWANE PRZEZ REDAKCJE, 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](http://www.graffitibc.pl)  
drukarnia@graffitibc.pl  
tel. 56 654 47 14



Urania

## Dawno temu w... „Uranii”



### Obserwacje zaćmienia Słońca 80 lat temu.

Główym celem wypraw jest zaobserwowanie dokładnych momentów całkowitego zaćmienia w celu wyprowadzenia względnej pozycji Słońca i Księżyca, w sposób, pozostawiający daleko w tyle, pod względem dokładności, inne używane przez astronomów sposoby. Z tychże obserwacjami otrzymuje się również różnicę promieni Słońca i Księżyca, a więc promień Księżyca (przyjmując, że promień Księżyca jest dostatecznie dokładnie znany z obserwacji zakryć gwiazd), oraz uzyskuje się dane do wnioskowania o figurze Ziemi, o ile obserwacje uda się wykonać w dostatecznej ilości punktów. Nadmienimy tutaj, że wyprowadzenie najprawdopodobniejszych elementów elipsoidy ziemskiej z kombinowania wyników różnych trójangulacji opiera się na założeniu, że elipsoida zemska istnieje. Czy jednak faktycznie różne wymierzone polacie geoidy mogą być uważane za należące do jednej i tej samej elipsoidy — wykazać to mogą tylko obserwacje względnych położenia różnych trójangulacji. Że do takich badań mogą być użyte obserwacje Księżyca — zauważył jeszcze Euler, ale zwykle obserwacje astronomiczne są do tego celu zbyt mało dokładne.

Przy obserwacjach wyprowadzanych polskich znajdą zastosowanie chronokinematografy, to jest narzędzia, stanowiące połączenie lunety astronomicznej z aparatem do zdjęć kinowych i z urządzeniem, rejestrującym momenty zdjęć — wszystko ustawione na odpowiednim postumencie — o konstrukcji znacznie doskonalszej, niż podczas wyprawy Lapońskiej w roku 1927. Aparaty do zdjęć kinematograficznych będą posiadały napęd elektryczny, zapewniający większą jednostajność posuwu taśmy, zaś rejestrowanie momentów zdjęć, pomysłu inż. J. Rodkiewicza, odbywać się będzie na taśmie filmowej, nie zaś przy pomocy odrębnych chronografów; ułatwia to obsługę aparatów i daje większą dokładność, zwłaszcza, że odpada konieczność odróżniania „słuchowych” pocztówek sekund chronometrów od pocztówek „kontaktowych” (elektrycznych). Użyte będą w tym celu lampki neonowe, zapalające się i gasnące w takt ruchów chronometrów (i aparatów do zdjęć), i znacznie swetem światłem,

## W AKTUALNYM NUMERZE

### Dawno temu w... „Uranii”

4

### Kronika

### sierpień — wrzesień 2016

6

8

Przemysław Rudź

## Orzeł wylądował!

47 rocznica pierwszego załogowego lądowania na Księżyco to dobra okazja, aby przypomnieć niektóre okoliczności tego wiekopomnego wydarzenia. W najbliższych dekadach Księżyca może stać się ponownie obiektem naukowej, a być może i przemysłowej eksploracji, przy stałej obecności człowieka.

37

Tomasz Banyś

## Centrum energii na planetaryjnej mapie Polski

Na początku tego roku w Łodzi otwarto jedno z najnowocześniejszych planetarium na świecie. Do tej pory odwiedziło je już ponad 100 tysięcy osób. Sprawdźmy, co ma do zaoferowania.

40

Wiktor Szafranowicz

## Kosmos na planszy

Kosmos od dawna nie jest domeną tylko astronomii, ale też popularnym tematem w branży rozrywkowej. Na przykład w ostatnich latach ukazuje się coraz więcej gier planszowych nawiązujących do tematyki kosmicznej. Przedstawiamy najciekawsze z nich.

## Jak skonstruować łazika marsjańskiego — krótki poradnik

16

### Przeczytane w *Nature* i *Science* *Nihil novi w ciemnej materii*

20

### W kraju

#### Płoński astronomem sławny

24

#### Twarde życie na Otrycie

xx

### Czytelnicy obserwują

#### Dwa zaćmienia, dwie historie

26

#### AT 2016 hpv — moja piąta supernowa

27

### Astronomia w szkole

#### Wyniki II konkursu „Nasza Szkolna Przygoda z Astronomią”

32

### Ciemne niebo

#### (Nie)ciemne niebo w edukacji astronomicznej

34

#### Moje poszukiwania gwiaździstego nieba

34

## W skrócie

Odnaleziono „Wielką Dolinę” na powierzchni Merkurego	28
Osobliwy meteoryt na Marsie	28
Dlaczego północny biegun Saturna zmienia kolor?	28
Najbardziej kulista gwiazda	29
Mapa całego nieba w linii wodoru neutralnego	29
Ostatnie bajty danych z sondy New Horizons	30
Dostrzeżono supergromadę galaktyk schowaną za Drogi Mleczną	30
Proxima Centauri ma cykl podobny do słonecznego	31
Wybudowano obserwatorium astronomiczne w Chalinie	45
Mieszkańcy Giżycka chcą budowy obserwatorium	45
Nauczyciele spotkali się na V Forum Klubów Młodego Odkrywcy	45
W Szczecinie mają pomysł na budowę edukacyjnego obserwatorium i planetarium	46
Wrocławska firma wyśle na orbitę smartfony	46
Chińsko-polski satelita na orbicie księżycowej w 2018 roku	46
ExoMars — sonda orbitalna na piątkę, lądownik się rozbił	48

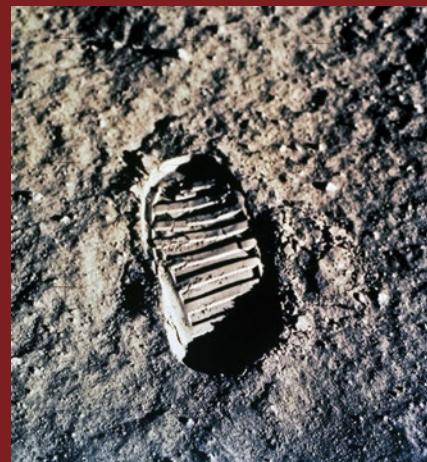
zapisanem na światłoczułym filmie ze zdjęciami Słońca, początki poszczególnych sekund. Nie potrzeba się obawiać przytem, — jakby to mógł pomyśleć czytelnik — opóźnienie w zapalaniu się i gaśnięciu lampek, gdyż lampy neonowe, różniąc się w tem istotnie od żarówek elektrycznych, reagują prawie momentalnie na zmiany napięcia elektrycznego. *Stricte* biorąc wystarczyły do każdego aparatu jedna lampka neonowa, faktycznie jednak będą dwie, gdyż jedna, widoczna dla obserwatora, użytą będzie za „świadka”, że wszystkie połączenia elektryczne są w porządku. Urządzenie tego rodzaju będzie zastosowane do rejestracji dokładnych momentów, o ile wiadomo, poraz pierwszy w kronikach astronomii...

...Wyprawa do Japonii i Syberji, oraz jeden posterunek w Grecji, zaopatrzone będą w potężne i selektywne ośmio- (względnie siedmio-) lampowe odbiorniki radiotelegraficzne, typu superheterodynowego, do przyjmowania sygnałów czasowych na falach 14–20 tysięcy metrów. Nadmienimy, że w Warszawie jeden z wypróbowanych dotychczas pod tym względem tych radiodbiorników, pozwala przyjmować nie tylko Bordeaux-Lafayette, ale i Nauen, podczas działania pracującej na pobliskiej fali potężnej radiostacji w Babicach. Mimo wszystko niewiadomo, w jakim stopniu w Azji pasorzyty atmosferyczne pozwolą na przyjmowanie stacji europejskich, i z tego powodu wyprawa do Japonii zaopatrzona będzie również w drugi odbiornik do przyjmowania sygnałów lokalnych.

Z inicjatywy kierownictwa wypraw polskich radiostacja w Nauen wysyłać będzie specjalne sygnały rytmiczne dokładnego czasu, pochodzące z Obserwatorium Morskiego w Hamburgu, w dniach 17, 18 i 19 czerwca, w odstępach godzinnych, poczynając od godz. 3 czasu uniwersalnego, kończąc zaś o godzinie 7-ej tego czasu. Być może w nadawaniu sygnałów czasowych „rytmicznych” weźmie udział również radiostacja w Babicach pod Warszawą. Byłyby to pierwsze sygnały naukowe czasu z Polski.

Fragmety artykułu prof. Tadeusza Banachiewicza „Całkowite zaćmienie Słońca 19 czerwca 1936 r.” zamieszczonego w Uranii 3/1936, pisownia oryginału.

## NA OKŁADCE



Historyczne zdjęcie odcisku buta Edwina Aldrina w księżycowym regolicie po wylądowaniu pierwszych ludzi na Srebrnym Globie.

## Poradnik obserwatora

Sky-Watcher Star Adventurer Mini
----------------------------------

## Komeciarz

Obserwacje C/2013 US10 (Catalina)
-----------------------------------

50

## Ciekawe strony internetowe:

<b>Jak możemy pomóc w obserwacjach fal grawitacyjnych?</b>
--

53

## CYRQLARZ No 219

Podstawy nauki o meteorach — bolidy i spadki meteorytów
ε-Perseidy wrześniowe — podsumowanie

54

56

59

60

64

65

## PTMA

Wzajemne odwiedziny
---------------------

## Kalendarz astronomiczny: styczeń – luty 2017

## Niebo nad Polską w styczniu i lutym 2017

W gromadach bywa też luźniej
------------------------------

## Astronomia i muzyka

Kosmos między dźwiękami
-------------------------

66

## Szkoła astropejzażu

Cień Ziemi — jak obserwować i fotografować to zjawisko
--

66

## Obserwator Słońca

XII Powiatowy Festiwal Nauk Przyrodniczych w Liceum Ogólnokształcącym im. Stanisława Wyspiańskiego w Obornikach
Raport: wrzesień – październik 2016

68

69

## Kącik olimpijczyka

Zadanie II stopnia LII Olimpiady Astronomicznej
---

70

## Poczta / Zaprośzenia (złoty, obozy, konkursy etc.)

71

## Spis treści rocznika 2016

72

## Krzyżówka / Astrożarty Jacka D.

74

## Astrofotografia amatorska: Atrakcje 2016 roku

75

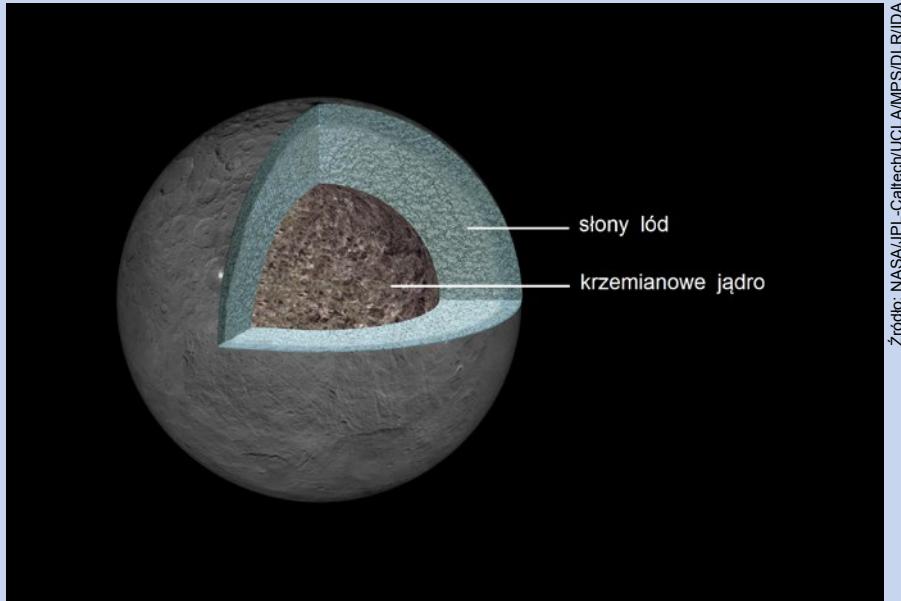
### SIERPIEŃ 2016

**1 VIII** — WISE 0855 jest brązowym karłem, więc właściwie gwiazdą (choć nieudaną), ale ze wszystkich znanych najmniejszą (tylko  $5 M_{\text{jowisza}}$ ) i najzimniejszą (250 K na powierzchni). Po 14 godzinach naświetlania 8-m teleskopem uzyskano jej podczerwone widmo, które okazało się zdominowane przez pasma wody (w postaci pary lub lodu). W tych warunkach to nie zaskakuje, ale jest to pierwsza detekcja wody w ciele spoza Układu Słonecznego.

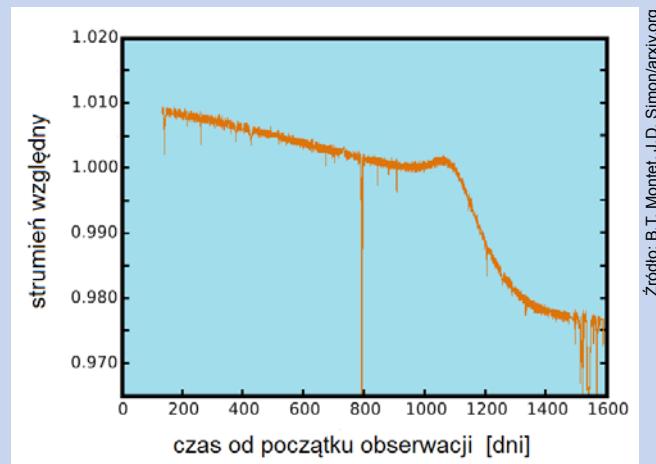
**3 VIII** — Precyzyjna telemetria próbnika Dawn (jego prędkość jest mierzona z dokładnością do 0,1 mm/s) zdradziła część tajemnic wnętrza Ceres. Okazało się, że kiedyś ta planeta karłowata musiała być na tyle ciepła, że lody się stopiły i przynajmniej częściowo oddzieliły od cięższych materiałów. Powstało skaliste jądro, otoczone słonym lodem (rys. obok). Może gdzieś głęboko zachowała się jeszcze warstwa ciekłej wody?

**5 VIII** — KIC 8462852, zwana „gwiazdą Tabby” (od imienia odkrywczyni), coraz bardziej zasługuje na swoje drugie przezwisko: „gwiazda WTF”. To nic brzydkiego — ten skrót rozwija się na „*where's the flux*” (gdzie jest strumień), świata oczywiście. Rok temu zauważono nieregularne, głębokie spadki jej jasności („*Urania*” 1/16, s. 6). KIC 8462852, jako gwiazda typu F3V powinna spokojnie świecić, więc źródło osłabienia musi być zewnętrzne. Próbowano to tłumaczyć nawet działalnością obcej cywilizacji. Teraz okazało się, że przez cały 4-letni okres obserwacji tej gwiazdy przez satelitę Kepler jej blask powoli, lecz stale spada (rys. obok). Podobno można to zjawisko dostrzec też na starych fotografiach sprzed 100 lat. Tego nie da się wyjaśnić nawet ingeriesją zielonych ludzików.

**10 VIII** — Próbnik Cassini wypatrzył na Tytanie, księżycu Saturna, szerokie i głębokie na setki metrów kaniony, z rzeźbami płynnych węglowodorów na dnie (fot. niżej). Podobnie jak na Ziemi działa tam więc erozja, tyle że czynnikiem erozującym nie jest woda, a ciekły metan i etan.



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



Źródło: B.T. Monet, J.D. Simon/arxiv.org

**12 VIII** — Zgasła kolejna nadzieja na wyjaśnienie natury ciemnej materii. Miał nią być hipotetyczny czwarty rodzaj neutrin — neutrino sterylne ( $\nu_s$ ), zwane tak dlatego, że w ogóle miało nie podlegać oddziaływaniom słabym. Roczne obserwacje instrumentem IceCube (ponad 5000 detektorów światła zanurzonych w 1 km<sup>3</sup> antarktycznego lodu) wykluczyły istnienie lekkiego neutrina sterylnego (o masie  $< 10 \text{ eV/c}^2$ ). Nie jest jednak (jeszcze) wykluczone istnienie ciężkiego  $\nu_s$ . Może więc ono...



Źródło: NASA/JPL-Caltech/ASI/Cornell

**18 VIII** — Znamy 8 pozostałości po supernowych, które wybuchły w Drodze Mlecznej w ciągu ostatnich 2000 lat. Spośród nich tylko 2 ostatnie (z roku ok. 1680 i ok. 1868), jak sądziliśmy dotychczas, umknęły uwadze ówczesnych obserwatorów. Niestety, to samo dotyczy zjawiska, po którym pozostał obiekt G11.2-0.3 (na zdjęciu na następnej stronie złożenie jej obrazów radiowego i rentgenowskiego). Wydawało się już pewne, że widzieli ją Chińczycy w 386 r. n.e. Okazało się jednak, że pył znajdujący się pomiędzy nią a nami osłabił jej blask aż o 16<sup>m</sup>. Przy odległości

5 kpc nie mogła więc być widoczna gołym okiem. Chińczycy widzieli co innego, a moment wybuchu tej supernowej nadal znamy tylko z dokładnością do 1000 lat.

**24 VIII** — Znaleziono planetę pozasłoneczną najbliżej jak można — krążącą wokół Proximy (α Cen C, 4,25 lat św. od nas). Jest skalista, niewiele większa od Ziemi, a co najmilsze, leży w ekosferze gwiazdy. Można więc mieć nadzieję na przyjemny klimat. Obecność ciekłej wody też nie jest wykluczona. Niestety, nie jest pewna. Brak również jakichkolwiek informacji nt. atmosfery („Urania” 5/16, s. 8). Z pakowaniem walizek więc jeszcze poczekajmy.

## WRZESIEŃ 2016

**1 IX** — W Koszalinie otwarto miejskie obserwatorium astronomiczne. Jest to realizacja inicjatywy zgłoszonej w ramach tzw. „budżetu obywatelskiego” („Urania” 5/14, s. 6). Koszt, planowany początkowo na 500 tys. zł, zamknął się ostatecznie kwotą 1,5 mln zł.

**5 IX** — Wreszcie znaleziono lądownik Philae, który w listopadzie 2014 r. zginął na powierzchni komety 67/P Czuriumow-Gerasimienko („Urania” 1/2015, s. 7, s. 40). Zdjęcie wykonane przez krążącą wokół komety sondę Rosetta pokazuje, że nie tylko wpadł w szczelinę, ale przewrócił się na bok (zob. fot. „Urania” 5/16 s. 37). Nic dziwnego, że baterie słoneczne nie były w stanie wytworzyć odpowiedniej mocy.

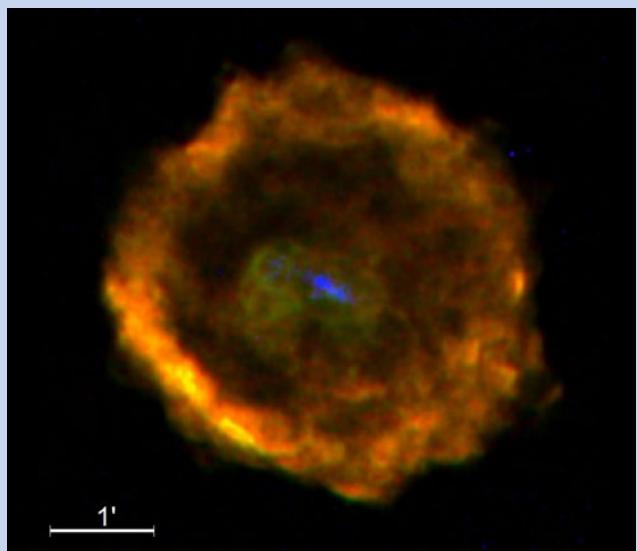
**10 IX** — W pobliżu miejscowości Gancedo w Argentynie wydobyto z ziemi ważącą ponad 30 t bryłę żelazoniku (fot. obok). To jedna z „kropel” deszczu meteorytów, znanego pod nazwą Campo del Cielo, który spadł 4–5 tys. lat temu. Na liście największych meteorytów zajmie miejsce trzecie lub czwarte, po namibijskim Hoba (szacunkowo ok. 60 t) i innym fragmencie Campo del Cielo (37 t). Obecnie trzecie miejsce w rankingu najcięższych kosmitów dzierży 30,9-tonowy meteoryt Cape York zwany „Ahnighito”. Które miejsce ostatecznie zajmie nowe znalezisko? To się okaże po usunięciu grubiej warstwy zwietrzeliny i ponownym ważeniu.

**14 IX** — Opublikowano pierwszy zbiór wyników pracy europejskiego satelity Gaia. Sama jego objętość zapiera dech. Katalog zawiera pozycje i jasności 1,14 miliarda gwiazd do 20,7<sup>m</sup>. Dla 2 mln gwiazd podano również paralaksy i ruchy własne. A to jest dopiero początek. Taka ilość musi przynieść nową jakość.

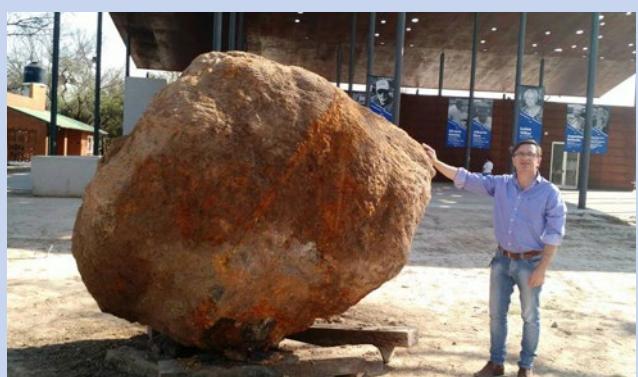
**20 IX** — Sześć lat temu do listy komet okresowych dopisano świeżo odkrytą kometę 332P/Ikeya-Murakami (okres obiegu 5,4 lat). Niestety, nie nacieszyliśmy się nią długo. Już przy kolejnym powrocie do peryhelium ukazała się nam rozszarpana na dwa większe i sporą garść mniejszych kawałków (fot. obok). Nie została rozerwana przez Słońce lub Jowisza. Nie przeżyła swego własnego wybuchu albo może tak się rozkręciła, że rozerwała ją siła odśrodkowa.

**25 IX** — „Oko Niebios” (天眼, na użytek reszty świata określany też angielskim skrótem FAST) — chiński radioteleskop, o największej na świecie 500-m cząszy (nieruchomej), został uroczyście otwarty i zobaczył pierwsze światło. Jednak regularne obserwacje zaczęły się dopiero za jakieś 3 lata — tyle potrwają testy, kalibracje, strojenie...

**26 IX** — Być może nie tylko Enceladus (księżyc Saturna) strzela gejzerami. Niewykluczone, że podob-



Źródło: NRAO/AUI



Źródło: Twitter – @Livio\_Gutierrez

**30 IX** — Europejska sonda Rosetta zakończyła swą pełną sukcesów misję. W kontrolowany sposób, powoli opadła na powierzchnię komety 67/P Czuriumow-Gerasimienko, do ostatnich sekund wykonując pomiary i zdjęcia. Potem łączność została przerwana. („Urania” 5/16, s. 35)

Wybrał i skomentował: Marek Muciek



Źródło: NASA, ESA, and D. Jewitt (UCLA)

**Mały krok dla człowieka, ale wielki skok dla ludzkości**

# Orzeł



# wylądował!

Przemysław Rudź

*Blisko pół wieku, jakie upłynęło od kiedy człowiek pierwszy raz postawił stopę na innym niż Ziemia ciele niebieskim, to w astronautyce czas wielkich wyzwań, często bezpardonowej rywalizacji, politycznych przesileń, niesamowitego postępu naukowo-technologicznego, spektakularnych sukcesów i takichże porażek. Kilkadziesiąt lat temu ton technologiom kosmicznym nadawały dwa największe mocarstwa powojennego porządku świata – Stany Zjednoczone i Związek Radziecki. Dziś własne programy kosmiczne realizują Europejska Agencja Kosmiczna (zrzeszająca agencje narodowe państw członkowskich), Rosja, Chiny, Indie, Iran, Izrael, Japonia, Korea Północna, Korea Południowa, Brazylia, Kanada i inne.*

Specyfika podboju Kosmosu ma to do siebie, że po realizacji wyznaczonych celów naturalne jest kreślenie kolejnych wyzwań i snucie planów na przyszłość. Są one silą napędową szeroko pojętej branży technologii kosmicznych, dając atrakcyjne zatrudnienie naukowcom, inżynierom, laboratoriom, zespołom badawczym, firmom prywatnym i państwowym. Poza dalszym sondowaniem planet i ich księżyców, lotami ku Słońcu i mniejszym ciałom Układu Słonecznego, a także wysyłaniem kolejnych generacji teleskopów kosmicznych, planowane projekty obejmują również naturalnego satelitę naszej planety. W najbliższych dekadach stanie się on z pewnością obiektem naukowej, a być może i przemysłowej eksploracji, przy stałej obecności człowieka. 47 rocznica pierwszego załogowego lądowania na Księżyco to dobra okazja, aby przypomnieć nieco okoliczności tego wiekopomnego wydarzenia.

## Tło historyczne

Tłem historycznym i politycznym akceleratorem programu Apollo (po dwóch wcześniejszych Mercury i Gemini) była oczywiście zimna wojna, której jedną z aren stała się przestrzeń kosmiczna. Związek Radziecki miał się czym pochwalić dumnym Amerykanom, którzy w pierwszych latach ery kosmicznej z trudem musieli przełykać kolejne gorzkie pigułki porażki. Po pierwszym sztucznym satelicie Sputnik 1 (1957), pionierskim locie orbitalnym Jurija Gagarina (1961), pierwszym wspólnym locie dwóch statków kosmicznych Wostok 3 i Wostok 4 (1962), Walentinie Trieszkowej, pierwszej kobiecie wyniesionej w przestrzeń kosmiczną (1963), pierwszym locie załogi wieloosobowej w statku Woschod 1 (1964) czy pierwszym spacerze poza statkiem kosmicznym Aleksija Leonowa (1965) wydawało się, że Rosjanie posiedli patent

na prymat w zdobywaniu kolejnych celów w bliższej i dalszej przestrzeni kosmicznej.

Tymczasem młody i ambitny prezydent John F. Kennedy, w swoim słynnym przemówieniu w Rice University (1962), wskazał rodakom kierunek ku Srebrnemu Globowi twierdząc, że: (...) *zdecydowaliśmy się w ciągu nadchodzących dziesięciu lat polecieć na Księżyca i dokonać innych rzeczy nie dlatego, że są łatwe, ale właśnie dlatego, że są trudne (...).*

Była to stanowcza deklaracja woli politycznej, która napędza wielką ludzką determinację. Przyniosła skutek w postaci asymetrii odpowiednich środków z budżetu, podpisania kontraktów z potentatami w branży budowy rakiet i elementów statków kosmicznych, a także zakrojonych na szeroką skalę działań propagandowych wytwarzania wokół programu Apollo aury narodowego wyzwania o priory-

tetowym znaczeniu. W efekcie już kilka lat później okazało się, że radzieckie sukcesy zaczynają ustępować amerykańskim. Punktem przełomowym stała się misja Apollo 8 (1968), podczas której po raz pierwszy ludzie w całkowicie kontrolowany sposób opuścili orbitę wokółziemską, dotarli do Księżyca, a następnie przez około 20 godzin obrotowali wokół niego. W tym czasie wykonywali fotografie jego powierzchni z wysokości zaledwie 110 kilometrów, testowali zużycie zasobów statku kosmicznego, zapewniających załodze warunki do przetrwania misji, po czym bezpiecznie wrócili na Ziemię. Posiedliśmy w ten sposób technologię, która potrafi zabrać człowieka daleko poza jej najbliższe sąsiedztwo. Droga do załogowego lądowania na Księżyco stała otworem.

### Problemy konkurencji i własne

Oczywiście w tym samym czasie w ZSRR również planowano lot załogowy na Księżyca. Radziecki program księżycowy nieustannie doświadczał jednak niepowodzeń, dodatkowo w bardzo smutnych okolicznościach. W styczniu 1966 roku umiera Siergiej Korolow, ojciec radzieckiej kosmonautyki, genialny konstruktor rakiet i wspaniały organizator. Na domiar złego, nieustanne kłopoty z rakietą nośną N-1 (mniejszy udźwig, liczne awarie i katastrofy), znacznie ograniczały i opóźniały postęp prac. Wystellarz wspomnieć, że udało się (tzn. start, lot ku Księżycom i powrót w okolice Ziemi) tylko trzy na dziesięć próbnych misji, a i one ostatecznie zakończyły się niekontrolowanymi lądowaniami w oceanie lub rozbiciem się o powierzchnię Ziemi. Niepowodzenia własne, przy widocznych sukcesach Amerykanów spowodowały, że ostatecznie zarzucono wyścig ku

Księžycowi, skupiając się na innych celach.

Nie oznacza to jednak, że NASA nie borykała się z problemami. Otóż borykała się, a trzech astronautów misji Apollo 1 (1967) przypłaciło księżycowe aspiracje utratą życia w wyniku pożaru w module dowodzenia. Amerykanie rzadko nagląśniają swoje porażki, a jeśli już, to sposób w jaki sobie z nimi radzą. Przykładowo w 1994 roku ukazała się książka autorstwa astronauty Jamesa Lovella i Jeffreya Klugera, zatytułowana „Apollo 13. Utracony Księżyca”, a rok później na jej kanwie nakręcono wysokobudżetowy film fabularny (świetne role Toma Hanksa, Kevina Bacona, Billa Paxtona, Eda Harrisa i Gary'ego Sinise'a) przedstawiający mrożące krew w żyłach okoliczności feralnej misji, której załoga po eksplozji zbiornika z ciekłym tlenem, zamiast lądować na Księżyco, cudem uratowała się i bezpiecznie wróciła na Ziemię. Generalnie trzeba jednak przyznać, że program amerykański był znacznie bardziej przewidywalny, nie sprawiał tylu niespodzianek, a kolejne udane misje potwierdziły technologiczną dominację Amerykanów. Przejeli oni na dobre palmę pierwszeństwa w podboju przestrzeni kosmicznej.

### Rakietą nośną

Studzięciometrowej wysokości, potężna rakieta Saturn V, została zaprojektowana przez Wernera von Brauna, tego samego, który podczas II wojny światowej konstruował niemiecką wunderwaffe, znaną pod symbolem V-2. Przejęty po wojnie przez Amerykanów, wraz z najbliższymi współpracownikami mógł spożytkować swoją wiedzę, umiejętności i doświadczenie do celów pokojowych. Rakieta Saturn V mogła zabrać ze sobą ładunek o masie blisko 120 ton na niską orbitę wokółziemską.

Pierwszy stopień rakiety miał średnicę 10 m i wysokość 42 m. Zawierał około 650 t paliwa składem zbliżonego do nafty oraz 1700 t ciekłego tlenu jako utleniacza. Drugi, 25-metrowej wysokości stopień rakiety pracował na ciekły tlen i wodór. Stopień trzeci, o wysokości 19 metrów i średnicy 6,5 metra, nadawał pojazdowi drugą prędkość kosmiczną i kierował w stronę Księżyca. Co ciekawe, każdy



Start rakiety Saturn V. Źródło: NASA

ze stopni wykonany został przez inną firmę (w kolejności Boeing Company, North American Aviation i Douglas Aircraft Company), które współpracowały jednak blisko z projektantami z rządowego ośrodka Marshall Space Flight Center w Huntsville w Alabamie. Do czasu zakończenia programu Apollo odbyło się 13 udanych startów rakiety. Ostatni raz użyto jej w 1973 r., w celu wyniesienia na orbitę elementów amerykańskiej stacji kosmicznej Skylab.

### Moduł załogowy CSM

Command/Service Module (CSM), czyli moduł załogowy, składał się z połączonych ze sobą dwóch głównych elementów — modułu dowodzenia CM i modułu serwisowego SM. Moduł dowodzenia był jedynym elementem, który wracał z astronautami na Ziemię. Miał stożkowaty kształt oraz specjalne osłony i zabezpieczenia, chroniące go przed spłonięciem podczas przechodzenia przez atmosferę. W module dowodzenia astronauti przebywali przez dłuższy czas trwania misji. Na czas lą-



Moduł dowodzenia misji Apollo 11 po wyjęciu go z Oceanu Spokojnego. Źródło: NASA



John F. Kennedy podczas przemówienia w Rice University. Źródło: NASA



Moduł serwisowy programu Apollo. Źródło: NASA

dowania na powierzchni Księżyca i powrotnego na orbitę, dwójka z nich przechodziła do modułu księżycowego. Jeden z astronautów pozostawał wciąż na orbicie, aby nadzorować operacje związane z uwolnianiem i ponownym dokowaniem modułu księżycowego LM, a następnie uruchomieniem sekwencji operacji kierujących statek w kierunku Ziemi. Moduł dowodzenia Columbia, który był domem dla astronautów misji Apollo 11, znajduje się dziś w Smithsonian's National Air and Space Museum w Waszyngtonie.

Cylindryczny moduł serwisowy zawierał paliwo i utleniacz, baterie oraz silnik, który pozwalał na dotarcie na orbitę wokółksiężycową i powrót. W trzecim stopniu rakiety Saturn V, poniżej modułu CSM, schowany był lądownik księżycowy. Po wyniesieniu statku na orbitę wokółziemską odparły osłony lądownika, który wydostawał się w otwartą przestrzeń kosmiczną. Następnie moduł serwisowy wykonywał obrót o 180° i łączył się z modelem księżycowym za pomocą specjalnej śluzy. Umożliwiała ona późniejsze przejście na jego pokład dwójki astronautów, którzy mieli lądować na powierzchni selenity. W tej nieco dziwacznej konfiguracji pojazd uruchamiał ciąg silników i kierował się w stronę Księżyca. Po wykonaniu zadania, moduł dowodzenia oddzielał się od modułu serwisowego, który spalał się w atmosferze.

### Moduł i lądownik księżycowy LM

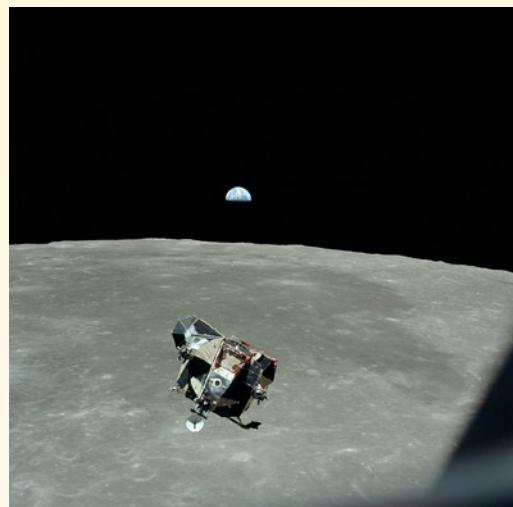
Lunar Module (LM), czyli lądownik księżycowy, zbudowany był z dwóch połączonych członów — zniżania i wznoszenia. Pierwszy z nich odpowiedzialny był za miękkie posadowienie lądownika na powierzchni Księży-

ca, drugi za dostarczenie załogi z powrotem na orbitę wokółksiężycową. Lądownik wyposażony był w zestaw instrumentów pomiarowych, umożliwiających precyzyjną nawigację astronomiczną na czas lądowania, a później startu w drogę powrotną z powierzchni. Określenie położenia i orientacji pojazdu podczas zniżania i dokowania do

modułu CSM zapewniały też zaawansowane urządzenia radiolokacyjne. Sterowanie lądownikiem odbywało się manualnie za pomocą dżojstików, które pozwalały na precyzyjne poruszanie w pionie i poziomie, włączanie i wyłączanie aż 16 dysz ciągu. Dzięki temu można było na etapie lądowania wybrać najdogodniejsze ku temu miejsce. Bardzo istotnym wyposażeniem lądownika były sekcje regeneracji tlenu, kontroli ciśnienia, zarządzania wodą i cieplem. Wraz z systemami przenośnego podtrzymywania życia oraz elementami ochrony przeciwpożarowej, zapewniały możliwie komfortowe warunki we wnętrzu pojazdu.

Po wykonaniu zaplanowanych zadań załoga zamkała się w członie wznoszenia i uruchamiała silniki startowe. Stojący na czterech „pajęczych nogach” człon zniżania pełnił funkcję platformy startowej. Zapas paliwa pozwalał na kilkadziesiąt sekund pełnej mocy. Po dokowaniu na orbicie i przej-

ściu astronautów do modułu załogowego Columbia, moduł wznoszenia ponownie był od niego odlączony i pozostały na orbicie. Z czasem prawdopodobnie rozbił się o powierzchnię Księżyca, chociaż w przypadku Apollo 11 nieznane jest miejsce jego upadku. Nawet te, wydawać by się mogły,



Lądownik Eagle zbliża się do modułu CSM, w dole Księżyca, ponad horyzontem Ziemia. Źródło: NASA  
bezużyteczne pojazdy, wykorzystywano z powodzeniem w ramach księżycowych eksperymentów sejsmicznych, jako darmowe źródło wstrząsów. W jednym tylko przypadku, lądownik księżycowy powrócił w okolice Ziemi. Podczas ratowania załogi Apollo 13 był on jej domem, zastępującym uszkodzony moduł serwisowy.

### Załoga

Do realizacji misji Apollo 11 wybrano bardzo doświadczonych pilotów-astronautów. Dowódcą wybrany został Neil Alden Armstrong (1930–2012),

który podczas wojny w Korei odbył 78 lotów bojowych. Podczas tejże wojny Armstrong po raz pierwszy musiał ratować życie, kiedy jego samolot został zestrzelony. Katapulty użył później ponownie, już podczas testów i szkoleń z kierowaniem lądownikiem księżycowym. Opanowanie i zimna krew Armstronga daly o sobie znać podczas jego pierwszego lotu na orbitę w ramach misji Gemini 8. Kapsuła załogowa zaczęła obra-



Lądownik Eagle na powierzchni Księżyca. Źródło: NASA

cać się w niekontrolowany sposób, co mogło doprowadzić do utraty przytomności astronautów i pewnej katastrofy. Udało im się jednak ją ustabilizować i awaryjnie sprowadzić na Ziemię.

Edwin Eugene Buzz Aldrin (1930–) również brał udział w wojnie w Korei, gdzie 66 razy wykonywał loty bojowe, zestrzelił nawet dwa samoloty nieprzyjaciela. Swój doktorat z zakresu astronauptyki zadektykował tym, którzy będą realizowali program kosmiczny. Niebawem stał się kluczową postacią amerykańskiego programu lotów orbitalnych, a swoich umiejętności dowiodł podczas misji Gemini 12. Podczas niej spędził w otwartej przestrzeni kosmicznej blisko pięć i pół godziny. W ramach misji Apollo 11 wyznaczono mu rolę pilota modułu księżycowego Eagle. Był drugim człowiekiem, który postawił swoją stopę na powierzchni Księżyca. Do dziś jest jednym z najbardziej udzielających się medialnie członków programu Apollo. Stale obecny w prasie, telewizji i mediach społecznościowych, często podróżujący z prelekcjami i aktywny biznesowo w charakterze konsultanta.

Michael Collins (1930–) to najmniej rozpoznawalna postać historycznej misji Apollo 11. Zawsze stojący nieco z tyłu, był pilotem modułu dowodzenia, który z wokółksiężycowej orbity śledził poczynania swoich kolegów. Podobnie jak oni, zbierał kosmiczne doświadczenia w ramach programu Gemini. W jego ramach, na statku Gemini 10 spędził blisko dwie i pół godziny w przestrzeni kosmicznej. Początkowo miał być członkiem załogi Apollo 8, jednak konieczność operacji kręgosłupa spowodowała, że przesunięto go ostatecznie do lotu Apollo 11. W 1974 roku wydał swoje wspomnienia obejmujące okres wczesnej kariery jako pilota testowego oraz późniejszych sukcesów w ramach amerykańskiego programu kosmicznego.

### Orzeł wylądował

Start misji nastąpił w dniu 16 lipca 1969 r., o godzinie 09.32 czasu lokalnego, z przyłądka Canaveral na Florydzie. Po przeszło czterech dniach lotu, 20.07.1969 astronauti dotarli w pobliże Księżyca, weszli na jego orbitę i zaczęli przygotowywać się do lądowania. W module załogowym Columbia pozostał Collins, a w lądowniku Eagle Armstrong i Aldrin wyruszyli ku po-

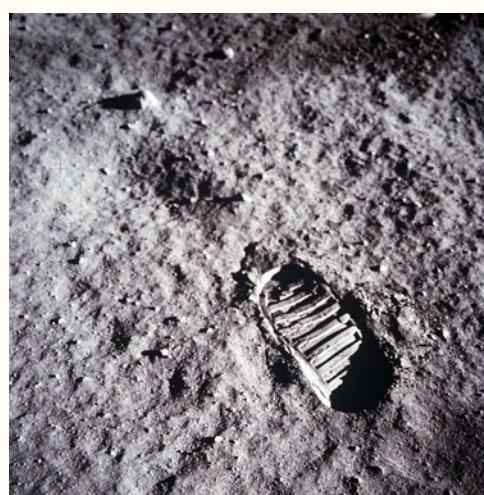


Członkowie misji Apollo 11 (od lewej): Neil Armstrong, Michael Collins, Edwin Aldrin. Źródło: NASA

wierzchni. Pojazd osiadł miękko na obszarze księżycowego Morza Spokoju (Mare Tranquillitatis) o godzinie 16.17, a około 6 godzin później Neil Armstrong zakomunikował całemu światu, że wykonał swój pierwszy „mały krok człowieka, który jest wielkim skokiem całej ludzkości”. Chwilę tę, dzięki przekazowi telewizyjnemu, oglądali z wypiekami na twarzy miliony ludzi na całym świecie. Chwilę po Armstrongu na powierzchnię Srebrnego Globu zszedł Aldrin i oboje rozpoczęli wypełniać zaplanowane wcześniej zadania. Najważniejszymi z nich były zebranie próbek skał i gruntu oraz rozstawienie urządzeń pomiarowych celem wykonania eksperymentów z zakresu sejsmologii, fizyki częstek wiatru słonecznego, a także dokładnych pomiarów odległości Ziemi od Księżyca i jego pro-

mienia. W międzyczasie starali się zarejestrować jak najwięcej filmów i fotografii powierzchni satelity, które dokumentowały historyczną misję. Po blisko 22 godzinach ciężkiej pracy na powierzchni Księżyca, astronauti wrócili do lądownika, który zabrał ich na orbitę. Tam, po połączeniu z modelem CSM, wyruszyli w drogę do domu.

Powrót na orbitę wokółksiężycową z dodatkowym ładunkiem w postaci próbek skał i gruntu, implikował konieczność maksymalnego odciążenia modułu wznoszenia. W związku z tym, astronauti pozostawili na powierzchni Srebrnego Globu niepotrzebne przedmioty i zabrane z Ziemi symbole. Były to buty, woreczki z fekaliami i skondensowany mocz, młotek geologiczny, aparat fotograficzny, kilkudniowy zapas jedzenia, płytka



Ślad buta Edwina Aldrina. Po prawej: księżycowy eksperyment sejsmiczny. Źródło: NASA



z wydrukowanym przesaniem od ludzkości, złota gałązka oliwna jako symbol pokoju, krzemowy dysk zapisem przesłania dobrej woli od kilkudziesięciu przywódców państw, członków Kongresu, a także amerykańska flaga. Ta ostatnia, jak na złość, przewróciła się podczas startu. Po udanym wodowaniu w Oceanie Spokojnym i przymusowej kilkunastodniowej kwarantannie (obawiano się możliwości skażenia biologicznego), mogli cieszyć się wyjątkowym spotkaniem z rodzinami, wywiadami z żądnymi sensacjami mediami, triumfalnymi przejazdami ulicami miast, honorami, odznaczeniami i wszystkim tym, co na najbliższe lata wypełniło im codzienny grafik.

Warto wspomnieć, że w związku z tranzytem wyłowionych z oceanu astronautów przez Hawaje, zostali oni poproszeni o wypełnienie deklaracji celnych z podaniem dokładnej trasy, jaką pokonali, oraz ładunku, który wwożą na terytorium Stanów Zjednoczonych. Jak można się domyślić, wpisali trasę Floryda — Księżyca, a do ocenia zgłosili księcyowe skały i pył. Do dziś nie wiadomo, czy był to tylko wysublimowany żart, czy rzeczywista biurokratyczna nadgorliwość. Astronauci stali się bohaterami narodowymi, gwiazdami telewizyjnymi, ambasadorem pokojowego wykorzystania przestrzeni kosmicznej. Członkowie załogi doczekali się szkół, parków i skwerów swojego imienia, znaczków pocztowych i niezliczonej ilości gadżetów ze swoimi podobiznami. Na cześć pierwszego udanego lądowania człowieka na Księżyco nazwę Apollo 11 otrzymało też jaskiniowe stanowisko archeologiczne w Namibii.



Spalone doszczętnie wnętrze modułu dowodzenia misji Apollo 1. Źródło: NASA



Prezydent Richard Nixon odwiedza załogę Apollo 11 podczas kwarantanny. Źródło: NASA

### A gdyby się nie udało?

Od początku ery kosmicznej katastrofy nieuchronnie wpisywały się na listę tragicznych kosztów postępu. Naczelnym wyzwaniem dla ekip śledczych było wyjaśnienie okoliczności każdego wypadku, co przyczyniało się do zmniejszenia prawdopodobieństwa kolejnego. Starano się ustalić ich przyczyny, wskazać winnych, wyciągać wnioski, uszczelniać procedury sprawdzające, minimalizować potencjalne straty. Bardzo istotny był też aspekt polityczny, który na decydentach wymuszał konieczność rzetelnego wytłumaczenia ewentualnych niepowodzeń przed opinią publiczną. W praktyce, najważniejsze stawało się uzyskanie możliwie obszernego materiału dowodowego z miejsca katastrofy. Ale jak temu sprostać, jeśli w grę wchodziła tragedia mogąca się wydarzyć ponad 380 tys. kilometrów od Ziemi? Wypadek Apollo 1, kiedy załoga jeszcze przed startem zginęła w pożarze modułu załogowego,

dał impuls do skupienia się nad takim wyposażeniem modułów CSM, aby poza realizacją programu naukowego można było wykonać niezbędne oględziny miejsca wypadku. Oczywiście chodziło o obserwacje z perspektywy orbity wokółksiężycowej, choć pojawiały się też sugestie wysyłania bezzałogowych próbników na miejsce wypadku. Z zastosowaniem nowoczesnego sprzętu optycznego dawało realną możliwość przeprowadzenia chociażby poszlakowego śledztwa. Załogi misji programu Apollo

posiadały więc wysokiej klasy kamery szwedzkiej firmy Hasselblad z zestawem różnoogniskowych obiektywów oraz specjalnymi kliszami do fotografowania w różnych warunkach oświetleniowych. Prowadzono nimi archiwizację nie tylko samego przebiegu zadań wykonywanych na powierzchni Księżyca, ale wprowadzono też odpowiednie procedury pozykiwania dobrej jakości zdjęć orbitalnych.

Możemy sobie zadać pytanie, co by się stało, gdyby misja Apollo 11 zakończyła się niepowodzeniem? Zabrzmi to zapewne brutalnie, ale rząd amerykański był doskonale przygotowany na ewentualność katastrofy rakiety nośnej czy innych okoliczności, które nie pozwoliłyby astronautom wrócić na Ziemię. Obawiano się szczególnie kłopotów, które uniemożliwią załodze lądownika wydostać się z Księżyca. W tym celu sporządzono „awaryjną” wersję



Kamera Hasselblad używana w programie Apollo. Źródło: NASA

przemówienia prezydenta, w którym informuje rodaków o śmierci załogi. Padają w nim słowa o braku możliwości udzielenia jej ratunku, o jedności ludzkości wobec ich nieszczęścia, że będą opłakiwani przez wszystkich ludzi dobrej woli na świecie, że loty na Księżyca nie zostaną wstrzymane, i tego typu patetyczne metafory. Na szczęście nigdy nie musiano skorzystać z owego przemówienia, choć tuż przed opuszczeniem powierzchni Księżyca doszło do uszkodzenia przełącznika, który był niezbędny do uruchomienia silnika. Aldrin przytomnie użył jednak długopisu jako dźwigni i usunął usterkę. Jak już wcześniej

wspomnieliśmy, prezydenckiej mowy pogrzebowej zdołano również uniknąć w przypadku misji Apollo 13, będącej o krok od tragicznego zakończenia. Przy nadludzkim wysiłku centrum w Houston i przytomności zdesperowanej załogi, zdołano ją sprowadzić na Ziemię, co stało się osiągnięciem porównywalnym z samym lądowaniem na Księżyco.

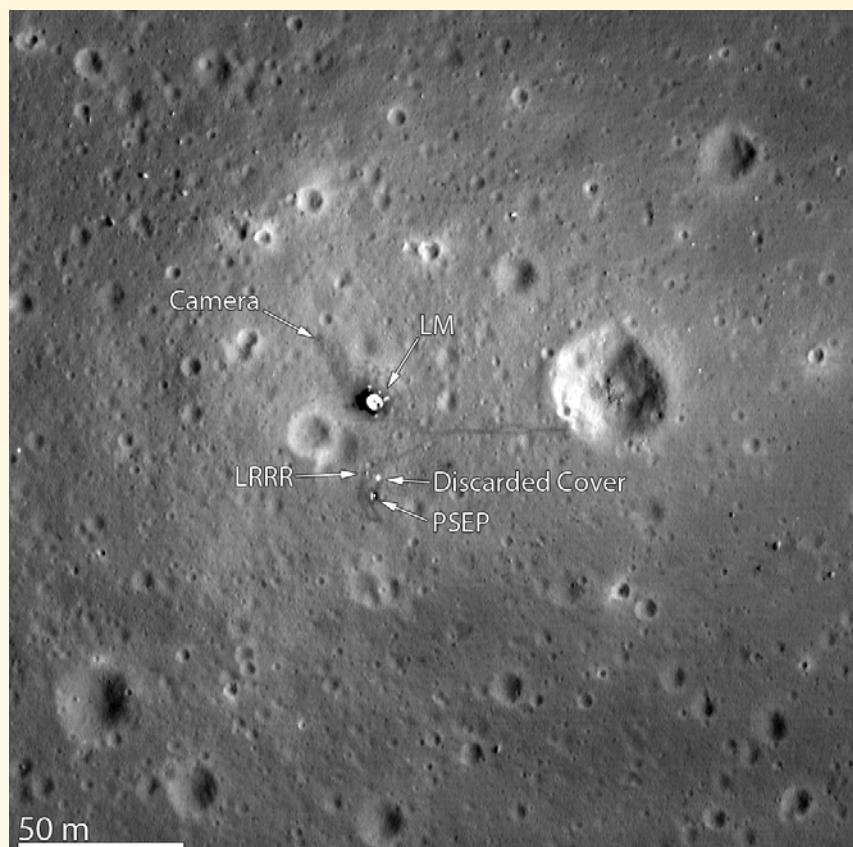
W uznaniu zasług i dla upamiętnienia dotychczasowych ofiar wyścigu w Kosmos, załoga misji Apollo 15 (1971) zabrała na Księżyca tabliczkę z nazwiskami czternastu radzieckich i amerykańskich astronautów, którym nie udało się przeżyć awarii statków kosmicznych lub naziemnych lotów treningowych. Do ofiar podboju Kosmosu zaliczyć trzeba również personel kosmodromów, który znalazł się w strefie rażenia eksplodujących rakiet. Tragicznym tego przykładem jest śmierć ponad 90 osób na kosmodromie Bajkonur, podczas testów balistycznej rakiety R-16 (1960). Żeby oddać sprawiedliwość, rakieta ta miała przeznaczenie *stricte* militarnie, gdyż służyła do przenoszenia głowic nuklearnych. Jak dobrze wiemy, późniejsze dekady również zebrały ponure żniwo w światowej kosmonautyce. Wystarczy wymienić katastrofy promów Challenger (1986) i Columbia (2003) czy chińskiej rakiety Chang Zheng 3B (1996), której szczątki spowodowały ofiary cywilne.

### Teorie spiskowe

Trudno omawiać program Apollo bez wcześniejszej atmosfery spisków



Adam Savage (z lewej) i Jamie Hyneman podczas obalania księżyccowych spisków. Źródło: Discovery Channel

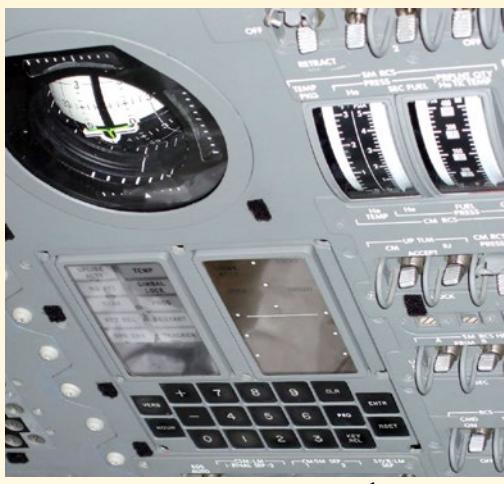


Fotografia wykonana z sondy LRO, potwierdzająca realność misji Apollo 11. Źródło: NASA

i alternatywnych teorii na jego temat. Przez lata liczne grono kontestujących twierdziło, że cała sprawa była zręczną rządową mistyfikacją. Zwracano uwagę na detale, które odbiegały od ponoć zdroworozsądkowej interpretacji faktów. Powiewająca na pozbawionym atmosfery Księżyca flaga, nienaturalna gra świateł i cieni wokół lądownika księżycowego, fałszywe próbki skał księżyccowych, zabójcze promieniowanie kosmiczne, symulowanie w studio warunków zmniejszonej grawitacji, sugestie, że fotografie z różnych misji mają podobne wzgórzę w tle, doskonałej jakości zdjęcia niemożliwe do wykonania w niewygodnych skafandrach czy ślady butów, które w warunkach suchego i szpikiego księżyccowego gruntu (pokrytego regolitem) powinny natychmiast się zatrzeć to tylko niektóre z bogatej listy wątpliwości. Oliwy do ognia dodał też rzekomo autentyczny wywiad ze Stanleyem Kubrickiem, w którym reżyser „2001: Odysei Kosmicznej” przyznaje, że brał udział w konspiracji, mającej podnieść reputację amerykańskiego programu kosmicznego i zdyskredytować dotychczasowe radzieckie sukcesy.

Zarzuty największego kłamstwa w dziejach astronautyki łatwo było

jednak weryfikować, wskazując na oczywiste nadużycia, skróty myślowe i przeinaczanie faktów. Co istotne, nawet w samym ZSRR, gdzie skompromitowanie zimnowojennego przeciwnika było mantrą bieżącej polityki, nie znalazł się nikt, kto byłby w stanie poświęcić swój autorytet naukowy, broniąc tezy o fałszerstwie. Kilka lat temu w dowcipny, a jednocześnie maksymalnie przejrzysty i wiarygodny sposób, z księżyccowymi spiskami rozprawili się Jamie Hyneman i Adam Savage, czyli telewizyjni Łowcy Mitów (*MythBusters*). Wyniki ich analiz i symulacji, w tym laserowego pomiaru odległości Ziemia-Księżyca z wykorzystaniem specjalnej macierzy odbałskowej pozostawionej na powierzchni satelity przez załogę lądownika, nie pozostawiają żadnych wątpliwości co do prawdziwości misji Apollo 11. W 2012 roku ostateczny kłam teoriom spiskowym zadała amerykańska sonda Lunar Reconnaissance Orbiter. Z wokółksiążycowej orbity sfotografowała ona miejsce lądowania Armstronga i Aldrina. Na fotografii doskonale widoczne są elementy księżyccowych eksperymentów naukowych, dolna część lądownika, kamera oraz ślady pozostałe przez spacerujących kilka dekad temu astronautów.



Apollo Guidance Computer. Źródło: NASA

### Z kalkulatorem na Księżyce?

W kontekście programów kosmicznych realizowanych przed epoką miniaturyzacji komputerów osobistych wielokrotnie można się spotkać ze stwierdzeniem, że lotów na Księżyce udawało się dokonać, dysponując komputerami o mocy obliczeniowej znacznie mniejszej od współczesnych kalkulatorów. Rzeczywiście, jeśli weźmiemy do ręki współczesny smartfon i wpiszemy dowolne hasło w wyszukiwarce internetowej, jego obsługa do momentu wyświetlenia wyników pochłonie prawdopodobnie więcej mocy obliczeniowej od całego programu Apollo zrealizowanego w latach 1961–1972. Na pokładzie Apollo 11 i kolejnych misji księżykowych znajdowały się dwa 32-kilogramowe komputery, oznaczone jako AGC (Apollo Guidance Computer). Jak powiedział jeden z jego twórców, trudniej było przekonać ludzi, że ów komputer będzie sprawny, niż go zaprojektować. Komunikacja z maszyną odbywała się za pomocą specjalnej klawiatury numerycznej z przyciskami funkcyjnymi, sprzążonej z wbudowanym obok wyświetlaczem.

Pierwsza jednostka AGC została zamontowana w module dowodzenia, druga w lądowniku księżykowym. Ich pamięć stała i kasowa, o pojemności odpowiednio 74 kB i 4 kB, bazowała na specjalnych rdzeniach ferrytowych, ręcznie oplatanych gąszczem cieniutkich miedzianych drucików. Tę tytaniczną pracę, siedząc w parach naprzeciw siebie, wykonały starsze wykwalifikowane pracownice zakładu włókienniczego. Na ich cześć, elementy pamięci nieformalnie nazwano LOL, czyli skrót od *little old ladies*. Jedna

z nich, na pytanie o dokładność i odpowiedzialność ciążąca na jej barkach kategorycznie stwierdziła, że astronauti mogliby być jej synami, zatem wykona swoją pracę tak dobrze, jak tylko jest w stanie. Co ciekawe, porównanie ówczesnych komputerów ze współczesnymi kalkulatorami... znajduje częściowo potwierdzenie! Niektóre z produkowanych obecnie specjalistycznych kalkulatorów, chociażby renomowanej firmy Texas Instruments, operują pamięciami rzędu kilkuset kilobajtów, a więc pojemnościami tego samego rzędu, co ich leciwi i jakże zasłużeni przodkowie.

### Podsumowanie

Ponoć podczas transmisji lądowania Apollo 17, w telewizji rozdzwoniły się setki telefonów od wściekłych widzów, którym uniemożliwiono obejrzenie meczu baseballowego. Słabnące zainteresowanie amerykańskich podatników kolejnymi misjami księżykowymi spowodowały, że ostatecznie anulowano loty Apollo 18, Apollo 19 i Apollo 20. Ostatnim aktem programu była wspólna, radziecko-amerykańska misja Sojuz-Apollo (1975), gdzie wykorzystano moduł CSM, który połączył się ze statkiem Sojuz 19. Ukazała ona realne możliwości współpracy naukowej ponad, wydawać by się mogło, niedającymi się pogodzić podziałami politycznymi. Był to wstęp do późniejszej współpracy w ramach lotów wahadłowców na stację MIR, a w kolejnych dekadach realizacji planów budowy Międzynarodowej Stacji Kosmicznej. Całkowity koszt programu Apollo wyniósł około 25 miliardów dolarów. Dwunastym i jak dotąd ostatnim człowiekiem, któ-

ry stąpał po powierzchni Księżyca, był Harrison Schmitt, pilot modułu księżykowego misji Apollo 17.

Podczas sześciu udanych lotów poznano i dostarczono na Ziemię blisko 382 kg skał księżykowych, dzięki którym doskonale poznaliśmy skład chemiczny satelity, jego budowę geologiczną, warunki panujące teraz i w odległej przeszłości. Są to jedne z najcenniejszych kamieni na naszej planecie, choć z naukowego punktu widzenia trafniej byłoby stwierdzić, że są po prostu bezcenne. Kilka drobin księżykowej materii znajduje się w naszym kraju. Pierwszą z nich, przywiezioną przez załogę Apollo 11, można do dziś podziwiać w ramach ekspozycji w Planetarium i Obserwatorium Astronomicznym w Olsztynie. Inny fragment,



Spotkanie załogi Apollo 11 z prezydentem Barackiem Obamą w 2009 r. Źródło: NASA/Bill Ingalls



Załoga Apollo 11 podziwia próbki skały księżykowej, którą przyniosła na Ziemię. Źródło: NASA

pochodzący z misji Apollo 17, jako dar Amerykanów dla narodu polskiego otrzymał swego czasu przewodniczący Rady Państwa Henryk Jabłoński. Niestety nie mamy dziś pojęcia, gdzie się ów wyjątkowy przedmiot znajduje. Trzeci księżykowy okruch, pochodzący również z misji Apollo 11, kardynał Karol Wojtyła otrzymał w darze od papieża Pawła VI. Według doniesień, dziś znajduje się w drzwiczach tabernakulum w kościele w Nowej Hucie, choć informacje o kosmicznym pochodzeniu kamienia wymagają potwierdzenia.

Z członków załogi historycznego lotu Apollo 11 żyją obecnie Edwin „Buzz” Aldrin i Michael Collins. Ich sędziwe grono uzupełniają inni świadkowie tej fascynującej epoki w dziejach badań Kosmosu, czyli astronauti pozostałych załogowych misji progra-

mu — Frank Borman i William Anders (Apollo 8), James McDivitt i Russel Schweickart (Apollo 9), Thomas Stafford (Apollo 10), Alan Bean i Richard Gordon (Apollo 12), James Lovell i Fred Heise (Apollo 13), David Scott i Alfred Warden (Apollo 15), John Young, Thomas Mattingly i Charles Duke (Apollo 16), oraz Eugene Cernan i Harrison Schmitt (Apollo 17). Nobliwi emeryci, w miarę sił i możliwości, wciąż podróżują z wykładami przypominającymi ich wyczyny, biorą udział w panelach dyskusyjnych, popularyzując astronautykę. Niezmiennie imponują witalnością i poczuciem humoru, mamy zatem nadzieję, że zdrowie będzie im dopisywać przez kolejne lata. W ich ślady pójdą niebawem kolejne pokolenia zdobywców przestrzeni kosmicznej, dla których, w odróżnieniu od pionierskich wypraw programu Apollo, loty ku Srebrnemu Globowi staną się codziennością.

### Wkład Polaków w realizację programu Apollo

Na koniec warto przypomnieć i podkreślić, że do sukcesów programu Apollo znacznie przyczynili się nasi rodacy, którzy po II wojnie światowej znaleźli drugi dom za oceanem. Ich nazwiska, jako zasłużonych dla badań i eksploracji Kosmosu, zostały wprowadzone do amerykańskiej Space Walk of Fame. Werner Ryszard Kirchner opracował specjalne paliwo dla księżycowego lądownika Eagle. Mieczysław Bekker skonstruował znane wszystkim czterokołowe pojazdy księżycowe, wykorzystywane w kolejnych misjach Apollo (15, 16, 17). Stanley Stanwyck-Stankiewicz prowadził badania nad prawidłowym składem powietrza w modułach załogowych misji. Eugeniusz Lachocki odpowiedzialny był za opracowanie wydajnych zasilaczy do urządzeń radiokomunikacyjnych i telewizyjnych. Dzięki nim załoga mogła utrzymywać stały kontakt z centrum lotów w Houston oraz archiwizować swój pobyt na Księżyku. Kolejny z Polaków, Wojciech Rostafiński, specjalista od silników rakietowych, wymyślił wysokowydajną pompę paliwa dla rakiety nośnej Saturn V. Bez ich zaangażowania, wiedzy, talentu i determinacji amerykański program kosmiczny z pewnością miałby znacznie utrudnione zadanie.

## Margaret Heafield Hamilton



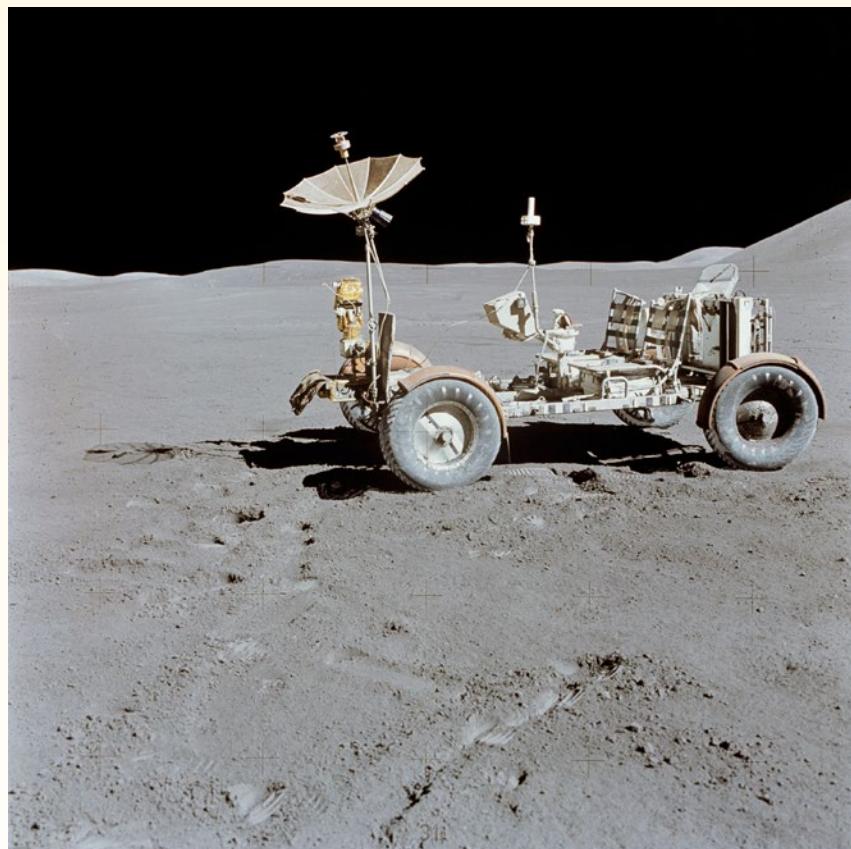
M. Hamilton przy dokumentacji programu nawigacyjnego dla programu Apollo, który napisała wraz ze swym zespołem MIT. Źródło: Draper Laboratory/Wikimedia Commons

22 listopada 2016 r. prezydent USA Barack Obama odznaczył Margaret Hamilton Medalem Wolności za jej pracę, która doprowadziła do opracowania pokładowego oprogramowania lotu księżycowej misji Apollo.

Hamilton pracę w NASA rozpoczęła w 1960 r. w wieku 24 lat. Osiem lat później kierowała już 400-osobowym zespołem jako dyrektor ds. inżynierii oprogramowania w Laboratorium Instrumentacji Massachusetts Institute of Technology.

W 1986 roku założyła i została dyrektorem generalnym Hamilton Technologies, Inc. Firma została stworzona w celu projektowania systemów i oprogramowania wg jej autorskiej koncepcji.

Kod misji Apollo został odtańziony i udostępniony w lipcu 2016 r. Zajmuje nieco ponad 3 megabajty.



Lunar Rover Vehicle konstrukcji Mieczysława Bekkera. Źródło: NASA/Dave Scott

Przemysław Rudź jest specjalistą w Departamencie Edukacji POLSA. Jego sylwetkę prezentowaliśmy w poprzednim numerze „Uranii”.



POLSKA  
AGENCJA  
KOSMICZNA

# Jak skonstruować łazika marsjańskiego – krótki poradnik

Poniżej znajduje się poradnik, jak rozpocząć pracę nad budową łazika marsjańskiego, a wiedza zawarta w tekście opiera się na praktycznych doświadczeniach zdobytych przez drużynę Raptors z Politechniki Łódzkiej w przeciągu ostatnich dwóch lat. Pamiętaj jednak że poniższe porady można zastosować do każdego innego projektu, jaki chciałbyś rozpocząć, a jego powodzenie w głównej mierze zależy od twojej własnej determinacji i zaangażowania w rozwijanie swoich pasji.

## Zbuduj drużynę

Nie bez przyczyny punkt ten znajduje się na samym początku porad, jakie mamy dla ciebie przygotowane. Zbudowanie zgranej drużyny jest zarazem najtrudniejszym, ale i najważniejszym elementem każdego projektu. Dlaczego to takie ważne? Odpowiedź jest bardo prosta. Ilość pracy, jaką musisz wykonać, aby powstał łazik marsjański, znacznie przekracza możliwości jednej osoby. Patrząc z innej strony, dwie osoby są w stanie zrobić dużo więcej niż jedna, a zatem cztery osoby wykonają dużo, dużo więcej zadań niż tylko ty sam. Oczywiście nie do końca zależność ta jest liniowa i przy coraz większej drużynie dochodzą dodatkowe problemy organizacyjne, czyli praca niewnosząca bezpośrednio wartości do projektu. Jednak bez wątpienia większa ilość osób zaangażowanych w projekt przekłada się na lepsze rezultaty w krótszym okresie czasu. Dla przykładu, w projektach NASA, bierze udział nawet kilka tysięcy osób jednocześnie — nie zrażaj się, każdy zaczynał od zera, a NASA to olbrzymia firma z długimi tradycjami. Ty zaczynasz dopiero swoją przygodę, na początku nawet dwie osoby mogą być założkiem silnej i zgranej drużyny w przyszłości. Patrz na to także z jeszcze innej strony: drużyna to twoi najlepsi kumple, z którymi spędzasz większość wolnego czasu. To oni mają Cię wspierać w chwilach zwątpienia.

Skoro już wiemy, że nasza drużyna musi liczyć co najmniej kilka osób, to teraz zastanówmy się, gdzie najlepiej rozpocząć poszukiwania nowych członków zespołu. Z doświadczenia możemy powiedzieć, że najlepiej szukać osób z podobnymi pasjami wśród swoich znajomych, np. ze szkoły. Pozwoli to na utrzymanie ciągłego kontaktu i ograniczenie pracy wkładanej w aspekty organizacyjne.

Jak już uda ci się zbudować załączek drużyny, zacznij zwracać coraz większą uwagę na pozyskiwanie osób z wiedzą i predyspozycjami, których brakuje pozostałym członkom drużyny, np. jeżeli większość zespołu to programiści, postaraj się znaleźć mechanika, który zaprojektuje hardware.

## Zaplanuj finanse projektu

Nie będziemy ukrywać, że przy budowie robota potrzebne są finanse, za które kupicie i wykonacie kolejne części łazika. Nasza druga wersja robota kosztowała około 30 tys. zł, ale to nie oznacza, że musicie mieć tyle środków na starcie. My także zaczynaliśmy od małej kwoty i z czasem piełliśmy się do góry.

Warto jednak wiedzieć, na czym stoicie. Na początku mogą to być wasze oszczędności, ale możecie zwrócić się także o pomoc do władz waszej szkoły, uczelni czy organizacji, w której działacie. Życzymy Wam jak najlepiej, ale doskonale znamy uczucie odbijania się od zamkniętych drzwi. Nie zniechęcajcie się słabymi rezultatami rozmów, ale pomyślcie nad własnymi rozwiązaniami. Może nie musicie koniecznie kupować tych superfałowych kół od robota, który zdobył 3 mistrzostwa świata pod rząd? Zastanówcie się, jaki tańszy zamiennik możecie znaleźć — przecież 2 cm w średnicy koła nie zrobią wielkiej różnicy, zwłaszcza na początku pracy.

Planowanie finansów projektu będzie na pewno trwać dłużej niż 1 dzień. Często będziecie zmieniać decyzje

na rzecz innych części, które okażą się ważniejsze dla waszego projektu. Zapisujcie wszystkie pomysły w formie tabelki i pamiętajcie, że koszta zazwyczaj są nieco większe, niż się podejrzewa na początku. Spalenie jednego układu wiąże się z dodatkowymi kosztami, więc musicie mieć niezagospodarowane środki na niespodziewane sytuacje.

Kiedy wasza praca zacznie być widoczna, tzn. będzie można zobaczyć pojedyncze części robota, można pokusić się o szukanie sponsorów. W tym celu znajdziecie firmy pasujące tematycznie do waszego projektu, np. elektroniczne, warsztaty czy mające swoją siedzibę w waszej okolicy. Zastanówcie się także, co możecie im zaproponować. Opracujcie list promocyjny swojej grupy, dbając przy tym o wygląd. Nie oszukujmy się, jeżeli coś nie działa (a na początku projektu na pewno wszystko nie będzie działać), ale wygląda dobrze, może odnieść taki sam, a nawet większy sukces wśród ludzi spoza branży „łazikowej”. Początkowe wrażenie przecież wszesze wyrabiamy sobie oczami.

## Zrób założenia projektowe

Na pewno macie swoje wyobrażenie robota w głowie, ale warto podzielić się nim z innymi członkami drużyny. Dzięki temu ominiecie późniejsze spory i problemy z niepasującymi do siebie elementami łazika.

Już na tym etapie pracy powinniście postanowić, jak dużego robota chcecie zbudować. Musicie kierować się tym, co łazik ma robić. W konkursach European Rover Challenge i University Rover Challenge jest wymagane, aby mógł badać glebę (to znaczy robot musi mieć narzędzie do jej pobrania), wykonywać różne operacje na panelu operatorskim (konieczny jest manipulator) czy pokonywać duże odległości w trudnym terenie (czyli łazik musi być zdolny do przejechania wysokich przeszkód w relatywnie krótkim czasie). Ustalcie wymiary robota, kierując się także kwestiami praktycznymi, o których można łatwo zapomnieć. Przykładowo, ważne jest, abyście mogli wynieść zbudowanego robota z budynku bez jego rozkręcania na części. Jeżeli ustalicie szerokość robota większą niż szerokość drzwi, na pewno kiedyś będziecie tego żałować.

Ponadto, zastanówcie się nad wagą maksymalną waszego łazika. Oczywiście w konkursach ta wartość jest ustalona (50 kg), jednak nie trzeba się jej sztywno trzymać, jeżeli wiemy, jakie są tego konsekwencje. Możecie ustalić, że waga robota będzie większa o 2 kg od dopuszczalnej, ale dzięki temu będziecie mogli wykorzystać moduł, który zapewni was maksymalną liczbę punktów w danej konkurencji. Z drugiej strony, możecie postawić na inne rozwiązanie lżejsze o 7 kg, co da was bonusowe punkty za wagę. Co więcej, będziecie mieli mniej do dźwigania.

Wbrew pozorom, etap ten jest bardzo ważny i warto poświęcić na niego trochę czasu. Myślenie: „Jak wyjdzie, tak wyjdzie”, czy „Okaże się w trakcie pracy” może się na was zemścić.

## Rozplanuj swoją pracę w czasie

Wiedząc, że musicie zbudować łazika, warto jest podzielić swoją pracę na kolejne etapy rozmieszczone w czasie. Nie



Assistance – podczas wykonywania zadania

musicie określać dokładnych dat, kiedy dana rzecz będzie wykonana, ale przydatne jest określenie tego w formie tygodni lub miesięcy. Plan pracy zapiszcie w arkuszu kalkulacyjnym lub stwórzcie wykres Gantta. Dzięki takiemu zabiegowi, będziecie wiedzieli, jak daleko jesteście w swoim projekcie i czy macie szansę wykonać go na czas.

Oczywisty jest fakt, że możecie zaplanować jedną czynność na dłuższy czas niż był tak naprawdę wymagany. Wtedy powinniście usiąść i czekać, aż nadjejdzie czas na kolejny etap pracy. Uwierzyliście w to? W tego typu projektach nigdy nie ma za dużo czasu. Kiedy uda wam się coś wykonać szybciej, powinniście zaktualizować wasz plan działania i rozpoznać kolejny etap pracy. Co w przypadku przeciwnym? Na pewno nie powinno to podciągnąć waszych skrzydeł. Musicie być świadomi opóźnienia, ale pamiętajcie, że robicie coś sami z własnej inicjatywy, często dopiero ucząc się tego. Poprawcie założenia uzyskanych efektów w czasie i nie poddawajcie się!

### Podziel zadania między członków drużyny

Tak jak już zostało wspomniane w punkcie pierwszym tego poradnika, im większa ilość osób w drużynie, tym więcej pracy organizacyjnej musisz wykonać. Jako kierownik zespołu tak naprawdę jesteś managerem małej „firmy” i to ty musisz zadbać o to, aby każdy miał co robić. Podział zadań to tylko początek, teraz wspólnie jako drużyna musicie trzymać się wyznaczonego terminarza i razem rozwiązywać napotkane problemy. Nadzorowanie postępów prac jest bardzo ważne i pozwala rewidować wstępne założenia z uzyskowanymi efektami. Pozwoli to wam na zmianę trefnych koncepcji, zanim będzie za późno. Starajcie się jednocześnie rozwijać wszystkie aspekty projektu, jak mechanika, elektronika i programowanie, pozwoli to na szybsze ukończenie prac nad robotem oraz dostosowywanie konstrukcji do np. komponentów elektronicznych.

### Korzystaj z gotowych elementów

Zanim rozpoczęnisz projektowanie, polecamy przejść się do lokalnych sklepów budowlanych lub rozejrzeć się po internetowych sklepach specjalistycznych i zastanowić się, jakie elementy jesteście w stanie wykorzystać do budowy waszego robota. Może brzmi to dla niektórych banalnie, jednak nie ma sensu projektować od zera, np. łożyska, silnika lub innych popularnych elementów mechanicznych lub elektronicznych. Co więcej, to my bardzo często w naszym projekcie musimy dostosować się do istniejących standardów mechanicznych i elektronicznych. Może w niektórych sytuacjach będzie to pewne ograniczenie, jednak trzeba pamiętać, że wykorzystywanie gotowych elementów i zabudowanie ich w naszej konstrukcji znacznie skróci czas, jaki będziecie potrzebować na zaprojektowanie i potem skompletowanie potrzebnych podzespołów.

Pamiętaj, że kupno gotowych elementów, jakie drogie one by nie były, bardzo często jest znacznie bardziej opłacalne ekonomicznie, może brzmi to trochę paradoksalnie, jednak nasz czas też jest cenny, a na pewno nikt nie chce spędzić roku, projektując tylko prowadnice lub silnik.

### Dobierz koła i silniki

Przy projekcie łazika proponujemy rozpocząć pracę od wyboru kół i silników, jakie zastosujecie w swoim robocie. Na podstawie założeń projektowych już wiesz, jaki rodzaj przeszkodek wasz robot będzie musiał pokonywać, tym samym możesz ustalić przedział średnic i szerokości koła oraz rodzaj bieżnika, jaki pozwoli je pokonać. Z tej informacji możesz wywnioskować również, jak duży moment muszą mieć użyte przez ciebie silniki z przekładnią. Pamiętaj jednak, że moc silników w dużej mierze jest uzależniona od ich wagi, a zwiększaając moment za przekładnią, redukujesz prędkość obrotową. W związku z czym postaraj się dobrą jak najlepszy stosunek między prędkością, momentem i wagą silnika, który pozwoli sprawnie poruszać się twojemu łazikowi.

Teraz jeden z ważniejszych etapów, czyli poszukiwanie rozwiązań. Oczywiście silniki musimy kupić gotowe, najlepiej zintegrowane z przekładnią. Często rozwiązania te nie są tanie, jednak czasem lepiej zainwestować troszeczkę więcej, a dostać w zamian solidne wykonanie. Silniki w większości można znaleźć na różnego typu aukcjach internetowych.

Wśród drużyn budujących łaziki marsjańskie możemy znaleźć głównie trzy typy ogumienia, jakie są wykorzystywane. Pierwszym z nich są koła od modeli RC, które w większości można znaleźć w polskich i zagranicznych sklepach internetowych. Na pewno minusem tego rozwiązania jest stosunkowa wysoka cena, w zamian jednak dostajemy bardzo dobre parametry jezdne kół i bardzo dobre wykonanie. Kolejnym typem kół, jaki jest spotykany, choć w ostatnich latach wychodzi już z kanonu, jest wykorzystanie kół od taczki ogrodowej — możemy je znaleźć praktycznie w każdym sklepie budowlanym. Choć wydaje się to paradoksalne, aby używać kół od taczki do łazika marsjańskiego, jednak idzie za tym wiele plusów, do podstawowych można zaliczyć bardzo niską cenę lub średnicę pozwalającą pokonywać nawet bardzo duże przeszkodeki. Oczywiście koło to posiada też swoje minusy, jak dużą wagę, niepotrzebne łożyskowanie osi oraz mało agresywny bieżnik. Trzecim typem są koła stworzone przez was samych. Niewątpliwym plusem tego rozwiązania jest dostosowanie parametrów koła do własnych potrzeb. Trzeba jednak pamiętać, że rozwiązanie to wymaga dużego nakładu pracy i wcale nie musi być tańsze od kupna gotowych kół, a jednocześnie uzyskane efekty wcale nie muszą być zadowalające. Dlatego nie polecamy tej drogi dla drużyn poczynających.

### Zaprojektuj zawieszenie



Blind – przykład zawieszenia Rocker-Bogie

Skoro już wiesz, jak duże koła posiadasz, znacznie łatwiej dostosujesz do ich wielkości zawieszenie. Ten element zazwyczaj będziesz musiał w całości zaprojektować sam, jednak nie to jest najważniejsze, tak naprawdę w ostateczności twój robot nie musi posiadać żadnego zawieszenia. Przede wszystkim zastanów się, jaki typ zawieszenia zastosujesz w swoim robocie i zrób rozpoznanie wśród innych drużyn budujących łaziki marsjańskie. W większości można wyróżnić dwa typy zawieszenia wykorzystywane przez drużyny na całym świecie. Pierwszym z nich jest użycie zawieszenia opartego na wahaczach. Konstrukcja ta jest stosunkowo prosta i na pewno bardzo dobrze sprawdza się przy szybko poruszającym się robocie, do głównych minusów można jednak zaliczyć słabe pokonywanie dużych przeszkód i szansę przewrócenia robota podczas pokonywania grani. Drugi przypadek to zawieszenie typu rocker-bogie, które często można spotkać w różnych odmianach. Zawieszenie to zdecydowanie najlepiej sprawdza się w bardzo trudnym terenie i pokonanie nawet najtrudniejszej przeszkody nie powinno stanowić problemu. Jednak razem z plusami idą minusy, w szczególności klasyczne rocker-bogie słabo sprawdza się przy dużych prędkościach, oprócz tego, mimo prostej konstrukcji mechanicznej trudno jest utrzymać dużą sztywność. Oczywiście są to tylko pewne propozycje i pamiętaj, że nikt nie powiedział, iż nie da się wymyślić czegoś lepszego.

### Zbuduj korpus

Prawdopodobnie masz już koła i zawieszenie. Jesteśmy w połowie drogi do skonstruowania części mechanicznych. Korpus to jednak tylko formalność, owszem będziesz musiał go zaprojektować we własnym zakresie, jednak w ostateczności może być to tylko płyta, do której przymocujesz, zawieszenie i pozostałe elementy elektroniczne. Warto jednak poświęcić tutaj trochę więcej uwagi i zabudować wszystko w zamkniętej formie. Pozwoli to uatrakcyjnić swoją konstrukcję, ale — co ważniejsze — zabezpieczyć wrażliwą elektronikę przed możliwością uszkodzenia.

### Dobierz komputer pokładowy

Gdy już skonstruowałeś mechanikę, pora skupić się nad problemami programistycznymi i elektronicznymi. Oczywiście mamy nadzieję, że tak podzieliłeś zadania, że równocześnie rozwijałeś mechanikę, elektronikę i programowanie. Jednak wracając do sedna, komputer pokładowy ma być sercem sterującym całym robotem. Na początku na pewno nie będziecie potrzebować superkomputera, dlatego głównie zwrócić uwagę na prostotę programowania, wsparcie producenta, otwartą architekturę oraz łączenie warstwy niskopoziomowej z warstwą wysokopoziomową, czyli czy jesteście w stanie łatwo zaprogramować pojedyncze piny sterujące elektroniką mocy, ale również napisać oprogramowanie do komunikacji i wyświetlania informacji o stanie robota.

Tak jak wspomnialiśmy, moc na pewno nie powinna być głównym wyznacznikiem na początku, jednak jej dostateczny zapas pozwoli ciągle rozwijać złożoność oprogramowania



Druga wersja robota Raptors



Sample2 – trzecia wersja robota Raptors

i dodawać kolejne moduły zwiększające możliwości waszego robota bez konieczności wymiany komputera pokładowego.

Na rynku istnieje bardzo dużo układów rozwojowych z bardzo przyjaznym środowiskiem programistycznym, niską ceną i mocą obliczeniową zbliżoną do starszej klasy komputerów PC. Można na nich instalować systemy, takie jak Windows lub Linux, a jednocześnie pozostawiają możliwości obsługiwanego warstwy niskopoziomowej i sterowania sygnałami pinów wyjściowych. Rynek ten w ciągu ostatnich lat bardzo dynamicznie się rozwija i można znaleźć przynajmniej kilkadziesiąt rozwiązań, które z powodzeniem sprawdzają się w świecie robotyki.

### Dobierz komponenty elektroniczne

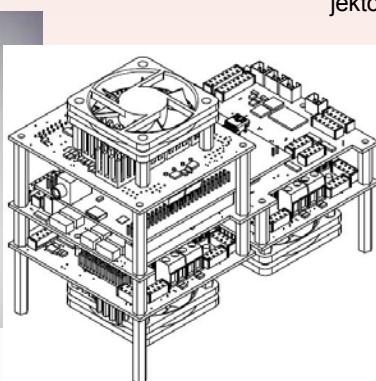
No to wpadliśmy do jaskini lwa. Jak się odnaleźć w tej całej elektronice? Przecież są miliony elementów, które mogą wykorzystać, czy na pewno to, co znajdę, będzie najlepsze? Spokojnie. Z każdej sytuacji można wybrać obronną ręką. Na pewno nie podchodźcie do tego tematu w funkcji najlepsze/najgorsze i w miarę możliwości starajcie się nie projektować elektroniki do waszego robota od zera. Znacznie

lepiej na początku na spokojnie ustalić, jakie układy elektroniczne będą musiały się znaleźć na robocie, czyli np. sterownik silników z mostkiem H, enkoder, kamer itd. A później sukcesywnie wyszukiwać gotowych rozwiązań w internecie, na pewno wszystko znajdziecie, jak dobrze poszukacie. Zapewne będziecie musieli liczyć się z pewnymi kompromisami, jednak pozwoli to wasm zaoszczędzić dużo czasu, zdobyć niezbędne doświadczenie elektroniczne oraz definitelywnie obniżyć koszty, a chyba nikogo nie zaboli, że kupiona płytka będzie miała inny kolor niż założyliśmy.

Jak już troszczek się odnajdziecie w tym niebezpiecznym świecie diod, tranzystorów, przekaźników i mikroprocesorów, możecie pokusić się o za-



Sterownik silników



Układ elektroniczny

projektowanie własnego układu, spersonalizowanego w stu procentach pod wasze wymagania. Liczcie się jednak, że jest to trudny kawałek chleba i wymaga dużego nakładu pracy.

### Zintegruj podzespoły

Robotyka jest jedną z najbardziej interdyscyplinarnych dziedzin nauki, jaka istnieje, a ostateczny sukces zależy od skutecznego połączenia ze sobą elementów elektronicznych, mechanicznych i oprogramowania, które steruje całym robotem. Często usterka lub błąd w działaniu nawet najmniejszej części może być tragiczny w skutkach i spowodować unieruchomienie twojej konstrukcji na długie godziny, dlatego poprawne zintegrowanie ze sobą tych wszystkich elementów jest kluczem do sukcesu.

Przemyślany projekt i współpraca członków drużyny powinna znacznie ułatwić ten etap, jednak na pewno nie nastawiaj się na łatwą przeprawę. Bardzo często okazuje się, że integracja układów zajmuje tyle samo czasu, co ich projektowanie. Bez wątpienia jest to żmudna praca, gdzie efekty nie są widoczne od razu. Nie zrażaj się — każdy, zanim uruchomił swojego robota, musiał przez to przejść, a co więcej, możemy z własnego doświadczenia powiedzieć, że nie tylko raz.



Zgrana drużyna

Jesteście już na samym końcu drogi do uruchomienia własnego robota, dlatego poddanie się na tym etapie na pewno nie wchodzi w grę. Jeżeli nie możesz przejść jakiegoś problemu, nie zrażaj się, odłóż go na jakiś czas i spróbuj rozwiązać inny, a może przypadkowo, np. w internecie znajdziesz rozwiązanie tego problemu. Innym dobrym podejściem jest przekazanie problemu innej osobie, jej świeże podejście i brak „uprzedzeń” może spowodować, że bardzo szybko wpadnie na coś, czego ty nie brałeś nawet pod uwagę.

### Uruchom robota i testuj

Jeżeli pomyślisz przeszliście poprzedni podpunkt, jesteście już na ostatniej prostej do uruchomienia własnego robota. Na pewno punkt ten będzie tylko przyjemnością, jednak pamiętajcie, że nie znacie jeszcze waszej konstrukcji i nie wiecie, jakie figle może wasm spłatać. Dlatego polecamy przygotowanie procedury startowej, gdzie po kolei opiszecie, w jakiej kolejności i jak będziecie testować funkcjonalności waszego robota. Dzięki temu na pewno unikniecie wielu awarii, a co więcej, część z nich będzie mogli usunąć, zanim się pojawią. Z innej strony, stopniowe uruchamianie pozwoli wasm zobaczyć, jakie słabe strony ma wasz robot i zwrócić na nie uwagę podczas normalnego użytkowania. Gdy już w pełni uruchomicie robota, czas przejść do testów. Dobre przygotowanie do zawodów na pewno przełoży się na lepszy wynik, jaki potem uzyskacie — można porównać to

do sytuacji sportowca, gdzie start jest tylko krótką odskocznią od treningów.

### Rozwijaj swoją konstrukcję

Kiedy macie już pierwszą działającą wersję swojego łazika, możecie zastanowić się nad kolejnymi pracami. Przyrzyjcie się słabym punktom swojej konstrukcji i pomyślcie, jak można je ulepszyć. Nie bójcie się zmieniać tego, co działa, jeżeli wiecie, że będzie lepiej. Jeżeli nie jesteście do końca przekonani, spróbujcie wykonać to na osobnych częściach, tak aby oryginalne pozostały bez zmian.

Oprócz poprawiania kiepskich rozwiązań, możecie skupić się też nad nowymi modułami robota. Manipulator i próbnik są wymagane pod względem konkursów łazików, jednak wasza kreatywność nie jest w żaden sposób ograniczona. Robot może przecież brać udział w innych zawodach, a jego przystosowanie do określonych zasad może nie być takie trudne.

### Baw się dobrze

To jest najważniejsza rada od nas! Pamiętajcie, że budowa łazika to nie tylko starty w konkursach i chęć wygranej. Nie popadajcie w rywalizację i w ślepe patrzenie w jednym kierunku. Udział w takim projekcie ma być dla was zabawą i sposobem pozyskania nowych umiejętności. Współpracując z członkami swojej drużyny, stajecie się przyjaciółmi. Dzięki temu wszelkie niepowodzenia zniesiecie dużo łatwiej. Nasz pierwszy start w European Rover Challenge odbył się bez łazika, ponieważ nie zdąliśmy uruchomić go na czas. Mimo to, wszyscy razem pojechaliśmy na konkurs i zmotywowaliśmy się nawzajem do dalszej pracy. Skutkiem tego są nasze tegoroczne sukcesy (5 miejsce w konkursie University Rover Challenge i 1 miejsce w European Rover Challenge) oraz paczka naprawdę zgranych ludzi. Życzymy Wam, żeby już sam start w konkursie był dla was świetną okazją do świętowania.

Powodzenia!

Mateusz Kujawiński  
Karolina Nowak  
Kacper Andrzejczak

## Drużyna Raptors

Drużyna Raptors została założona w maju 2014 r. na Politechnice Łódzkiej na Wydziale Elektrotechniki, Elektroniki, Informatyki i Automatyki. Składa się z siedmiu studentów i mentora prof. PŁ Grzegorza Granosika, których połączyla pasja do robotyki i Kosmosu. Ponadwutkrotna praca nad łazikiem zaowocowała pasmem sukcesów, a największymi była wygrana zawodów European Rover Challenge 2016 oraz zajęcie piątego miejsca w University Rover Challenge 2016. Więcej informacji na temat drużyny możecie znaleźć na fanpage'u #plraptors.



Drużyna Raptors po zajęciu pierwszego miejsca na European Rover Challenge 2016

# Nihil novi w ciemnej materii

Ciemna materia to hipotetyczna materia, która nie emisuje promieniowania elektromagnetycznego (np. światła). O jej istnieniu można wnioskować jedynie na podstawie oddziaływań grawitacyjnych. Uważa się, że ciemnej materii jest we Wszechświecie kilkakrotnie więcej niż materii zwykłej (widzialnej). Astronomowie i fizycy na różne sposoby próbują sprawdzić, czy rzeczywiście istnieje i wyjaśnić, z czego jest zbudowana. Oto przegląd koncepcji na temat tego tajemniczego składnika Wszechświata.

**N**iewątpliwie najpoważniejszym problemem nauki XXI wieku jest pytanie, z czego składa się Wszechświat, czyli w praktyce czym jest materia nie będąca tym, czym zajmują się chemicy. Warto przypomnieć, że przez praktycznie cały XX w. aksjomatem nauki było to, że „cała materia we Wszechświecie występuje w formie atomów i cząsteczek”. Można dodać, że powyższe przekonanie jest nadal powszechnie wśród przyrodników, nie mówiąc o technikach i humanistach. Dlatego, mimo że problem jest dobrze znany i opisany, warto go przypomnieć i krótko zreferować. Pretekstem do przypomnienia i podsumowania aktualnego stanu wiedzy na ten temat może być ukazanie się w *Nature* suplementu do numeru z 29 września, poświęconego temu zagadniemu (wszystkie cytowania opisane jedynie nazwiskiem Autora i numerem strony odnoszą się do tego suplementu).

I od razu można stwierdzić – nic nowego i rewelacyjnego. Wiedza o zawartości naszego Wszechświata najwyraźniej przyjasta niesłuchanie wolno i mimo sporej ilości prac oraz niemałego wysiłku, również finansowego, ilościowo główną częścią naszej wiedzy są znane od dawna informacje negatywne, czyli czym ta materia nie może być. Na początek przypomnijmy, skąd się wziął problem. Otóż już w latach 30. ubiegłego wieku Fritz Zwicky zauważył, że prędkości gwiazd w galaktykach sugerują brak ich grawitacyjnego związania z galaktyką. Konkretnie, prędkości gwiazd są praktycznie stałe i wynoszą w każdej galaktyce około 200 km/s, niezależnie od odległości od centrum macierzystej galaktyki, co nazywa się płaską krzywą rotacji.

## Argumenty za ciemną materią

Z podstawowego wzoru, przy założeniu symetrii sferycznej i kątowości orbity gwiazdy (ale te założenia nie zmieniają konkluzji),

$$\frac{v^2}{r} = \frac{GM(r)}{r^2} \quad (1)$$

otrzymujemy, że jeżeli  $v = const.$ , to

$$M(r) = \frac{v^2 r}{G}$$

czyli masa wewnętrz orbitalny gwiazdy rośnie liniowo wraz z promieniem orbity, a galaktyka nie ma granic – cała objętościowa z  $M(r)$  jest rozbieżna! Porównując to z obserwacyjnym faktem, że jasność, a więc i masa świecąca, maleje eksponencjalnie z odlegością od centrum galaktyki, dochodzimy do wniosku,

## Jak samodzielnie sprawdzić krzywą rotacji Galaktyki?

Kto nie wierzy, może sam to sprawdzić. Wystarczy się „wprosić” na jeden z krakowskich radioteleskopów udostępnianych osobom zewnętrznym (m.in. nauczycielom) i zdalnie sterowanym przez internet. Nie trzeba więc jechać do Krakowa, a „wprosić” się można też przez internet. Po uzyskaniu przydziału czasu można, mierząc przesunięcie dopplerowskie linii wodoru w różnych kierunkach, uzyskać krzywą rotacji Drogi Mlecznej.

Szczegóły: <http://www.oa.uj.edu.pl/hou/>

że w zewnętrznych obszarach galaktyk jest jakaś nie świecąca, czyli ciemna, materia. Oczywiście można również założyć, że to prawo grawitacji trzeba zmodyfikować. Takie teorie były rozwijane (i są nadal!) można szukać pod hasłem MOND), ale ich siła wyjaśniająca wydaje się umiarkowana.

Przy nieco dokładniejszych rachunkach i pomiarach, m. in. przy bardziej realistycznych założeniach co do rozkładu materii, można oszacować, że masa ciemnej materii w przeciętnej galaktyce jest rzad wielkości większa od masy świecącej. I to jest pierwszy argument za jej istnieniem. Drugi wynika z analizy równań Einsteina zastosowanych do Wszechświata. Otóż wnioskiem z analizy tych równań jest to, że aby Wszechświat istniał „rozsądny” okres, gęstość materii musi być bardzo bliska tzw. gęstości krytycznej. Gdyby było inaczej, Wszechświat albo by się rozleciał, albo zapadł w osobliwość w ciągu na tyle krótkiego czasu, że właściwie nic by w nim nie mogło powstać. Ponieważ w naszym Wszechświecie mamy gwiazdy i galaktyki, a i sami istnijemy w skali „naturalnej”, czyli plankowskiej<sup>1</sup>, niesłuchanie długo, to Wszechświat powinien mieć wspomnianą gęstość krytyczną wynoszącą

$$\rho = \frac{3H^2}{8\pi G} \quad (2)$$

gdzie H jest stałą Hubble'a, a G newtonowską stałą grawitacji. Wzór (2) jest poprawny dla całego okresu istnienia Wszechświata, a H jest funkcją czasu kosmicznego. Podstawiając do (2) współczesną wartość H, otrzymujemy całkiem sporą gęstość rzędu  $10^{-26} \text{ kg/m}^3$ , czyli energetycznie około dżula na kilometr sześcienny, przeszło dziesięciokrotnie przekraczającą wszelkie możliwe oszacowania ilości widocznej w przyrządach materii. Warto podkreślić „widocznej w przyrządach”, co oznacza inaczej: „oddziałującej elektromagnetycznie”, bo wszystkie nasze przyrządy do badań odległego Kosmosu, przynajmniej jak na razie, działają na zasadzie elektromagnetycznej. Zarówno teleskopy typu optycznego, jak i radiowego, rejestrują jedynie materię oddziałującą elektromagnetycznie. Materia nie oddziałująca w ten sposób może być rejestrowana jedynie pośrednio, tak jak to „rejestruje” ciemną materię w galaktyce wzór (1), mierząc jej wpływ na ruch gwiazd w galaktyce.

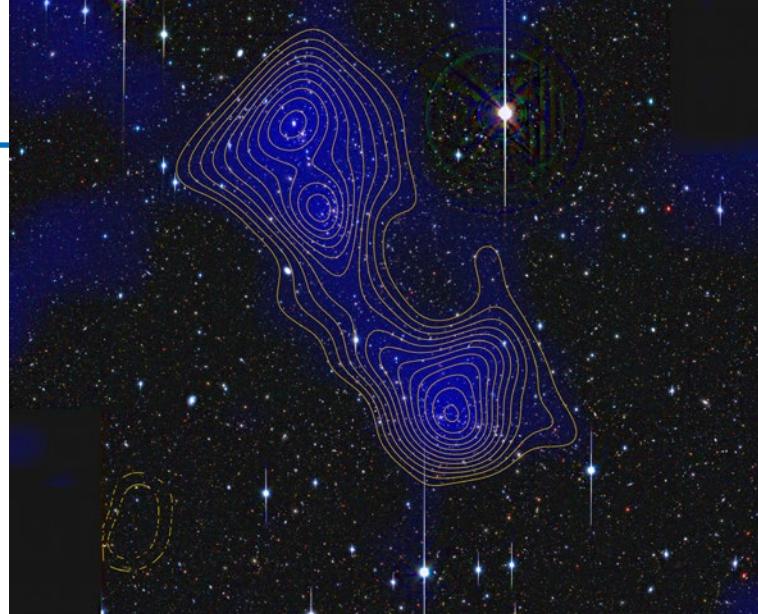
Ciemna materia może również wpływać grawitacyjnie na światło. Światło odległych galaktyk, przechodząc w pobliżu skupisk ciemnej materii, uginie się, ujawniając nie tylko ilość, ale i rozkład ciemnej materii. Tego rodzaju badań robi się sporo i są bardzo przekonujące – na obrazach stworzonych w wyniku pomiaru soczewkowań grawitacyjnych widzimy rozkład ciemnej materii. Przykładem tego typu badań jest doniesienie J.P. Dietricha i in. (*Nature* 487 (2012), s. 202) o istnieniu „mostu” ciemnej materii między składnikami gromad galaktyk Abell 222/223 (z = 0,21, rozmiar kątowy mostu około 14 minut łuku). Z pomiarów promieniowania rentgenowskiego i masy soczewkującej oszacowano, że ilość gazu, a więc normalnej materii, w owym moście nie przekracza 9%. Stąd wniosek, że gromady te łączy smuga składająca się głównie z ciemnej materii. Można dodać, że wśród wyników tego typu badań są i skupiska ciemnej materii nie związane z galaktykami, co interpretuje się jako „ciemne galaktyki”. Dosyć liczne tego typu badania przekonują, że ciemna materia jest realnie istniejącym składnikiem naszego Wszechświata.

<sup>1</sup> Czas Plancka to około  $10^{-43}$  sekundy, bardzo mały nawet w skali życia cząstek elementarnych.

Pod koniec lat dziewięćdziesiątych do tego obrazu doszedł jeszcze jeden element. I powiedzmy jasno, raczej szokujący. Otóż, mierząc przesunięcie ku czerwieni galaktyk w funkcji ich odległości, stwierdzono (S. Perlmutter i in., *Nature* 391 (1998), s. 51, J. Glanz, *Science* 278 (1997), s. 799), że „prędkość ucieczki”<sup>2</sup> maleje z wiekiem Wszechświata wolniej niż należałoby się tego spodziewać. Jak wszyscy wiemy, zasadniczą własnością grawitacji jest to, że przyciąga. Dlatego galaktyki w wyniku tego przyciągania powinny wraz z upływem czasu kosmicznego „uciekać coraz wolniej”. A nie zwalniają, a przynajmniej zwalniają wolniej, niż wynikłoby to z przyciągania grawitacyjnego. W literaturze można nawet spotkać dość myjące określenie, że prędkość ekspansji Wszechświata rośnie. Otóż, opisująca ową prędkość stała Hubble'a nie rośnie, tylko stabilizuje się i dąży do stałej. Ścisłe mówiąc, stwierdzenie „dąży do stałej” oznacza opowiadanie się za koncepcją stałej kosmologicznej. Koncepcja wydaje się dość popularna (np. B. Schmidt s. 205 i *Nature* t. 489 (2013), s. 179), więc i stwierdzenie nie wydaje się zbyt odległe od powszechnych poglądów. Dążenie do stabilizacji ekspansji Wszechświata należy więc rozumieć jako dążenie tej stałej do określonej wartości. Interpretacja „przyspieszania ekspansji” wynika z tego, że we Wszechświecie o stałej wartości  $H$ , przestrzeń oddzielająca od siebie dwa punkty (np. galaktyki) narasta proporcjonalnie do ich odległości. A więc gdy odległość ta rośnie, rośnie również „prędkość ich oddalania” (wyrzucając z czasem tak oddalające się galaktyki poza horyzont). I dlatego niektórzy mówią o przyspieszaniu „uiteczki galaktyk”. Można by to podsumować mówiąc, że prędkość ucieczki galaktyk wzrasta przy dążeniu do stałej tempa ekspansji Wszechświata.

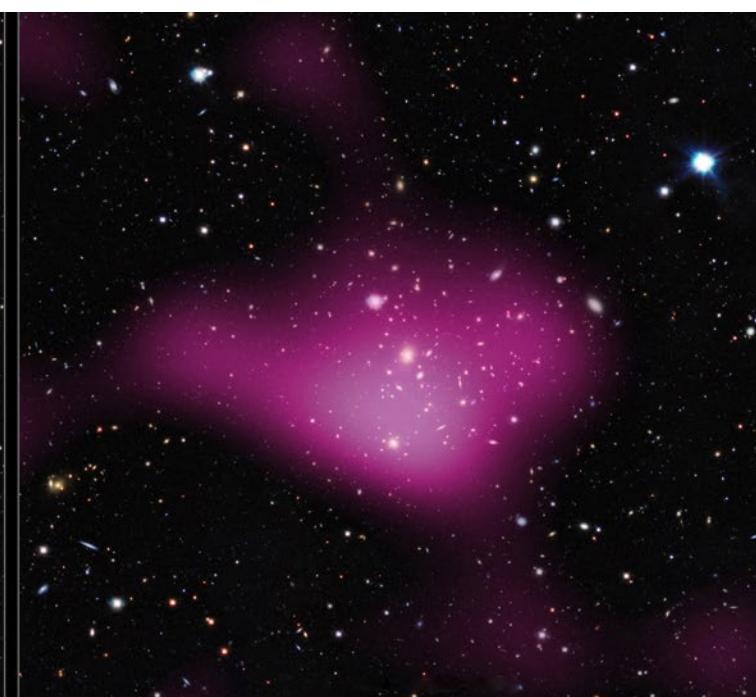
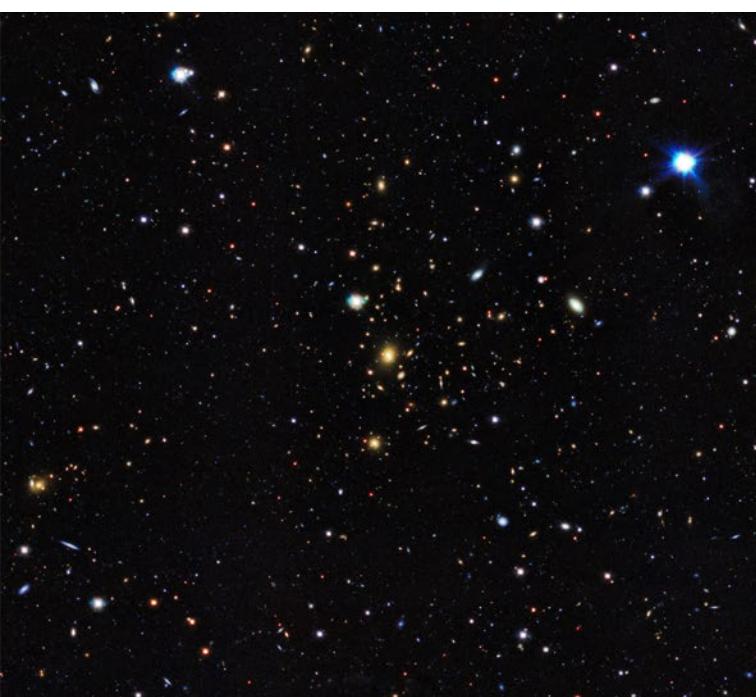
Współcześnie można zmierzyć dosyć dokładnie wartość  $H$  w funkcji czasu. A przynajmniej uważa się, że zostało to realnie zrobione, czego dowodem jest przyznanie za tego typu pracę Nagrody Nobla (2011 rok, S. Perlmutter, A. Riess i B. Schmidt). W takim przypadku, korzystając z równania (2), zwanego równaniem Friedmana, można wyliczyć gęstość Wszechświata w funkcji

<sup>2</sup> Cudzysłów wynika stąd, że owa prędkość ma niewiele wspólnego z tym, co nazywamy prędkością. To nie galaktyki się przesuwają, a „peczętnie” przestrzeń między nimi.



Zdjęcie dwóch gromad galaktyk, Abell 222 i Abell 223, wykonane przy pomocy teleskopu Subaru. Zaznaczono na nim rozmieszczenie ciemnej materii (niebieskie obszary oraz żółte kontury) Mapę sporządzono na podstawie analizy soczewkowania grawitacyjnego ponad 40 tys. galaktyk tła. Widać most ciemnej materii łączący obie gromady galaktyk. Wyniki badań opublikowano w 2012 r. Źródło: Jörg Dietrich, University of Michigan/University Observatory Munich

czasu. I odpowiednio do funkcji  $\rho(t)$  dopasować właściwości materii zawartej we Wszechświecie tak, by równanie było spełnione. Inaczej mówiąc, „namieszać” materii w takich proporcjach, by wszystko się zgadzało. Według tekstu wstępnego do wspomnianego wyżej suplementu do *Nature*, 4,9% materii to zwykła, czyli barionowa (chemiczna) materia. 26,8% to ciemna materia, czyli materia o zbliżonych do „normalnej” właściwościach, ale nie reagująca elektromagnetycznie. 68,3% to coś, co nazywa się „ciemną energią”, która nie tylko, że nie oddziałuje ze światłem, to jeszcze wykazuje „ujemne ciśnienie”, powodujące, że mimo ekspansji Wszechświata, czyli wzrostu objętości, jej gęstość nie zmienia się (stała kosmologiczna), a w każdym razie zmienia się wolniej niż wzrost objętości (tzw. kwintesencja). Problem ciemnej energii pozostawmy na inną okazję (np. S. Battersby, s. 201 i B. Schmidt,



Pierwsze wyniki z przeglądu nieba poszukującego ciemnej materii, zaprezentowane w 2015 r. Kilo-Degree Survey (KiDS) jest wykonywany przy pomocy teleskopu VLT. Na podstawie zdjęć milionów galaktyk naukowcy analizują zaburzenia ich obrazów w wyniku przejścia promieni świetlnych w pobliżu dużych skupisk ciemnej materii. Po lewej: grupa galaktyk sfotografowana w ramach przeglądu KiDS, a po prawej ten sam obszar nieba z zaznaczonym na różowo rozmieszczeniem ciemnej materii. Źródło: Kilo-Degree Survey Collaboration/A. Tudorica & C. Heymans/ESO

s. 205), ograniczając się jedynie do stwierdzenia, że obecnie główną metodą badania, jak zmienia się ciemna energia wraz z ewolucją Wszechświata, wydaje się być mierzenie śladów po falach akustycznych występujących w czasach, gdy zjonizowana materia wczesnego Wszechświata była „sprzęzysta” i umożliwiała propagację takich fal. Wspomniane ślady pozostały w rozkładzie widzialnej (barionowej) materii, a przede wszystkim w promieniowaniu tła. Jak się przypuszcza, zmiany gęstości tej energii były raczej umiarowane – wydaje się, że dobrze własności tej energii opisuje stała kosmologiczna.

## MACHO i WIMP-y

Znacznie bliższa astronomicznej realności wydaje się ciemna materia. W końcu to ten rodzaj materii wchodzi w ogromnej ilości w typowo astronomiczne obiekty, takie jak galaktyki. Na stronie 194 wspomnianego suplementu J. Hecht dokonuje przeglądu tego, czym ta materia może być. Na początek można spróbować „upchać” tę materię w obiektach słabo widocznych i dlatego „nie oddziałujących ze światłem”. Ciała te mogą być „swobodnymi planetami”, gwiazdami neutronowymi czy innymi masywnymi, a nie świecącymi ciałami. W literaturze ciała te noszą nazwę MACHO (Massive Compact Halo Objects). Niestety liczne prace, w tym i wyniki polskiego projektu OGLE, wykluczyły możliwość, by takie ciała występowały w wystarczającej ilości, aby wyjaśnić problem ciemnej materii. Jak to stwierdził J. Ellis, „MACHO są martwe”. Oczywiście jako koncepcja naukowa.

Znacznie bardziej żywotne wydają się WIMP-y (Weakly Interacting Massive Particles), czyli cząstki oddziałujące słabymi siłami jądrowymi. Przez pewien czas przypuszczano, że mogą być nimi neutrina – gdy stwierdzono, że oscylują, a więc mają masę, wydawało się, że może to być na tyle duża masa, by przy dużej ich ilości (ich ilość powinna być rzędu ilości fotonów) wystarczyło na ciemną materię. Jednak wydaje się, że jest ich za mało i mają zbyt małą masę. Pewnym ratunkiem mogłyby być „sterylne neu-

**MOND** — ang. Modified Newtonian Dynamics. Teoria, która proponuje modyfikację praw dynamiki Newtona, aby odzworować obserwowane właściwości krzywej rotacji galaktyk. Została zaproponowana w roku 1983. Teoria MOND jest przykładem teorii zmodyfikowanej grawitacji.

**Soczewkowanie grawitacyjne** — zaburzenie biegu promieni światłowych przebiegających w pobliżu masywnego obiektu. Jego skutkiem może być powiększenie (pojaśnienie) obserwowanego obrazu dalekiego obiektu, znajdującego się za masą, która powoduje soczewkowanie, a także powstanie wielu pozornych, zniekształconych obrazów dalekiego obiektu.

**Spin** — pojęcie w fizyce kwantowej opisujące moment pędu cząstki. Spin opisuje się tzw. spinowymi liczbami kwantowymi, które mogą mieć wartości 0,  $\frac{1}{2}$ , 1,  $1\frac{1}{2}$ , 2 itd.

**Fermion** — cząstka posiadająca spin, który jest niecałkowity. Fermionami są np. protony, neutrony, elektryny, neutrina.

**Bozon** — cząstka posiadająca spin całkowity. Bozonami są np. fotony.

**Materia barionowa** — w uproszczeniu: jest to ten rodzaj materii, z którą stykamy się na co dzień. Stanowi ona tylko kilka procent masy-energii Wszechświata, reszta to ciemna materia i ciemna energia.

**Supersymetria (SUSY)** — hipotetyczna symetria w fizyce cząstek elementarnych, która przewiduje, że dla danej cząstki istnieje odpowiadająca jej inna cząstka o pewnych zbliżonych właściwościach. W najprostszej wersji, każdy fermion ma odpowiedniego partnera wśród bozonów i na odwrót.

**Aksjon** — hipotetyczna cząstka zaproponowana dla wyjaśnienia zachowania symetrii CP (C oznacza sprzężenie ładunkowe, a P — parzystość) w oddziaływaniach silnych. Aksjony są jednymi z kandydatów na ciemną materię.

triną”, czyli neutrina praktycznie nie oddziałujące, a mające sporą masę (E.S. Reich, *Nature* 506 (2014), s. 274). Jednak i ta koncepcja wydaje się „raczej martwa”.

Innym bardzo obiecującym kandydatem na WIMP-y są cząstki wynikające z supersymetrii (SUSY). SUSY jest koncepcją, w której każdemu rodzajowi fermionu odpowiada bozon. Dzięki temu dość naturalnie uzyskuje się renormalizację (uniknięcie tego, że w teorii „niezrenormalizowanej” niektóre wielkości fizyczne „wychodzą” nieskończone, mimo że powinny mieć skończone wartości) teorii cząstek elementarnych, bo przyczynki od danego rodzaju fermionów sumujące się do nieskończoności, kasują się z taką samą ilością przyczynków przeciwnego znaku pochodzących od odpowiadającego mu rodzajowi bozonów, dając w efekcie przyzwoitą skończoną wielkość. Nazwę dla cząstki supersymetrycznej tworzy się, dodając do „normalnej” nazwy końcówkę „ino”, np. supersymetrycznym odpowiednikiem bozonu W jest fermion o sympatycznej nazwie wino. Problem w tym, że tych „in” nie udało się stwierdzić. Były wprawdzie pewne doniesienia, np. w 2015 r. w eksperymencie LHC (Hecht, s. 194) przez pewien czas „wychodziła” cząstka o masie 750 GeV. Jednak okazało się, że to jedynie statystyczna fluktuacja. Według danych przytaczanych przez Hechta, najlejsze „ino” musiałoby mieć masę powyżej 1600 GeV. Oczywiście tak duża masa bez problemu mogłaby zapewnić istnienie odpowiedniej ilości ciemnej materii, ale trudno uwierzyć, że „partner SUSY” cząstek o masach rzędu kilku GeV ma kilkaset razy większą masę.

## Czarne dziury

Jeszcze innym rodzajem kandydata na ciemną materię są czarne dziury rozlicznych rodzajów — różnych mas i sposobów powstania. Stosunkowo najprostsza sytuacja jest z tzw. gwiazdowymi czarnymi dziurami. Powinny mieć masy między ciut mniej niż  $3 M_{\odot}$ , do góra kilkunastu  $M_{\odot}$  (G. Smoot, noblista z 2006 r., s. 205). Masywniejsze czarne dziury pochodzenia gwiazdowego są wykluczone przez teorię ewolucji gwiazd. W ramach poszukiwań MACHO obiekty o tych masach zostały niejako „przy okazji” wykluczone. Jeżeli chodzi o czarne dziury z zakresu mas od  $10^{-3}$  do  $10^{-12} M_{\odot}$ , to, jak pisze Hecht, można o nich zapomnieć ze względu na to, że obliczając ich ilość z warunku, by były istotną częścią ciemnej materii, okazują się tak liczne, iż zderzając się z gwiazdami neutronowymi destabilizowałiby je, czego nie obserwujemy. Ostatnio pojawił się problem, i zrobił się modny, czarnych dziur o masach rzędu  $30 M_{\odot}$ . Oczywiście modny ze względu na to, że „są potrzebne” do ogłoszonej ostatnio detekcji fal grawitacyjnych. Nietrudno się domyśleć, że mechanizm ich powstawania jest możliwy do znalezienia (M. Sasaki i in., *Phys.Rev.Lett.* v. 117, s. 061101, sierpień 2016). Mogłyby to być tzw. pierwotne czarne dziury. Niektórzy więc sądzą, że LIGO odkrył ciemną materię (S. Bird i in., *Phys.Rev.Lett.*, v. 116, s. 201301, maj 2016). Jednak jak na tak stary problem to chyba zbyt nowe doniesienia, by uznać je za ugruntowane i poważnie się nad nimi zastanawiać.

## Aksjony

Chyba najbardziej enigmatycznym kandydatem na ciemną materię, o których pisze Hecht, są aksjony. Przy bardzo niewielkich masach mogą istnieć w całkiem sporej ilości i, co istotniejsze, powinny być trwałe, choćby z tego powodu, że mając tak małą masę, nie miałyby na co się rozpaść. Oczywiście, podobnie tak jak kilka innych „egzotycznych wynalazków” teorii cząstek, nie zostały potwierdzone eksperymentalnie (aksjony wynikają z pewnej ukrytej symetrii sugerowanej przez teorię kwarków<sup>3</sup>).

<sup>3</sup> Konkretnie, aksjony wynikają ze złamania globalnej symetrii U(1) i mogą występować w wielu „sektorach” teorii cząstek elementarnych. Są po prostu bozonami Goldstone'a związanymi z złamaniem tej symetrii. Wszędzie tam, gdzie uda się wcisnąć, a następnie złamać tę dosyć sympatyczną i powszechną symetrię, mogą pojawić się aksjony. W przypadku gdy symetria jest „przybliżona”, aksjony uzyskują malejącą masę i mogą wówczas być składnikiem ciemnej materii.



Mapa rozmieszczenia ciemnej materii w gromadzie galaktyk Abell 1689, zawierającej około 1000 galaktyk i odległej o 2,2 mld lat świetlnych. Tło stanowi zdjęcie wykonane przez Kosmiczny Teleskop Hubble'a w 2002 r. Kolorem jasnoniebieskim zaznaczono obszary występowania ciemnej materii, wywnioskowane na podstawie obserwacji soczewkowania grawitacyjnego (135 soczewkowanych obrazów dla 42 galaktyk tła). Źródło: NASA, ESA, D. Coe (NASA Jet Propulsion Laboratory/California Institute of Technology, and Space Telescope Science Institute), N. Benitez (Institute of Astrophysics of Andalusia, Spain), T. Broadhurst (University of the Basque Country, Spain) oraz H. Ford (Johns Hopkins University)

Z początkiem listopada ukazała się praca (S. Borsanyi i in., *Nature*, t. 539, 2016, s. 69), w której przy pomocy dość zaawansowanej metody (rachunki na tzw. sieci) oszacowano masę aksonów na  $50\text{--}1500 \mu\text{eV}$ . Jednak ich masa powoduje dość szokujące efekty. Przykładowo „na kolanie” można wyliczyć, że jeżeli mają być związane grawitacyjnie z galaktyką, to ich temperatura powinna wynosić około (raczej mniej!)  $10^{-7}\text{ K}$ , co w praktyce wymusza, iż występują pod postacią „kondensatu bozonowego”. Tym niemniej we wspomnianej pracy sugeruje się, że istnienie aksonów może rozwiązać problem ciemnej materii.

Pozostaje problem, jak stwierdzić istnienie tych egzotycznych cząstek. Oczywiście niezbędnego jest jakieś oddziaływanie z materią barionową – musi istnieć możliwość, że cząstka ciemnej materii, zderzając się z materią barionową, wywoła jakąś reakcję. Ponieważ oddziaływanie jest bardzo słabe (gdyby nie było słabe, to cząstki ciemnej materii zostałyby dawno odkryte), trzeba w miarę możliwości wyeliminować wszystko, co mogłoby maskować poszukiwany efekt. Po pierwsze, trzeba wziąć możliwie sporo, mało aktywnej materii barionowej (gaz szlachetny) i umieścić

z dala od wszelkich źródeł zakłóceń (głęboko pod ziemią). Poza tym materia ta powinna być możliwie gęsta (ciekła). Następnie trzeba cierpliwie i dokładnie obserwować. Dokładnie, czyli rejestrując wszelkie reakcje (obłożyc ze wszystkich stron precyzyjnymi licznikami), a cierpliwie, bo jeżeli cząstki ciemnej materii mają jakąś prędkość (np. związaną z Galaktyką), to w ciągu roku ruch Ziemi wokół Słońca powinien spowodować jedno maksimum i jedno minimum reakcji. A więc trzeba kilku (co najmniej) lat obserwacji. W jednym z artykułów (A. McDonald i R. Hodson, s. 197) opisano kilka takich eksperymentów z użyciem ciekłego argonu i ksenonu. Nie trzeba dodawać, że jak na razie wyniki są mało zachęcające. Jak zauważa N. Savage (s. 206), pojawiają się elementarne pytania czy ciemna występuje rzeczywiście w formie cząstek i czy te cząstki w jakikolwiek sposób oddziałują ze znaną nam materią. Niestety odpowiedź na te pytania jak na razie nie istnieje. A biorąc pod uwagę, że w gruncie rzeczy od kilkunastu lat niewiele nowego udało się dowiedzieć, można przypuszczać, że problem będzie „wisiał” jeszcze dość długo.

Jerzy Kuczyński

# Płońsk astronomem sławny

Znany historyk kolej laureatem IV edycji Nagrody im. Jana Jędrzejewicza

Płońsk coraz głębiej podkreśla swoje związki z cenionym XIX-wiecznym astronomem Janem Jędrzejewiczem. Oprócz przyznawania nagrody, jego imię od września nosi Szkoła Podstawowa nr 2

W poniedziałek, 26 września 2016 r., odbyły się w Płońsku dwie bardzo oczekiwane uroczystości, których wspólnym mianownikiem była postać Jana Jędrzejewicza (1835–1887) — wybitnego astronoma, lekarza, meteorologa, twórcy obserwatorium astronomicznego w mieście oraz autora podręcznika „Kosmografija” (1886). Pierwszą z nich było nadanie Szkole Podstawowej nr 2 imienia astronoma, a drugą — wręczenie Nagrody im. Jana Jędrzejewicza dla najlepszej książki z zakresu historii nauki i techniki za 2015 rok.

Nagroda im. Jana Jędrzejewicza została ustanowiona w 2012 r. w celu propagowania polskiego piśmiennictwa z zakresu historii nauki i techniki, a także w celu popularyzacji osoby jej patrona. Z inicjatywą jej powołania wystąpiły do Burmistrza Płońska i Rady Miejskiej w Płońsku dwie instytucje: Komitet Historii Nauki i Techniki PAN oraz Kasa im. Józefa Mianowskiego — Fundacja Popierania Nauki.



Popiersie Jana Jędrzejewicza przed budynkiem szkoły noszącej jego imię. Źródło: Pracownia Dokumentacji Dziejów Płońska

W styczniu 2013 r. Rada Miejska w Płońsku podjęła uchwałę o ustanowieniu coroczej nagrody w wysokości 10 000 zł netto. Laureata wyłania siedmioosobowa Kapituła, powołana przez Komitet Historii Nauki i Techniki PAN, Kasę im. Józefa Mianowskiego i Burmistrza Miasta Płońska.

Szkoła Podstawowa nr 2 w Płońsku otrzymała nowego patrona uchwałą Rady Miejskiej w Płońsku nr XXVII/186/2016 z 21 kwietnia 2016 r.

Co warto podkreślić, pomysł dyrektor Bożeny Dzikowskiej, aby patronem szkoły ustanowić Jana Jędrzejewicza, spotkał się z gorącym poparciem nie tylko kadry nauczycielskiej, ale także rady rodziców i samorządu uczniowskiego.

## Uroczystości

Uroczystości rozpoczęły msza św. w kościele parafialnym św. M. M. Kolbe, w czasie której poświęcono nowy sztandar szkoły. Dalsza część obchodów odbyła się na placu przyszkolnym, gdzie zgromadzili się uczniowie, nauczyciele, a także liczni zaproszeni goście.

W spotkaniu brali udział m.in. przedstawiciel ministra RP Macieja Wąsika — Marcin Kośmider, burmistrz Płońska Andrzej Pietrasik, starosta Andrzej Stolpa, wójt gminy Płońsk Aleksander Jarosławski, a także przedstawicieli Rady Miejskiej, płońskich szkół i instytucji kulturalnych. Środowisko astronomiczne reprezentowali m.in. Andrzej Niedzielski, kierownik Katedry Astronomii i Astrofizyki CA UMK w Toruniu, Jarosław Włodarczyk, dyrektor Instytutu Historii Nauki PAN w Warszawie, a także Henryk Brancewicz, członek Polskiego Towarzystwa Astronomicznego.



Występ dzieci z SP nr 2 poświęcony Jędrzejewiczowi i astronomii. Fot. Stella Skopczyńska, Miejskie Centrum Kultury w Płońsku

Dyrektor szkoły, Bożena Dzitkowska, powitała wszystkich gości, a następnie został odczytany akt nadania szkole patrona. Z rąk przedstawicieli Rady Rodziców dyrektor otrzymała nowy sztandar, który następnie został uroczyście przekazany uczniom. Uczniowie ślurowali na sztandar „strzec honoru i dobrego imienia szkoły, naukę służyć prawdzie i sprawiedliwości oraz kształtać swoje charaktery”.

Po ślurowaniu nastąpiło symboliczne odsłonięcie popiersia J. W. Jędrzejewicza, znajdującego się na postumencie umieszczonym przed budynkiem szkoły. Odsłonięcia dokonali poprzez przecięcie biało-czerwonej wstęgi burmistrz Andrzej Pietrasik, dyrektor Miejskiego Centrum Kultury Elżbieta Wiśniewska oraz przewodniczący Rady Rodziców, Jarosław Chyliński.

Oficjalną część obchodów zakończyły przemówienia, zwiedzanie szkoły oraz wpisy do pamiątkowej księgi. Znakomita większość zgromadzonych pod szkołą gości udała się następnie do Miejskiego Centrum Kultury, gdzie w sali kinowej odbyła się uroczystość wręczenia IV edycji Nagrody im Jana Jędrzejewicza.

### Wybitni mówcy

Zanim rozpoczęły się wykłady, dzieci z SP nr 2 wykonały część artystyczną poświęconą Jędrzejewiczowi i astronomii, która była klamrą spinającą obydwia wydarzenia.

Część wykładową objęła wystąpienia Andrzeja Niedzielskiego: „Planety innych słońc”, a także Magdy Siudy-Bochenek: „Jan Jędrzejewicz — wybitny popularyzator nauki”. Następnie, w imieniu Kapituły NJJ, Jarosław Włodarczyk omówił książki zgłoszone do konkursu, skomentował przebieg prac Kapituły, a na koniec swojego

## Dotychczasowi laureaci Nagrody im. Jana Jędrzejewicza

**2013** — Paweł Polak, „*Byłem Pana przeciwnikiem [profesorze Einstein]... Relatywistyczna rewolucja naukowa z perspektywy środowiska naukowo-filozoficznego przedwojennego Lwowa*”, Copernicus Center Press, Kraków 2012

**2014** — Jacek Rodzeń, „*Na tropie widma. Geneza i ewolucja spektroskopu optycznego w latach 1810–1860*”, s.e., Kraków 2013.

**2015** — Teresa Borawska (przy współudziale Henryka Rietza), „*Mikołaj Kopernik i jego świat. Środowisko, przyjaciele, echa wielkiego odkrycia*”, Towarzystwo Naukowe w Toruniu, Toruń 2014.

**2016** — Zbigniew Tucholski, „*Profesor Antoni Xięzőpolski. Twórca polskiej szkoły budowy lokomotyw*”, Biblioteka Główna Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2015.

wystąpienia odczytał werdykt. Nagroda im. Jana Jędrzejewicza dla autora najlepszej książki z zakresu historii nauki i techniki powędrowała tym razem do rąk Zbigniewa Tucholskiego za publikację *Profesor Antoni Xięzőpolski. Twórca polskiej szkoły budowy lokomotyw*, wydaną przez Bibliotekę Główną Politechniki Warszawskiej. W uzasadnieniu werdyktu Kapituła podkreśliła „wykorzystanie przez autora bardzo bogatej i rzetelnie przeanalizowanej bazy źródłowej oraz umiejętnie umieszczenie tematu w szerokim kontekście historycznym przełomu XIX i XX wieku. Powstała w ten sposób praca nowatorska, ważna dla polskiej historii techniki. Książka jest przy tym napisana pięknym językiem oraz starannie wydana i bogato ilustrowana. Dlatego też może z łatwością trafić do szerokiego grona czytelników, nie tylko do specjalistów zajmujących się historią kolei”.

Kapituła postanowiła również wyróżnić dwie inne książki: Krzysztofa Rzepkowskiego *Złoty kciuk. Mlyn i młynarz w kulturze Zachodu* (wyd.

Fundacja na rzecz Nauki Polskiej, Warszawa, Toruń 2015) oraz Ewy Śnieżyńskiej-Stolot, *Zamek piękny na wzgórzu... Horoskopy — zapomniane źródło historyczne* (Księgarnia Akademicka, Kraków 2015).

Po otrzymaniu nagrody, kwiatów oraz statuetki, Zbigniew Tucholski wygłosił wykład, w którym przybliżył słuchaczom postać prof. Antoniego Xięzőpolskiego. Następnie autor, jako postać znana miłośnikom kolei, opowiedział o historii kolei w rejonie Płońska, a także o szczegółach powstania lokalnego dworca PKP i wieży ciśnień, wzbudzając niemały aplauz. Kilkugodzinne spotkanie zakończyła wizyta na pobliskim cmentarzu parafialnym w Płońsku, gdzie na grobie J. W. Jędrzejewicza zostały złożone kwiaty oraz zapalone znicze.

### Nagroda zyskuje na popularności

Czwarta edycja NJJ okazała się pod wieloma względami rekordowa i wyjątkowa: zgłoszono do konkursu aż dwanaście pozycji książkowych, nagrodzono po raz pierwszy książkę z zakresu historii techniki, w uroczystości wręczenia NJJ wzięła udział największa widownia z dotychczasowych, a wśród niej liczna reprezentacja uczniów.

Liczmy na to, że następne edycje nagrody staną się okazją do jeszcze atrakcyjniejszej popularyzacji nauki w Płońsku, a także inspiracją do powstania kolejnych ważnych dzieł polskiego piśmiennictwa z zakresu historii nauki i techniki.

Adam Derdzikowski

## Nagroda im. Jana Jędrzejewicza

Do Nagrody im. Jana Jędrzejewicza można zgłaszać wszystkie książki poruszające tematykę historii nauki i techniki. Kapituła NJJ szczególnie docenia monografie naukowe dotyczące słabo zbadanych, a jednocześnie ważnych dla polskiej i światowej nauki tematów. Książki nagradzane przez Kapitułę to książki najbardziej kompletne, stanowiące syntezę ambitnej pracy naukowej i dobrej, przyjaznej czytelnikowi literatury.Więcej informacji na temat nagrody można znaleźć na stronie internetowej Komitetu Historii Nauki i Techniki Polskiej Akademii Nauk: <http://khnit.pan.pl/index.php/nagroda-im-jana-jedrzejewicza>

# Dwa zaćmienia, dwie historie

20 marca 2015 r. w Polsce było widoczne częściowe zaćmienie Słońca. Pogoda dopisała prawie w całym kraju, więc zjawisko podziwiały miliony ludzi. Oczywiście pilnie obserwowali je również miłośnicy astronomii.

Obserwowałem i ja. W miejscowości Siemianice (woj. wielkopolskie), z której pochodzę, wraz z kolegą Filipem Ogorzelskim wykonaliśmy serię zdjęć oraz przeprowadzaliśmy obserwacje przy użyciu apochromatycznej tuby optycznej Sky-Watcher 80 ED 80/600mm f 7.5, osadzonej na montażu HEQ5. Zdjęcia były wykonywane aparatem Nikon D3100 podłączonym do apochromatu, którego obiektyw przesłoniliśmy folią Baadera ND 5.0 (fot. obok). Wykonywaliśmy ekspozycje trwające 1/1000 s, przy czułości 100 ISO.

Efektem naszej pracy jest mozaika zdjęć, pokazana na fot. poniżej (po lewej).

Wiele podobnych fotografii opublikowano w „Uranii” 2/2015, s. 38–40 i nie zajmowałbym tu miejsca naszą mozaiką (zwłaszcza po upływie ponad 1,5 roku), gdyby nie pewne skojarzenie...

Zaćmienie wraz ze mną oglądał mój szanowny dziadek. Wspominał przy tym, jak w 1927 r., mając wtedy 4 lata, wspólnie z mamą oglądał podobne zaćmienie, które miało miejsce 29 czerwca 1927 r. Nie pamięta oczywiście szczegółów, ani w jaki sposób to robili. Pewnie przez zaczadzoną szybkę. O dziwo więc, rozgłos o owym zjawisku, jak na ówczesne czasy, był dosyć duży.

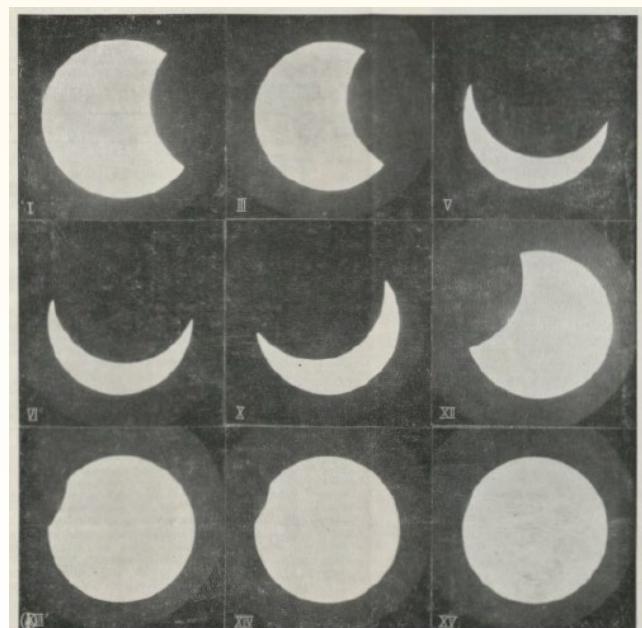
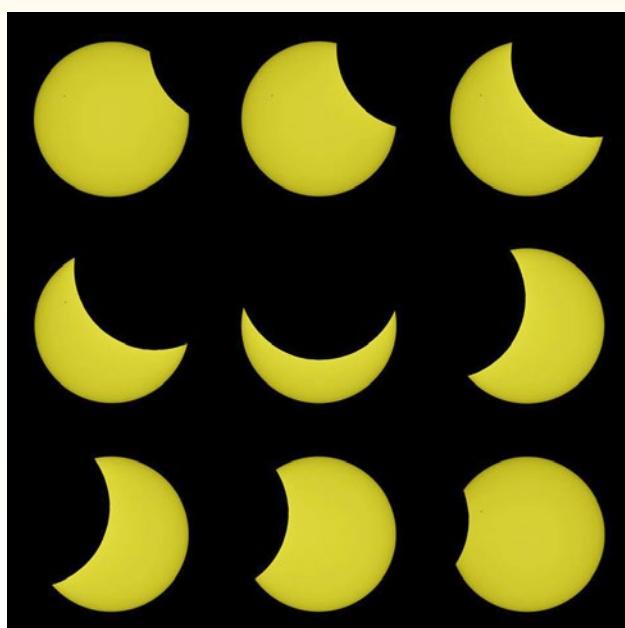
Wspomnienie to skłoniło mnie do poszukiwań literackich. I oto w archiwum „Uranii” ([www.urania.edu.pl/archiwum](http://www.urania.edu.pl/archiwum)) znalazłem numer 1/1928, w którym znajduje się obszerna relacja prof. Michała Kamieńskiego z obserwacji zaćmienia 29 czerwca 1927 r. w obserwatorium warszawskim.

Na wstępie Autor pisze (język i pisownia cytatów oryginalne): (...) wszystkie kraje kulturalne korzystają z każdego całkowitego zaćmienia Słońca, aby wysłać specjalne ekspedycje do takich miejscowości, w których może być zaobserwowane to zjawisko. I dalej: Pomiędzy ekspedycjami, wysłanymi przez różne kraje (...). na szczególną uwagę zasługuje wyprawa polska, organizowana przez prof. T. Banachiewicza (...) Prowizoryczne wyniki tej



wyprawy zostały ogłoszone przez prof. T. Banachiewicza w № 24 Okólnika Obserwatorium Krakowskiego. Ekspedycja ta udała się do Laponii.

Następnie prof. Kamieński opisuje okoliczności obserwacji warszawskich: Ponieważ dr. E. Rybka, starszy asystent Obserwatorium Warszawskiego, brał udział w ekspedycji do Laponii, adjunkt zaś Obserwatorium, dr. J. Gadowski (mianowany na to stanowisko od dnia 1 lipca 1927) jeszcze nie przybył do Warszawy, — więc udział astronomów fachowych w obserwacjach częściowego zaćmienia Słońca w Warszawie był zredukowany do minimum. Dlatego też chętnie przyjąłem propozycję kilku słuchaczy astronomii w Uniwersytecie Warszawskim, zarówno jak grona osób z Zarządu Towarzystwa Mi-



łośników *Astronomji*, zorganizowania tych obserwacji wspólnymi siłami. [...]

Aby otrzymać zdjęcia Słońca o jak największej średnicy p. T. Karpowicz przy pomocy mechanika Z. Sadowskiego, skonstruował specjalną kamerę, która została przymocowana do okularowej części refraktora Heyde'go. Średnica obiektywu tego refraktora wynosi 162 mm, długość ogniskowa 1460 mm. W czasie zdjęć, średnica obiektywu została zmniejszona do 45 mm., długość ogniskowej okularu użytego do obserwacji, wynosiła 25 mm. Długość ekspozycji wynosiła 0,01. ponieważ zaś ta wielkość jest zbyt duża, więc fotografowano Słońce przez filtr żółty X10, umieszczony przed obiektywem refraktora.

W tych warunkach średnica Słońca wynosiła około 50 mm. [...]

Sama kamera została zrobiona z mocnej tektury i zawierała w środku potrzebne diaphragmy oraz adeptery; była ona pomalowana ze strony wewnętrznej na czarno. Przymocowanie jej do części okularowej lunety Heyde'go było bardzo dobre — i w toku zdjęć kamera nie uległa nawet najmniejszym przesunięciom.

Z dziewięciu najbardziej charakterystycznych zdjęć wykonano mozaikę, którą zaprezentowano ówczesnym czytelnikom „Uranii”, i którą reprodukujemy na stronie obok (u dołu z prawej). Była ona inspiracją dla mnie, by stworzyć podobną z moich zdjęć. Uderzające podobieństwo obu mozaik wynika z faktu, że głębokość obu zaćmień była zbliżona. W 1927 r. wynosiła ona dla Warszawy 0,80 (tzn. w fazie maksymalnej zakryte przez Księżyc było 0,80 średnicy Słońca). W 2015 r. w Warszawie było 0,72, ale w Świnoujściu również 0,80.

Pomiędzy oboma zaćmieniami minęło prawie 88 lat. Bardzo zmieniły się nasze możliwości techniczne, wyraźnie zmienił się też język, którym o tym opowiadamy, ale zaćmienia wciąż jednakowo nas fascynują.

Marcin Jeziorny  
Wieruszowskie Koło  
Astronomiczne „WIERAS”

Fotografia galaktyki NGC 6314 (pojedyncza klatka, ekspozycja 300 s) z zaznaczonym kreskami obiektem AT 2016 hpv, wykonana przez autora 5 XI 2016 r. 61-cm automatycznym teleskopem iTelescope.net (Sierra Nevada, USA)

# AT 2016 hpv – moja piąta supernowa

Od 2,5 roku w moim przydomowym obserwatorium poszukuję supernowych. Mój warsztat obserwacyjny i cztery dotychczasowe odkrycia opisałem szczegółowo w „Uranii” 4/2016, s. 22. Dziś chciałbym pochwalić się piątym odkryciem. Tyle że tym razem... nie mam zupełnej pewności, co odkryłem.

Od odkrycia mojej ostatniej supernowej (SN 2016G z 9 stycznia) mijało już prawie 10 miesięcy i pomimo wykonania aż 18 tysięcy zdjęć nie udawało mi się trafić na nieznaną jeszcze supernowę. Wieczorem 30 października o godzinie 17.12 wysiłki przyniosły wreszcie pozytywny rezultat.

Około 14° na północ od centrum galaktyki NGC 6314 zarejestrowałem nieznany, gwiazdopodobny obiekt o jasności 16,7<sup>m</sup>. Przypisano mu symbol AT 2016 hpv. Dwa dni później został on potwierdzony przez Tadeusza Smelę, przy użyciu znajdującego się w Hiszpanii automatycznego teleskopu (wspólnej własności niektórych członków szczecińskiego oddziału PTMA). W ciągu kolejnych dni sfotografowali go również inni obserwatorzy. Moje najlepsze zdjęcie jest zaprezentowane poniżej. Dnia 16 listopada jasność AT 2016 hpv wynosiła już 16,0<sup>m</sup> (obserwacje satelity Gaia), a więc udało mi się

przyłapać go jeszcze przed maksimum blasku.

NGC 6314 to odległa o 90 Mpc galaktyka spiralna typu Sa. Niestety jej położenie w południowej części zachodzącego już szybko gwiazdozbioru Herkulesa stwarza istotną trudność w obserwacji. Z pewnością przyczyniło się to do tego, iż do tej pory nie została wykonana spektroskopia odkrytego przez mnie obiektu.

Pewną wskazówką może być jednak obserwacja AT 2016hpv dokonana przez sondę Gaia. Na jej pokładzie znajduje się aparatura pozwalająca na wykonanie spektrofotometrii niskiej rozdzielczości w dwóch zakresach światła: 330–680 nm (niebieska) oraz 640–1050 nm (czerwona). Pomiary te stanowią dane wejściowe algorytmu o nazwie GS-TEC, który modeluje widmo możliwej supernowej i określa jej typ z całkiem dobrą dokładnością. Na tej podstawie stwierdzono z 95% pewnością, że mamy do czynienia z supernową typu I. Przy tym jest 80% prawdopodobieństwo, że jest to typ Ia.

Jednak jeśli nikt nie uzyska widma i nie zostanie jednoznacznie określony typ tej supernowej (a szanse na to są już znikome), to zapewne nigdy nie zostanie jej przypisane ostateczne oznaczenie w formacie SN 2016xx.

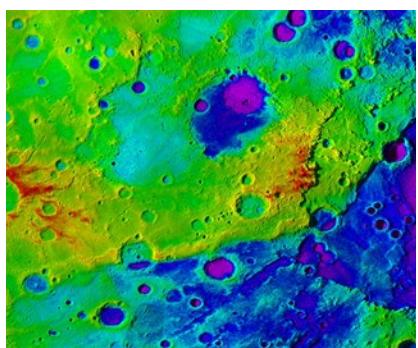
Jarosław Grzegorzek



### Odnaleziono „Wielką Dolinę” na powierzchni Merkurego

Naukowcy z NASA, dzięki wykorzystaniu obrazów stereo z sondy MESSENGER, stworzyli wysokiej rozdzielczości mapy topograficzne Merkurego, które ujawniły szeroką dolinę rozciągającą się na ponad 1000 km długości. Dolina ma 400 km szerokości i 3 km głębokości. Jest mniejsza niż marsjańska Dolina Marinerów, ale większa niż Wielki Kanion w Ameryce Północnej i szersza oraz głębsza niż Great Rift Valley w Afryce. Jednak, w przeciwieństwie do tego ostatniego przykładu, dolina na Merkurem nie powstała na skutek tektonicznego odsuwania się od siebie płyt litosfery, a w wyniku globalnego kurczenia się jednej płyty. Przypuszczalnie ochłodzanie się wnętrza Merkurego spowodowało, że pojedyncza płyta zewnętrznej skorupy planety reagowała na zmiany i uginała się — skały skorupy zostały wypchnięte do góry, a obecne dno doliny opadło w dół.

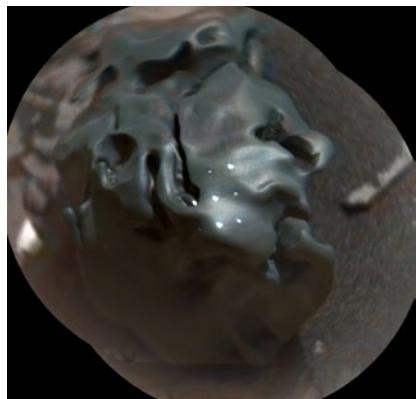
Adam Tużnik



Topograficzny obraz powierzchni Merkurego. „Wielka Dolina” rozciąga się na dużym obszarze zaznaczonym niebieskim kolorem. Źródło: NASA/JHUAPL/Carnegie Institution of Washington/DLR/Smithsonian Institution

### Osobliwy meteoryt na Marsie

Pod koniec października łazik Curiosity natknął się na powierzchni Marsa na skałę wielkości piłeczki golfowej o niespotykanej gładkiej powierzchni. Przez jej nie-



Niezwykły obiekt sfotografowany przez łazika Curiosity — prawdopodobnie jest to meteoryt żelazowo-niklowy. Źródło: NASA

zwykły ovalny kształt naukowcy z NASA ochrzcieli ją mianem „Kamiennego Jaja” (ang. „Egg Rock”).

Naukowcy z projektu Mars Science Laboratory po raz pierwszy zauważili ten niezwykły obiekt na zdjęciach zrobionych 27.10.2016 r. Meteoryt znajduje się w dolnej części góry Sharpa. Obszar, na którym został znaleziony, nazywany formacją Murray, obfituje w skały osadowe — prawdopodobnie pozostałości po niegdysiejszych dnach marsjańskich jezior. Meteoryt odnaleziony przez Curiosity mógł spaść na powierzchnię Marsa nawet kilka milionów lat temu.

Nie jest to pierwszy tego typu meteoryt odnaleziony na powierzchni Marsa, ale jako pierwszy został zbadany spektrometrem laserowym, czyli przyrządem używającym wiązki światła lasera do badań składu chemicznego skał. Dzięki informacjom przesłanym przez Curiosity zespół naukowców potwierdził, że obiekt jest meteorytem składającym się głównie z żelaza i niklu. Tego typu meteoryty są często spotykane na powierzchni Ziemi. Powstają one zazwyczaj, gdy metale z powierzchni planetoidy topią się i wnikają do jej środka, tworząc rdzeń. Później, jeśli planetoida rozpadnie się, jej fragmenty mogą podróżować w Kosmosie, przeobrazić lot przez atmosferę i zderzenie z powierzchnią Ziemi czy Marsa.

Agata Musiuk

### Dlaczego północny biegun Saturna zmienia kolor?

Zdjęcia Saturna wykonane przez sondę Cassini w 2012 r. oraz 2016 r. wykazują wyraźne różnice w kolorze atmosfery okolic bieguna północnego. Astronomowie zakładają, że może mieć to związek z porami roku występującymi na tej planecie.

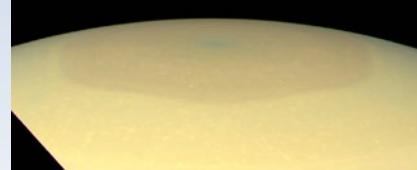
Północna półkula Saturna jest znana z osobliwej struktury, która występuje wokół bieguna. Jest nią ogromne zbiorowisko chmur o kształcie sześciokąta (heksagonu), które obraca się wokół własnej osi w ciągu nieco ponad dziesięć i pół godziny. Rozmiar tej najprawdopodobniej wielkiej burzy w atmosferze planety przekracza średnicę Ziemi i wynosi 13,8 tys. km. Struktura została odkryta na początku lat 80. ubiegłego wieku, podczas misji Voyager. Kolejne, wyraźniejsze zdjęcia sześciokąta uzyskaliśmy dzięki misji Cassini, której sonda od 2006 r. bada tajemnice Saturna i jego księżyców.

Grubość osobliwej burzy na Saturnie wynosi ok. 100 km, licząc od wierzchołka chmur, jednak naukowcy nie są w stanie wyjaśnić jej pochodzenia. Pojawiały się różne hipotezy, z których najczęściej przywoływana jest ta, zakładająca powstanie

Listopad 2012



Wrzesień 2016



Zdjęcia bieguna północnego Saturna wykonane przez sondę Cassini. Źródło: NASA/JPL-Caltech/Space Science Institute/Hampton University

sześciokąta wskutek dużego gradientu prędkości wiatrów na różnych szerokościach geograficznych. Mimo że na południowym bieguncie Saturna również trwają potężne burze, do tej pory nie zaobserwowano tam niczego podobnego.

Sporą zagadką dla naukowców jest zmiana barwy tajemniczego sześciokąta, którą zauważono, porównując m.in. zdjęcia przesłane przez sondę Cassini w 2012 r. ze zdjęciami z bieżącego roku. Cztery lata temu sześciokąt miał wyraźnie niebieskawy kolor, a teraz posiada złotawą barwę, nieco ciemniejszą od otaczającej go żółtawej atmosfery. Jedynie w samym centrum burzy, na niewielkim fragmencie można zauważać niebieskawy kolor.

Według jednej z hipotez zmiana koloru to efekt pór roku na Saturnie i jest związana ze zwiększoną produkcją fotochemicznych związków w atmosferze planety wraz ze zbliżaniem się przesilenia letniego na północnym bieguncie, które nastąpi w maju 2017 r. Sześciokąt może działać jako bariera, która nie pozwala na przedostanie się do jego struktury fotochemicznych związków produkowanych w innych partiach atmosfery. W ciągu trwającej siedem lat zimy, północny biegun stał się niemal czysty od aerosoli pochodzących z reakcji chemicznych zachodzących między atmosferą planety a promieniowaniem słonecznym. Od 2009 r., czyli od czasu równonocy na Saturnie, atmosfera na północnym bieguncie była cały czas skąpana w świetle słonecznym, w związku z czym w heksagonie trwała produkcja aerosoli odpowiedzialna za obecny kolor bieguna.

Oprócz opisanej zależności wpływ na kolor atmosfery wokół bieguna północnego mogą mieć również inne zjawiska. Wśród nich naukowcy wymieniają zmiany w cyrkulacji atmosferycznej. Część astronomów uważa, że sezonowe zmiany w ilości promieniowania słonecznego są odpowiedzialne za powstawanie wiatrów na bieguncie północnym, które z kolei najprawdopodobniej warunkują istnienie tajemniczego sześciokąta.

Grzegorz Iwanicki

## Najbardziej kulista gwiazda

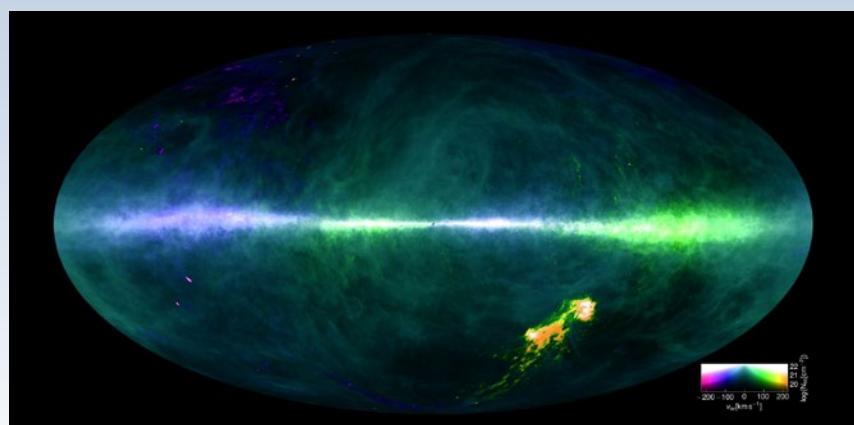
Wydawałoby się, że gwiazdy są idealnie kuliste, ale jednak tak nie jest. Wpływ na to ma m.in. rotacja, która powoduje ich lekkie spłaszczenie. Astronomowie zmierzyli kształt jednej z gwiazd, odległej o 5000 lat świetlnych. Okazała się najbardziej idealną kulą ze wszystkich zmierzonych do tej pory gwiazd.

Im szybciej gwiazda obraca się dookoła swojej osi, tym bardziej jest spłaszczona na skutek działania siły odśrodkowej. 16 listopada grupa badawcza, którą kierował prof. Laurent Gizon z Instytutu Maxa Plancka do badań nad Układem Słonecznym oraz z Uniwersytetu w Getyndze, ogłosiła, iż udało się jej dokonać pomiaru spłaszczenia gwiazdy Kepler 11145123.

Było to możliwe dzięki asterosejsmologii, czyli badaniom oscylacji gwiazd poprzez analizy zmienności ich blasku. Okazało się, że Kepler 11145123 ma różnicę pomiędzy promieniem równikowym a biegunowym na poziomie zaledwie 3 km (przy 1,5 mln km promieniu gwiazdy). To mniej niż w przypadku Słońca, dla którego różnica ta wynosi 10 km. Z kolei w przypadku Ziemi różnica jest równa 21 km.

„Czyni to gwiazdę Kepler 11145123 najbardziej kulistym naturalnym obiektem, który do tej pory udało się zmierzyć astronomom. Bardziej okrągły nawet od Słońca” – skomentował prof. Gizon.

Gwiazda została wybrana do badań, bowiem cechują ją prawie idealne oscylacje o charakterze sinusoidalnym. Oscylacje te obserwowano przez ponad 4 lata przy pomocy teleskopu Keplera, pracującego w Kosmosie. Dzięki porównaniu różnych modów oscylacji można było zbadać



Mapa rozmieszczenia wodoru neutralnego na całym niebie utworzona na podstawie obserwacji radioteleskopami w Niemczech i Australii (projekt HI4PI). Kolorami oznaczono różne prędkości gazu. Źródło: Benjamin Winkel / HI4PI

różne obszary, bowiem poszczególne częstotliwości mają różną czułość w zależności od oddalenia od równika.

Kepler 11145123 jest dwa razy większa od Słońca, gorąca i jasna. Jej okres rotacji jest trzykrotnie wolniejszy od słonecznego. Pomiary wskazują na spłaszczenie mniejsze niż można by było oczekiwac na podstawie tempa rotacji. Według hipotezy autorów publikacji może to być skutek występowania pola magnetycznego na niskich szerokościach gwiazdy.

Krzysztof Czart

## Mapa całego nieba w linii wodoru neutralnego

Dzięki radioteleskopom z Niemiec i Australii naukowcy opracowali mapę całego nieba w paśmie wodoru neutralnego na długości fali 21 cm. Nowe mapy zaprezentowały instytut Max-Planck-Institut fuer

Radioastronomie (MPIfR) oraz International Centre for Radio Astronomy Research (ICRAR).

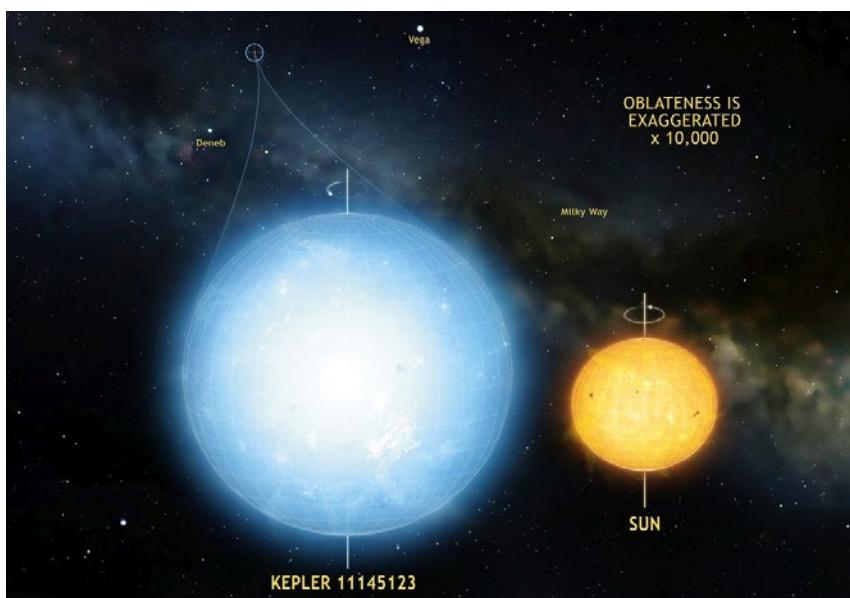
Nowy przegląd nieba nosi nazwę HI-4PI, co stanowi nawiązanie do wodoru neutralnego (HI) i kąta brylowego dla całej sfery, który jest równy  $4\pi$  w steradianach. Powstał dzięki obserwacjom radioastronomicznym prowadzonym przy pomocy 100-m radioteleskopu w Effelsbergu w Niemczech oraz 64-m radioteleskopu w Parkes w Australii. Obserwacje prowadzono na linii o długości fali 21 cm, czyli linii emisyjnej wodoru neutralnego. Łącznie wykonano ponad milion obserwacji obejmujących około 10 mln punktów na niebie. Ilość zebranych danych danych to dziesiątki terabajtów.

Samo skierowanie radioteleskopu na dany punkt i zarejestrowanie sygnału radiowego to jednak nie wszystko. Badacze musieli opracować skomplikowane algorytmy do oczyszczania danych z wszelkich zakłóceń od radiowego szumu generowanego przez naszą cywilizację. A czas potrzebny na obróbkę danych był sporo większy niż poświęcony na same obserwacje (na które spożytkowano tysiące godzin).

Nowa mapa HI4PI jest następczynią przeglądu o nazwie Leiden-Argentine-Bonn (LAB). Wtedy użyto radioteleskopów klasy 30 m. Teraz zastosowane zostały instrumenty zdecydowanie większe i nowocześniejsze odbiorniki. Dzięki temu uzyskano dwa razy większą czułość i czterę razy lepszą rozdzielcość. W pracach wykorzystano dane z przeglądów Effelsberg-Bonn HI Survey (EBHIS) oraz Galactic All-Sky Survey (GASS).

Wodór neutralny, oznaczany HI, to najpowszechniejszy pierwiastek w Kosmosie. Po raz pierwszy emisję od wodoru neutralnego na długości fali 21 cm zarejestrowano w 1951 r.

Krzysztof Czart



Porównanie spłaszczenia Słońca i gwiazdy Kepler 11145123. Spłaszczenie zostało powiększone 10 tys. razy w stosunku do rozmiarów gwiazd w tej skali, aby je uwidocznić na rysunku. Źródło: Laurent Gizon et al. / Max Planck Institute for Solar System Research, ilustracja: Mark A. Garlick

### Ostatnie bajty danych z sondy New Horizons

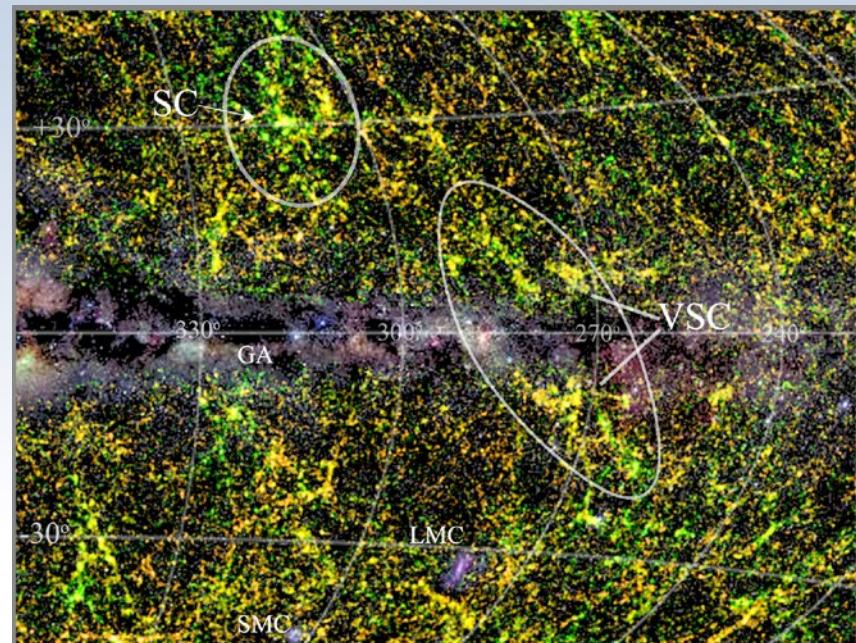
Pod koniec października NASA otrzymała ostatnie bajty danych od sondy New Horizons, zebranych podczas ubiegłorocznego przelotu w pobliżu Plutona. Przelot nastąpił z dużą prędkością i w związku z tym zadaniem sondy było zebrać jak najwięcej danych w krótkim czasie, nie kłopocząc się ich natychmiastowym przekazywaniem na Ziemię.

Sonda rejestrowała 100 razy więcej danych niż byłaby w stanie przesyłać do naziemnych stacji nasłuchowych. Dlatego najpierw wysyłała dane najważniejsze, a dopiero później powoli naukowcy ściągali kolejne pakiety zdjęć i danych naukowych. Przekazywanie reszty danych rozpoczęło się we wrześniu 2015 r. i potrwało ponad rok, bowiem dopiero 25 października 2016 r. NASA otrzymała ostatni zestaw danych od sondy New Horizons. Zestaw ten obejmował sekwencję obserwacji Plutona i Charona wykonanych instrumentem Ralph/LEISA.

Sygnal odebrała jedna z anten Deep Space Network w Canberze w Australii i następnie przekazano je do Johns Hopkins Applied Physics Laboratory (APL) w Laurel (Maryland, USA). W chwili wysłania wspomnianego zestawu danych sonda New Horizons była 5 godz. i 8 min świetlnych od Ziemi, co przekłada się na dystans około 5 mld km. Sumarycznie przez kilkanaście miesięcy naukowcy otrzymali 50 gigabitów danych o Plutonie i jego księżybach.

Po zweryfikowaniu poprawności danych zespół kontroli misji wyda sondzie poleceńie wyczyszczenia zapisów, aby zwolnić miejsce dla nowych, które będą zbierane w ramach Kuiper Belt Extended Mission (KEM), czyli rozszerzonej fazie misji New Horizons. Badacze chcą dokonać obserwacji obiektów z Pasa Kuipera, w tym celu 1 stycznia 2019 r. sonda ma przelecieć koło obiektu oznaczonego jako 2014 MU69.

Krzysztof Czart



Obraz pokazuje rozmieszczenie galaktyk w supergromadzie w Żaglu (elipsa oznaczona jako VSC) oraz w jej otoczeniu. Kolory wskazują zakres odległości do galaktyk od 500 mln do miliarda lat św. (żółty — bliżej niż supergromada, zielony — w odległości supergromady, czerwony — dalej niż supergromada). Drugą elipsą (SC) oznaczono położenie znanego już wcześniej Supergromady Shapleya. Źródło: Thomas Jarrett (UCT), opracowanie na podstawie 2MASS Photometric Redshift catalogue (Bilicki et al. 2014), nowej publikacji (Kraan-Korteweg et al. 2016) oraz All-Sky Milky Way Panorama (Mellinger 2009)

### Doszreżono supergromadę galaktyk schowaną za Drogą Mleczną

Astronomowie z kilku krajów odkryli nieznaną jak dotąd supergromadę galaktyk w konstelacji Żagla, częściowo przesłoniętą przez Drogię Mleczną. W odkryciu ma udział polski naukowiec pracujący w Holandii, dr Maciej Bilicki.

Supergromady galaktyk to największe struktury we Wszechświecie, zarówno pod względem rozmiarów, jak i mas. Złożone są z gromad galaktyk i mogą zawierać tysiące galaktyk. Supergromady rozciągają się na przestrzeni nawet 200 mln lat świetlnych. Wspólnie z obszarami kosmicznych pustek tworzą wielkoskalową strukturę Wszechświata przypominającą wielką kosmiczną sieć. Supergromady są usytuowane jako „ściany” otaczające pustki.

Najbardziej masywna w lokalnym Wszechświecie jest Supergromada Shapleya w gwiazdozbiorze Centaura, której nazwa pochodzi od Harlowa Shapleya. Ten amerykański astronom odkrył ją w 1930 r. Dystans do Supergromady Shapleya jest określany na około 650 milionów lat świetlnych. Okazuje się, że może mieć rywalkę odległą od nas o 800 mln lat świetlnych i zajmującą na niebie większy obszar. Istnienie nieznanej do tej pory supergromady w Żaglu stwierdził zespół badawczy, którym kieruje Renée C. Kraan-Korteweg z Uniwersytetu w Kapsztadzie. W skład ze-

społu wchodzą naukowcy z RPA, Holandii, Australii i Niemiec oraz polski astronom pracujący w Holandii, dr Maciej Bilicki z Obserwatorium w Lejdzie.

Do odkrycia doprowadziły obserwacje spektroskopowe tysięcy galaktyk. Najpierw przy pomocy teleskopu SALT w obserwatorium SAAO w RPA odkryto w 2012 r. osiem nieznanych gromad galaktyk w konstelacji Żagla. Potem dokonano obserwacji spektroskopowych przy pomocy Anglo-Australijskiego Teleskopu (AAT) w Australii, dzięki którym zmierzono przesunięcia ku czerwieni, co pozwoliło określić, na jakim obszarze rozciąga się obserwowana struktura.

Istnienie dużej supergromady w lokalnym Wszechświecie ma implikacje kosmologiczne, bowiem tak duże skupisko masy oddziaływało w istotny sposób na swoje otoczenie nawet na dużych dystansach. Może mieć np. wpływ na ruch Grupy Lokalnej, czyli kilkudziesięciu najbliższych nam galaktyk, włącznie z Drogą Mleczną.

Dlaczego o istnieniu gromady dowiedzieliśmy się dopiero teraz? Jej położenie na niebie sprawia, że jest częściowo przesłonięta przez Drogię Mleczną, a im bliżej równika galaktycznego, tym bardziej pył i gwiezdy przeszkadzają w obserwacjach obiektów pozagalaktycznych, szczególnie w zakresie widzialnym i ultrafioletowym. Na dodatek w pobliżu jest jedno z najjaśniejszych źródeł rentgenowskich na niebie (pozostałość po supernowej w Żaglu),



Artystyczna wizja sondy New Horizons transmitującej dane na Ziemię. Źródło: NASA/JHU-APL/SwRI

co utrudnia szukanie gromad galaktyk, do którego wykorzystuje się często obserwacje rentgenowskie.

Naukowcy przypuszczali od co najmniej dekady, że w tym obszarze może być duża koncentracja masy. Wskazywały na to zliczenia fotometryczne z przeglądu podczerwonego 2MASS i ze skanów płyt fotograficznych, a także badania ruchu Grupy Lokalnej. Bez pomiarów spektroskopowych, które pozwoliły na oszacowanie odległości (dając dzięki temu trójwymiarowy obraz obserwowanej struktury), nie można było jednak uzyskać potwierdzenia tych przypuszczeń.

Ale nie tylko Droga Mleczna stała na drodze astronomów. Gdy w 2013 r. zespół badawczy uzyskał czas obserwacyjny na teleskopie AAT, wybuchł olbrzymi pożar buszu w Australii, czego skutkiem było opóźnienie obserwacji o cały rok, bowiem trzeba było znowu czekać na dogodny okres z odpowiednim położeniem na niebie gwiazdozbioru Żagla.

Naukowcy planują dalsze obserwacje, aby jeszcze lepiej określić, na jakim obszarze rozciagnięta jest supergromada w Żaglu.

Krzysztof Czart

## Proxima Centauri ma cykl podobny do słonecznego

Po niedawnych doniesieniach na temat odkrycia potencjalnie nadającej się do zasiedlenia planety okrążającej najbliższą gwiazdę Proxima Centauri, astronomowie zaczęli badać tę gwiazdę ze zdwojonym wysiłkiem. Część tych badań odnosi się do jej zmienności, gwiazda bowiem jest zaliczana do karłów typu M, znanych z gwałtownych wybuchów i wyrzutów plazmy. Takie gwiazdne kataklizmy mogą zagrażać hipotetycznemu życiu rozwijającemu się na krążących wokół nich planetach. W październiku ukazała się praca potwierdzająca podejrzenia naukowców, że Proxima Centauri posiada regularny cykl zmienności magnetycznej, podobny do słonecznego cyklu jedenastoletniego.

Warto dodać, że tylko młode gwiazdy tego typu są naprawdę silnie wybuchowe. Proxima Centauri ma już około 5 mld lat, powinna być już więc – przynajmniej teoretycznie – nieco spokojniejsza. Do niedawna naukowcy sądzili też, że te gwiazdy nie wykazują globalnego cyklu magnetycznego, jaki obserwuje się w przypadku naszego Słońca. Mowa tu o słynnym cyklu jedenastoletnim, związanym z pojawianiem się nadwyżki plam słonecznych i flar, podczas którego globalne pole magnetyczne Słońca zmienia swoją orientację biegunkową. Takiemu cyklowi Proxima Centauri, zdaniem astronomów, w ogóle

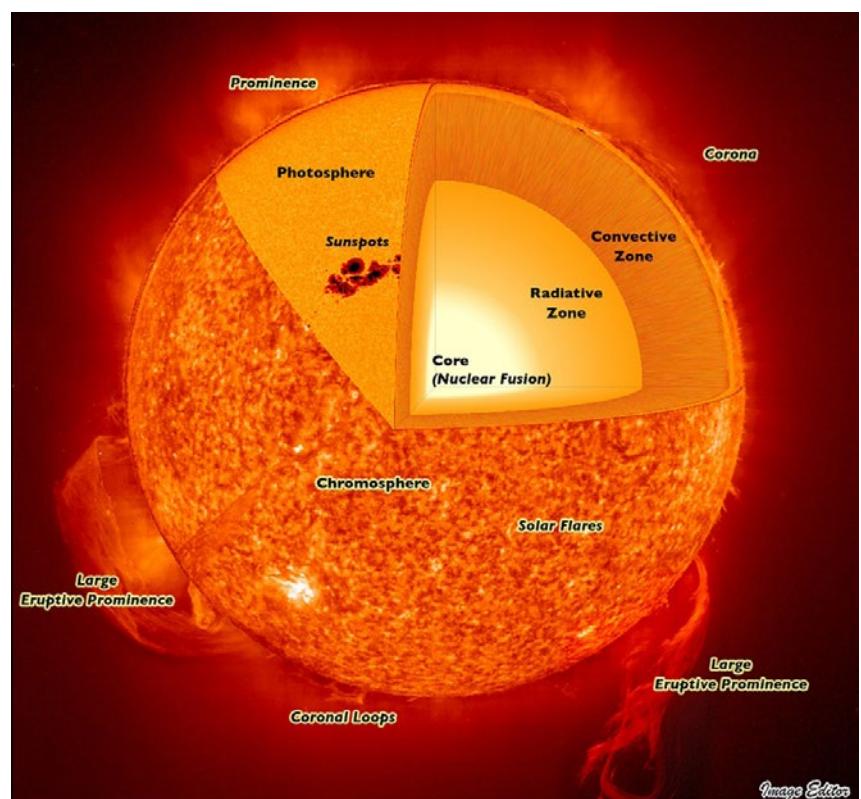
nie powinna podlegać. Tymczasem najnowsze obserwacje i symulacje komputerowe pokazują, że jest wręcz przeciwnie – ona sama i inne gwiazdy tego rodzaju także mają regularne cykle aktywności.

Bradford Wargelin z Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics, wraz ze swoim zespołem naukowym, gromadził obserwacje gwiazdy w zakresie optycznym, ultrafioletowym i rentgenowskim przez dwadzieścia dwa lata. Wiemy, że fotony promieniowania ultrafioletowego i rentgenowskiego w przypadku gwiazd pochodzą głównie z rozbłysków (flare), więc okresowa zmienność w tych dziedzinach powinna być znacznie wyraźniejsza niż w zakresie optycznym. Okazało się, że Proxima Centauri faktycznie ma siedmioletni cykl aktywności, podczas którego obserwuje się wzrost promieniowania właśnie w tych wysokoenergetycznych zakresach. Te obserwacje są ponadto zgodne z wcześniejszymi badaniami, które oceniały czas trwania cyklu tej gwiazdy na siedem do ośmiu ziemskich lat. Zespół znalazł również dowody na istnienie rotacji różnicowej Proximi.

Aby jednak potwierdzić i lepiej rozumieć wagę tych odkryć, naukowcy potrzebowali jeszcze symulacji komputerowych. Ich ogólny wynik jest następujący: powoli

rotujące karły typu M, z cyklem obrotu wynoszącym nie więcej niż 83 ziemskich dni, powinny posiadać cykle magnetyczne i rotować różnicowo. Natomiast te same karły, które jednak obracają się wokół osi szybciej – nie powinny. Wszystko sprawdza się do tego, jak efektywnie dane pole magnetyczne „trzyma w ryzach” gwiazdę. Szybko rotujące gwiazdy są zwykle młode i mają bardzo silne pola, które utrzymują ich plazmę w określonym obszarze, skutecznie zapobiegając występowaniu rotacji różnicowej. A wówczas pole biegunowe nie odwraca się i nie ma cykli. Pola magnetyczne są wprawdzie potężne, ale jak gdyby zamrożone w miejscu, nieprzemieszczające się. Jedynie przypadkowe prądy konwektywne występujące w pobliżu powierzchni gwiazd powodują aktywność w niewielkiej skali, która odpowiada za obserwowane rozbłyski. Gdy natomiast taka gwiazda zwalnia z czasem swą rotację, osłabia się także jej pole magnetyczne. Nie może już ono dłużej „zamrazać” w miejscu plazmy, więc plazma na równiku w pewnej chwili zaczyna obracać się szybciej niż na biegunach. Rotacja różnicowa ma więc miejsce – nawet w gwiazdzie z samą tylko strefą konwektywną.

Elżbieta Kuligowska



Wewnętrzna część Słońca dzieli się na trzy obszary, przy czym większość energii jest generowana w jego najbardziej wewnętrznym, gorącym jądrze. Energia ta rozchodzi się ku bardziej zewnętrznym warstwom gwiazdy przez promieniowanie (głównie w zakresie gamma i rentgenowskim) w obszarze tak zwanej strefy promienistej, a następnie – poprzez ruch rozgrzanych mas – w leżącej powyżej niej strefie konwektywnej. Pomiędzy strefą promienistą i konwektywną znajduje się jeszcze cienka warstwa o nazwie tachoklina. To właśnie tu, zdaniem naukowców, tworzy się słoneczne pole magnetyczne. Źródło: NASA / ESA Images

## WYNIKI II KONKURSU URANII 2015/16

Dokumentacje konkursowe nadesłało 10 szkół spośród blisko 100 placówek biorących w tym okresie udział w programie PTA i MNiSW „Prenumerata sponsorowana Uranii dla szkół”.

Jury Konkursu w składzie: **Marta Dziełak, Sylwia Plenzner i Bartosz Tułaza** (Koło Naukowe Studentów Astronomii UMK) oraz Przewodniczący, **Maciej Mikołajewski** (Redaktor Naczelny Uranii-Postępów Astronomii), po wnikliwym zapoznaniu się z nadesłaną dokumentacją postanowiło przyznać 2 pierwsze oraz 2 drugie miejsca oraz nie przyznawać miejsca trzeciego. Przy rozdzielaniu nagród wzięto pod uwagę wszystkie kryteria wymienione w punkcie 10. Regulaminu Konkursu (<http://www.urania.edu.pl/konkursy/grand-prix-uranii-2015.html>). Szkołom nagrodzonym w pierwszej edycji Konkursu, oceniano wyłącznie nowy okres działalności. Dodatkowo Jury przyznało dwa wyróżnienia szkołom oraz trzy pozaregulaminowe wyróżnienia indywidualne uczniom. Jury postuluje, by w przyszłych edycjach Konkursu przyznawać nagrody oddzielnie w różnych kategoriach szkół, z podziałem na szkoły podstawowe, gimnazja i ponadgimnazjalne.

### NAGRODY GŁÓWNE:

**I MIEJSCE ex aequo** (sprzęt astronomiczny DeltaOptical wartości 3 tys. zł według własnego wyboru szkoły):

**Szkoła Podstawowa nr 2 im. Mikołaja Kopernika w Brzeszczach** (dokumentacja: film-lekcja, prezentacje multimedialne)

oraz

**Zespół Szkół Miejskich Nr 3 w Jaśle** (dokumentacja: raport, prezentacje multimedialne, scenariusze zajęć, dokumentacja fotograficzna).

**II MIEJSCE ex aequo** (sprzęt astronomiczny DeltaOptical wartości 2 tys. zł według własnego wyboru szkoły):

**Zespół Szkół, Publiczne Gimnazjum im. Władysława Reymonta w Połębce Uszewskiej** (dokumentacja: prezentacja multimedialna)

oraz

**Koło Astronomiczne PULSAR w Zespole Szkół Zawodowych i II Liceum Ogólnokształcącym we Włodawie** (dokumentacja: pokazy-filmy multimedialne, prezentacje multimedialne).

**WYRÓŻNIENIA** (książki i gadżety z księgarni internetowej Uranii lub sprzęt astronomiczny DeltaOptical wartości 300 zł):

**Szkoła Podstawowa im. Jana Kochanowskiego w Poniatowej Kolonii**

oraz

**Liceum Ogólnokształcące im. Mikołaja Kopernika w Tuchowie**

**POZAREGULAMINOWE WYRÓŻNIENIA INDYWIDUALNE**

(parasol i czapka „URANIA”):

**Tomasz Dyśko i Krzysztof Buczyński** (Zespół Szkół Zawodowych i II Liceum Ogólnokształcące we Włodawie)

**Dominik Pietrzak** (Gimnazjum im. Jana Pawła II w Skulsku)

Jury Konkursu



**O**sobiste wręczanie nagród w szkołach napotkało tym razem na pewne perturbacje. Zaproszony na wernisaż wystawy „Ziemia z Kosmosu” przygotowanej przez Koło Astronomiczne PULSAR z Włodawy uznałem, że to znakomita okazja do wręczenia nagrody. W ostatniej chwili wyjazd musiałem odwołać, bo nawalił mi samochód. Na szczęście nagroda dotarła na uroczyście kurierem, a PULSAR obiecał zdjęcia wraz z opisami przygotować do druku w „Uranii”.



Natomiast, jak po ogień udało mi się wpaść do Jasła. Tu misja była szczególna, bo zbiegły się z pomysłami lokalnych władz o zlikwidowaniu szkoły w obecnej postaci. Natomiast niektóre z pytań wywiadu, którego musiałem udzielić trójce nieco przestraszonych uczniów (na zdjęciu), pobudziły mnie do wspomnień i głębszych refleksji. W zupełnie innej szkole w Jaśle — I LO — miałem okazję zobaczyć tamtejsze obserwatorium astronomiczne. 5-metrowa kopuła



pozwala zmieścić się nawet całej klasie, a sprzęt Celestrona – spojrzałem przez lornetkę — zapewnia wysokiej jakości obserwacje. Może kiedyś uda się skonfrontować w „Uranii” efekty projektu „Karpaccie niebo”, którego rezultatem jest jasielskie obserwatorium, z kujawsko-pomorskimi astrobazami.

Na szczęście bez żadnych zakłóceń przebiegła wizyta przedstawiciela Redakcji „Uranii”, Sebastiana Soberskiego w Porąbce Uziewskiej. Szkoła już w ubiegłym roku była laureatem naszego Konkursu, ale i tym razem Jury jednomyślnie opowiedziało się za wyróżnieniem. Sebastian wręczał dyplomy i pamiątki uczniom (na zdjęciu) oraz główną nagrodę, teleskop Celestron NexStar 127SLT, Szkolnemu Kółku



Fizyczno-Astronomicznemu, które na nią dzielnie zapracowało. Ciekawe, że prawie wszystkie szkoły mając wolny wybór wybierały właśnie ten, bardzo zgrabny teleskop Maksutowa. Na deser, uczestnicy spotkania obejrzaeli film z obserwacji całkowitego zaćmienia Słońca z pokładu statku pływającego po oceanie.

Brzeszcze i ostatnią z nagrodzonych szkół, obiecałem odwiedzić w styczniu. Łatwo trafię, bo już tam byłem, w ubiegłym roku, ale w... innej szkole.

Zachęcamy wszystkie biorące udział w „Naszej przygodzie” szkoły do umieszczenia swoich dokumentacji na swoich stronach internetowych. Może zachęci to innych do udziału w III edycji Konkursu. Sponsorami nagród

w naszych Konkursach jest w ramach projektu „prenumeraty sponsorowanej dla szkół” Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego, a także firma Delta Optical oraz redakcja „Uranii”.

Mam jeszcze osobistą ofertę dla wszystkich szkół, które zdobyły nagrody i wyróżnienia w I i II edycji Konkursu. Jeśli na trasie Waszej szkolnej wycieczki znajdzie się Toruń, zapraszam do Piwnic, do zwiedzania obserwatorium Uniwersytetu Mikołaja Kopernika. Zobaczcie największy w Europie średniej 32-m radioteleskop, największy w Polsce 90-cm teleskop optyczny oraz zabytkowy, amerykański astrograf Draper, instrument przy którym zrodziła się astrofizyka. Będziecie moimi gośćmi i jeśli tylko nie będzie jakiejś dramatycznej kolizji terminów, sam Wam wszystko pokażę.

Maciej Mikołajewski



Ministerstwo Nauki  
i Szkolnictwa Wyższego



bliżej pasji



## III Konkurs „Nasza szkolna przygoda z astronomią”

Konkurs przeznaczony dla szkół, które w roku szkolnym 2016/17 lub w roku kalendarzowym 2017 prenumerują czasopismo „Urania-Postępy Astronomii”, w ramach dofinansowania otrzymanego z Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego. Skorzystać z dofinansowania może każda szkoła do końca roku 2017. Koszt rocznej prenumeraty wynosi tylko 30 zł! Wystarczy wypełnić formularz zgłoszeniowy na stronie [www.urania.edu.pl](http://www.urania.edu.pl) w zakładce „Prenumerata”

Zadanie konkursowe polega na przedstawieniu wiarygodnej dokumentacji dowolnej, astronomicznej aktywności całej szkoły, zespołu lub grupy uczniów. Przykładami aktywności dzieci i młodzieży mogą być **pokazy nieba, regularne obserwacje, prace badawcze, wykłady lub artykuły, szkolna gazeta lub strona internetowa poświęcona astronomii, organizacja astropikniku lub astrofestiwali, spektakl teatralny, film popularnonaukowy, poszukiwania astronomicznych artefaktów w okolicy, spotkania z astronomami** itp. Dopuszczalne formy dokumentacji to **album, pokaz multimedialny, film albo strona internetowa**. Jedna szkoła może przedstawić wiele różnych rodzajów aktywności i kilka form jej dokumentacji, które będą oceniane jako całkowita. Szkołę może zgłosić do Konkursu nauczyciel-opiekun, samorząd szkolny, uczniów lub grupa uczniów za wiedzą dyrekcji szkoły. Do nadesłanej dokumentacji należy dołączyć wypełniony formularz konkursowy oraz krótki (5–8 tys. znaków + materiały graficzne) atrakcyjny artykuł o astronomicznej

działalności szkoły w formie gotowej do publikacji w „Uranii”. Zgłoszenia szkół do Konkursu wraz z adresem swojej strony internetowej będą przyjmowane **do 15 października 2017 r.** za pośrednictwem strony internetowej [www.urania.edu.pl](http://www.urania.edu.pl). Pozostała dokumentacja powinna zostać nadesłana pocztą na adres Redakcji „Uranii” lub e-mailem na adres [redakcja@urania.edu.pl](mailto:redakcja@urania.edu.pl) do **31 października 2017 r.**

Przewidywane nagrody to 3 000 zł za I miejsce, 2 000 zł za II miejsce i 1 000 zł za III miejsce. Ponieważ czynimy starania o pozyskanie dodatkowych sponsorów, Jury może zdecydować o innym podziale i ilości nagród oraz kategoryzacji szkół na podstawowe, gimnazja i ponadgimnazjalne. W ocenie nadesłanej dokumentacji będą brane pod uwagę (1) merytoryczna wartość i poprawność działalności uczniów, (2) stopień zaangażowania społeczności szkolnej w realizację projektu, (3) odzyskiwanie popularyzatorskie w środowisku lokalnym, (4) pomysłowość i oryginalność przedstawionych form działania, (5) wiarygodność i jakość dokumentacji. Główne nagrody będą wręczane w szkołach osobiście przez przedstawiciela redakcji „Uranii”.

Szczegółowy Regulamin Konkursu i formularz zgłoszeniowy znajdzie się niebawem na stronie [www.urania.edu.pl](http://www.urania.edu.pl) w zakładce „Konkursy”. Wszelkie zapytania odnośnie Konkursu można kierować e-mailem na [redakcja@urania.edu.pl](mailto:redakcja@urania.edu.pl) lub telefonicznie 509 44 17 17.

Redakcja

**NAUCZYCIELE! RODZICE! POSZUKAJCIE SPONSORA DLA SWOJEJ SZKOŁY!**  
**NAUKA I ZABAWA W ASTRONOMIĘ Z PRENUMERATĄ URANII ZA 30 ZŁ!**  
**DO WYGRANIA KSIĄŻKI, TELESKOPY I WIZYTA ASTRONOMA!**

Nie ma tego złego, co by na dobre nie wyszło, czyli...

# (Nie)ciemne niebo w edukacji astronomicznej

*Rozjaśnienie nocnego nieba sztucznym światłem to nie tylko problem dla profesjonalnej astronomii obserwacyjnej i miłośników astronomii. Jasne nocne niebo stanowi barierę dla młodych ludzi na drodze do zainteresowania się astronomią, pogarszając sytuację wynikającą ze znikomej ilości tej dziedziny nauki w szkole.*

Używając znanego angielskiego zwrotu, po drobnej jego zmianie, można бы powiedzieć, że *bright sky is the limit*. Nie możemy sprawić, żeby zanieczyszczenie światłem zniknęło całkowicie i natychmiast. Młodzi ludzie, szczególnie ci mieszkający w miastach, są skazani na nocne niebo

pozbawione większości gwiazd oraz innych ciekawych obiektów i zjawisk. Paradoksalnie możemy jednak wykorzystać to zanieczyszczenie w celu zainteresowania młodzieży astronomią. Jednym ze sposobów są pomiary jasności nocnego nieba. Poziom zanieczyszczenia światłem można mierzyć metodami astronomicznymi

o różnym stopniu trudności, dostosowanym do umiejętności młodych ludzi. Wykonanie nawet najprostszego pomiaru i jego opracowanie pozwala opanować podstawy astronomii obserwacyjnej i naukowej analizy danych. Ponadto pomiary jasności nieba są prowadzone oczywiście pod nocnym niebem, które jest łatwo dostępny „laboratorium” i naturalnym pierwszym kontaktem uczniów z astronomią.

Dla młodych ludzi pomiar jasności nieba to okazja do ciekawych odkryć. To nie jest obserwacja ze znany wynikiem, jak np. pomiar grawitacyjnego przyspieszenia ziemskiego. Jasność nocnego nieba jest zmienna, zależy od miejsca i wielu innych czynników. Jak ciekawe wyniki można otrzymać? Odpowiedzią na to pytanie mogą być dwa artykuły, z których jeden prezentowany jest w niniejszym numerze, a drugi opublikujemy w następnym. Są to prace uczniowskie przygotowane pod okiem nauczycieli, którzy są jednocześnie pasjonatami astronomii. O wysokim poziomie obu prac świadczy fakt, że zostały one bardzo dobrze ocenione przez jury tegorocznego Ogólnopolskiego Młodzieżowego Seminarium Astronomicznego (miejsc II i IV).

Sylwester Kołomański

## Beskid Niski skrywa mało znaną oazę ciemnego nieba

# Moje poszukiwania gwiaździstego nieba

*Znalezienie w Polsce dobrego miejsca do obserwacji astronomicznych jest coraz trudniejsze. Wytrwały obserwator, stosując różne metody pomiaru jasności nocnego nieba, może jednak takie miejsca odkryć i zbadać ich „astronomiczną jakość”. Jedno z miejsc przyjaznych miłośnikom nocnego nieba leży w Beskidzie Niskim.*

### Inspirujące zanieczyszczenie światłem

Tematem mojej pracy badawczej było zanieczyszczenie światłem i jego pomiary. Wyniki tej pracy przedstawiłam w formie referatu pt. „Moje poszukiwania gwiaździstego nieba” na XLII OMSA w Grudziądzu. Wybrałam właśnie ten temat, ponieważ ma on bezpośredni wpływ na życie każdego z nas, choć większość nie jest tego

świadoma. Zwróciłam uwagę na przyczyny tego problemu, jego konsekwencje, a także propozycje zmniejszenia zanieczyszczenia. Wskazałam również różnice w poziomie zanieczyszczenia w zależności od badanego obszaru, czyli na przykład wpływ stopnia urbanizacji. Pokazałam również, że w mojej okolicy istnieje miejsce, które można nazwać tzw. obszarem ciemnego nieba.

Małgorzata Kurcab

Zanieczyszczenie światłem to jedna z najpoważniejszych form zanieczyszczenia środowiska naturalnego, spowodowana przede wszystkim nocnym oświetleniem zewnętrznym, czyli oświetleniem ulicznym, parkowym, terenów przemysłowych, reklamami, iluminacją budynków i każdym innym oświetleniem, które znajduje się poza pomieszczeniami zamkniętymi. Jeszcze ponad 150 lat temu człowiek mógł bez problemu obserwować nocne niebo, dostrzegając na nim znacznie więcej gwiazd niż obecnie, a nawet widoczna była Droga Mleczna. Niezależnie od miejsca obserwacji liczba widocznych obiektów astronomicznych była porównywalna. Natomiast teraz bardzo mało jest miejsc, gdzie można obserwacje na dobrym poziomie. Jednak warto także wspomnieć, że sytuacja zależy od nas, ponieważ możemy, np. gasić światło w miejscowościach, gdzie nie jest ono potrzebne lub zadbać o nasze oświetlenie przydrożne — stosować oprawy oświetleniowe kierujące światło w dół, dzięki temu oszczędzając prąd i zmniejszając istniejący problem.

Wśród programów zajmujących się zanieczyszczeniem światłem są: *Globe at Night*, *Ciemne Niebo*, projekt „*Wygasz*” oraz projekt *Reach the Sky*, który od września 2015 r. jest realizowany w mojej szkole, tj. w I LO im. M. Kromera w Gorlicach. Projekt międzynarodowy *Reach the Sky* realizowany w ramach programu Erasmus+ to projekt, z którym mam do czynienia na co dzień, ponieważ uczestniczę w nim osobisticie. W jego ramach w naszej szkole są organizowane, np. spotkania

miedzynarodowe, wyjazdy obserwacyjne do Niepołomic czy Radocyny. Prowadzimy badania poziomu zanieczyszczenia światłem oraz konkursy i kampanie typu „*Zgaś światło, nie zanieczyszczaj*”, nagłaśniamy także wyżej wymienione programy itp. Projekt ten przyczynił się także do dużej popularyzacji astronomii w moim regionie, gdyż właśnie od września 2015 r. w I LO im. M. Kromera, do którego chodzę, jest realizowany dodatkowy przedmiot astronomia (z ocenami i wpisem na świadectwie jako przedmiot dodatkowy) wg autorskiego programu nauczania mojego nauczyciela fizyki pana Roberta Góra.

### Moje obserwacje

Celem moich obserwacji było określenie poziomu zanieczyszczenia światłem w zależności od miejsca wykonywania pomiarów. Obserwacje prowadziłam w trzech miejscowościach: Gorlice (miasto, 28 tys. mieszkańców), Wola Łużańska (wieś, 8 km od Gorlic) i Radocyna (opustoszała połemkowska wieś w Beskidzie Niskim, 30 km od Gorlic). Zbiorcze wyniki moich badań przedstawia załączona tabela.

Jedną z metod było *wyznaczanie jasności granicznej*, czyli jasności najstabszych widocznych gwiazd. Polega



Radocyna – połemkowska wieś w Beskidzie Niskim. Fot. Robert Góra

ona na liczeniu gwiazd w wybranych gwiazdozbiorach z wykorzystaniem wyłącznie własnych oczu. Tę metodę wykorzystywaliśmy w I LO im. Marcina Kromera w Gorlicach w ramach projektu *Reach the Sky*, wybierając 3 obszary znajdujące się w gwiazdozbiorach Pegaza, Cefeusza, Łabędzia<sup>1</sup>.

Jasność naszego nieba sprawdzam także za pomocą specjalistycznego sprzętu zwanego *SQM-L* (Sky Quality Meter). Jego działanie jest bardzo proste. Wystarczy go włączyć i możemy rozpoczęć obserwacje. Najpierw wykonujemy pięciokrotnie pomiar, kierując sprzęt pionowo w górę (w zenit), a następnie liczymy średnią otrzymanych wyników. Później kolejno wykonujemy również po 5 pomiarów w każdym z 4 kierunków świata 60 stopni nad horyzontem, licząc średni wynik do każdej strony świata osobno. Na koniec liczymy średnią wszystkich otrzymanych średnich. Oczywiście, warto także wspomnieć, że im więcej pomiarów, tym wynik będzie dokładniejszy. Wszystko zostało udokumentowane w raportach obserwacyjnych<sup>2</sup>.

Bardzo ciekawą metodą wykonywania obserwacji, z której też korzystałam, jest *szacowanie liczby gwiazd widocznych okiem nieuzbrojonym*. Może z niej skorzystać każda osoba, nie tylko astronomowie. Jedyne, czego potrzebujemy, to tuba kartonowa,

<sup>1</sup> Metoda wyznaczania jasności granicznej opracowana przez International Meteor Organization jest opisana na stronie [www.saguaroastro.org/content/LimitingMagnitude.htm](http://www.saguaroastro.org/content/LimitingMagnitude.htm)

<sup>2</sup> Metoda pomiaru z wykorzystaniem SQM-L jest opisana na stronie [www.wygasz.edu.pl/index.php/sky-quality-meter.html](http://www.wygasz.edu.pl/index.php/sky-quality-meter.html)



Grupa uczniów I LO w Gorlicach podczas nocnych obserwacji w Radocynie. Fot. Robert Góra

np. po papierze ręcznikowym. Wymagane wymiary tuby to od 4 do 6 cm średnicy i od 20 do 22 cm długości. Istotne jest również to, czy będziemy w czasie obserwacji korzystać z 1, czy z 2 tub (ja korzystałem z jednej) i nie można także zapomnieć o uwzględnieniu, czy obserwacje wykonujemy w okularach, czy bez. Patrząc przez tubę/tuby liczymy, ile gwiazd widzimy przez nią kolejno w kilku losowo wybranych miejscach na niebie. Im więcej obserwowanych miejsc, tym dokładniejszy wynik. Myślę, że 15–20 miejsc to takie minimum, aby pomiary były na dobrym poziomie. Jak wszystkie wcześniejsze pomiary, te także są umieszczone w tabeli wyników<sup>3</sup>.

Podsumowując wszystkie obserwacje, zauważać można, że dla danej miejscowości wszystkie użyte metody dały porównywalne ze sobą wyniki. Dzięki temu mamy większą pewność w określeniu poziomu zanieczyszczenia światłem w tych miejscach. Tak więc niestety najwyższy poziom występuje w Gorlicach, następnie w moim miejscu zamieszkania, a najmniejszy w Radocynie.

Aby potwierdzić słuszność moich badań i wyciągniętych z nich wniosków, swoje wyniki porównałem ze skalami Berry'ego i Bortle'a, na podstawie których mogłam określić poziom jasności nieba, a tym samym stopnia jego zanieczyszczenia<sup>4</sup>. Biorąc pod uwagę pierwszą z wymienionych skali, Radocyna jest na poziomie pierwszym, Wola Łużańska — 3, a Gorlice — 5 (porównując z Krakowem, który jest na poziomie 6, w Gorlicach nie jest jeszcze tak źle). Natomiast w porównaniu z drugą skalą, bardziej dokładną, ponieważ tych poziomów jest więcej niż w poprzedniej skali, Radocyna jest na 3 poziomie, Wola Łużańska na 4, a Gorli-

<sup>3</sup> Dokładny opis metody zliczania gwiazd można znaleźć na stronie [www.wygasz.edu.pl/index.php/tuba.html](http://www.wygasz.edu.pl/index.php/tuba.html)

<sup>4</sup> Więcej informacji na temat skali Berry'ego i Bortle'a można znaleźć na stronach ciemneniebo.pl/pl/aktualnosci/22-artykuly-i-publikacje/179-skala-bortlea oraz [lightpollution.pk.edu.pl/SOCN/metody.php](http://lightpollution.pk.edu.pl/SOCN/metody.php)

**Tabela: wyniki pomiarów jasności nieba**

Metoda pomiaru	Gorlice	Wola Łużańska	Radocyna
Liczenie gwiazd (liczba widocznych gwiazd)	340	1600	2050
Jasność graniczna (mag)	5,0	6,0	6,8
SQM-L (mag/arcsec <sup>2</sup> )	19,76	20,98	21,71

ce na 7. Wyniki te są zgodne z oszacowaną liczbą widocznych gwiazd w tych trzech miejscach — liczba gwiazd maleje proporcjonalnie do wyników pomiarów w skali Bortle'a i Berry'ego. Analizując moje pomiary ww. metodami, zauważam, że zanieczyszczenie światłem jest spowodowane przede wszystkim wzrostem poziomu urbanizacji. Jedyne miejsce, które w mojej okolicy jeszcze nie jest dotkniete tym problemem, to Radocyna. Dlatego należy dodać wszelkich starań, aby to miejsce chronić — między innymi to jest głównym celem realizowanego w mojej szkole projektu *Reach the Sky*.

### Nocne niebo warte ochrony

Wykonane przeze mnie pomiary astronomiczne i oszacowanie na ich podstawie jasności nocnego nieba pokazują, jak wielkim problemem jest tzw. zanieczyszczenie świetlne. Widać to już przy porównaniu wyników pomiarów wykonanych różnymi metodami w różnych miejscach, w których przeprowadzałam obserwacje. Nawet niewielkie miasteczka, jakimi są Gorlice, utrudniają prowadzenie obserwacji

obiektów astronomicznych, dlatego tak ważne są akcje mające na celu uświadamianie wszystkim ludziom istoty tego problemu. Wyniki moich pomiarów wykonanych różnymi metodami pokazują, że doskonalem miejscem do obserwacji astronomicznych jest Radocyna, która może aspirować do miana tzw. obszaru ciemnego nieba. Projekt Reach the Sky jest pierwszym etapem, aby to miejsce w Beskidzie Niskim stało się w niedalekiej przyszłości właśnie takim obszarem. Natomiast tereny miast i miasteczek praktycznie są nieprzystosowane do takich działań. Nieco lepsze dla astronoma amatora są tereny wiejskie, gdzie niebo jest na tyle gwieździste, iż można z powodzeniem tam uprawiać astrofotografię.

Mam nadzieję, że moje obserwacje przyczynią się, przynajmniej w skali lokalnej, do zainteresowania się władz, jak ważne jest dbanie o miejsca przyjazne zarówno dla profesjonalnych astronomów obserwatorów, jak i dla amatorów. Liczę, że inni pasjonaci szeroko rozumianego Kosmosu będą poszukiwać w swojej okolicy takich enklaw dla astronoma — naprawdę warto!

Małgorzata Kurcab — absolwentka I Liceum Ogólnokształcącego im. Marcina Kromera w Gorlicach. Wolontariuszka, animatorka i aktywna działaczka młodzieżowa w powiecie gorlickim. W finale ogólnopolskim konkursu na referat z astronomii i astronautyki podczas XLII OMSA w Grudziądzu za swoją pracę badawczą zdobyła drugie miejsce. Obecnie studiuje na pierwszym roku Inżynierii Organizacji i Zarządzania na Uniwersytecie Ekonomicznym w Krakowie. Jedną z jej wielkich pasji jest szeroko rozumiana astronomia. Nadal aktywnie uczestniczy w projekcie *Reach the Sky*. Jej głównym obszarem zainteresowań jest problematyka związana z zanieczyszczeniem światłem.



# Centrum energii na planetaryjnej mapie Polski

## Nowe planetarium w Łodzi

W styczniu 2016 r. miała miejsce inauguracja nowego planetarium w Łodzi. To jedna z najnowocześniejszych tego typu placówek na świecie. W ciągu pierwszych ośmiu miesięcy działalności planetarium odwiedziło 100 tysięcy osób.

„Witamy Państwa w Planetarium EC1” – tak zwykle rozpoczynamy pokazy, zarówno filmowe, jak i prowadzone na żywo. Po kilku słowach wstępu zabieramy naszych gości w kosmiczną podróż lub na wyprawę w głąb ludzkiego ciała; w przyszłość a czasami i w przeszłość. Zawsze jednak jest to emocjonująca przygoda budząca przemyślenia. W cyfrowych planetariach może nie ma tak pięknych gwiazd, jakie generują urządzenia analogowe, ale mamy więcej swobody w oddziaływaniu obrazem. Możemy zmieniać perspektywę, z której patrzymy na otaczający nas Wszechświat. Jest to niezwykle cenne, gdy opowiada się o astronomii i innych dziedzinach nauki. W Planetarium EC1 staramy się wykorzystać nowoczesny sprzęt tak, aby naszym gościom jak najlepiej przybliżyć również te aspekty otaczającego nas świata.

### Kiedyś była tu elektrownia

Planetarium jest położone w centrum Łodzi, w bezpośrednim sąsiedztwie dworca Łódź Fabryczna, na terenie zrewitalizowanego kompleksu dawnej łódzkiej elektrowni EC1. Działa ono od 8 stycznia 2016 r. w ramach instytucji EC1 Łódź – Miasto Kultury. Z racji doskonałej lokalizacji oraz nietypowego wyglądu placówka przyciąga licznych odwiedzających. Już na pierwszy rzut oka część z nich zachwycza przed wszystkim postindustrialny charakter całego kompleksu, innych fascynują elementy architektonicznego futuryzmu w stylu klasycznego science fiction. Po wejściu do wnętrza przez drzwi umieszczone w zabytkowej ścianie dawnej elektrowni, od razu rzuca się w oczy kopuła planetarium o średnicy 18 m. Wejście do niej znajduje się dwa piętra niżej. Za dwiema śluzami powstrzymującymi przedostanie się pod kopułę przypadkowego światła czeka 110 foteli w układzie przypominającym salę kinową. Nad widownią został rozpięty sferyczny ekran o średnicy 14 m. Zbudowany jest ze 185 białych paneli połączonych pięciokątną płytą zenitową. Panele zamontowano na stelażu podczepionym za pomocą 18 łańcuchów do zewnętrznej kopuły. Same panele wykonano z perforowanego aluminium, dzięki czemu ekran jest niezwykle lekki i waży mniej niż 2 tony. Aby ustabilizować ekran, z trzech stron rozpięto podwójne łańcuchy.

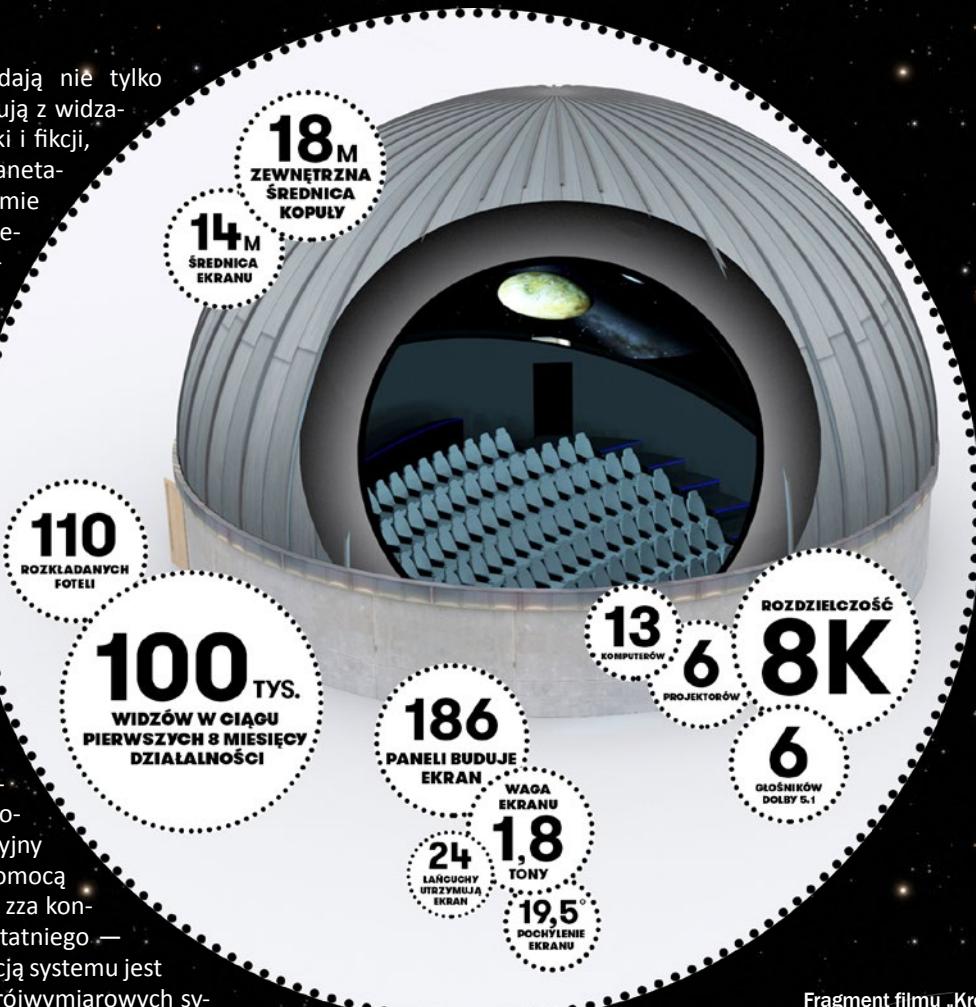


Postindustrialno-futurystyczny budynek  
EC1 Łódź od strony wejścia głównego.  
W środku znajduje się planetarium

## Możliwości techniczne

W tej scenarii prezenterzy opowiadają nie tylko o astronomii. Czasem również dyskutują z widzami o zagadnieniach z pogranicza nauki i fikcji, o tym, co ciekawi odwiedzających planetarium gości. Po podstawowym programie pokazu zawsze jest czas, by głodne wiezdy przedszkolaki zasypały prowadzących pytaniami, których treść trudno przewidzieć. Jak mawiają graficy, zamiast mówić „wyobraźcie sobie”, lepiej powiedzieć „patrzcie”. Zatem staramy się mimo wszystko przewidywać zakres pytań, a odpowiedzi wizualizować. Oprogramowanie planetarium pozwala wyświetlić dowolny trójwymiarowy obiekt przygotowany w studiu graficznym. Dzięki temu możemy na bieżąco wywoływać wizualizacje, które pomogą odpowiedzieć na zadane pytania lub spełnić prośby naszych gości. Podczas opracowywania nowego pokazu mamy również więcej swobody w jego planowaniu. Pracę z przygotowanymi materiałami ułatwia intuicyjny interfejs oprogramowania. Za jego pomocą obrazem na kopule możemy sterować zza konsoli lub z tabletu (za pomocą tego ostatniego — z dowolnego miejsca sali). Ciekawą opcją systemu jest wizualizacja danych pochodzących z trójwymiarowych symulacji naukowych. Wystarczy bowiem, że zostanie przygotowany plik z danymi źródłowymi — na przykład o częsteczkach dysku akrecyjnego — w formacie akceptowanym przez Digistar 5, a wtedy system jest w stanie odtworzyć taką symulację na kopule. Tego typu wizualizacje, symulacje nocnego nieba lub filmy przygotowuje do wyświetlenia 13 komputerów generujących obraz 8K, który na kopułę rzuca sześć projektorów. Obraz może być

Kompleks mgławic na tle gwiazdozbioru Oriona — fragment pokazu dla dorosłych



Fragment filmu „Królowałów”, który w przyszłości będzie wyświetlany w Planetarium

wyświetlany z częstotliwością 60 klatek na sekundę. Uppólnią to ruch kamery oraz przejście między elementami filmowymi wyświetlonymi na całej powierzchni kopuły a nocnym niebem, przestrzenią międzyplanetarną czy międzygwiazdową, czy też włotem w Droga Mleczną z odległości setek tysięcy lat świetlnych. System dźwiękowy zgodny ze standardem Dolby 5.1 i oferujący możliwość skorzystania z narracji w innych językach oraz nowoczesne oświetlenie sali dopełniają wrażenia. Same głośniki zostały rozmieszczone w szerokim na dwadzieścia metrów kanale między zewnętrzną kopułą i ekranem projekcyjnym.

## Co oferuje planetarium?

Możliwości techniczne sprzętu byłyby niczym bez odpowiedniej oferty. Obecnie w programie placówki znajduje się dwanaście różnych pokazów popularnonaukowych oraz dwa specjalnie dedykowane pokazy dla szkół. Z całego repertuaru, siedem pokazów zostało przygotowanych przez pracowników Planetarium EC1. Oferta placówki została przygotowana tak, by odpowiadała potrzebom różnych osób — zarówno tych realizujących określony program kształcenia, jak i odwiedzających



planetarium dla przyjemności. Pokazy dzielimy również na przeznaczone dla najmłodszych i dla dorosłych, którzy często chcą posłuchać o najnowszych doniesieniach astronomicznych. Pojawiają się również wydarzenia specjalne, np. cieszące się dużą popularnością widowisko muzyczne „Pink Floyd — The Wall”. Planetarium jest również otwarte na współpracę z nauczycielami oraz wszystkimi innymi osobami chcącymi wykorzystać to kreatywne medium, jakim jest planetaria kula. Przykładem takiej współpracy była obrona pracy dyplomowej absolwentki Akademii Sztuk Pięknych w Łodzi, Katarzyny Koby, która z pomocą pracowników planetarium połączyła w ramach swojego projektu wirtualną rzeczywistość i multimedialną instalację z projekcją planetariową.

Poza prowadzeniem pokazów pracownicy planetarium uczestniczą w życiu miasta na inne sposoby. Jednym z nich jest wspólna obserwacja zjawisk astronomicznych i relacje za pośrednictwem internetu z najważniejszych zjawisk oraz wydarzeń astronautycznych. Pracownicy planetarium są obecni w lokalnych i ogólnopolskich mediach, gdzie starają się w przystępny sposób opowiadać o astronomii, biorą udział w konferencjach naukowych oraz branżowych, zarówno jako prelegenci, jak i uczestnicy. Ponadto Planetarium EC1 jest gospodarzem i współorganizatorem wydarzeń tematycznych, zarówno na terenie swojej siedziby, jak i poza nią.

Ślesto  
mości będzie  
arium EC1

#### Jeden z nowych cudów Polski

Wszystko to sprawiło, że w 6. edycji konkursu „7 nowych cudów Polski” Planetarium EC1 zdobyło jedną z 32 nominacji redakcji miesięcznika *National Geographic Traveler*. Po półtoramiesięcznym głosowaniu wygrało plebiscyt, zdobywając 18.09% głosów uczestników. Kilka tygodni później, na konferencji Digistar Users Group 2016 w Arlington w Teksasie, demo jednego z przygotowywanych obiektów przez zespół pokazów zdobyło drugą nagrodę. Te sukcesy bardzo nas cieszą, ale jednocześnie zwiększą świadomość ogromu czekającej nas pracy. Bezustannie więc trwa praca nad kolejnymi projektami.

W ciągu najbliższego roku w ramach EC1 jest zaplanowane otwarcie Centrum Nauki i Techniki. W jego ramach odwiedzającym zostanie udostępniona mniejsza, 10-metrowa kula, również oparta na technologii cyfrowej i z możliwością wyświetlania obrazu 3D. Pokazy w niej prowadzone będą tematycznie powiązane



z powstającą w Centrum ekspozycją oraz prezentowanymi tam zagadnieniami. Już teraz chcielibyśmy Państwa tam serdecznie zaprosić.

Tomasz Banyś

Tomasz Banyś jest pracownikiem Planetarium EC1, gdzie zajmuje się popularyzacją nauki.



W czasie jednego z pierwszych pokazów

**Podróże w przestrzeni i w czasie, czyli...**

# Kosmos na planszy

Wiktor Szafranowicz

*Kosmos lata temu przestał już być jedynie domeną astronomii i ogólnie rozumianej nauki. Wątki od dawna popularne w literaturze, w latach 50. stały się tematem chętnie podejmowanym przez filmowców, by w 1968 r. doczekać się kultowej 2001: Odysei kosmicznej. Raptem 9 lat później światło dzienne ujrzała pierwsza część jednej z największych i wciąż żywych kinowych serii. Gwiezdne wojny, zdobywając uznanie zarówno fanów, jak i krytyków, przebojem wdarły się na rynek. Popkultura stopniowo zagarniała dla siebie kosmiczną tematykę, odzierając science fiction z jej naukowego wymiaru i eksponując wątki fantastyczne. Rozpalające wyobraźnię mas hollywoodzkie produkcje zaczęły wyznaczać nowe horyzonty oraz granice, zapełniając na wszelkie możliwe sposoby lukę pozostawianą przez astronomów i fizyków. Nic więc dziwnego, że po tą tematykę sięgnęła też ciesząca się coraz większą popularnością rozrywka, jaką są gry planszowe.*

## Zabawa, ale i poważny biznes

Nowoczesne plansówki nie są już produktami skierowanymi wyłącznie do dzieci. Na rynku dostępny jest ogrom tytułów przeznaczonych także dla całych rodzin, jak i zaawansowanych, dorosłych graczy. Ci ostatni szukają w nich nie tylko samej rozrywki, ale i często wyzwania intelektualnego. Branża rozwija się w szybkim tempie, czego doskonałym przykładem jest gdańskie wydawnictwo Rebel. Firma, która powstała w 2003 r., liczy obecnie kilkudziesięciu pracowników, działa jako hurtownia, sklep internetowy oraz stacjonarny i jest jednym z największych wydawnictw gier planszowych w kraju. Popularne tytuły sprzedają się w Polsce w nakładzie od kilkunastu do kilkudziesięciu tysięcy egzemplarzy. Na gry planszowe coraz większą uwagę zaczynają zwracać także przed-

siebiorstwa zajmujące się wydawaniem i sprzedażą książek czy gier komputerowych, a na rynku *stricto* planszowym wciąż pojawiają się nowe podmioty. Niektóre z nich zaczynają jako projekty hobbyistyczne, by z czasem przekształcić się w sprawnie działające firmy. A doskonałą szansą na uzyskanie poczatkowych środków oraz rozgłosu jest dla nich crowdfunding.

Finansowanie społecznościowe jest narzędziem bardzo chętnie wykorzystywanym w Stanach Zjednoczonych, będących ojczyną najpopularniejszego portalu crowdfundingowego — Kickstartera. Zasady jego działania są banalnie proste. Autor projektu przedstawia swój pomysł na produkt (lub też jego finalną wersję) i просi o wsparcie finansowe. W zamian oferuje różnego rodzaju nagrody, w tym naturalnie sam główny przedmiot zbiórki. Akcje tego typu wiążą się niekiedy z pewnym ryzykiem, związanym na ogół z ewentualnymi opóźnieniami, są jednak doskonałą okazją dla wydawców i autorów na zdobycie funduszy, a dla klientów na pozyskanie i wsparcie ciekawych

gier. Wśród setek pojawiających się rocznie pomysłów nie brakuje też tych związanych z Kosmosem. Warto wspomnieć o nowych tytułach, takich jak *Xtronaut*, skupiający się na eksploracji Układu Słonecznego, *Planetarium* opowiadające o jego powstawaniu czy *Kepler-3042*, w którym gracze zajmą się wydobywaniem zasobów i tworzeniem pozaziemskich kolonii. Ciekawie zapowiada się również *Space Race: The Card Game*, okraszona świetnymi grafikami karcianka o kierowaniu agencją kosmiczną.

Polskim odpowiednikiem Kickstartera jest portal Wspieram.to, z którego chętnie korzystają rodzime wydawnictwa. Jest on bardziej przyjazny polskim użytkownikom, gdyż nie wymaga znajomości języka angielskiego, a wszelkie rozliczenia są prowadzone w złotówkach, co przekłada się również na przystępniejsze ceny. Poza tym, dzięki mniejszej liczbie projektów gwarantuje jednocześnie ścisłejszą kontrolę nad nimi i tym samym większe bezpieczeństwo klientów. W obu przypadkach gry fundowane na Kick-

Więcej o kosmicznych grach planszowych:  
[www.urania.edu.pl/gry/planszowe](http://www.urania.edu.pl/gry/planszowe)

starterze i Wspieram.to trafiają później na ogół do sklepów, jednak akcje crowdfundingowe często oferują trochę atrakcyjniejsze ceny oraz unikalne dodatki i nagrody. Na polskiej platformie co jakiś czas pojawiają się gry o tematyce fantasy naukowej, jak na przykład ufundowane i rozesiane już do wspierających: *Roll for the Galaxy*, *Pocket Imperium*, *Wiertła*, *skały, minerały* (wyd. Games Factory Publishing) czy *Impuls* (Czacha Games).

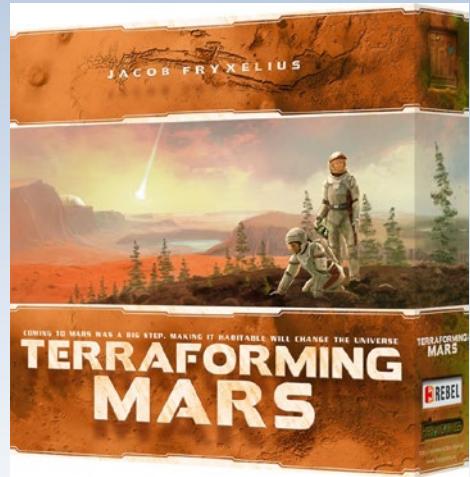
Gry, których tematem przewodnim jest Kosmos i jego eksploracja, są na ogół pozycjami mocno strategicznymi, przeznaczonymi raczej dla dorosłych graczy. To właściwie nic dziwnego, gdy pamięta się, iż współczesne planszówki ogromnie odbiegają od znanych niemal wszystkim chińczyka czy monopolu, w których cała zabawa sprowadzała się do rzutu kostką. Głównym czynnikiem różnicującym gry jest ich mechanika, czyli zastosowane w nich rozwiązania określające dostępne akcje i przebieg samej zabawy. Tych, podobnie jak planszówek, jest multum, często spotyka się np.: rozmieszczenie robotników (ang. *worker placement*), układanie płyt (ang. *tile placement*), zarządzanie posiadanymi kartami (ang. *card/hand management*), zbiera-

szówek, które nagłośniały tę tematykę. Duże emocje wywołuje zapowiadana początkowo na październik kooperacyjna pozycja *First Martians: Adventures on the Red Planet*. Tytuł autorstwa Ignacego Trzewiczka, najbardziej znanego polskiego projektanta gier planszowych, ma ukazać się w pierwszej połowie 2017 r. Gra bazuje na mechanice wielokrotnie nagradzanego *Robinson Crusoe: Przygody na przeklętej wyspie*, ma ją jednak rozwijać dzięki wykorzystaniu aplikacji mobilnej. Sam autor przyznaje, że popularnonaukowa planszówka powstała w oparciu o założenia programu Mars Direct. Obserwując losy wcześniejszych gier Trzewiczka, można spodziewać się, że także jego najnowsze dzieło okaze się dużym sukcesem.

Kolejną wyczekiwana grą jest *Martians: A Story of Civilization* autorstwa Kamila Wolickiego. Polskie wydawnictwo RedImp, łącząc zbiorkę na Wspieram.to i Kickstarterze, zebrało na nią aż 230 tysięcy dolarów. Tytuł opiera się na mechanice rozmieszczania robotników do akcji zapewniających różne korzyści. Celem graczy jest rozwijanie kolonii na Czerwonej Planecie, w czym pomaga eksploatacja surowców i opracowywanie technologii. Zgodnie z zapowiedziami *Martians: A Story of Civilization* w polskiej wersji językowej powinno pojawić się w pierwszej połowie przyszłego roku.

Marsjańską tematykę niespodziewanie zdominała jednak *Terraformacja Marsa* autorstwa Szweda, Jacoba Fryxeliusa. Wydana przez Rebela gra została bardzo ciepło przyjęta przez planszowkowiczów i szybko zaczęła znikać ze sklepów.

W *Terraformacji Marsa* gracze stają za sterami wielkich korporacji rywalizujących o wpływy na Czerwonej Planecie. Ich celem jest podniesienie poziomu tlenu, temperatury oraz stworzenie wystarczającej liczby oceanów, by uzyskać warunki jak najbardziej zbliżone do ziemskich. Tytuł nie jest



krótki i zależnie od wybranego wariantu (podstawowego lub zaawansowanego) trwa około dwóch albo trzech godzin. Co ciekawe, oprócz zabawy od dwóch do pięciu osób, pozwala także na rozgrywkę jednoosobową. W *Terraformacji Marsa* autorowi udało się zatrzymać stosunkowo proste zasady z mocno strategiczną i wymagającą rozgrywką. Wszystko to za sprawą kart, na których bazuje cała mechanika. Przedstawiają one ponad 200 unikalnych projektów, w różny sposób wpływających na losy planety i terraformujących ją firmy. Część z nich podnosi produkcję surowców korporacji, inne pozwalają na budowę różnych lokacji na planszy, jeszcze inne oferują akcje, umożliwiające zdobywanie punktów



nie zestawów (ang. *set collection*) czy kontrolę obszaru (ang. *area control*). We współczesnych grach nie brakuje również wspomnianego rzucania kości, jednak na ogół nie jest ono decydującym o wyniku czynnikiem.

### Marsjański 2016

Bieżący rok w grach planszowych przez niektórych nazywany jest rokiem Marsa. Wszystko za sprawą kilku plan-

zwycięstwa. Zabawa daje naprawdę wiele możliwości! Dostępne strategie są częściowo sugerowane przez korporacje zajmujące się konkretnymi dziedzinami (np. wydobyciem, projektami orbitalnymi, energetycznymi czy cieplnymi), jednak nic nie stoi na przeszkodzie, by pójść w całkiem innym kierunku. Świeżym pomysłem było wprowadzenie różniących się od siebie kart projektów, dzięki czemu planszówka zachowuje świeżość i nie nudzi się nawet po sporej liczbie partii. W *Terraformacji Marsa* zawarto niewiele interakcji pozwalającej na przeszczadzanie przeciwnikom, więc nie powinna ona zniechęcić osób preferujących spokojne rozwijanie własnej frakcji. Należy się jednak liczyć z tym, że w wariantie zaawansowanym, wprowadzającym dodatkowe karty, jest jej troszkę więcej.

Jacob Fryxelius podszedł do marsjańskiej tematyki bardzo poważnie. Zamiast puścić wodze fantazji, starał się nadać grze rys realności. Widać to już po samej planszy, która odzwierciedla istniejące na Marsie regiony. Także mechanika została zaprojektowana tak, by możliwe nie oddalać się od nauki. Wiele kart posiada swoje wymagania, uzależnione od wskaźników globalnych (temperatura, poziom tlenu, liczba oceanów), bez których osiągnięcia nie można ich zagrać. Dzięki temu wraz z postępem zabawy możemy obserwować transformację planety, stopniowo pojawiające się wśród kart zwierzęta, powstające lasy i coraz mniej zależne od sztucznej atmosfery miasta. Wszystkie projekty — od tych wciąż pozostających w sferze planów i teorii, po spotykane nawet na Ziemi — zostały okraszone krótkim tekstem opisującym ich rolę, działanie lub znaczenie w procesie terraformacji. Nic dziwnego, że gracze, którzy poznali ten tytuł, zakochali się w nim. Gra jest świetnie zaprojektowana i bez reszty pochłania, sprawiając, że godziny spędzone przy stole mijają niezauważone. Śmiało mogę napisać, że to najlepsza gra o kosmicznej tematyce wydana w 2016 r. w Polsce. Jej pierwszy nakład wyprzedaje się bardzo szybko, więc wydawnictwo na początek przyszłego roku zapowiedziało już dodruk, w którym prawdopodobnie zostaną poprawione drobne błędy w instrukcji i na kartach, które niestety pojawiły się w pierwszym wydaniu.



Nie oznacza to naturalnie, że *Terraformacja Marsa* jest jedynym godnym uwagi tytułem, który przyniósł nam bieżący rok. Za tę tematykę zabrało się też wydawnictwo Games Factory Publishing w *Wiertłach, skałach, mineralach* (ang. *Super Motherload*). To planszówka bazująca na grze komputerowej, w której zajmujemy się wydobywaniem tytułowych mineralów spod powierzchni Czerwonej Planety. Tytuł jest dużo prostszy i tym samym bardziej przyjazny początkującym niż *Terraformacja*, oferuje również trochę inne wrażenia. O ile opisywana wcześniej gra opierała się na strategii, *Wiertła, skały, minerały* są bardziej podatne na los i po prostu lżejsze w odbiorze — zabawa polega na zagrywaniu kart, które pozwalają na wydobywanie mi-

nerałów. Wyżłobione pod powierzchnią planety tunele oznaczają się kartonowymi żetonami, a surowce wykorzystuje do pozyskiwania kolejnych kart pilotów do własnej talii. Partia trwa niewiele ponad godzinę i mimo że gra nie podchodzi do tematyki Marsa w sposób naukowy, to sprawia frajdę nie tylko doświadczonym graczom, ale też tym rzadziej siadającym do planszy oraz młodszym.

### Nie tylko Czerwona Planeta

Z zupełnie innego założenia wyszedł Joseph Fatula, autor anglojęzycznej gry *Leaving Earth* opowiadającej o wyścigu kosmicznym rozpoczętym w latach 50. ubiegłego wieku. Opracowując technologie, kupując oraz konstruując statki kosmiczne, gracze starają się realizować misje eksploracji Kosmosu. Są to zadania od tych stosunkowo prostych, jak np. wystrzelanie rakiety w Kosmos, do wielce skomplikowanych i niebezpiecznych, jak wysłanie człowieka na Księżyc i szczęśliwe sprowadzenie go na Ziemię. Rzeczą, która sprawia, że to tytuł z jednej strony ciężki i wymagający, a z drugiej niezwykle interesujący, jest planowanie manewrów w przestrzeni kosmicznej. W grze występują trzy istotne zmienne: ciężar statku, ciąg generowany przez rakiety oraz poziom trudności manewrów. Posiadając te dane, musimy samodzielnie zaprojektować taką maszynę, która pozwoli na osiągnięcie naszych



celów! W trakcie zabawy od jednego do pięciu graczy z notesikami w rękach wykonuje takie obliczenia, by ciężar statku pomnożony przez trudność manewrów mieścił się w generowanym przez silniki ciągu. Zdecydowanie nie jest to rozrywka dla każdego, jednak podczas wspólnego sprawdzania prawidłowości obliczeń nie brakuje w niej emocji, a także satysfakcji z udanych misji. Smaku zabawie dodają technologie pozwalające na korzystanie z coraz to większych rakiet, pojemniejszych kapsuł i innych ulepszeń, jak chociażby z możliwością łączenia i dzielenia statków w przestrzeni kosmicznej. Wszystkie pozyskane rozwiązania powinno się przetestować, by w kluczowym momencie nie doszło do awarii, mogącej zakończyć się eksplozją całego statku. Gra od strony tematycznej bierze pod uwagę elementy, z którymi musieli zmagać się pionierzy misji kosmicznych, jak np. groźne dla ludzi promieniowanie kosmiczne czy skomplikowany proces wejścia w atmosferę oraz lądowania. Po poznaniu reguł zabawy tytuł okazuje się grą przystępna pod kątem zasad, w której jednak sporą barierą może być znajomość języka angielskiego. By przekonać rodzimych graczy do tej nietypowej plansówki, jej fani postanowili przetłumaczyć i udostępnić w sieci instrukcję.

Do Kosmosu w skali makro, więc z zupełnie innej strony, podszedł Przemysław Świerczyński w wydanym przez Board&Dice tytułe *Exoplanets*. To kolejna polska plansówka, która została ufundowana dzięki wsparciu zebranym na Kickstarterze. Zabawa



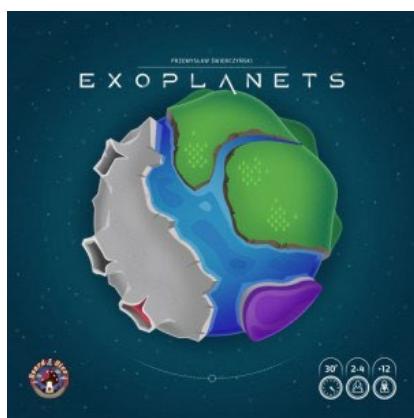
polega na tworzeniu fikcyjnego układu planetarnego, w którym gracze, wykorzystując energię, wodę oraz gazy, będą starali się wytworzyć prymitywne życie, by później przekształcać je w bardziej złożone gatunki. Mechanicznie gra nie ma wiele wspólnego z nauką, ale przystępna forma i lekkość rozgrywki połączona z ciekawą tematyką sprawiają, że jest to tytuł wart wypróbowania. Spora dawka negatywnej interakcji i ładne wykonanie elementów plansówki powinny przyciągnąć do stołu nawet nastoletnich miłośników astronomii.

Ci młodzi i stawiający w nowoczesnych planszkach pierwsze kroki powinni zwrócić uwagę na *Srebrne historie* wydawnictwa G3. Gra składa się z 50 dużych kart, na których zamieszczono tytułowe astronomiczne opowieści, kończące się zawsze jakimś

pytaniem. Zadaniem uczestników zabawy jest odgadnięcie ich rozwiązania, co nie zawsze okazuje się takie proste. Świeckim aspektem gry jest walor edukacyjny, gdyż w ciekawy sposób wykorzystuje i przedstawia ona znane fakty oraz prawa dotyczące Kosmosu. Do rozwiązania zagadek jest potrzebna umiejętność łączenia faktów i zadawania celnych pytań, jednak wiedza może okazać się równie przydatna.

### Fantastyczne imperia i plansówki na licencjach

Gry o tematyce nawiązującej do rzeczywistości to jednak kropla w morzu wszystkich kosmicznych tytułów, które podobnie jak i kinematografia chętnie zajmują się fikcją. Wśród nich prym wiedzie przytaczana na początku tekstu kultowa seria filmowa. *Gwiezdne wojny* doczekały się wielu gier, a zeszłoroczne wznowienie w postaci *Przebudzenia mocy* przysporzyło im dodatko-



wej popularności. Dzięki chwytnemu tematowi w Polsce ukazuje się sporo plansówek z tego uniwersum.

Wśród tytułów należy wymienić między innymi *Star Wars: Rebelię*, długą grę strategiczną, w której rywale wcielają się w Imperium oraz walczący z nim Sojusz. Mimo że teoretycznie można grać w nią nawet we cztery osoby, to jednak zdecydowanie lepiej sprawdza się ona jedynie we dwójkę. Gra kosztuje ponad 300 złotych, ale cenę odzwierciedla jej zawartość, w której nie brakuje masy figurek i wielu kart. W dowódce kosmicznej floty rodem z filmów pozwala wcielić się *X-Wing*. Nie jest to typowa plansówka, a gra bitewna, w której występuje też istotny element kolekcjonerski w postaci dokupywanych kolejnych modeli statków. Podczas zabawy przeciwnicy wystawiają do walki myśliwce i za pomocą miarek,



wskaźników zasięgu oraz kości toczą gwiazdny pojedynek. Na podobnych zasadach opiera się *Star Wars: Armada*, która lekko odświeża tę mechanikę, przenosi ciężar z pojedynczych myśliwców na większe statki i oferuje bardziej obfity, ale też droższy zestaw startowy. W sklepach można także znaleźć *Gwiezdne wojny: Grę karcianą* oraz przygodowe, pełne figurek *Imperium atakuje*. Nie wszystkie gry z uniwersum stworzonego przez Georga Lucasa są jednak duże i kosztowne. Trójmiejski Trefl postanowił zmienić temat opowiadających o I wojnie światowej *Pół Flandrii* i wydał je jako *Star Wars Star Battle*.

Swoich planszowych odpowiedników doczekały się także popularne seriale science fiction. Trzeba tutaj wspomnieć *Battlestar Galactię*, grę kooperacyjną, która w świetny sposób wykorzystuje element zdrajcy, czy przygodowo-kupieckiego *Fireflya*. Ten niestety nie doczekał się polskiego wydania i jest dostępny jedynie w języku angielskim. Również fani gier fabularnych czy komputerowych nie powinni poczuć się zawiedzeni ofertą wydawnictw, które wprowadziły na rynek np. *Zakazane Gwiazdy* z uniwersum Warhamerra 40 000 czy będącego obecnie białym krukiem *Starcrafta*. Do najpopularniejszych tytułów fantastycznonaukowych trzeba również zaliczyć dwie duże angielszczyzne strategie: *Twilight Imperium* oraz *Eclipse*. Mimo iż są pozornie zbliżone i oferują gracjom kontrolę nad gwiazdnym imperium, to różnią się zastosowanymi mechanikami i dostarczają innych wra-



żeń z zabawy. Miłośnicy wieloosobowych i wielogodzinnych batalii sięgają pewnie po ten pierwszy tytuł, podczas gdy osoby preferujące bardziej matematyczną rozgrywkę zainteresują się raczej *Eclipsem*.

### Gry planszowe – hobby dla każdego

Plansówki zajmujące się kosmiczną tematyką są często drogimi, dużymi i bogatymi w figurki tytułami dla zaawansowanych graczy. Na rynku znajduje się jednak całkiem sporo pozycji, które powinny przyciągnąć do stołów młodszych lub też mniej doświadczonych amatorów tego hobby. Poza wspomnianymi w tekście *Wiertłami, skałami, minerałami* oraz grami *Exoplanets* i *Star Wars Star Battle* tę tematykę wykorzystują też proste, małe tytuły jak: *Astro Jam*, *Kosmiczna misja* czy *Mały książę*. Niedługo w Polsce powinna ukazać się również osadzona w uniwersum *Gwiezdnych wojen* odsłona jednej z najpopularniejszych gier planszowych — *Carcassonne'a*. Także banalnie prosty i ładnie wydany *Timeline: Nauka i odkrycia* polegający na odgadywaniu chronologicznego porządku kart zawiera wydarzenia związane z astronomią. Jest on świetną grą dla wszystkich lubiących łączyć zabawę z elementem edukacyjnym.

Rynek gier planszowych dynamicznie się rozwija, a setki ukazujących się rocznie tytułów sprawiają, że niemożliwe jest opisanie ich wszystkich. Nie skłamię jednak, twierdząc, że wśród oferowanych w Polsce gier planszowych każdy znajdzie coś dla siebie. Nieważne, czy zamierza grać z dzieć-

mi, młodzieżą, znajomymi z pracy czy osobami starszymi. Gry planszowe nie są tanim hobby, jednak niezależnie od budżetu zawsze można postarać się o ciekawą planszkę o niemal dowolnej tematyce. Obecnie gry bez prądu przebojem wkraczają na stoly Polaków, do pubów i kawiarni oraz na tyle często trafiają pod świąteczne drzewka, że każdy powinien zainteresować się tym tematem.

W „Uranii” nr 5/2016 zamieściliśmy wywiad z twórcą gry *Mission to Mars 2049*.



Z wykształcenia magister politologii, prywatnie pasjonat gier planszowych i miłośnik fantasy we wszystkich jej postaciach. Pasję do pisania oraz gier bez prądu realizuje, prowadząc od niemal trzech lat blog „Planszówki we dwoje“ (<http://planszowki.blogspot.com>), w czym pomaga mu żona. Najchętniej sięga po gry osadzone w starożytności oraz te z ciekawym tematem fantasy lub science fiction.

## Wybudowano obserwatorium astronomiczne w Chalinie

Ośrodek Edukacji Przyrodniczej w Chalinie (woj. wielkopolskie) wzbogacił się o nowo wybudowane obserwatorium astronomiczne. Inwestycja kosztowała ok. 280 tys. zł, a sercem obserwatorium będzie 14-calowy teleskop w układzie Ritchey-Chretiena, gwarantujący świetne właściwości w zastosowaniach astrofotograficznych. Obiekt wybudowano pod niebem, które jest jednym z najciemniejszych w zachodniej Polsce.

Obserwatorium zostało zamówione przez Zespół Parków Krajobrazowych Województwa Wielkopolskiego z siedzibą w Poznaniu, któremu organizacyjnie podlega Ośrodek Edukacji Przyrodniczej w Chalinie (gmina Sieraków, powiat Międzychód). Na ten cel przeznaczono niemal 300 tys. zł, przy czym w specyfikacji zamówienia zaznaczono niezbędne elementy wchodzące w skład obserwatorium: m.in. średnica obserwatorium od 300 do 400 cm; wysokość kopuły od 240 do 300 cm; zdalne sterowanie kopuły z komputera; automatyczna synchronizacja z teleskopem; ogrzewanie przeciwzmrozowe elektroniki; astronomiczna stacja pogodowa; teleskop w systemie RC o średnicy lustra 35 cm; montaż o udźwigu co najmniej 50 kg; teleskop słoneczny (60 mm); teleskop Newtona na montażu Dobsona o średnicy zwierciadła 12 cali; teleskop planetarny z montażem GoTo o średnicy 6 cali; pięć lornetek astronomicznych plus statyw do nich.

Do konkursu zgłosiła się tylko jedna firma, Krusz-system sp. z o.o. z siedzibą w Sierakowie, która zaproponowała kwotę 280 tys. zł za realizację zamówienia. Zgodnie ze specyfikacją, na wybudowanie obserwatorium firma miała czas dwóch miesięcy. Ostateczny termin oddania inwestycji miał 10 grudnia bieżącego roku, jednak udało się nieco wcześniej wybudować obiekt. W skład wyposażenia obserwatorium weszły m.in.: teleskop GSO RC 14" na montażu EQ8; kamera SBIG ST8300; filtry UVBRI, H<sub>α</sub>, OIII; focuser; stacja pogodowa; kamera All Sky; CCTV; kamera internetowa z rybim okiem.

Obserwatorium będzie pełniło głównie funkcję edukacyjną, szczególnie dla dzieci i młodzieży. Do dyspozycji odwiedzających ośrodek w Chalinie są również m.in. sala konferencyjna na ok. 100 osób, sala dydaktyczna ze sprzętem audiowizualnym, obiekty dydaktyczno-rekreacyjne oraz kilkadziesiąt miejsc noclegowych.

Należy zaznaczyć, że Chalin leży na obszarze Ostoi Ciemnego Nieba, któ-



Kopuła z teleskopem w obserwatorium astronomicznym w Chalinie. Fot.: Jacek Pala.

rej inicjatorem jest Tomasz Zaraś. Ostoją w miejscowościach Izdebno i Chalin jest jednym z pięciu obszarów w Polsce, które prowadzą zorganizowaną ochronę ciemnego nieba. Pozostałymi obszarami ochrony ciemnego nieba są miejscowości Sopotnia Wielka i Palowice na Śląsku, Izerski Park Ciemnego Nieba oraz Park Gwiezdnego Nieba Bieszczady.

Grzegorz Iwanicki

## Mieszkańcy Giżycka chcą budowy obserwatorium

W październiku ogłoszono wyniki głosowania w budżecie obywatelskim na rok 2017 w Giżycku. Pomysł budowy obserwatorium astronomicznego zrobił furorę wśród mieszkańców i uzyskał największą liczbę głosów spośród wszystkich propozycji. Szacunkowa wartość giżyckiego projektu budowy miejskiego, szkolnego obserwatorium astronomicznego, wynosi 50 tys. złotych. Projekt poparło prawie 20 tys. osób.

Propozycje budowy obserwatoriów astronomicznych w ramach budżetów obywatelskich lub funduszy samorządowych są coraz popularniejsze w ostatnich latach. Przykładami zrealizowanych w ten sposób inwestycji są placówki w Radomiu czy Koszalinie. Zachęcamy lokalne społeczności astronomiczne do podobnych działań w swoich rejonach.

Krzysztof Czart

## Nauczyciele spotkali się na V Forum Klubów Młodego Odkrywcy

18 i 19 listopada 2016 r. w warszawskim Centrum Nauki Kopernik odbyło się spotkanie nauczycieli z projektu o nazwie Klub Młodego Odkrywcy. Jest to inicjatywa

edukacyjna skierowana do dzieci i młodzieży, przy czym część klubów prowadzi także zajęcia związane z astronomią i Kosmosem. Koordynatorem projektu KMO jest Centrum Nauki Kopernik w Warszawie, a partnerem finansującym Polsko-Amerykańska Fundacja Wolności.

Klubów Młodego Odkrywcy jest obecnie około 700. Działają głównie w Polsce, ale inicjatywa zaczyna rozprzestrzeniać się na inne kraje i kluby powstają także na Ukrainie, Litwie, Białorusi i w Gruzji. Na czym polega ich działalność? Młodzież i dzieci wspólnie eksperymentują pod okiem opiekunów, zdobywając samodzielnie wiedzę. Wiele klubów prowadzą nauczyciele, ale aby zostać opiekunem KMO, nie trzeba być zatrudnionym na etacie w szkole. Kluby działają poza godzinami zajęć szkolnych. Tematyka, którą zajmują się kluby KMO, jest bardzo różnorodna i obejmuje cały zakres przedmiotów z programu szkolnego. Część klubów w trakcie swoich zajęć porusza zagadnienia związane z astronomią lub Kosmosem.

Jednym z głównych punktów programu V Forum KMO było dziesięć warsztatów dla nauczycieli na różnorodne tematy, w tym jeden zatytułowany „Kosmos w klubie: jak powstają kratery?”. Przyznano także nagrody w ramach konkursu „Mistrzowie KMO” – pierwszą nagrodę zdobyła Barbara Foryt z KMO Pucheki w Przedszkolu nr 8 w Chełmie. Podczas konferencji zaprezentowano również specjalne pudełko edukacyjne pod nazwą „Konstruktory marzeń”.

Na V Forum KMO obecna była także „Urania”, która jako czasopismo i portal może stanowić sporą pomoc dla opiekunów KMO i ich podopiecznych. W szczególności zachęcamy do zgłoszania swoich szkół do programu prenumerat sponso-

## W skrócie

rowanych „Uranii”, w ramach którego Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego dopłaca szkołom do prenumeraty czasopisma. Z kolei portal „Uranii” to nieoceniony źródło wiedzy dla uczniów i nauczycieli o bieżących wydarzeniach w badaniach Kosmosu i dotyczących całej działalności związanej z Kosmosem.

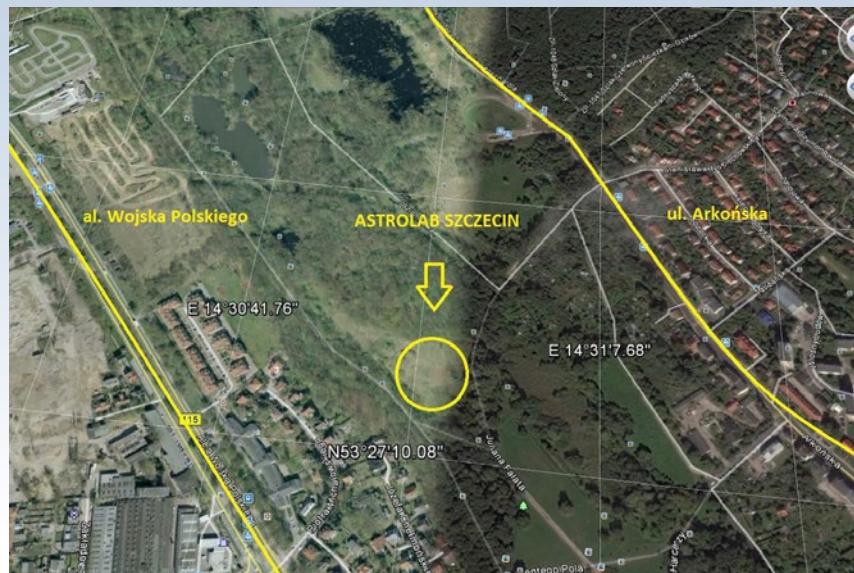
Krzysztof Czart

### W Szczecinie mają pomysł na budowę edukacyjnego obserwatorium i planetarium

Astrolab to nazwa projektu budowy w Szczecinie obserwatorium astronomicznego i planetarium. Inicjatywę tę podjął szczeciński oddział PTMA. W styczniu projekt „Astrolab – Szczecińskie Centrum Edukacji Astronomicznej” będzie poddany pod głosowanie mieszkańców w ramach budżetu obywatelskiego. Jeśli uzyska wystarczającą liczbę głosów, miasto sfinansuje budowę placówki. Trzymamy kciuki za powodzenie projektu Astrolab!

Szczeciński Astrolab ma dysponować kopułą z teleskopem, astrokamerą, zestawem filtrów astrofotograficznych i fotometrycznych, a dodatkowo przenośnym teleskopem oraz teleskopem słonecznym. W budynku ma znaleźć się sala komputerowa do prowadzenia kółek zainteresowań oraz planetarium z widownią na 30–40 osób. Placówka uzyska także dostęp do zdalnie sterowanego teleskopu w Chile lub w Hiszpanii. Obserwatorium miałoby charakter edukacyjny z działalnością skierowaną do dzieci i młodzieży szkolnej. Byłyby także otwarta dla wszystkich mieszkańców miasta i okolic, prowadząc pokazy nieba i wieczorne seanse planetaryjne. Ośrodek byłby także miejscem prelekcji popularnonaukowych i konferencji związanych z tematyką astronomiczną. Dokładne informacje na temat projektu można znaleźć na stronie internetowej <http://astrolab.szczecin.pl>.

Krzysztof Czart



Planowana lokalizacja obserwatorium i planetarium w Szczecinie. Źródło: PTMA Szczecin

### Wrocławska firma wyśle na orbitę smartfony

Smartfony w Kosmosie? Jak najbardziej — Polacy chcą je wysłać na orbitę. Dwa nanosatelity PhoneSat zostaną zbudowane z podzespołów smartfonów i wykorzystają system operacyjny Android. Będą nosić nazwy Rusałka 1 i Rusałka 2. Polska firma SatRevolution S.A. zapowiada, że maszyny zostaną wyniesione na orbitę razem z satelitą Światowid, o którym pisaliśmy w notatce w poprzednim numerze „Uranii”. Rozmiar i kształt satelitów został dobrany tak, aby pasowały do wystrutni P-POD (Polly-Picosatellite Orbital Deployer, czyli Orbitalna Wyrzutnia dla Wielu Pirosatelitów), umożliwiającej wysłanie w Kosmos obiektów o rozmiarach  $10 \times 10 \times 34$  cm. Satelity zostaną wyniesione przy pomocy rakiety Neptune N3 amerykańskiej firmy Interorbital Systems. Ma to nastąpić na początku 2018 r. Docelowa orbita satelitów będzie przebiegać około 310 km nad powierzchnią Ziemi, a jedno okrążenie będzie trwało 1,5 godzin. Główne zadanie satelitów to wysyłanie sygnałów do stacji naziemnej, aby przetestować, jak długo działają w Kosmosie podzespoły zaczerpnięte ze smartfonów.

Krzysztof Czart

Mają zostać zorganizowane wspólne przedsięwzięcia badawcze, na które Chiny przeznaczają 20 mln dolarów. Będą to najprawdopodobniej projekty w zakresie górnictwa lub technologii kosmicznych. Znamy też rezultaty rozmów z Chińską Agencją Kosmiczną, a są one bardzo ciekawe. W 2018 r. na orbitę wokół Księżyca zostanie wprowadzony chińsko-polski satelita. Urządzenia znajdujące się na jego pokładzie mają zostać stworzone przez polskich naukowców. Celem projektu będą badania niewidocznej z Ziemi strony Księżyca.

Krzysztof Czart

### ExoMars — sonda orbitalna na piątkę, lądownik się rozbił

19 października na Marsie miał wyłącznie europejski próbnik Schiaparelli. Niestety operacja nie powiodła się — lądownik się roztrzaskał. Natomiast drugi element misji ExoMars, czyli sonda orbitalna Trace Gas Orbiter weszła na orbitę zgodnie z planem i szykuje się do rozpoczęcia obserwacji naukowych. Ma zbadać m.in. metan i inne gazy śladowe w marsjańskiej atmosferze.

Początek operacji lądowania nie zapowiadał nic złego. Schiaparelli zgodnie z planem wszedł w atmosferę i rozwinął spadochron. Całe lądowanie miało potrwać 6 min, ale niestety 4 min i 41 s po wejściu w atmosferę wystąpiły problemy. Lądownik odrzucił spadochron i osłonięcie termiczną wcześniej niż zakładano. Następnie włączyły się silniki hamujące, ale zamiast 30 s działały tylko 3 s. Potem komputer pokładowy je wyłączył, sądząc, że jest już na powierzchni planety. Komputer włączył następnie zestaw instrumentów przeznaczonych do pomiarów na powierzchni Marsa, ale nie zebraly



Praca przy konstrukcji podzespołów dla satelitów. Źródło: SatRevolution

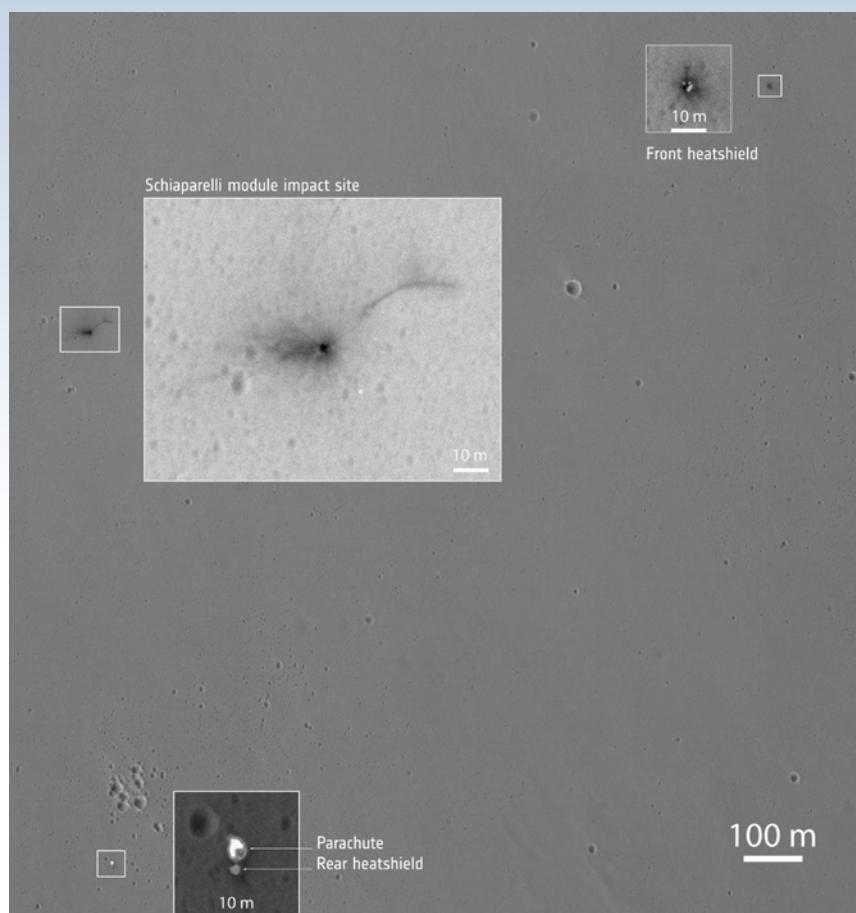
### Chińsko-polski satelita na orbicie księżycowej w 2018 roku

Polska będzie badać Księżyca za pomocą satelity! Pomoże w tym współpracą z Chinami — ogłosił 18 października 2016 r. Jarosław Gowin, Minister Nauki i Szkolnictwa Wyższego, który przedstawił na konferencji prasowej informacje związane z wizytą w Chinach. Była mowa o wymianie studenckiej i stypendiach.

one żadnych danych. Skutkiem zbyt wcześniego pozbycia się spadochronu i zbyt krótkiego działania silników był upadek na powierzchnię Marsa z wysokości od 2 do 4 km. Szacowana prędkość w momencie uderzenia w grunt przekroczyła 300 km/h.

Europejska Agencja Kosmiczna (ESA) bardzo stara się uniknąć słowa porażka w kontekście lądownika Schiaparelli. Jednak zdjęcia miejsca lądowania wykonane przez amerykańską sondę Mars Reconnaissance Orbiter nie pozostawiają złudzeń — lądownik Schiaparelli rozbił się o powierzchnię Czerwonej Planety. Na fotografiach widać ciemny obszar o wymiarach około 15 na 40 m, odróżniający się od otoczenia. Na wcześniejszych zdjęciach nie było tej ciemnej plamy, jest to przypuszczalnie miejsce, w którym Schiaparelli uderzył w marsjański grunt. Widać też plamki, które identyfikuje się jako różne elementy lądownika (spadochron, osłonę termiczną).

Andrea Accomazzo, który kieruje w ESA misjami słonecznymi i planetarnymi, sądzi, że przyczyną rozbicia się był najprawdopodobniej błąd w oprogramowaniu lądownika Schiaparelli albo problemy z połączeniem ze sobą danych z różnych czujników, co zmyliło komputer.

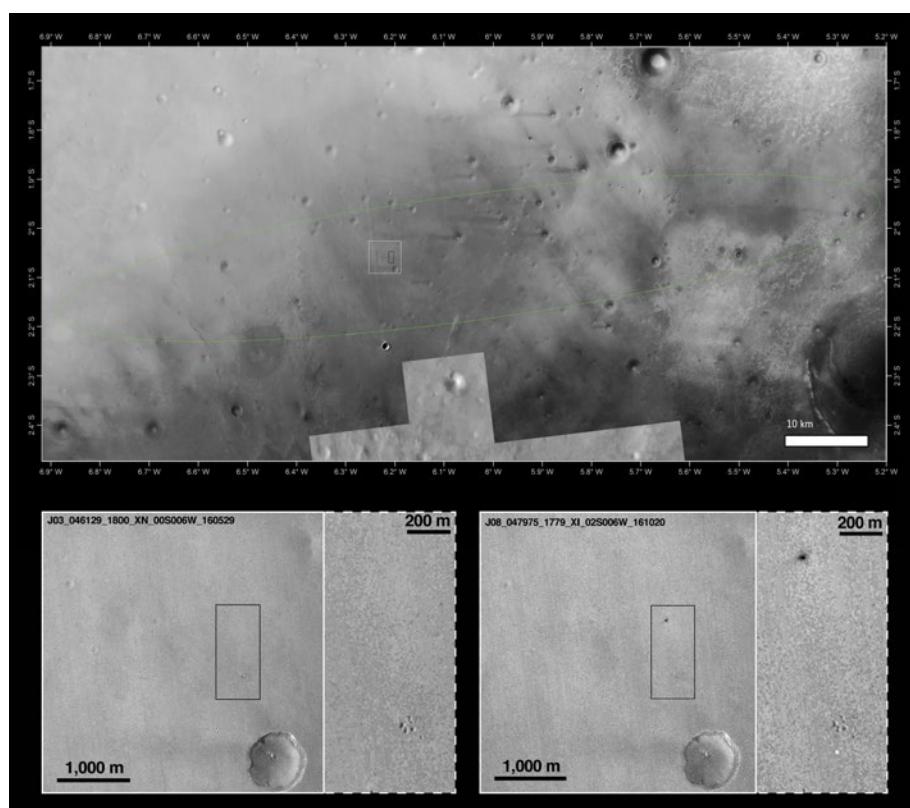


Zdjęcie fragmentu powierzchni Marsa z pozostałościami po rozbiciu się lądownika Schiaparelli. Obraz dostarczyła sonda Mars Reconnaissance Orbiter. Źródło: NASA/JPL-Caltech/Univ. of Arizona

Przypomnijmy, że poprzednia europejska próba lądowania na Marsie również zakończyła się niepowodzeniem. Brytyjska misja Beagle 2 była prowadzona przez ESA. W roku 2003 Beagle nie dał rady nawet przesłać danych. Tym razem poszło nieco lepiej - Schiaparelli przesyłał do sondy orbitalnej dane z przelotu przez atmosferę, a ta przekazała je na Ziemię.

Aby nie być zbyt pesymistycznym, warto wspomnieć inną analogię do poprzedniego lądownika. Beagle 2 rozbił się, ale był częścią misji Mars Express, a sonda orbitalna o tej nazwie nadal krąży wokół Marsa i dostarcza cennych danych. W przypadku misji Exo-Mars mamy nieduły lądownik i sondę orbitalną, która jak na razie sprawuje się bardzo dobrze. Na dodatek ESA posiada teraz aż dwa sztuczne satelity na orbicie wokół Marsa.

Krzysztof Czart



Obszar na powierzchni Marsa przewidziany do lądowania Schiaparelliego. Na dole pokazano dwa zdjęcia, jedno z maja 2016 r. (po lewej), a drugie z 20.10.2016 r. (po prawej), wykonane przez sondę Mars Reconnaissance Orbiter. Widać różnice pomiędzy nimi. Na nowszym ze zdjęć prawdopodobnie widać elementy związane z lądownikiem — spadochron (jasny punkt) i miejsce rozbicia się (ciemny obszar). Źródło: duże zdjęcie — NASA/JPL-Caltech/MSSS, Arizona State University; dolne zdjęcia: NASA/JPL-Caltech/MSSS

# Sky-Watcher Star Adventurer Mini

W ostatnim czasie nastąpił znaczący wzrost zainteresowania tematyką Kosmosu, co przejawia się nie tylko w coraz częstszym kampaniach medialnych (choćby niedawny „superksiężyca” z 14 listopada), ale również w kolejnych inicjatywach popularyzatorskich, podejmowanych na poziomie gminnym i oświatowym. Wrazem fascynacji Wszechświatem jest, między innymi, wzrost zainteresowania astrofotografią wśród poczatkujących. Z kolei odpowiedzią na ten wzrost jest ostatnia z nowości w ofercie sklepu Delta Optical — dystrybutora firmy Sky-Watcher w Polsce — głowica Star Adventurer Mini. Innowacyjny sposób obsługi tej głowicy eliminuje wszystkie trudności w obsłudze typowego sprzętu astrofotograficznego, co umożliwia naukę



astrofotografii przez osoby zupełnie niezwiązane z astronomią. Głowicą steruje się bezprzewodowo (Wi-Fi) za pomocą dedykowanej aplikacji.

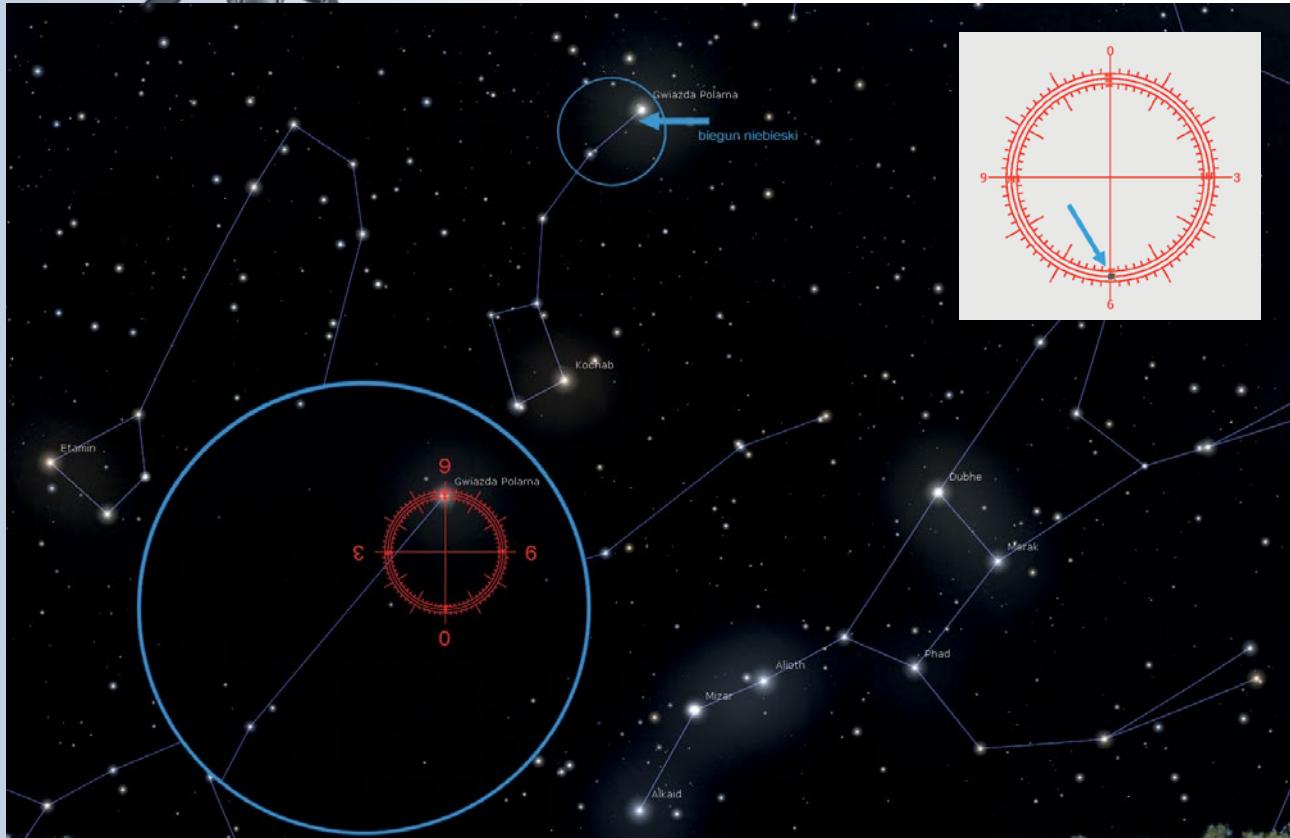
Aby rozpocząć swoją przygodę z głowicą Sky-Watcher Star Adventurer Mini, wystarczy nam lustrzanka lub bezlusterkowiec, przewód zdalnego wyzwalania migawki zakończony minijackiem 2,5 mm, statyw fotograficzny, smartfon lub tablet z uruchomioną lokalizacją GPS, zainstalowaną darmową aplikacją „SAM console” i pogodne niebo z dala od światów miejskich. Po zamontowaniu głowicy na statwie za pomocą standar-dowego gwintu 1/4 cala, należy zorientować oś obrotu głowicy zgodnie z osią obrotu Ziemi, kierując włożoną w głowicę, podświetlaną lunetką biegunową w kierunku Gwiazdy Polarnej (lunetka jest w zestawie, rys. poniżej).

Ustawienie lunetki biegunowej i samej głowicy jest banalnie proste. Obracamy lunetkę tak, aby godzina „0” znajdowała się dokładnie na górze, uruchamiamy aplikację i ustawiamy statyw tak, aby pozycja Gwiazdy Polarnej w lunetce zgadzała się z jej pozycją w aplikacji. Pomocne jest wskazanie „Polaris Position”, które jest analogiczne do wskazań zegara tarczowego. To tzw. kąt godzinny Gwiazdy Polarnej.

Rysunek u dołu strony pokazuje okolice północnego bieguna niebieskiego w listopadowo-grudniowy wieczór oraz pole widzenia lunetki biegunowej nastawionej zgodnie z osią obrotu Ziemi. Należy pamiętać o tym, że lunetka daje obraz odwrócony, stąd cyfry na tarczy zegara są do góry nogami. Z kolei poniżej odpowiadający temu widok lunetki w aplikacji SAM console. Strzałką zaznaczono pozycję Gwiazdy Polarnej.

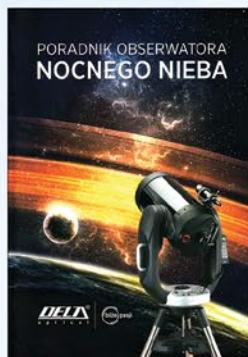
Po ustawieniu na biegun północny, lunetkę wyjmujemy, po czym możemy umieścić na głowicy L adapter, a na nim aparat fotograficzny, w celu wykonania pierwszych zdjęć nieporuszonych gwiazd. Na początek warto wybrać następujące parametry ekspozycji: ISO 1600, światłość obiektywu w zakresie od F/2.8 do F/4, czas „B” (bulb) i fotografować w trybie zapisu „RAW” jeśli tylko jest to możliwe. Po podłączeniu aparatu do głowicy, wybierzmy w aplikacji SAM console tryb „Astrophotography”, ustawmy czas trwania ekspozycji na 30 s i interwał czasowy między ekspozycjami na 1 s. I tu czeka na nas miła niespodzianka — wszystkie nastawy parametrów ekspozycji wysypane są z aplikacji do głowicy bezprzewodowo przez sieć Wi-Fi.

Damian Demendecki



# Sky-Watcher Discovery

Przedstawiamy nowe teleskopy Sky-Watcher Star Discovery przeznaczone dla początkujących użytkowników, poszukujących nowoczesnego i ergonomicznego teleskopu w dobrej cenie. Stabilny, azymutalny montaż na stalowym, rozsuwanym statywie skrywa nowoczesny system **GO-TO SynScan**. Za pośrednictwem pilota znajdującego się w zestawie, umożliwia on namierzanie i śledzenie ponad **42.900 obiektów!** System podwójnych enkoderów osi i wygodne pokrętło blokady osi elewacji (ALT) pozwala na ręczne przedstawianie teleskopu bez ryzyka utraty orientacji teleskopu względem gwiazd. Główica montażu zasilana jest z 8 baterii AA, dzięki którym teleskop może działać bezprzewodowo. Otwiera to wspaniałe możliwości obserwacji z dala od zabudowań, np. podczas wyprawy samochodowej pod ciemne, rozgwieżdżone niebo poza miasto. Jest to również idealna propozycja dla organizatorów pokazów nieba, popularyzatorów astronomii, nauczycieli.



## GRATIS

Do każdego zakupionego teleskopu z serii Discovery „Poradnik Obserwatora Nocnego Nieba” gratis!



### Dostępne modele w serii Discovery:

- |   |                |
|---|----------------|
| • Refraktor achromatyczny 102/500 mm        | <b>2099 zł</b> |
| • Reflektor paraboliczny Newtona 130/650 mm | <b>1739 zł</b> |
| • Reflektor paraboliczny Newtona 150/750 mm | <b>1799 zł</b> |
| • Maksutov-Cassegrain 127/1500 mm           | <b>2549 zł</b> |



**Infolinia: 801.011.337 lub 25 786.05.20**

[www.deltaoptical.pl](http://www.deltaoptical.pl) \* [facebook.com/Delta.Optical.Polska](https://facebook.com/Delta.Optical.Polska)

# Obserwacje C/2013 US10 (Catalina)

Niemal dokładnie rok temu na niebie pojawiła się kolejna ciekawa kometa, dosyć chętnie obserwowana w naszym kraju. Co prawda analiza tych obserwacji była już gotowa od jakiegoś czasu, ale dopiero teraz przydarzyła się dogodna okazja do jej szerszej publikacji.

C/2013 US10 (Catalina) została odkryta 31 października 2013 r. w ramach przeglądu nieba Catalina Sky Survey przez użyciu 68-cm astrografa Schmidta-Cassegraina. Początkowo została uznana za planetoidę o krótkim, około 6-letnim, okresie obiegu wokół Słońca. Po uwzględnieniu kolejnych obserwacji okazało się, że na serii zdjęć wykonanych półtora miesiąca przed odkryciem została pomylona z innym obiektem, co skutkowało wprowadzeniem znacznego błędu w początkowych wyliczeniach orbity. Temu incydentowi zawdzięcza swoją nietypową jak na kometę nazwę. W rzeczywistości C/2013 US10 pochodzi z odległego Obłoku Oorta i jej okres orbitalny przed perihelium wynosił kilka milionów lat. Na szerszą skalę była obserwowana na świecie od wiosny 2015 r. Widoczna na południowej półkuli, osiągnęła jasność umożliwiającą dostrzeżenie jej bez większego trudu nawet w małych lornetkach. Do Polski dotarła niemal w maksimum blasku, nad ranem 25 listopada 2015 r. Wyłaniała się wtedy niesmialo na wschodzie w gwiazdozbiorze Panny, podczas gdy po przeciwnej stronie nieba zachodził Księżyca w pełni. Pierwi o udanych obserwacjach komety Catalina z terenów Polski zaraportowali Piotr Guzik i Mariusz Świątnicki. To rozpoczęło trwającą 5 miesięcy akcję obserwacyjną Sekcji Obserwatorów Komet PTMA. Przez ten czas do SOK PTMA wpłynęło 77 raportów z obserwacji, w tym 74 z obserwacji wizualnych oraz 3 z fotometrii CCD. Wszystkie dane zawierały ocenę jasności komety, 74 dotyczyły średnicy gazowej otoczki i stopnia jej kondensacji, a 19 — **długości warkocza**. Oprócz tego, astrofotografowie przeszli 14 zdjęć tego obiektu.

W obserwacjach uczestniczyło 12 obserwatorów, zestawionych w tabeli poniżej.

Obserwator	Miejscowość	Użyty sprzęt	Liczba obserwacji
Jerzy Bohusz	Myślin	6B 20L 38L	6
Tomasz Fajfer	Toruń	7B	1
Marcin Filipek	Jerzmanowice	5B 10B 40L	6
Piotr Guzik	Kraków	E 5B 33L	11
Grzegorz Kiełtyka	Krosno	5B 11L	2
Józef Lubas	Krosno	5B 6R	11
Wacław Moskal	Jasło	6B 10B	3
Mieczysław Paradowski	Lublin	5B <b>7R</b> 10B	6
Jacek Powichrowski	Knyszyn	5B 35L	10
Mikołaj Sabat	Kielce	5B 11B	2
Tomasz Ściążor	Kraków	10B	13
Mariusz Świątnicki	Zręcin	7B 25L	6
<b>Oznaczenia użytego sprzętu:</b> E — oko nieuzbrojone, B — lornetka; teleskop: L — Newtona, R — refraktor, T — SCT			
Liczby oznaczają średnią obiektywu w centymetrach.			
<b>Kolem niebieskim</b> oznaczono sprzęt używany do obserwacji fotometrycznych z detektorem.			

Warto w tym miejscu przytoczyć indywidualne „rekordy” ustanowione podczas omawianej akcji obserwacyjnej:

- pierwsza obserwacja (25 XI 2015 r.) — Piotr Guzik, Mariusz Świątnicki;
- ostatnia obserwacja (26 IV 2016 r.) — Piotr Guzik;
- najdłuższa seria obserwacji (25 XI 2015 r. – 26 IV 2016 r.) — Piotr Guzik;
- najwięcej nocy obserwacyjnych (13) — Tomasz Ściążor.

## Jasność komety

Analizę obserwacji C/2013 US10 (Catalina) rozpoczniemy, już tradycyjnie, od przyjrzenia się krzywej blasku komety. Wszystkie 77 pomiarów przedstawiono w funkcji czasu na wykresie 1.

Maksymalne różnice w szacowanych jasnościach komety w podobnym czasie nie przekraczają ok. 1,5 mag — można zatem stwierdzić, że pomiary zostały wykonane z zadowalającą dokładnością. Obserwacje SOK PTMA ograniczają się jedynie do okresu po perihelium komety — przed zbliżeniem do Słońca nie była widoczna z naszej szerokości geograficznej. Luka w wykresie rozpoczynająca się w połowie lutego i trwająca aż do ostatniej dekady marca jest związana najprawdopodobniej z niesprzyjającą pogodą końcem zimy 2016 r. Choć trudno w to uwierzyć, w czasie półtora miesiąca nie wykonano żadnych obserwacji, choć jej jasność utrzymywała się wówczas na poziomie ok. 9 mag. To pokazuje, jak dużą rolę odgrywa czynnik pogodowy w masowych akcjach obserwacyjnych. Uzyskana w połowie grudnia 2015 r. jasność maksymalna ok. 6 mag przyczyniła się do bezdyskusyjnej atrakcyjności obiektu, choć początkowe prognozy były jeszcze bardziej optymistyczne.

Z pewnością byłibyśmy świadkami przelotu jednej z najbardziej efektownych komet ostatnich lat, gdyby nie niekorzystna pozycja Ziemi w okresie niedługo przed i po perihelium C/2013 US10, a więc wówczas, gdy można było się spodziewać jej największej jasności. W listopadzie odległość

Ziemi od komety Catalina utrzymywała się w okolicach 1,7 au, a więc obiekt był niemalże po przeciwnej stronie Słońca niż nasza planeta. Moglibyśmy znaleźć się w dużo lepszej sytuacji, gdyby kometa przechodziła przez perihelium w maju 2015 r. Wówczas dzieliłaby nas odległość zaledwie ok. 0,2 au! Nietrudno sobie wyobrazić, na jak jasny i duży kątowo obiekt moglibyśmy wówczas liczyć. Tymczasem maksymalna jasność C/2013 US10 utrzymywała się na poziomie ok. 6 mag. Wprawdzie pierwsze prognozy mówiły nawet o wielkościach rzędu 4 mag (tabela 2. — czerwona linia), jednak na przełomie lata i jesieni jej jasność ustabilizowała się w okolicy 6,5 mag i ostatecznie nie jaśniała tak gwałtownie, jak można było zakładać. Podobne zachowanie było obserwowane już wcześniej — w drugiej połowie 2014 r. utrzymywała niemal jednakową jasność na poziomie 14 mag. Często możemy spotkać się ze zdaniem, że tempo wzrostu jasności komet pochodzących z Obłoku Oorta jest niewielkie w porównaniu do komet o krótszym okresie orbitalnym. Kometa Catalina zdaje się tę tezę potwierdzać.

Interpretację uzyskanych pomiarów jasności przeprowadzimy po dokonaniu odpowiedniej redukcji danych. Wykres 3. przedstawia jasność heliocentryczną komety w zależności od logarytmu odległości od Słońca. Uzyskane w ten sposób odcinki prostoliniowe przedstawiają jasność heliocentrycz-

ną tak, jakby kometa znajdowała się w stałej odległości od Ziemi i od Słońca.

Omawianą redukcję danych można przedstawić za pomocą wzoru:

$$m = H_0 + 5 \log d + 2,5 n \log r$$

gdzie:

$m$  — jasność obserwowana

$H_0$  — jasność absolutna

$n$  — czynnik określający aktywność komety

$d$  — odległość od Ziemi

$r$  — odległość od Słońca

Na wykresie 3. wyodrębniły się trzy różniące się od siebie tendencje. Nawiązując do przytoczonego wzoru, odpowiadają im poniższe dane:

**25.11.2015–04.01.2016**

$$— 6,12 \text{ mag} + 5 \log d + 14,06 \log r$$

**04.01.2016–28.03.2016**

$$— 7,54 \text{ mag} + 5 \log d + 3,84 \log r$$

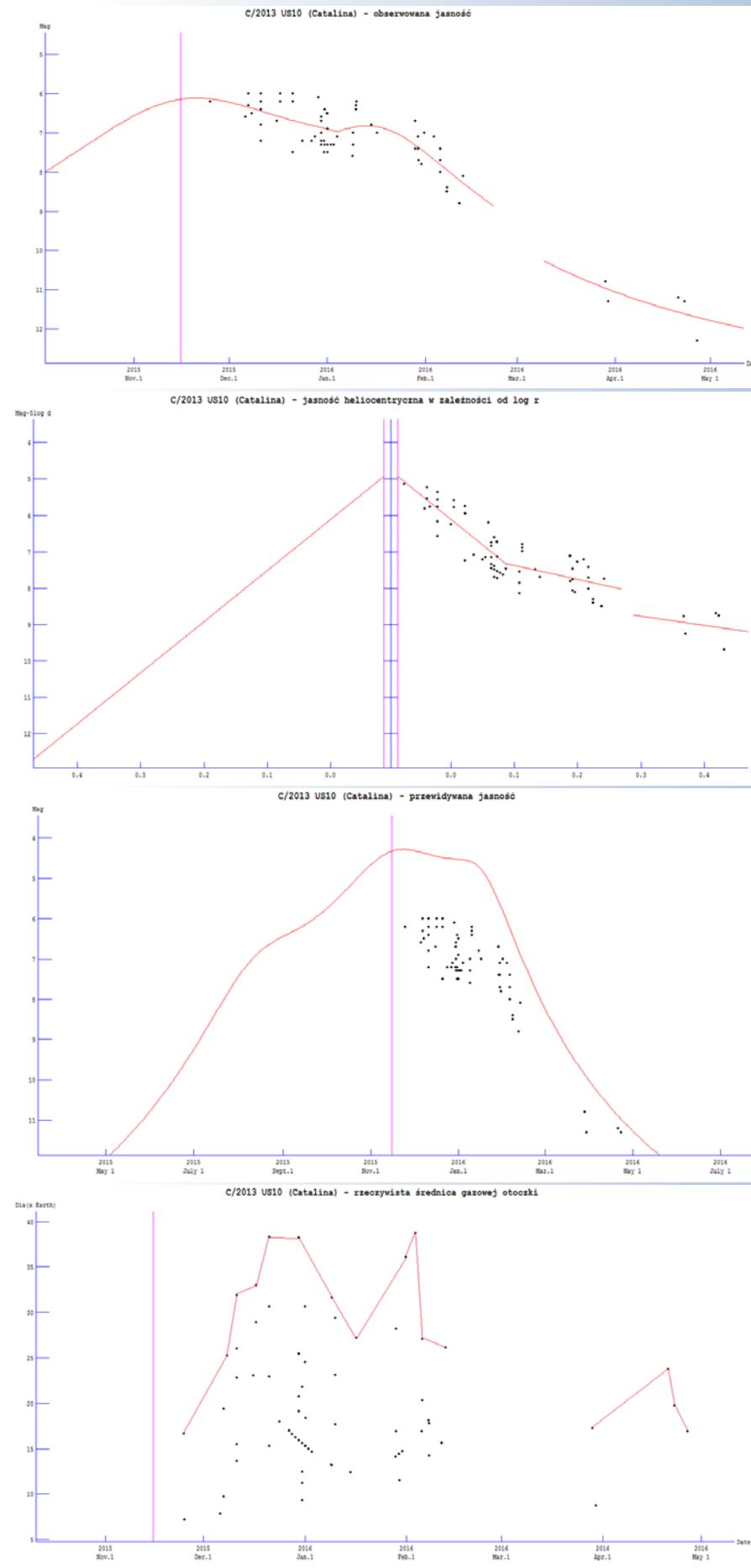
**28.03.2016–26.04.2016**

$$— 8,02 \text{ mag} + 5 \log d + 2,52 \log r$$

Jak zinterpretować otrzymane wartości? Od rozpoczęcia okresu obserwacji, 10 dni po przejściu przez perihelium jasność absolutna C/2013 US10 wynosiła ok. 6,12 mag. Uwagę zwraca także współczynnik aktywności o wielkości raczej przewidywanej dla komety w tym czasie swojego życia, oznaczający większą aktywność sublimacyjną w pobliżu Słońca. Jednak już 50 dni po perihelium obserwujemy zupełnie inną tendencję. Jasność absolutna spadła o niemal 1,5 mag, a współczynnik aktywności zmalał ponad 3-krotnie. Świadczy to nie tylko o spadku aktywności komety, ale również o zmniejszeniu się albedo jej jądra. Można wywnioskować, że od tego momentu jądro C/2013 US10 dążyło do stanu względnej stabilizacji, którą wymuszał coraz mniejszy wpływ ciepła słonecznego, wraz z oddalaniem się od naszej Dziennej Gwiazdy. Po półtoramiesięcznej przerwie w obserwacjach, uwidocznia się kolejna tendencja, dająca obraz jeszcze większej stabilizacji na jądrze. Jasność absolutna spadła o kolejne 0,5 mag, a współczynnik aktywności był już ponad 5,5-krotnie niższy niż w czasie pierwszego wysexczgólnionego okresu. Wartość  $n=2,52$  należy uznać za wyjątkowo niewielką, mówiącą o znikomej aktywności komety w tym czasie. Pełny wgląd w dynamikę zmian komety C/2013 US10 (Catalina) obserwowanej z Polski daje obraz dosyć charakterystyczny dla komet — wzmożoną aktywność w pobliżu Słońca i stopniowe dążenie do stabilizacji sytuacji na jądrze wraz z oddalaniem się od gwiazdy. Co wydaje się być domeną komet jednopojawieniowych, to znaczny spadek aktywności po perihelium, doskonale widoczny w tym przypadku. Niedługo po zbliżeniu się do Słońca jej aktywność była niewspółmierne mała w porównaniu do okresu poprzedzającego to wydarzenie.

### Gazowa otoczka

Maksymalna zmierzona średnica gazowej otoczki to 12 minut kątowych. Obserwatorzy kilkukrotnie podali taką wartość w swoich raportach w styczniu i na początku lutego 2016 r.



Osiągnięcie największych rozmiarów na niebie akurat w tym okresie jest wytlumaczalne, zważywszy na zbliżenie komety do Ziemi 17 stycznia na odległość ok. 0,72 au. Aby przekonać się, jaką wielkość w rzeczywistości uzyskała koma C/2013 US10, należy usunąć mylący czynnik zmiennej odległości komety od Ziemi i dokonać redukcji danych. Wykres 4. przedstawia średnicę komety jako wielokrotności ziemskiej średnicy.

Obserwacje gazowej otoczki należą do jednych z najtrudniejszych pomiarów, na które znaczący wpływ ma zanieczyszczenie światlne nocnego nieba. Dlatego, chcąc ustalić wielkość głowy komety, pod uwagę bierzemy największe zmierzone wartości, zakładając, że obserwatorzy, którzy je wykonali, znajdowali się pod najciemniejszym niebem. Prowadzona obwiednia daje nam ogólny obraz zmiany wielkości komety w funkcji czasu. I tak widzimy, że na początku grudnia 2015 r. koma miała średnicę ponad 350 000 km, by w drugiej połowie miesiąca uzyskać maksymalną wielkość ok. 460 000 km. Pik w dół w połowie stycznia i powrót do podobnej wielkości początkiem lutego to prawdopodobnie skutek zbyt małej liczby obserwacji w tym okresie, dlatego pominiemy. W ciągu miesiąca obserwatorzy oceniali wielkość komety na ok. 10–12 minut kątowych, dlatego podobne wartości po redukcji daly wrażenie chwilowego zmniejszenia się średnicy gazowej otoczki. Do faktycznej zmiany rozmiarów głowy doszło dopiero z początkiem lutego — wówczas nastąpił znaczny spadek, a kiedy kometę widziano po raz kolejny wiosną, jej koma miała już średnicę liczącą zaledwie 250–300 tys. km.

Dopełnieniem pomiarów wielkości komety jest ocena stopnia jej kondensacji. W grudniu obserwatorzy widzieli u C/2013 US10 wyraźne pojaśnienie centralne, jednak z biegiem czasu było ono coraz mniej widoczne, a koma stawała się bardziej jednorodna.

### Warkocz komety

Obserwacje kometarnego warkocza należą do najtrudniejszych pomiarów, jakie wykonujemy, głównie za sprawą ogromnego wpływu jakości nieba i warunków panujących w czasie nocy. Nic więc dziwnego, że spośród ponad 70 zebranych raportów, jedynie 19 z nich zawierało pomiar dłu-

gości i kąta pozycyjnego warkocza. Największa wartość, wynosząca ok. 2°, została zmierzona 21 grudnia 2015 r. Przeważnie jednak warkocz komety C/2013 US10 (Catalina) dochodził maksymalnie do 1 stopnia.

Aby dowiedzieć się, jaka była rzeczywista długość warkocza, dokonujemy obliczeń, pamiętając o redukcji danych tak, aby wyeliminować mylący czynnik zmiennej odległości obiektu od Ziemi. Spośród wszystkich pomiarów wyróżniają się dwa, szacujące długość warkocza na ponad 5 mln km na początku grudnia. Pozostałe obserwacje mówią o wielkościach rzędu niespełna 2 mln km — prawdopodobnie na tyle pozwalała jakość nieba i warunki panujące w Polsce, jednak aby dokładnie prześledzić zmiany zachodzące w warkoczu C/2013 US10 (Catalina), potrzebowalibyśmy więcej danych z obserwacji.

Ciekawy był sam wygląd warkocza. W miejscach o znikomym zanieczyszczeniu sztucznym światłem można było dostrzec dwa warkocze — gazowy i pyłowy. Brak nam obserwacji szacujących długości obu z nich — obserwatorzy skupili się na samym warkoczu gazowym, jednak interesującą strukturę obu tworów doskonale oddają zdjęcia, przesłane przez polskich astrofotografów do Archiwum Fotografii Komet SOK PTMA. Na publikowanej fotografii Macieja Kapkowskiego widoczna jest wyraźna separacja warkoczy, oddalonych od siebie prawie pod kątem prostym. Wcześniej, w drugiej połowie grudnia 2015 r. kąt ten był jeszcze większy.

### Podsumowanie

77 obserwacji komety w ciągu jej półroczej widoczności na niebie to wynik zadowalający, lecz na tle akcji obserwacyjnych SOK PTMA plasujący się dopiero w czwartej dziesiątce. Nie przyszło nam obserwować najjaśniejszej komety od lat, toteż jej akcja obserwacyjna przebiegała raczej spokojnie, podobnie jak zachowanie samej komety, które po perihelium było dosyć przewidywalne. Catalina „obudziła się” jedynie na czas największego zbliżenia do Słońca, by potem, bez większych niespodzianek wracać do stanu „uśpienia” przed kolejnym powrotem w okolice naszej Gwiazdy. Pytanie tylko, czy taki powrót kiedykolwiek nastąpi...

Mikołaj Sabat

Kometa C/2013 US10 (Catalina) i galaktyka M101, Maciej Kapkowski, 17 stycznia 2016 r.

# Jak możemy pomóc w obserwacjach fal grawitacyjnych?



Portal Zooniverse (<https://www.zooniverse.org/>) jest znany zapewne wielu spośród naszych Czytelników.

Co jakiś czas pojawiają się na nim nowe strony/tematy i propozycje udziału w kolejnych przedsięwzięciach. Takim impulsem prowadzącym do zdefiniowania nowego zadania okazało się również bezpośrednie zaobserwowanie fal grawitacyjnych 14 września ubiegłego roku.

Przy olbrzymiej czułości aparatury LIGO użytej do obserwacji nie da się uniknąć rejestracji sygnałów będących zakłóceniami utrudniającymi identyfikację prawdziwych zdarzeń. Krótkotrwale zakłócenia (nazywane przez autorów strony „glitches”) występują na tyle często, że mogą prowadzić do fałszywych koincydencji pomiędzy poszczególnymi detektorami czy wręcz naśladować rzeczywiste zjawiska astrofizyczne. Problemem jest ich identyfikacja, okazuje się, że do takiej pracy wciąż najlepiej nadaje się ludzki mózg.

Pod adresem

<https://www.zooniverse.org/projects/zooniverse/gravity-spy> można znaleźć przykłady zakłóceń, jak i uzyskać dostęp do części danych obserwacyjnych. Całość została nazwana „Gravity Spy” — zadaniem wolontariuszy jest przede wszystkim identyfikacja zakłóceń i ich klasyfikacja w oparciu o morfologię sygnału. Inaczej, wydzielenie z danych obserwacyjnych (przedstawionych w postaci widm dynamicznych, czyli natężenia w funkcji czasu i częstotliwości) poszczególnych rodzajów zakłóceń, zdefiniowanych na podstawie wspólnych cech morfologicznych. Dotyczy to zarówno struktur już zdefiniowanych, jak i nowych, jeszcze niesklasyfikowanych. Na stronie projektu można obejrzeć całkiem obszerny zbiór już sklasyfikowanych zakłóceń. Na podstawie uzyskanej klasyfikacji możliwe będzie stworzenie algorytmów pozwalających na masowe rozpoznawanie przez komputery analogicznych struktur w ciągle wzrastających zasobach danych. Projekt jest rozwojowy m.in. z powodu oczekiwanych nowych klas zakłóceń pojawiających się w miarę wzrostu czułości aparatury LIGO.

O szczegółach projektu „Gravity Spy” można poczytać w opublikowanym 16 listopada br. na serwerze arXiv preprintie „Gravity Spy: Integrating Advanced LIGO Detector Characterization, Machine Learning, and Citizen Science”. Można go znaleźć pod adresem <https://arxiv.org/abs/1611.04596>.

Roman Schreiber

The screenshot shows the Zooniverse Gravity Spy project page. At the top, there's a banner with the text: "We are attempting some upgrades to the workflow prioritization algorithm, during this time you may spend longer than expected stuck at a certain level workflow. If you no longer see a level previously unlocked, please let us know in talk." Below the banner, there's a large image of a spectrogram with the caption: "Help scientists at LIGO search for gravitational waves, the elusive ripples of spacetime." A "Get Started" button is visible. Further down, there's a section titled "ABOUT GRAVITY SPY" with a paragraph of text and a "Read more" link. On the right side, there's a "GRAVITY SPY Statistics" section showing: 3 727 Registered Volunteers, 586 933 Classifications, 70 124 Subjects, and 0 Retired Subjects. At the bottom, there's a navigation bar with links like "ZONIVERSE", "Projects", "Collections", "Build a Project", "How to Build", "Project Policies", "About Us", "Education", "Our Team", "Publications", "Acknowledgements", "Contact Us", and social media links for Facebook, Twitter, and Google+.

This screenshot shows a detailed view of the Gravity Spy interface. It features a spectrogram with axes labeled "Frequency (Hz)" (16 to 256) and "Time (s)" (-0.25 to 0.25). A color scale indicates "Normalized energy" from 0 to 25. Three categories are shown in a legend: "(Blip)", "Whistle", and "None of the Above". Below the spectrogram, there are buttons for "Drive & Talk" and "Discuss". A message at the bottom says: "Showing 3 of 3. (Clear filters)" and "You should sign in". At the very bottom, there's a footer with links to "ZONIVERSE", "Projects", "Collections", "Build a Project", "How to Build", "Project Policies", "About Us", "Education", "Our Team", "Publications", "Acknowledgements", "Contact Us", and social media links for Facebook, Twitter, and Google+.

# Podstawy nauki o meteorach — bolidy i spadki meteorytów

Niniejszy tekst powstał w oparciu o „Handbook for Meteor Observers”, podręcznik wydany w 2008 r. przez International Meteor Organization, będący dość aktualnym i przystępny wprowadzeniem w świat współczesnej nauki o meteorach. Tym razem kilka słów o bolidach.

## Bolidy

Większość meteorów, które możemy zaobserwować podczas pogodnej nocy, wydaje się być dość słaba. Przyczyną tego jest typowa zależność rozmiaru meteoroidu do jasności powodowanego przez niego zjawiska. Im większe ciało wchodzi do atmosfery, tym okazalszy zobaczymy meteor. Niestety zdecydowana większość meteoroidów, z jakimi przychodzi nam się spotykać, ma rozmiary bardzo małe. Jedynie niewielki odsetek wszystkich meteoroidów jest w stanie wywołać zjawisko o jasności 0 mag lub większej. Nawet w tym wypadku mówimy o obiektach zazwyczaj mniejszych od 1 cm. Według statystyk tylko 1 na 1200 obserwowanych gołym okiem meteorów ma jasność większą niż –5 mag. Jedynie 1 zjawisko na 12 000 osiąga jasność –8 mag. Te rzadkie zjawiska nazywamy bolidami. Bolidy to bardzo jasne meteory, według najczęściej spotykanej definicji jaśniejsze od –4 mag. Ta graniczna jasność, od której mówi się o bolidach, jest oczywiście rzeczą dość arbitralną. W literaturze spotyka się wartości od –2 do –6 mag. Szeroko rozpowszechniona jest też jasność graniczna –3 mag uznawana za właściwą przez International Meteor Organization. Warto zauważać, że w języku polskim występuje jedno określenie dla tego zjawiska, mianowicie bolid. W języku angielskim zaś funkcjonują osobno określenia *fireball* i *bolide*. Pierwsze określenie oznacza bardzo jasny meteor, drugie używane jest do określania zjawisk wyjątkowo jasnych, z rozbłyskami i efektami dźwiękowymi. Wyróżnia się też *superbolidy* — zjawiska jaśniejsze od –17 mag, które mogą być już wykrywane za pomocą systemów satelitarnych, na co dzień przeznaczonych do kontroli prób nuklearnych.

## Częstotliwość występowania bolidów

Aktywność bolidowa wykazuje zmienności podobnie jak aktywność wszystkich innych meteorów. Na występowanie bolidów mają wpływ między innymi duże roje meteorowe. Przykładowo Perseidy są odpowiedzialne za pojawianie się czterokrotnie większej liczby bolidów niż typowo obserwowana dla tła sporadycznego. Samo tło sporadyczne również wykazuje zmienność o cyklu rocznym. Pociąga to za sobą zmienną ilość obserwowanych bolidów sporadycznych, przy czym, co ciekawe, jest to zależność odwrotna niż w przypadku zwykłej aktywności sporadycznego tła. Najwięcej bardzo jasnych bolidów na półkuli północnej obserwuje się w okolicach równonocy wiosennej. Jest to czas najwyższej aktywności sporadycznej, natomiast jesienią, gdy osiąga ona najwyższą wartość, obserwujemy najmniej bolidów. Podobnie odwrócone proporcje obserwujemy w przypadku zmienności dobowej. Najwięcej bolidów dostrzegamy około godziny 18.00 czasu lokalnego a najmniej około godziny 6.00. Zdaniem różnych autorów prawdopodobieństwo zaobserwowania bolidu w godzinach wieczornych jest 4 razy większe niż w porannych. Podobne statystyki związane z momentami upadków meteorytów wskazują na proporcje pomiędzy 3:1 i 2:1.

## Bolidy i spadki meteorytów

Tylko niewielki procent wszystkich bolidów może być połączony ze spadkami meteorytów. Aby materia międzyplanetarna mogła przetrwać spotkanie z ziemską atmosferą, musi zaistnieć szereg niełatwych do spełnienia warunków. Ciało takie musi przetrwać silne hamowanie od bardzo wysokiej prędkości początkowej do prędkości, przy której kończy się ablacja. Tempo ablacji jest silnie uzależnione od prędkości ciała w atmosferze. W przypadku najlepiej przebadanych zjawisk dających spadek udało się wykazać, że dla prędkości mniejszych niż 8 km/s ulega ablacji poniżej 50% pozostałą masy meteoroidu, poniżej prędkości 4 km/s ablacja niemal całkowicie zanika.

Istotnym czynnikiem mającym wpływ na proces spadku meteorytowego jest fragmentacja meteoroidu. Najwyższe ciśnienia dynamiczne, przy jakich obserwano fragmentacje meteoroidu, były rzędu 1 megapaskala. Co ciekawe, jest to wartość znacznie niższa niż w przypadku pomiarów laboratoryjnych, gdzie materia meteorytowa wytrzymywała ciśnienia rzędu 100 megapaskali. Fragmentację obserwuje się u zdecydowanej większości meteoroidów wchodzących do atmosfery. Nasza wiedza o procesach fragmentacji znacząco wzrosła od momentu wprowadzenia do obserwacji technik fotograficznych i wideo, pomimo to wciąż pozostaje wiele znaków zapytania.

Dla najczęściej spotykanych meteoroidów, tych o niewielkich masach uznaje się, że mają one szansę przetrwać spotkanie z atmosferą o ile prędkość początkowa będzie mniejsza niż 23 km/s, a prędkość końcowa będzie niższa niż 8 km/s i nie zostanie zaobserwowany żaden poważny rozpad czy rozbłysk w końcowej fazie lotu. Powyższe liczby prawdziwe są dla najbardziej rozpowszechnionej statystycznie matrii chondrytowej i mogą być inne w przypadku meteoroidów o innych własnościach fizycznych. W przypadku wielkich meteoroidów o średnicy wielu metrów hamowanie w atmosferze jest raczej mało wydajne i w skrajnym wypadku może dojść do spadku kraterotwórczego.

Po zaniku ablacji obiekt przestaje być widoczny dla obserwatorów, przestaje świecić. Rozpoczyna się faza ciemnego lotu (tzw. *darkflight*). Obiekt dość szybko i na dość dużej wysokości jest wyhamowywany całkowicie, a kierunek lotu przestaje mieć jakikolwiek związek z pierwotną trajektorią. Ciało opada z typową prędkością nie przekraczającą 100 m/s a kierunek lotu jest silnie uzależniony od kierunku i siły wiatrów wiejących w górnym warstwie atmosfery. W praktyce profil atmosferyczny jest dość złożony, wiatry na różnych wysokościach wieją w bardzo różnych kierunkach i trajektoria opadającego ciała przyjmuje często dość skomplikowany kształt. Nie jest rzadkością sytuacja, w której obiekt o niewielkiej masie niejako zdmuchiwany jest wstecz, pod trajektorię bolidu. Wpływ wiatrów o nie do końca znanej sile i kierunku jest źródłem największych niepewności przy wyznaczaniu miejsca spadku meteorytu.

Możliwość przetrwania ciała w atmosferze jest bardzo uzależniona od jego własności fizycznych. W zauważalny sposób wpływają one na wysokość początkową i końcową, długość zjawiska czy też jasność charakterystyczną dla danej masy czy prędkości. Inaczej mówiąc, bolidy wywoływanie przez różnego rodzaju materię mają różne obserwowane własności. Na podstawie obserwacji wyróżniono następujące grupy bolidów:

**Typ I** — charakteryzujące się niewielką wysokością początkową (na ogół poniżej 90 km), zbudowane z materii chondrytowej, typowa gęstość meteoroidu to  $3,7 \text{ g/cm}^3$ . Ten typ jest charakterystyczny dla większości bolidów dających spadki meteorytowe (Pribram, Lost City, Innisfree) i stanowi 29% wszystkich obserwowanych bolidów.

**Typ II** — charakterystyczny dla chondrytów węglistych o wysokości początkowej nieco większej niż Typ I. Ich gęstość wahę się w granicach od  $1,9$  do  $2,1 \text{ g/cm}^3$ . Pochodzą głównie z planetoid, stanowią 33% wszystkich obserwowanych bolidów. Ze względu na znacznie większą podatność na ablację spadki meteorytowe tego typu występują dość rzadko.

**Typ IIIA** — bolidy stanowią materię kometarną o gęstości  $0,6$  do  $0,9 \text{ g/cm}^3$ . Ich ślady rozpoczynają się w większości powyżej 100 km, a wysokości końcowe są duże, nawet w przypadku dużych bolidów powyżej 50 km. Bolidy typu IIIA stanowią 29% wszystkich obserwowanych zjawisk, jednak nie obserwuje się spadków meteorytowych tego typu zjawisk.

**Typ IIIB** — porowata materia kometarna o bardzo małej gęstości w zakresie od  $0,2$  do  $0,34 \text{ g/cm}^3$ . Są charakterystyczne dla niektórych rojów meteorowych pochodzenia kometarnego. Najlepiej znanym przykładem są tu Drakoni dy. Również bolid Sumava — jeden z jaśniejszych bolidów w historii badań należał do typu IIIB. Typ obserwowany tylko w 9% przypadków, a spadki meteorytowe praktycznie wykluczone.

W powyższym zestawieniu nie ma meteoroidów żelaznych, gdyż stanowią one niewielki odsetek wszystkich obserwowanych zjawisk. Pod względem charakterystyki możemy zaliczyć je do typu I bolidów.

Mówiąc o charakterystycznych wysokościach, warto pamiętać, że wysokość początkowa w ramach danego typu jest uzależniona od prędkości początkowej. Różnica pomiędzy meteoroidami naj wolniejszymi a najszybszymi jest dość znaczna. Dolna granica wysokości początkowej dla bolidów typu I leży poniżej 80 km, górna dla bardzo szybkich bolidów typu III to przeciętnie 120–130 km, przy czym zdarzają się też przypadki skrajne jak zaobserwowany nad Polską bolid Myszyniec, dla którego początek trajektorii zauważono na wysokości 168 km. Wysokości do 200 km były obserwowane dla bolidów z roju Leonidów podczas ostatnich wielkich wybuchów aktywności. Wysokości końcowe są raczej zależne od masy ciała wchodzącego do atmosfery. Dla bolidów typu III często są to wysokości rzędu 80–90 km. Przy dużych rozmiarach meteoroidu punkt końcowy jest obserwowany niżej, przy czym rzadko jest to wysokość mniejsza niż 60 km. Dla bolidów typu I rozpiętość wysokości końcowych jest ogromna (mamy tu na myśli obserwowane wysokości końcowe, nie uwzględniając możliwego ciemnego lotu). Dość często (w skali PFN kilka razy w miesiącu) obserwuje się bolidy tego typu z wysokością końcową poniżej 50 km. Najmniejsza zarejestrowana przez PFN wysokość końcowa to 25,8 km. Aktualnie absolutnym rekordzistą pod względem wysokości końcowej jest bolid Czelabiński, który zakończył się na wysokości 13,8 km. Jest to przypadek nieporównywalny z niczym, co było dotąd zaobserwowane. We wcześniej obserwowanych wielkich bolidach wysokość końcowa oscylowała w okolicach 20 km.

Przemysław Żoładek



Bolid z 5 listopada 2015 roku zarejestrowany o 17.11 przez Tomasza Krzyżanowskiego z PFN38 Podgórzyn. Bolid sporadyczny, pochodzenia planetoidalnego. Wysokość końcowa poniżej 40 km, brak spadku meteorytu

# $\varepsilon$ -Perseidy wrześniowe – podsumowanie

Wrzesień jest miesiącem, podczas którego można zaobserwować wiele rojów meteorowych, których aktywność utrzymuje się na niskim poziomie. Dostrzegalnych jest wtedy zaledwie kilka zjawisk w ciągu nocy. Wyjątkiem na tle całej reszty są tak zwane  $\varepsilon$ -Perseidy wrześniowe. Jest to jednak stosunkowo słabo zbadany rój, do niedawna nawet pomijany w kalendarzach meteorowych. W latach 2007–2013 obserwowano wyraźny wzrost jego aktywności. W 2008 r. intensywność owego strumienia porównywano z dobrze znany wiosennym rojem Lirydów (ZHR = 25), ponadto obserwatorzy z USA donosili o licznych zjawiskach bolidowych. W 2013 r. SPE po raz kolejny dały popis swoich możliwości, a obserwatorzy ocenili aktywność na poziomie 50 zjawisk na godzinę.

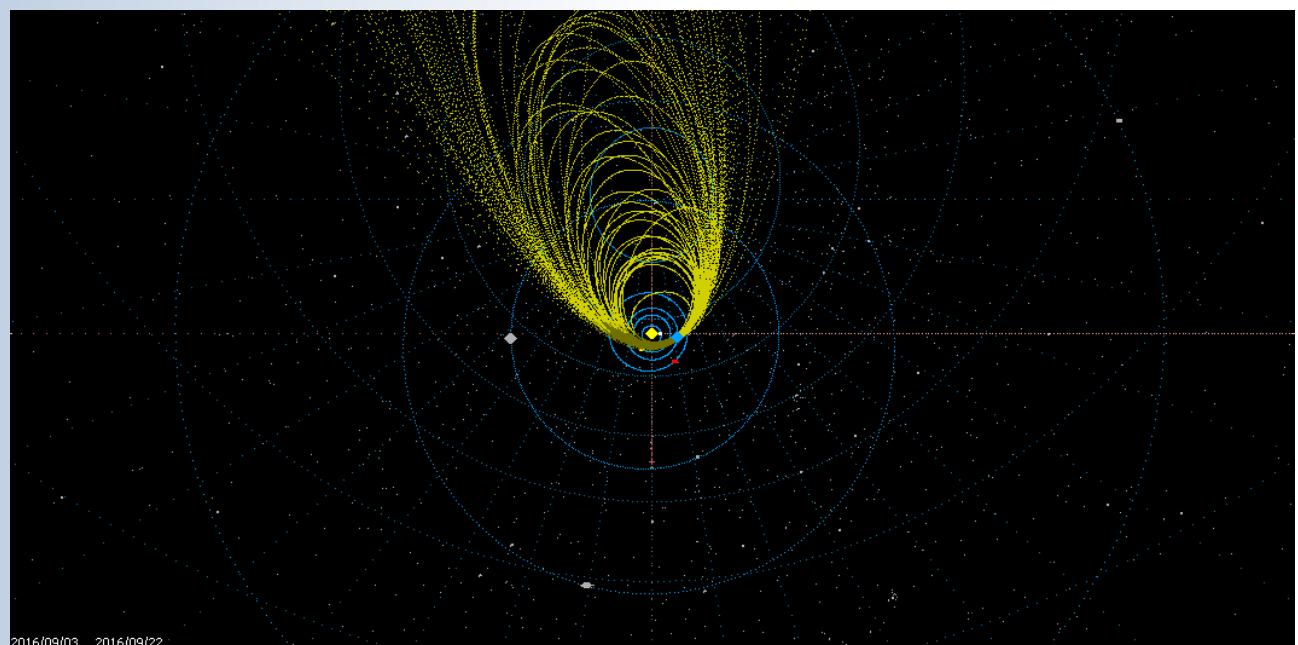
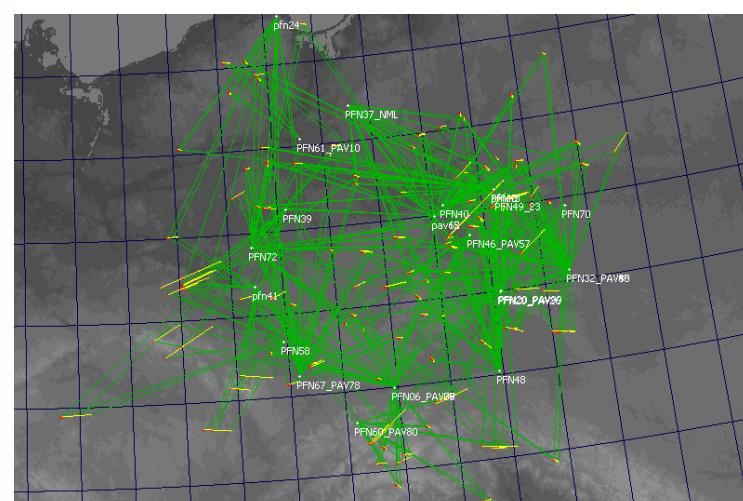
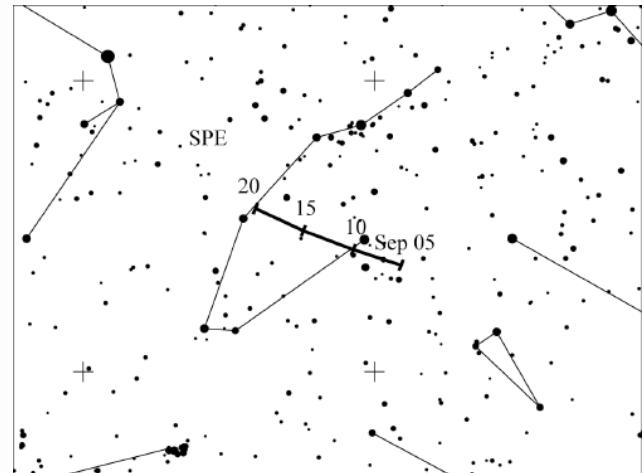
## Prognozy

Według danych International Meteor Organization (IMO)  $\varepsilon$ -Perseidy wrześniowe, aktywne między 5 a 21 września, nie są tak spektakularne jak Perseidy obserwowane w sierpniu. W ziemską atmosferę wpadają z prędkością około 64 km/s, ze współczynnikiem masowy  $r = 3,0$  (wartość mówiąca o tym, jak jasne zjawiska pojawiają się w danym roju; współczynnik dla SPE oznacza, że dominują w nim raczej ciemniejsze zjawiska). Radiant znajduje się w gwiazdozbiorze Perseusza.

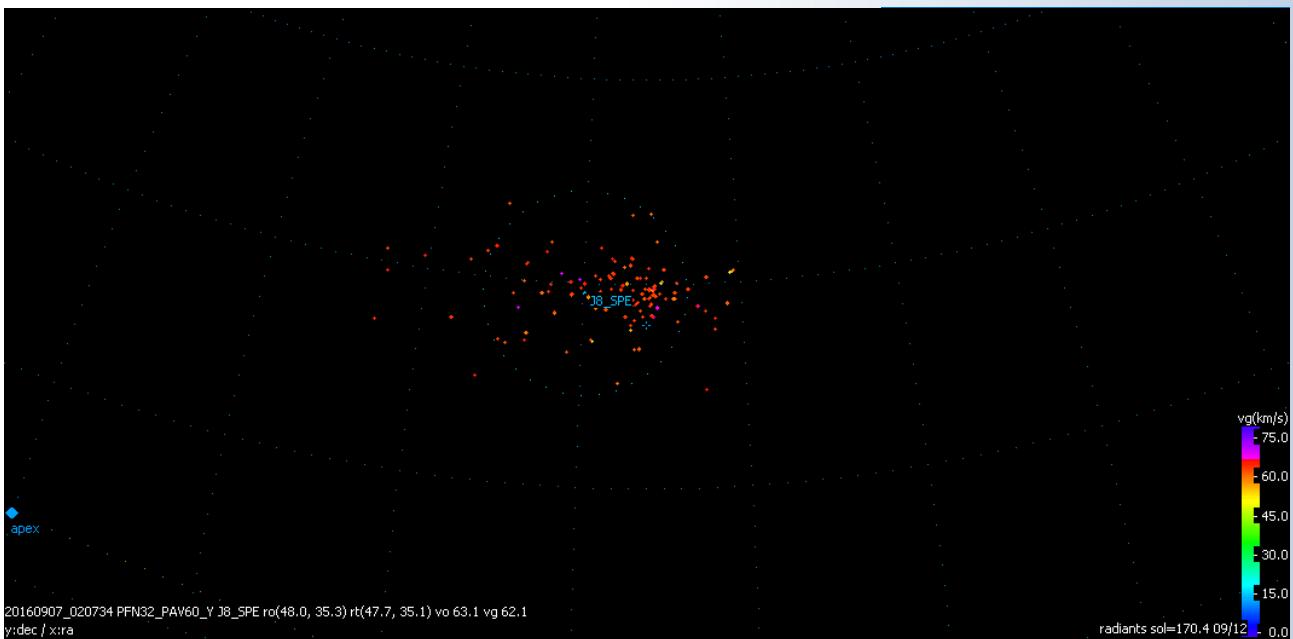
Maksimum było prognozowane na 9 września o godzinie 4.00 UT i wtedy ZHR powinien wynieść 5 zjawisk na godzinę. Dla obserwatorów z Polski niestety nie był to najlepszy czas, gdyż przypadł już po wschodzie Słońca. Jedyną metodą śledzenia momentu maksimum były obserwacje radiowe.

## $\varepsilon$ -Perseidy wrześniowe w danych PFN

Na czas aktywności pogoda w Polsce była zadowalająca, a Księżyc nie utrudniał obserwacji, gdyż zaczął się pojawiać dopiero po maksimum. Kamery Polskiej Sieci Bolidowej (PFN) zarejestrowały w tym czasie tysiące meteorów, a wśród nich wyraźnie dało się wyróżnić Perseidy wrześniowe.



Fot. 1. Orbity meteorów należących do roju  $\varepsilon$ -Perseidów zarejestrowanych przez kamery PFN. Dane PFN



Fot. 4. Radiant roju ε-Perseidów, wyznaczony na podstawie danych PFN – kropki. Na rycinie zaznaczono radiant podany w literaturze w formie okręgu

Według danych uzyskanych z naszych kamer ε-Perseidy były aktywne od 3 do 22 września. W sumie w tym okresie kamery PFN złapały prawie 8 tysięcy meteorów, z czego po sparowaniu ze sobą tych samych zjawisk otrzymaliśmy ponad 1200 orbit, z czego:

— 661 orbity meteorów sporadycznych

**— 116 — orbity Perseidów wrześniowych**

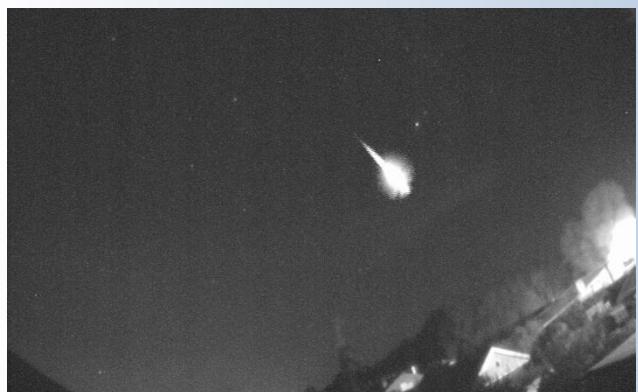
— 468 — orbity innych 55 małych rojów aktywnych między 3 a 22 września.

Największa aktywność roju przypadła na nocę 7/8 i 8/9 września. Wtedy to z zebranych danych otrzymaliśmy kolejno 32 i 20 orbit. Najwięcej zjawisk przypada na 8 września między godziną 00.00 UT a 02.40 UT, czyli trochę ponad dobę przed prognozowanym maksimum. Kolejne nocy były już mniej obfite w meteory z tego roju, ale nadal wyraźnie odznaczały się na tle innych zjawisk.

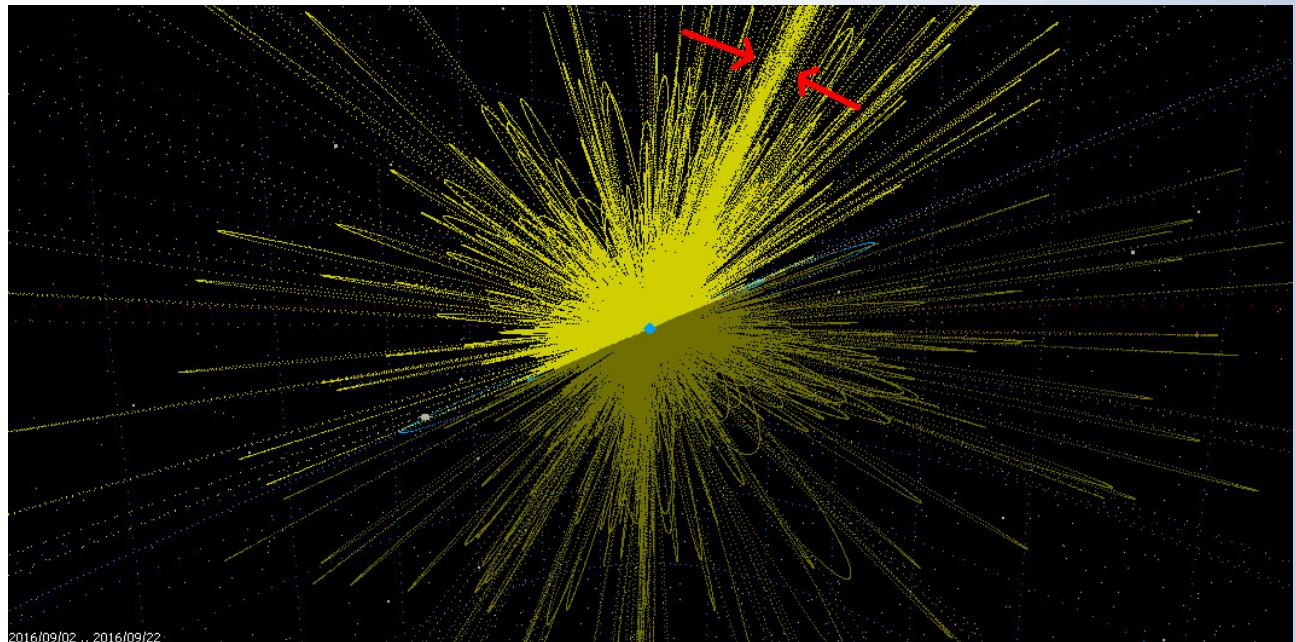
Meteory wpadały w ziemską atmosferę z prędkością około 65 km/s. Zaczynały świecić na wysokościach od 100 do 130 km. Żaden materiał nie wszedł w atmosferę poniżej 80 kilometrów.

Najjaśniejsze zjawisko zostało zarejestrowane 6 września o godzinie 22.39 UT. Jego trajektoria znajduje się nad południową Polską, a jasność wyniosła ok. -5mag.

Maciej Myszkiewicz



Fot. 5. Najjaśniejszy bolid roju e-Perseidów z 6 września 2016 r. o godz. 22.39 UT



Fot. 6. SPE na tle innych orbit. Dane PFN

## Obserwatorium na szynach

# Twarde życie na Otrycie

Klub Otrycki, to stowarzyszenie powołane w 1990 r. do opieki nad Chatą Socjologa w Bieszczadach. Świadomość, że jedną z unikatowych wartości tego regionu jest wyjątkowo ciemne niebo, w 2014 r. skłoniła Klub do budowy obok chaty obserwatorium astronomicznego<sup>1</sup>. Unikatowy sposób zdobycia funduszy na budowę poprzez platformę crowdfundingową „Polak potrafi” zakończył się pełnym powodzeniem. Głównym celem społecznym projektu jest przybliżanie nieba turystom oraz prowadzenie oryginalnych lekcji astronomii pod gołym niebem dla uczniów okolicznych (i nie tylko) szkół. Ponadto przewidziano tygodniowy obóz z udziałem studentów astronomii z całej Polski.

W tym właśnie obozie wziąłem udział. W Chacie Socjologa, leżącej w paśmie górskim Otryt, w dniach 17–25 lutego spotkali się studenci astronomii z uczelni w Warszawie, Poznaniu, Krakowie oraz Toruniu. Nie był to obóz ściśle naukowy, miał raczej na celu integrację studentów astronomii z różnych miast, jednakże miejsce zostało wybrane m. in. z powodu zamontowania obok Chaty Socjologa trwałego teleskopu. Ogromny jak na warunki amatorskie teleskop Sky-Watcher (Synta) Dobson 16" GoTo został umieszczony w pawilonie, a raczej odsuwanej na szynach wiacie o prototypowym charakterze. Razem tworzą najprawdopodobniej najbardziej korzystny stosunek kosztów zakupu teleskopu do kosztów budowy pawilonu pod ten instrument. Znaczne oddalenie od cywilizacji niwelowało efekt wszechobecnego zanieczyszczenia nieba światłem sztucznym, pozwalając na obserwowanie wspaniałego nocnego nieba.

Oddalenie od cywilizacji oznaczało jednak także znaczne kłopoty z dotarciem na miejsce. Żeby dotrzeć do Chaty, należało dojechać najpierw do Ustrzyk Dolnych, potem do Lutowisk, skąd do Chaty wiodło już tylko trzykilometrowe podejście stromo pod góru.

Na miejscu czekały na uczestników niemal spartańskie warunki — brak prądu oraz bieżącej wody, dom ogrzewany kominkiem, przygotowywanie posiłków na ogniu. Nie złamało to jednak ducha



Otryckie obserwatorium w dzień... i podczas obserwacji w nocy

uczestników, a wręcz przeciwnie — zahartowało ich do dalszych przygód.

Niestety pogoda nie sprzyjała i poza kilkoma pozbawionymi chmur godzinami pierwszej nocy obserwacje były niemożliwe. Młodym adeptom astronomii nie brakowało jednak rozrywek. Chata ma na wyposażeniu kilka gitar oraz sporą kolekcję gier planszowych. Także jej położenie sprzyja górskim wycieczkom — bliższym lub dalszym. Chata była także regularnie odwiedzana nie tylko przez innych gości, ale także przez stałych bywalców, a ci mieli

zawsze na podporządkowane historie do opowiedzenia. Mimo towarzyskiego charakteru obozu, studenci wymieniali się także doświadczeniami ze swoich uczelni oraz prowadzili zawarte dyskusje na tematy naukowe. Uczestnicy z pewnością nie mogli narzekać na nudę.

Wszyscy uczestnicy bardzo pozytywnie wspominają czas spędzony w Chacie Socjologa i z pewnością jeszcze nie raz do niej powrócą.

Krzysztof Szyszka  
UMK Toruń



Księżyc — jedno z niewielu zdjęć astronomicznych, jakie udało się nam zrobić podczas obozu

<sup>1</sup> Projekt był opisywany w „Uranii” nr 3/2015, a pełna kronika oficjalnie otwartej 30 maja inwestycji znajduje się na stronie <http://www.otryt.bieszczady.pl/pl/>

PTMA Toruń w siedzibie oddziału grudziądzkiego

## Wzajemne odwiedziny

**Od dłuższego czasu członkowie toruńskiego Oddziału PTMA planowali wyjazd do Planetarium i Obserwatorium Astronomicznego im. Mikołaja Kopernika w Grudziądzu. Wybrałyśmy się tam niewielką grupą w sobotni wieczór 5 listopada br. Większość członków toruńskiego Oddziału PTMA nie była dotąd w tej placówce, a dla niektórych, jak np. dla kolegi z Tczewa, był to całkiem daleki wyjazd.**

Gospodarzem spotkania, który przyjął nas bardzo gościnnie, był Sebastian Soberski — kierownik tej placówki i jednocześnie Prezes oddziału PTMA w Grudziądzu. Sebastian rozpoczął spotkanie od omówienia niedawno zainstalowanej stacji bolidowej pracującej w ogólnopolskim systemie zbierania danych (Polish Fireball Network). Stacja działa zaledwie od sierpnia, a już udało się zarejestrować kilkadziesiąt spektakularnych zjawisk. Na ekranie komputera mogliśmy zobaczyć wyraźne zdjęcia bolidów. Podczas rozmów towarzyszyła nam niewielka rzeźba przedstawiająca Mikołaja Kopernika, która tradycyjnie stoi na stole w czasie zebrań PTMA w Grudziądzu. Jest to miniatuра pomnika Mikołaja Kopernika, który od 1972 r. dumnie stoi na grudziądzkim Placu Miłośników Astronomii. Dyskutowaliśmy także na temat technik budowy i lotów balonów stratosferycznych. Balon taki wraz z sondą został wysłany 15 czerwca 2016 r. ze szkolnego boiska niedaleko Planetarium.

Następnie przeszliśmy pod kopułę obserwatorium. Niestety zachmurzone niebo nie pozwoliło tego dnia na obserwacje. Porozmawialiśmy jedynie o niedawno zainstalowanym teleskopie — astrografie 10" GSO w systemie Ritchey-Chretiena oraz 100-mm refraktorze słonecznym LUNT, które zostały zawieszone na nowoczesnym montażu SW EQ8.

Końcową atrakcją było grudziądzkie planetarium — po zupełnie nowym teleskopie mogliśmy podziwiać jeden z najstarszych projektorów w Polsce, w zasadzieabytek, działający tu nieprzerwanie od 1972 r. Obecna z nami dr Cecylia Iwaniszewska, astronom — członek toruńskiego Oddziału PTMA wspominała otwarcie tego planetarium; otwarcie, któremu wówczas towarzyszył lekki żał, że nie mamy takiego w Toruniu. Kameralne planetarium grudziądzkie ze staromodnymi fotelami i analogowym projektorem gwiazdowym ma swój niepowtarzalny klimat. Pełni niezwykle pożyteczną rolę dydaktyczną.

Poświęciliśmy sobotnie popołudnie, ale było war to! Robimy już plany, kiedy znów odwiedzimy Planetarium i Obserwatorium Astronomiczne im. Mikołaja Kopernika w Grudziądzu. A może coraz więcej oddziałów PTMA powinno odwiedzać się nawzajem?

Zofia Huppenthal



Prezentacja nowych teleskopów pod kopułą grudziądzkiego obserwatorium. Teleskopy zakupiono w ramach Grudziądzkiego Budżetu Obywatelskiego 2015



Zebranie toruńskiego oddziału PTMA w czytelni grudziądzkiego planetarium



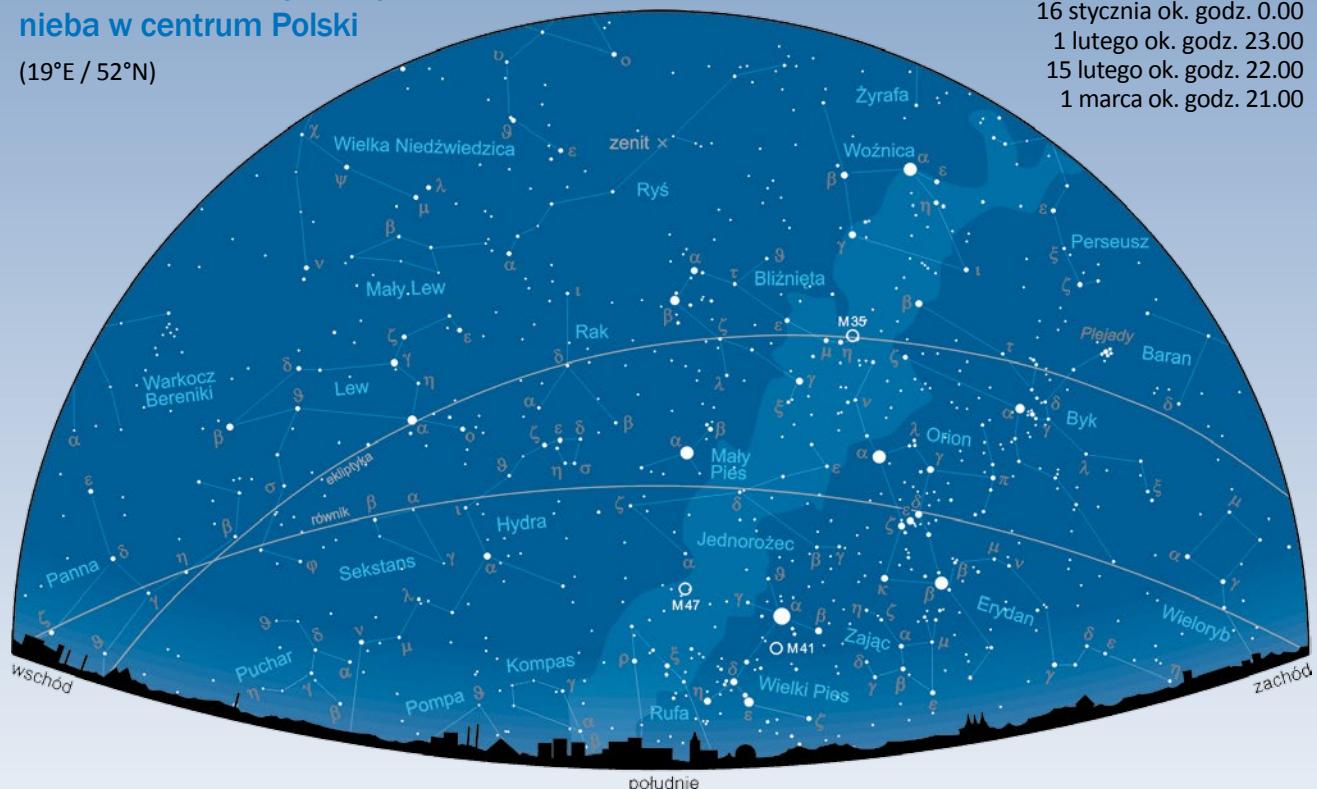
Zdjęcie zbiorowe uczestników spotkania pod kopułą planetarium. Na pierwszym planie widoczny projektor gwiazdowy produkcji Carl Zeiss – ZKP/2P

# 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  
15 lutego ok. godz. 22.00  
1 marca ok. godz. 21.00

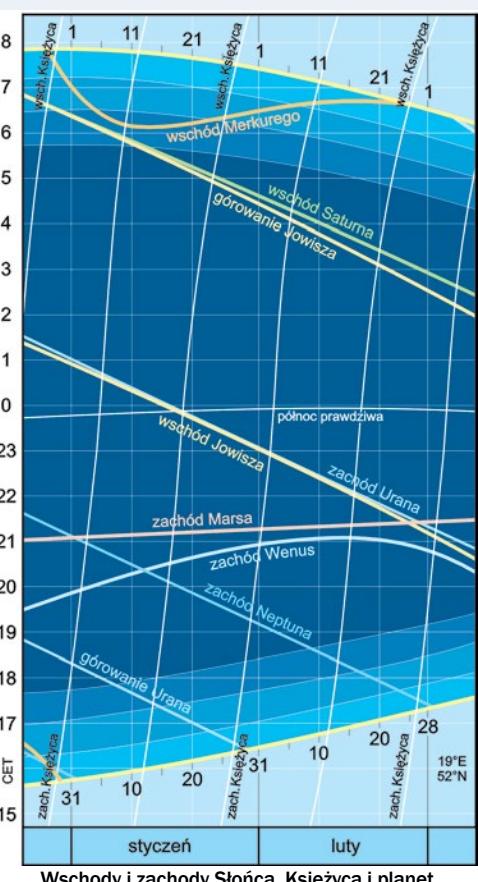


## Niebo w styczniu i lutym 2017

Po minionym, przestępstwym roku 2016, przed nami kolejno trzy zwykłe lata, z krótszym 28-dniowym lutym. Mamy więc łącznie tylko 59 dni i nocy tegorocznego stycznia i lutego. Jednak nawet w tym krótszym okresie mamy nie mniej okazji obserwacji nocnego nieba niż w innych omawianych tu dwumiesięcznych okresach. Wprawdzie za nami już najdłuższe noce zimowego przesilenia, jednak również te styczniowe i lutowe są dostatecznie długie, by móc obserwować gwiazdozbiory wszystkich czterech pór roku, a bardziej przejrzyste w mroźne noce powietrza zapewnia ostrzejszy niż w innych porach roku obraz nieba.

Wraz z upływem kolejnych zimowych dni i tygodni maleje nie tylko różnica między długością dnia i nocy, ale również rozbieżności w czasie ich trwania pomiędzy południowymi a północnymi rejonami Polski. Z początkiem stycznia w Ustrzykach Górnego dzień trwa jeszcze niemal godzinę dłużej niż w Jastrzębiej Górze, podczas gdy do końca lutego różnica ta stopniuje już do zaledwie kwadransa.

Z początkiem stycznia wciąż jeszcze krótko po zmierzchu możemy podziwiać na zachodzie, niemal w komplecie, gwiazdozbiory letnie, z Herkulesem i okazalym Trójkątem Letnim, który zaczyna zanurzać się pod horyzont dopiero 3 godziny po zmierzchu. W tym samym czasie nisko nad południowym horyzontem błyszczy już najjaśniejsza gwiazda jesiennych konstelacji — Fomalhaut (paszcza ryby) z gwiazdozbioru Ryby Południowej oraz dwukrotnie ciemniejsza Difda (Deneb Kaitos), wskazująca ogon morskiego potwora Ketosa, którego wyobraża gwiazdozbiór Wieloryba. Znacznie wyżej, 60° nad horyzontem góruje Jesienny Kwadrat, którego trzy wierzchołki wytyczają 2,5–2,8 mag gwiazdy Pegaza. Lewy górny (północno-wschodni) wierzchołek stanowi, jasnością dorównującą Difdzie, najjaśniejszą gwiazdę Andromedy — Sirrah, której nazwa oznacza... pępek konia, ponieważ dawniej zaliczano ją również do konstelacji Pegaza, mitologicznego uskrzydlonego konia. Spod wschodniego horyzontu dopiero wynurza się Orion — centralny gwiazdozbiór nieba zimowego, a w całej okazałości błyszczą już Woźnica, Byk i Bliźnięta. Gdy około północy pod zachodnim horyzontem znikają już konstelacje jesienne, nad południowym w pełnej krasie prezentuje się gwiazdny symbol zimy w postaci Zimowego Sześciokąta wytyczonego przez

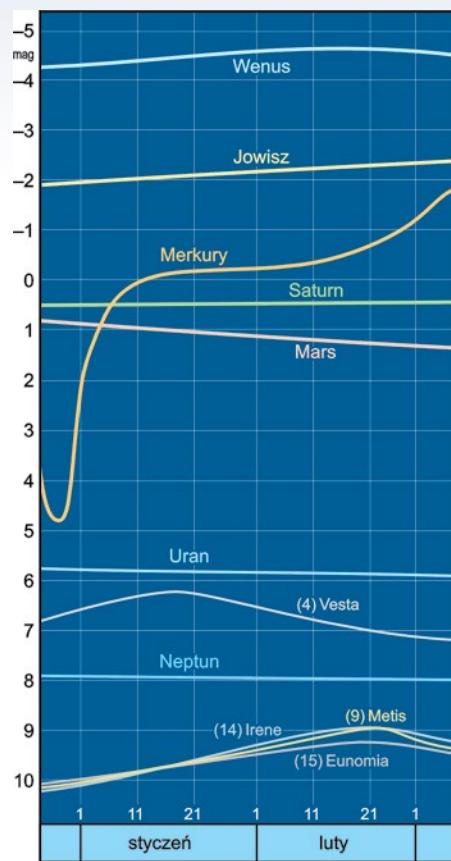


Wschody i zachody Słońca, Księżyca i planet

najjaśniejsze gwiazdy wymienionych gwiazdozbiorów, do których jako ostatnie dołączyły Mały Pies oraz Wielki Pies z Syriuszem — najjaśniejszą gwiazdą całego nocnego nieba, zaś na  $25^{\circ}$  na wschodzie wznosi się już w komplecie Lew, pierwsza konstelacja nieba wiosennego. Przed świtem, po 15,5 godzinach nocy, około  $60^{\circ}$  nad horyzontem góruje Gwiazda Wiosenna, jak nazywany bywa Arktur z gwiazdozbioru Wolarza, najwyższa gwiazda ogromnego Trójkąta Wiosennego, rozciągającego się ponad południowo-zachodnim horyzontem, zaś na wschodzie — podobnie jak po zmierzchu na zachodzie — znów w całej okazałości błyszczący Trójkąt Letni i inne letnie konstelacje.

Podczas średnio o 3 godziny krótszych już nocy końca lutego, defilada gwiazd rozpoczyna się błyszczącym już krótko po zmierzchu na zachodzie Jesiennym Kwadratem, górującym na południu Zimowego Sześciokąta i wynurzającym się spod wschodniego horyzontu pierwszym wiosennym gwiazdozbiorom Lwa. Godzinę po północy to Trójkąt Wiosenny błyszczący najwyżej, a zimowe gwiazdozbiory w połowie są już pod horyzontem. Krótko przed świtem niebo podzielone jest głównie pomiędzy wiosenne i letnie konstelacje, blisko południowego horyzontu wyróżnia się czerwony Antares ze Skorpiona, a nad północno-wschodnim błyszczącą znów pierwsze gwiazdozbiory jesienne, z Pegazem i Andromedą. A więc nadal jeszcze nocy wystarcza na przemarsz konstelacji wszystkich pór roku.

Może warto przypomnieć, że całe niebo, pod względem widoczności, zwykło się dzielić na 6 części. Dwie z nich to obszary okołobiegunowe — północny, obejmujący gwiazdy na danej szerokości geograficznej nigdy nie zachodzące oraz południowy, którego gwiazdy nigdy nie wychylają się spod horyzontu. Pozostały obszar nieba dzieli się na cztery strefy obejmujące średnio 6° rektascensji, w zależności od porą roku, w której są widoczne przez najdłuższą część nocy — nazywamy je więc niebem wiosennym, letnim, jesiennym i zimowym.



Jasność, rozmiary kątowe i wygląd planet

## Ważniejsze wydarzenia stycznia i lutego 2017

### styczeń

- 7.52 bardzo bliska koniunkcja Marsa 1,1'S z Neptunem
- 8.58 koniunkcja Księżyca 1,9°N z Wenus
- 19.14 Księżyca w węźle zstępującym,  $\lambda = 334^{\circ}16'$
- 4.55 bliska koniunkcja Księżyca 23'S z Neptunem
- 7.35 bliska koniunkcja Księżyca 14'S z Marsem
- maksimum aktywności roju meteorów Kwadrantydy Ziemia w peryhelium, 147,101 mln km od Słońca
- 20.47 pierwsza kwadra Księżyca
- 5.14 koniunkcja Księżyca 3,1°S z Uranem
- 10.20 Merkury powraca do ruchu prostego w długości eklipt.
- 7.01 perygeum Księżyca, 363 244,5 km od Ziemi
- 10.30 maksymalna deklinacja Księżyca,  $\delta = +18^{\circ}56'$
- 12.34 pełnia Księżyca
- 14.18 maksymalna elongacja Wenus, 47,1°E od Słońca
- 22.53 bliska koniunkcja Wenus 22'N z Neptunem
- 11.46 Księżyca w węźle wstępującym,  $\lambda = 153^{\circ}37'$
- 7.57 opozycja planetoidy (4) Vesta, 1,52 au od Ziemi
- 23.13 ostatnia kwadra Księżyca
- 8.26 koniunkcja Księżyca 2,6°N z Jowiszem
- 22.24 Słońce wstępuje w znak Wodnika;  $\lambda = 300^{\circ}$
- 19.49 Słońce wkracza do gwiazdozb. Koziorożca;  $\lambda = 299,7^{\circ}$
- 10.43 maks. elongacja Merkurego, 24,1°W od Słońca
- 1.14 apogeum Księżyca, 404 921,1 km od Ziemi
- 11.37 koniunkcja Księżyca 3,6°N z Saturnem
- 13.02 maksymalna deklinacja Księżyca,  $\delta = -18^{\circ}54'$
- 0.57 koniunkcja Księżyca 3,7°N z Merkurem
- 1.07 nowy Księżyca
- 23.21 Księżyca w węźle zstępującym,  $\lambda = 333^{\circ}11'$
- 12.16 bliska koniunkcja Księżyca 11'S z Neptunem
- 18.35 koniunkcja Księżyca 3,9°S z Wenus

### luty

- 3.51 koniunkcja Księżyca 5,8°S z Marsem
- 11.29 koniunkcja Księżyca 2,9°S z Uranem
- 20.20 zakrycie 4,5°m n Piscis przez Księżyca, do 21.23
- 5.19 pierwsza kwadra Księżyca
- 19.35 zakrycie 4,1°m 5 Tauri przez Księżyca, do 20.30
- 18.00 zakrycie 4,5°m 71 (Hiady) przez Księżyca, do 18.59
- 19.14 zakrycie 3,8°m J<sup>1</sup> Tauri (Hiady) przez Księżyca, do 20.27
- 19.14 zakrycie 3,4°m J<sup>2</sup> Tauri (Hiady) przez Księżyca, do 20.28
- 15.02 perygeum Księżyca, 368 822,0 km od Ziemi
- 7.20 Jowisz rozpoczyna ruch wsteczny w długości eklipt.
- 19.39 maksymalna deklinacja Księżyca,  $\delta = +18^{\circ}52'$
- 1.33 pełnia Księżyca
- 20.49 Księżyca w węźle wstępującym,  $\lambda = 153^{\circ}06'$
- 1.44 maks. półcieniowego zaćmienia Księżyca; widoczne koniunkcja Księżyca 5,8°N z Jowiszem
- 17.53 6.05 Słońce wkracza do gwiazdozbioru Wodnika;  $\lambda = 327,5^{\circ}$
- 20.33 ostatnia kwadra Księżyca
- 22.12 apogeum Księżyca, 404 382,7 km od Ziemi
- 12.31 Słońce wstępuje w znak Ryb;  $\lambda = 330^{\circ}$
- 12.20 opozycja planetoidy (15) Eunomia, 1,85 au od Ziemi
- 21.42 opozycja planetoidy (14) Irene, 1,24 au od Ziemi
- 0.36 koniunkcja Księżyca 2,9°N z Saturnem
- 21.53 maksymalna deklinacja Księżyca,  $\delta = -18^{\circ}51'$
- 3.59 opozycja planetoidy (9) Metis, 1,31 au od Ziemi
- 15.58 nowy Księżyca
- 1.35 koniunkcja Księżyca 5,8°N z Merkurem
- 7.28 Księżyca w węźle zstępującym,  $\lambda = 333^{\circ}10'$
- 15.53 maks. obrączkowego zaćmienia Słońca; niewidoczne bliska koniunkcja Marsa 34'S z Uranem

Mapki i wykresy zamieszczone na pierwszych dwóch stronach naszego Kalendarza pozwalają zorientować się w wyglądzie południowej części naszego nocnego nieba, głównie w połowie styczniowych i lutowych nocy, wyznaczyć godziny wschodów 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 Kalendarza. Panoramiczna mapa na trzeciej i czwartej stronie pokazuje m. in. zmieniające się w tym czasie położenia planet na tle gwiazd.

Słońce

W okresie jednego roku kalendarzowego Słońce zatacza na tle gwiazd średnio kąt  $360^\circ$  (rok gwiazdowy). W rzeczywistości jednak w ciągu 365 dni zwykłego roku, pokonuje ono tylko  $359,74^\circ$ , a w roku przestępym  $360,76^\circ$ , czym z grubsza nadrabia „zaległości” trzech lat zwykłych.

W styczniu i lutym zwykłego roku 2017, Słońce wędruje od centralnych rejonów gwiazdozbioru Strzelca, by poprzez cały gwiazdozbiór Koziorożca dotrzeć do połowy odcinka ekiptyki w Wodniku, w ciągu 59 dni pokonując łącznie drogę  $59,8^\circ$ , co daje średnią prędkość równą tej z listopada i grudnia. Ma to związek z osiągnięciem przez Ziemię 4 stycznia peryhelium i tym samym największej prędkości na okołosłonecznej orbicie, a to w rezultacie przekłada się na najszybszy pozorny ruch Słońca na tle gwiazd:  $1,019^\circ$  na dobę. Podczas tegorocznego peryhelium odległość Ziemia–Słońce osiąga minimalną wartość 147,101 mln km.

Poruszając się w omawianym okresie na tle trzech zodiakalnych gwiazdozbiorów (od Strzelca do Wodnika), Słońce biegnie również przez trzy znaki zodiaku, rozpoczynając wędrówkę od  $10,5^{\circ}$  znaku Kozioroźca, dalej pokonując cały znak Wodnika, a kończąc na  $10,3^{\circ}$  znaku Ryb. Przez cały ten czas stopniowo wzrasta deklinacja Słońca, które po największym oddaleniu się na południe od równika niebieskiego podczas zimowego przesilenia, teraz powraca, by już niedługo, 20 marca, zróównać się z nim, podczas wiosennej równonocy.

## Księzyc

W ciągu jednego roku kalendarzowego Księżyc dokonuje średnio 13,37 obiegów wokół Ziemi (i tyle samo obrotów), pokonując łącznie drogę równą  $4812,56^\circ$ . Tegoroczną wędrówkę na tle gwiazd nasz naturalny satelita rozpoczyna blisko centrum

gwiazdozbioru Koziorożca ( $10,7^{\circ}$  znaku Wodnika), jako wąski, oświetlony w 7% sierp, niespełna 3 doby po nowiu. Po prawie 2,2 obiegach całego nieba, z końcem lutego, w niemal identycznym kształcie, dotrze do północno-zachodniego zakątka Wieloryba,  $2^{\circ}$  poniżej granicy z Rybami ( $9,8^{\circ}$  znaku Barana). To w sumie 779,1° styczniowo-lutowej wędrówki Księżyca na tle gwiazd, podczas której dwukrotnie spotyka się z każdą z planet, tym razem wyróżniając trzecią koniunkcję Neptuna.

Na uwagę zasługuje bliska styczniowa koniunkcja Księżyca z Marsem oraz coraz bliższe z miesiąca na miesiąc zbliżenia z Neptunem. Możliwość ich obserwacji jest jednak uzależniona nie tylko od pogody, ale też pory dnia lub nocy. I tak, 3 stycznia pod koniec nocy, krótko po sobie nastąpią największe zbliżenie na naszym niebie — najpierw Księżyca z Neptunem (zaledwie  $0,1^\circ$  od krawędzi księżyckowej tarczy), a dwie godziny później z Marsem ( $0,55^\circ$  od środka tarczy). Niestety obiekty te możemy zobaczyć dopiero po zmierzchu (Neptuna przez przynajmniej dobrą lornetkę). Również pozostałych dwóch koniunkcji z Neptunem nie zobaczymy w Polsce podczas największych zbliżeń. 30 stycznia, w samym środku dnia krawędź oświetlonej w  $6,7\%$  tarczy Księżyca minie Neptuna w odległości  $0,4^\circ$ , ale po zmierzchu będą już ponad  $2^\circ$  od siebie. Trzecia w omawianym okresie koniunkcja Księżyca z Neptunem będzie miała miejsce 26 lutego wieczorem, 6 godzin przed nowiem, a więc w bezpośredniej bliskości Słońca, co wyklucza możliwość jej obserwacji amatorskimi metodami.

Na pierwsze 7 godzin nocy z 6 na 7 lutego, zapowiada się malownicze przejście oświetlonego w 70% Księżyca przez gromadę gwiazd Hiady w Byku, wraz ze zbliżeniem krawędzią tarczy na  $0.2^\circ$  do jasnego Aldebarana.

Nocą z 10 na 11 lutego, w godzinach 23.34–3.53, będzie u nas widoczne, mało spektakularne, półcieniowe zaćmienie Księżyca. W maksymalnej fazie (o godz. 1.44), zaledwie ułamek procenta tarczy, przy jej południowej krawędzi, nie obejmie półcię Ziemi.

## Planety i planetoidy

Na wczesnowieczornym styczniom i lutowym niebie nadal dominują Wenus i Mars. W związku z przypadającą 12 stycznia wschodnią elongacją Wenus, w miesiącu tym czas widoczności Wenus nadal wydłuża się, z 3,5 do prawie 4 godzin po zmierzchu pod koniec stycznia, by do końca lutego ulec ponownie skróceniu do 3 h. W tym czasie Wenus pokona dystans ponad  $45^{\circ}$ , od granicy gwiazdozbiorów Koziorożca i Wodnika aż do centrum Ryb, gdzie w marcu i kwietniu zatoczy zamaszystą planetarną petle.



Mars utrzymuje niemal niezmienną godzinę swych zachodów, jednak z powodu coraz późniejszych zachodów Słońca systematycznie zmniejsza w omawianym okresie czas swej widoczności, z 4,5 do 3,5 godziny, stopniowo również, z 0,9 do 1,3 mag, a więc o około 30%, spada obserwowana jasność Czerwonej Planety. Przez 2 miesiące Mars pokona podobny jak Wenus dystans  $44^\circ$ , w granicach Wodnika i Ryb.

Na wieczornym niebie goszczą również dwie najdalsze planety olbrzymy, z tym że w miarę dobre warunki obserwacji Neptuna potrważają tylko do końca stycznia, zaś Urana będzie można obserwować przez kilka godzin po zmierzchu w całym omawianym okresie. Wieczorem 27 lutego, przez 2–3 godziny mamy szansę obserwować bliską koniunkcję Marsa z Uranem, zaledwie  $0,6^{\circ}$  od siebie.

W drugiej połowie nocy króluje na niebie Jowisz, wschodzący około północy i jeszcze przed świtem górujący  $30^{\circ}$  nad horyzontem, w towarzystwie odlegiej ok.  $4^{\circ}$  Spiki, najjaśniejszej gwiazdy wiosennej konstelacji Panny. Przed opozycją w początkach kwietnia, w przeciwnieństwie do Marsa, jasność Jowisza wzrasta o 30%, od -1,9 do -2,3 mag.

Tydzień po Wenus, elongację zachodnią osiąga Merkury, dzięki czemu w połowie stycznia będziemy mieli pierwszą w tym roku szansę jego obserwacji, na porannym niebie, do około 1 h przed świtem cywilnym, przy niezlej jasności 0 mag.

Średnio co 3 lata i 7,5 miesiąca mamy okazję podziwiać w pełnej krasie planetoidę (4) Vesta. Podczas tegorocznej jej opozycji, 18 stycznia, jasnością 6,2 mag niemal dorówna Uranowi i nawet dobrą lornetką będzie ją można dostrzec,  $6^{\circ}$  na południowy wschód od Polluksa, najjaśniejszej gwiazdy Bliźniąt. Mało efektownie wypadają maksima trzech pozostałych w miarę jasnych planetoid: (9) Metis, (14) Irene i (15) Eunomii, których opozycje zbiegły się w czasie pomiędzy 20 a 22 lutego.

## Roje meteorów

W pierwszej dekadzie stycznia aktywne są meteory z roju Kwadrantydów. Ich pochodzenie nie jest w pełni jasne, ale bogate skupisko materii meteorytowej tego roju, podczas maksimum, nocą z 3 na 4 stycznia, zapewnia stale wysoką liczbę, około 120 przeletów meteoru w ciągu godziny. W tym roku w obserwacjach nie powinien przeszkadzać Księżyc, zachodzący przed 22.00. Nazwa tego roju nie kojarzy się z żadnym ze znanych współczesnych gwiazdozbiorów. Jego radiant usytuowany jest w północnej części konstelacji Wolarza, gdzie do 1928 r. wyróżniano nieistnie-

jacy dzis gwiezdobzior Kwadrantu (*Quadrans Muralis*), upamietniajacy wspanialy kwadrant scienny XVI-wiecznego duńskiego astronoma Tychona Brahego.

## Gwiazdy zmienne

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

Algol ( $\beta$  Persei), zmieniwa zaćmieniowa o okresie 2,8674 doby i zakresie zmian jasności od  $2,1^m$  do  $3,4^m$ . Tabela zawiera momenty głównych (glebszych) minimów jasności:

styczeń	luty
8, 4.48	3, 0.09
11, 1.37	5, 20.58
13, 22.26	8, 17.47
16, 19.15	20, 5.03
28, 6.31	23, 1.52
31, 3.20	25, 22.42
	28, 19.31

Cefeida klasyczna ( $\delta$  Cephei), gwiazda pulsująca o okresie zmian jasności 5,3663 doby, w zakresie od 3,5<sup>m</sup> do 4,4<sup>m</sup>. Tabela podaje momenty maksimów jasności:

styczeń	luty
1, 21.57	3, 2.44
7, 6.45	13, 20.20
18, 0.21	19, 5.03
28, 17.57	

Mirydy — gwiazdy zmienne długookresowe o okresie zmian powyżej 100 dni. W tabelce zestawiono, przypadające w tych miesiącach, maksima blasku kilku jaśniejszych miryd, pośród których na szczególną uwagę zasługuje Mira (o Ceti), stanowiąca prototyp tej grupy gwiazd zmennych.

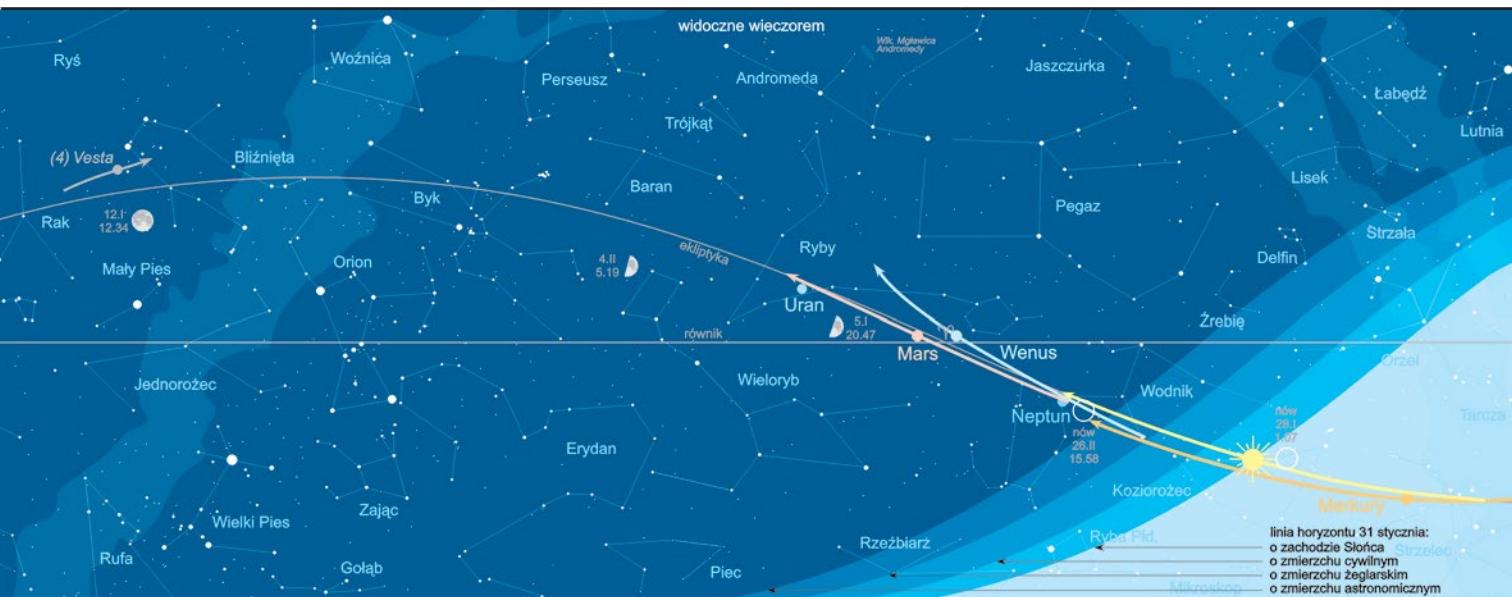
styczeń	luty
5, U Ari 8,1 <sup>m</sup>	1, RS Vir 8,1 <sup>m</sup> 17, W And 7,4 <sup>m</sup>
	18, R Gem 7,1 <sup>m</sup> 27, o Cet 3,4 <sup>m</sup>

Opracował Jan Desselberger

Więcej informacji:

ALMANACH ASTRONOMICZNY  
TOMASZA ŚCIĘŻORA  
<http://www.urania.edu.pl/almanach>

ROZWIĘZANIA  
DO ZADANIA 1  
WYKŁADU 1  
Z MATEMATYKI  
DLA STUDENTÓW  
INSTITUTUM GEODEZJI I KARTOGRAFII  
<http://www.igik.edu.pl/>



# W gromadach bywa też luźniej

Kilką miesięcy temu przedstawiliśmy przykłady ciekawych kulistych gromad gwiazd, widocznych na naszym wiosennym i letnim niebie. W obiektach takich, liczących sobie od 6,4 do 12,5 miliarda lat, w kulistej przestrzeni o średnicy od 20 do ponad 200 lat świetlnych, są zwykłe setki tysięcy ciasno skupionych gwiazd, krążących wokół środka masy całej gromady.

Zgoła inne warunki panują w nieobfitujących w gwiazdy, gromadach otwartych, o rozmiarach nie większych niż 20 lat świetlnych, zawierających od kilku do najwyższej kilku tysięcy gwiazd, o znacznie słabszych wzajemnych oddziaływaniach grawitacyjnych. Wiek tych zdecydowanie młodszych obiektów nie przekracza kilkuset milionów lat, często „skapane” są jeszcze w gazowym obłoku, z którego powstały gwiazdy gromady.

Gromady otwarte zazwyczaj klasyfikuje się w zależności od liczby gwiazd, stopnia ich koncentracji oraz zróżnicowania ich jasności, określając to symbolem zawierającym cyfrę rzymską, cyfrę arabską oraz literę. Najczęściej skondensowane okresią cyfra I, najluźniejsze cyfra IV, małe zróżnicowanie pod względem jasności określa liczba 1, największe liczba 3, zaś liczebność gromady, od niewielkiej do największej określają litery: p, m lub r.



M41. Źródło: 2MASS Atlas Image Gallery

Na zimowym niebie przyjmy się bliżej trzem obiektem słynnego XVIII-wiecznego „Katalogu mgławic i gromad gwiazd” Charlesa Messiera, otwartym gromadom gwiazd, teoretycznie dostrzegalnych nawet gołym okiem, do obserwacji których lepiej jednak użyć lornetki, choć oczywiście więcej szczegółów ukaże nam — niekoniecznie duży — amatorski teleskop. Zaczniemy od dwóch usytuowanych na południowej półkuli nieba, wznoszących się niezbyt wysoko ponad nasz horyzont, więc również przez niewiele godzin nocy dostępnych do obserwacji.

Niemal w centrum Wielkiego Psa,  $4,0^\circ$  na południe od Syriusza, gromadę o sumarycznej jasności 4,5 mag, jako pierwszy dostrzegł w połowie XVII wieku włoski astronom Giovanni Hodierna. Niewiele ponad sto lat później obiekt ten znalazł się w katalogu Messiera pod symbolem **M 41**. Obiekt o średnicy 25 tysięcy lat świetlnych, katowymi rozmiarami na naszym niebie ( $38'$ ) o  $1/5$  przewyższa średnią wielkość tarczy naszego Księżyca. Oddalona od nas 2,3 tys. lat świetlnych, gromada ta powstała przed około 200 mln lat. Jej symbol: I3r oznacza dużą kondensację i znaczne zróżnicowanie jasności dużej liczby gwiazd gromady. Zawiera ona około 100 gwiazd, z najjaśniejszą 6,9 mag, widoczną blisko centrum gromady.

Zaledwie  $13,5^\circ$  na północny wschód od M 41, w północnej części gwiazdozbioru Rufy, odnajdziemy, odkrytą również przez Giovanniego Hodiernę, nieznacznie jaśniejszą (4,4 mag) gromadę otwartą, **M 47**. Odległa około 1,65 lat świetlnych gromada o średnicy 12 lat św., na naszym niebie ma rozmiary równe tarczy Księżyca. Zawiera tylko 50 gwiazd, z których najjaśniejsza ma jasność 5,7 mag. Jako znacznie mniej skondensowaną, o mniejszym zróżnicowaniu gwiazd i również niewielkiej, choć

nie najmniejszej liczebności, gromada ta kwalifikuje się do typu III2m.



M47. Źródło: 2MASS Atlas Image Gallery

Zarówno M 41, jak i M 47, z początkiem stycznia widoczne są w Polsce do 8 godzin, górując w środku nocy około  $20^\circ$  nad horyzontem. Ostatnia z proponowanych do obserwacji gromad, z początkiem roku widoczna przez całą noc, w końcu lutego jeszcze około 9 godzin, to odkryta w 1745 r. przez szwajcarskiego astronoma Philippe'a de Chézeaux, ciemniejsza, ale znacznie liczniejsza od poprzednich, gromada otwarta **M 35**. Znajdziemy ją  $2,3^\circ$  na północny zachód od jasnej gwiazdy Preapes (eta Gem) w stopach Bliźniąt, niespełna  $2^\circ$  od granicy z Bykiem. Odległa o 2770 lat świetlnych, obiekt o średnicy 24 lat św., na naszym niebie nieco mniejszy od Księżyca ( $28'$ ), zawiera około pół tysiąca mocno zróżnicowanych gwiazd. Przy podobnej jak w M 47 kondensacji, lecz zdecydowanie większej liczbie gwiazd, gromadę M 35 kwalifikuje się jako typ III3r.

Jan Desselberger



M 35. Źródło: Oliver Stein,  
[http://www.estelar.de/deepsky/kb\\_300\\_800mm/m35.htm](http://www.estelar.de/deepsky/kb_300_800mm/m35.htm)

## Kosmos między dźwiękami

Gdybym był pianistą i gdybym nagrywał płyty, zapewne jedną z pierwszych w mojej dyskografii byłaby dokładnie taka jak ta. Może tylko wybór utworów byłby ciut inny...

Płyta „Space in Between” ukazała się w limitowanej edycji w maju tego roku nakładem oficyny Leszka Moźdżera — BITTT Records. Jej autorką jest Katarzyna Borek, pochodząca z Pucka pianistka, absolwentka Akademii Muzycznej im. Feliksa Nowowiejskiego w Bydgoszczy.

„Space In Between” zawiera nagrania ulubionych kompozytorów pianistki, która oryginalnie je interpretuje. Wybór objął kompozycje Arvo Pärt, Johna Cage'a, Ludovico Einaudiego, Craiga Armstronga, Johna Adamsa, Takashi Yoshimatsu, Joaquína Rodrigo i Manuela de Falla.

*Przez muzykę odkrywam Kosmos, a Kosmos odkrywa przede mną muzykę. Album „Space in Between” to mój osobisty koncept, na którym dobrałam swoje ulubione utwory światowych kompozytorów, prezentując je w man-*

*trycznym i minimalistycznym stylu. Łączy je ambientowy, przestrzenny charakter. Zbudowałam także kilka swoich autorskich, neoklasycznie brzmiących aranżacji na dwa instrumenty — Rhodes i fortepian. Płyłę zamkna ambientowa, syntezatorowa impresja na temat hipotetycznej Planety X — pisze artystka.*

Mnie szczególnie ujęło wypełnienie przestrzeni pomiędzy utworami dźwiękami Kosmosu zarejestrowanymi przez sondy Voyager i udostępnionymi na stronach NASA. Dawno temu, w 2003 r. („Urania – PA nr 2/2003) pisałem tu o całym pięcioczęściowym cyklu *Symphonies of the Planets* i kto zapoznał się z zawartymi tam dźwiękami, ten dobrze wie, o jaką muzykę Kosmosu chodzi. Ambient w czystej postaci! Dzięki minimalistycznemu stylowi gry artystki i wykorzystanym brzmieniom instrumentów wszysko tworzy spójną całość przenoszącą słuchacza w odległe przestrzenie.

Mój ulubiony utwór z płyty to najbardziej rozpoznawalna kompozycja Joaquína Rodrigo adagio ze słynnego

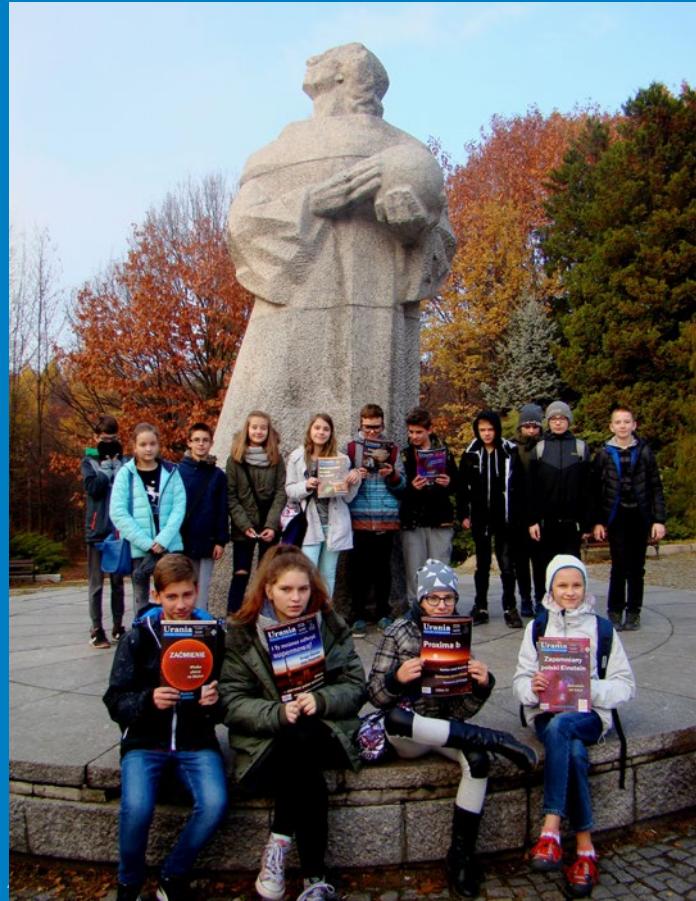


*Concierto de Aranjuez*. Co ciekawe, tego utworu użył również Isao Tomita w swym koncepcyjnym albumie *Kosmos*. Czy to tajemniczość emanująca z niego tak nieodparcie kojarzy się z wciąż pełnymi tajemnic przestrzeniami? Wrażenie potęguje preparowane brzmienie fortepianu. Na płycie Borek utwór ten nosi tytuł *Rings of Saturn for Joaquín Rodrigo* i w podobnej (kosmicznej) konwencji zatytułowane są pozostałe utwory.

W tej płycie zachwyciła mnie też sama okładka autorstwa Tomka Smery. Jak znam siebie, już dla niej sięgnąłbym po tę pozycję. Polecam, szczególnie wtedy, gdy na niebie nie widać gwiazd.

Jacek Drążkowski

## Konkurs na fotki z Uranią



Trwa konkurs na ciekawe lub zabawne zdjęcia z „Uranią” lub gadżetami naszego czasopisma. Nadsyłajcie je na adres [portal@urania.edu.pl](mailto:portal@urania.edu.pl) z tytułem „Fotki z Uranią” lub zamieszczajcie na Facebooku albo Instagramie, oznaczając hashtagami #fotkizurania i #urania (dodatekowo może być też #podrozujurania). Jeśli Wasze zdjęcie zostanie wybrane do drukowanego numeru „Uranii” — możecie liczyć na nagrodę niespodziankę.

Konkurs trwa bezterminowo (do odwołania).

Szczegóły na stronie  
[www.urania.edu.pl/konkursy/fotki-z-urania](http://www.urania.edu.pl/konkursy/fotki-z-urania)



## Kopernik zdumiony

Klasa 6b ze Szkoły Podstawowej nr 2 im. Mikołaja Kopernika w Brzeszczach czyta „Uranię” Kopernikowi, który jest zdumiony, że tak wielkie postępy poczyniono w astronomii!

Fotografię wykonała Grażyna Lachendro przed pomnikiem Kopernika w Chorzowie

# Cień Ziemi – jak obserwować i fotografować to zjawisko?

Czasem warto patrzeć w przeciwnym kierunku niż inni. Tam też można zobaczyć ciekawe rzeczy!

## Cień Ziemi

O cieniu Ziemi mówi się zazwyczaj przy okazji zjawiska zaćmienia Księżyca. To właśnie wtedy nasza planeta rzuca swój cień na naszego naturalnego satelitę. To niesamowite zjawisko zdarza się jednak dość rzadko. Mało kto jednak zdaje sobie sprawę, że sam cień Ziemi możemy podziwiać dużo częściej, w sprzyjających warunkach pogodowych praktycznie codziennie! I nie mam tu na myśli widoku z okna Miedzynarodowej Stacji Kosmicznej. To zjawisko może podziwiać dosłownie każdy w miejscu, gdzie mieszka. Jak? Wystarczy być świadomym obserwatorem świata, który nas otacza. Pamiętajmy, że z technicznego punktu widzenia każda noc to nic innego jak tylko przebywanie w cieniu Ziemi. I to właśnie na pograniczu nocy i dnia możemy zaobserwować, jak nasz glob zasłania znaczny obszar naszej atmosfery swoim cieniem.

## Kiedy i gdzie patrzeć

Cień Ziemi widoczny jest tuż po zachodzie Słońca lub tuż przed samym jego wschodem. Wtedy to zazwyczaj podziwiamy spektakularne zjawisko, jakim jest sam zachód i wschód Słońca. Mało kto zada sobie trud, aby spojrzeć w dokładnie przeciwnym kierunku. A to właśnie tam, przy dobrych warunkach atmosferycznych, możemy zobaczyć

cień Ziemi. Zauważenie i skojarzenie tego, co widzimy, utrudnia również fakt, że cień obejmuje swoim zasięgiem prawie połowę widocznego widokręgu.

Samo zjawisko rozpoczyna się dokładnie, gdy zachodząc Słońce znajdzie się pod horyzontem. Wtedy to pastelowawa wieczorna zorza zaczyna się powoli unosić nad horyzont. Pod nią zaczyna być widoczny zdecydowanie ciemniejszy, szaroniebieski pas. To właśnie cień Ziemi. Z czasem pas ten będzie unosił coraz wyżej. Po jakichś 20 minutach granica pomiędzy zorzą a cieniem zacznie się rozmywać i zjawisko się skończy. Podczas wschodu Słońca jest dokładnie odwrotnie. Zjawisko kończy się w momencie pojawienia się Słońca na niebie, a sam cień Ziemi znika pod horyzontem.

By w pełni zaobserwować cały cień Ziemi bardzo ważne będzie miejsce, z którego będziemy prowadzili tę obserwację. Najlepiej znaleźć miejsce, z którego będziemy w stanie obserwować jak największą część horyzontu. W swoim zasięgu wzroku nie powinniśmy mieć żadnych wysokich obiektów, takich jak drzewa czy budynki, które mogłyby nam przesłaniać horyzont. Idealne miejsce to plaża nad morzem lub jakieś wyższe wzniesienie. Im wyżej będziemy stać, tym bardziej wyraźniejszy i mniej rozmyty cień będziemy mogli obserwować. Jeśli zapewnijmy sobie odpowiednio sze-



roke pole widzenia, to zaobserwujemy nawet krzywiznę cienia naszej planety.

## Sprzęt i parametry

Jest to jedno z tych zjawisk, które możemy uwiecznić zupełnie dowolnym sprzętem fotograficznym. Naprawdę! Doskonale sprawdzi się nawet telefon. Ustawiając parametry, spokojnie możemy zdać się na automatykę w naszym aparacie lub telefonie. Będzie jeszcze na tyle jasno, że zarówno autofocus jak i światłomierz wbudowany w aparat powinny sobie bez problemów poradzić.

Aby umieścić w jednym kadrze cały cień Ziemi, tak aby widoczna była krzywizna planety, będziemy musieli skorzystać z trybu panoramy. Pole widzenia, jakie musimy przynajmniej objąć to aż 180°. Ewentualnie możemy zrobić zdjęcia, które następnie sami połączymy na komputerze w panoramę. W takim przypadku pamiętajmy zachować odpowiednie zakładki pomiędzy poszczególnymi zdjęciami. Starajmy się, aby kolejne zdjęcia w ok. 1/3 pokrywały się ze sobą. Tak duża zakładka znacznie ułatwi pracę programowi do składania panoram. W wykonywaniu panoramy pomocny może być również statyw, który będziemy mogli wypoziomować. Obracając aparat idealnie poziomo, możemy uniknąć późniejszych problemów przy składaniu końcowej panoramy.

Piotr Potępa



# SKLEP INTERNETOWY URANII

[www.sklep.pta.edu.pl](http://www.sklep.pta.edu.pl)

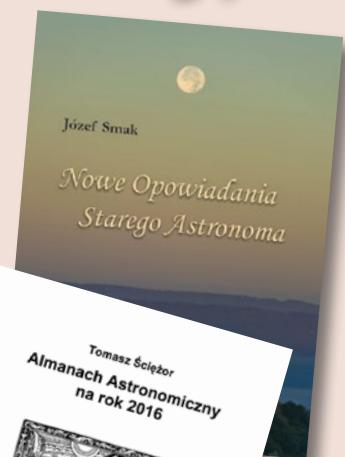
- prenumerata „Uranii” i ciekawe książki
- numery bieżące i archiwalne „Uranii”
- niezwykły parasol, dzięki któremu możesz mieć rozgwieźdzone niebo nad sobą, nawet gdy pada deszcz
- praktyczna czapka z latarką, do wyboru światło czerwone lub białe



wygodny sposób zakupów — częste promocje i rabaty — możliwość płatności kartą oraz przelewem

## Cyfrowe wersje naszych wydawnictw na tablety, smartfony, laptopy

[www.urania.edu.pl/cyfrowa](http://www.urania.edu.pl/cyfrowa)



Almanach  
GRATIS!

# XII Powiatowy Festiwal Nauk Przyrodniczych w Liceum Ogólnokształcącym im. Stanisława Wyspiańskiego w Obornikach

Z inicjatywy naszej Pani Wójt Renaty Gembiał-Binkiewicz zostałem poproszony o pomoc w organizacji XII Festiwalu Nauk Przyrodniczych, który odbył się 13 października 2016 r. w Liceum Ogólnokształcącym im. Stanisława Wyspiańskiego w Obornikach. Pomyślałem, że warto byłoby zaprosić do uczestnictwa w Festiwalu prezesa poznańskiego oddziału PTMA Łukasza Wojtyniaka.

Zabraliśmy ze sobą teleskop i ustaliliśmy się w głównym holu szkoły. Każdy przechodzący tamtejszy spoglądał na nas ze zdziwieniem. No cóż, po wyparciu astronomii ze szkół każdego zdziwiłby fakt pojawiienia się tam członków PTMA z ofertą swojego czasopisma „Urania – Postępy Astronomii”. Z czasem jednak, jak widać na zdjęciach, zaczęto do nas podchodzić i zadawać pytania. Podchodziły uczniowie, nauczyciele, niektórych znałem osobiście. Podszedł do nas też wiceburmistrz Obornik, pan Piotr Woszczyk. Jakie było nasze zdziwienie, kiedy stwierdził, że zmarły długoletni redaktor naczelny „Uranii” Andrzej Woszczyk to jego wuj. Oczywiście, wręczyłem Panu Piotrowi Woszczykowi jeden egzemplarz naszego czasopisma, z którego był niesamowicie

zadowolony. Przekazaliśmy również kilka egzemplarzy „Uranii” do biblioteki szkoły, a także kilka przekazałem na ręce dyrektora Gimnazjum im. Jana Pawła II w Ryczywole, pana Henryka Szramy. Uczestnicy Festiwalu interesowali się również wystawionym przez nas teleskopem 114 × 900 z wytrawnymi lustrami. Pani dyrektor Agnieszka Katarzyna Balcerowiak wręczyła nam pamiątkowe żółte długopisy i na koniec zaprosiła na ciepły posiłek.

Tadeusz Figiel

Tak na stronie szkoły <http://www.lo-oborniki.info> opisała wydarzenie pani dyrektor Agnieszka Katarzyna Balcerowiak:

*Wiedza jest drugim słońcem dla ludzi*  
Platon

**O XII Powiatowym Festiwalu Nauk Przyrodniczych słów kilka...**

Przeszedł już do historii, ale, jak wierzę, jeszcze długo pozostało w nas, organizatorach i uczestnikach. Po kolej jednak. Z kronikarskiej rzetelności odnotować należy, że odbywał się 12 października 2016 r. w Liceum



podpis do zdjęcia (autor)

Ogólnokształcącym im. Stanisława Wyspiańskiego w Obornikach. Motywem przewodnim było Słońce. I choć tego dnia słońce niezbyt kwapiło się do rozświetlenia rzeczywistości, to mobilizacja nasza i wystrój szkoły (dziękuję 2g!!!) jednoznacznie o słonecznym nastroju świadczyły. Festiwal rozpoczął się artystycznym przedstawieniem przygotowanym przez młodzież (ukłony dla 3e!!!) pod kierunkiem nauczycielki chemii, Pani Danuty Jesiak. Niedługo potem przy dźwiękach Bacha weszło słońce — ten artystyczny świat sprowokował swą wizję scenografii jej autor — polonista, Pan Paweł Bóżdziak. Teraz już wybrzmieć mogła piosenka z repertuaru zespołu 2+1, „Iść w stronę słońca”, a jakże! — w wykonaniu Martyny Kubiąk i Daniela Dobiegły. Wreszcie powitano gości, w imieniu Patrona Festiwalu wystąpił wicestarosta Andrzej Okpisz, następnie prof. Ryszard Czajka z Politechniki Poznańskiej, ojciec chrzestny Festiwalu — doradca metodyczny — Pan Kazimierz Paprzycki oraz poseł Jakub Rutnicki. W doskonały nastrój naukowy z lekkością przekazu i wielością eksperymentów wprowadził nas Prezes Fundacji Einsteina — Pan Jacek



podpis do zdjęcia (autor)

Bruździński. Następnie, już poza salą gimnastyczną, przy swoich stanowiskach, prezentowała się młodzież z 15 szkół, która z dużym zapałem i radością pokazała swe zainteresowanie naukami przyrodniczymi. Na szkolnym podwórku przygotowano zegar słoneczny (dziękuję 2e pod kierunkiem Pań: Jarosławy Rybak oraz Beaty Budaj-Głuchy). Można było także odbyć konsultacje z przedstawicielami Towarzystwa Miłośników Astronomii, którzy zechcieli nas zaszczycić swoją obecnością i zainteresować czasopismem „Urania” i tylko żał, że przez przywiezione przez nich teleskopy nie można było obserwacji Słońca prowadzić. Dla uczestników przygotowano posiłek, okolicznościowe, żółte długopisy oraz żółte także, balony z helem. U schyłku festiwalu podziękowano nagrodami zwycięzcom konkursów, które towarzyszyły festiwalowi... oraz

DZIĘKUJĘ.

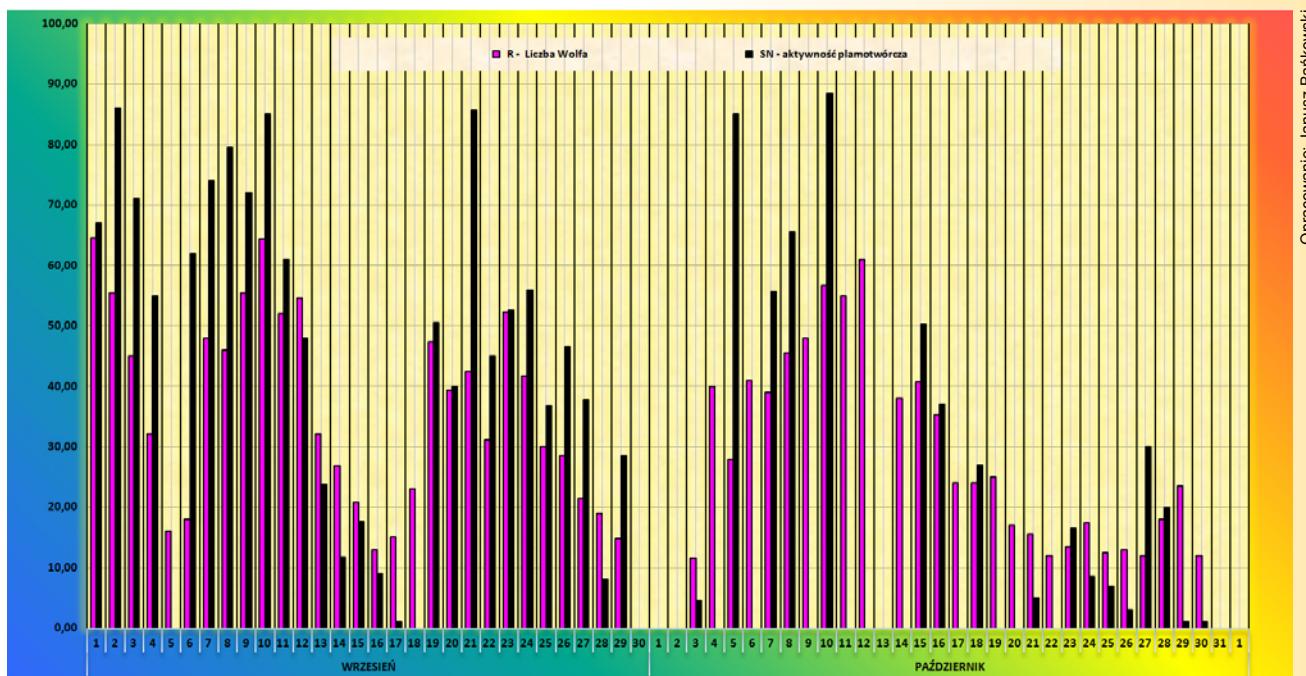
nauczycielom-opiekunom. Nagrodą dla wszystkich był występ gwiazdy, wszak był to FNP poświęcony słońcu, naszą Gwiazdą był LIBER, który zaśpiewał 3 utwory i pięknie zakończył festiwalowy dzień. Wdzięczność przepełnia me serce i kieruję ją ku koordynatorowi festiwalu — Panu Jarosławowi Paulusowi, zaangażowanym nauczycielom, Patronom, Rodzicom, sponsorom... ukochanym dzieciom, które zwłaszcza w ostatnie dni przed festiwalem pracowały długo w noc... bezinteresownie i z uśmiechem (2e). To wszystko dla młodzieży i dzieci współpracy (dziękuję klasie 3b i 3e). Pozostaję z nadzieję, że przed nami kolejne wspólne dzieła, bo razem możemy wiele.



## Raport nr 9/2016

We wrześniu mieliśmy dwie grupy, które dominowały na tarczy Słońca. Były to grupy: 2585 i 2597. Średnia we wrześniu wyniosła dla R=35,1 a dla SN= 43,71. Liczbę Wolfa wyznaczono spośród 124 obserwacji a liczbę SN z 73 obserwacjami. We wrześniu nasze raporty przyszły 13 obserwatorów. Nadal nie wszyscy obserwatorzy wyciągają liczbę SN. Za przesłane obserwacje bardzo dziękuję.

Obserwatorzy:				
1. Jimenez Francisco	28	8. Nowak Agnieszka	3	
2. Zagrodnik Jerzy	25	9. Burda Alex	3	
3. Bańkowski Janusz	22	10. Wirkus Krystyna	2	
4. Kucemba Łukasz	15	11. Bohusz Jerzy	2	
5. Raczyński Łukasz	9	12. Moskal Kinga	1	
6. Figiel Tadeusz	9	13. Grudniewski Piotr	1	
7. Skorupski Piotr	4			



Opracowanie: Janusz Bańkowski

## Zadanie II stopnia LII Olimpiady Astronomicznej

### Treść zadania

Przymij, że siła oporu powietrza działająca na meteoroid spadający w ziemskiej atmosferze jest wprost proporcjonalna do gęstości powietrza  $\rho$ , kwadratu prędkości  $v$  meteoroidu i pola powierzchni przekroju poprzecznego  $S$  prostopadłego do wektora jego prędkości, a współczynnik proporcjonalności jest równy połowie współczynnika oporu  $C_d = 0,4$ . Spadającą kulistą bryłę meteoroidu o masie  $m = 100 \text{ kg}$  i gęstości  $d = 8000 \text{ kg/m}^3$ , w ostatniej fazie lotu, przed zderzeniem z powierzchnią Ziemi, poruszała się pionowo ze stałą prędkością w powietrzu o gęstości  $\rho = 1,3 \text{ kg/m}^3$ .

Oblicz energię wydzieloną podczas zderzenia tej bryły z powierzchnią Ziemi.

### Rozwiązańe

Siły oporu gazodynamicznego są stosunkowo rzadko rozważane w obliczeniach związanych z mechaniką nieba — opór ośrodka międzyplanetarnego będącego prawie doskonałą próżnią jest zdecydowanie mniejszy niż siły grawitacji działające na obiekty poruszające się w tym ośrodku. Przy obliczeniach dotyczących ruchu sztucznych satelitów Ziemi siły te są również małe, ale na tyle duże, że już istotnie wpływają na ruch ciał. W wypadku ciał spadających na Ziemię opór powietrza stanowi natomiast jedno z głównych zjawisk wpływających na ruch takich obiektów.

Meteoroid spadający na Ziemię nabiera prędkości na drodze w wyniku zamiany energii potencjalnej grawitacji na energię kinetyczną. W tym jednak zadaniu należy uwzględnić siły oporu, która powoduje dyssypację części energii potencjalnej — a więc część energii mechanicznej meteoroidu zostanie utracona na drodze ciepła i hałasu.

Siła oporu spadającego ciała zależy od gęstości ośrodka, prędkości ciała oraz jego kształtu. Ponieważ można założyć, że dla kuli właściwości aerodynamiczne zależą liniowo od jej przekroju poprzecznego  $S$ , do opisu jej właściwości aerodynamicznych przy prędkościach znacznie mniejszych od prędkości dźwięku używa się stałego współczynnika oporu  $C_d$ . Wzór na siłę oporu dla kulistego ciała o współczynniku oporu  $C_d$  i przekroju poprzecznym  $S$  poruszającego się z prędkością  $v$  w ośrodku o gęstości  $\rho$  to:

$$F_d = \frac{1}{2} \rho v^2 S C_d$$

Jak widać, obliczenie pracy sił oporu (czyli straty energii), jest w tym wypadku bardzo trudne — wraz z przybliżaniem się do Ziemi zmienia się nie tylko prędkość opadającego ciała, ale również i gęstość ośrodka.

## Wyprawa obserwacyjna Koła Naukowego Astronomów UW

W najbliższe wakacje studenckie koło astronomów z Warszawy planuje wyprawę mającą na celu powtórzenie doświadczenia Eddingtona z 1919 r.

Projekt zakłada wyjazd do USA w celu sfotografowania całkowitego zaćmienia Słońca, które będzie miało miejsce 21 sierpnia 2017 r. Oprócz samego zaćmienia, liczymy również na ujęcie na zdjęciach gwiazd w pobliżu Słońca i zmienienie ich położenia. Celem ekspedycji będzie pokazanie, że w zgodzie z ogólną teorią względności pozycja gwiazd zmieni się z racji zakrzywienia przestrzeni wokół Słońca.

Niedozownym elementem wyprawy są przyrządy pomiarowe. Teleskop i kamera to plan minimum, który chcemy rozszerzyć o pomiary za pomocą sprzętu „z epoki” pozwalającego odtworzyć eksperyment z 29 maja 1919 r. W tym celu szukamy sponsorów, którzy chcieliby wesprzeć

W rozwiązaniu tego problemu pomoże rozważenie meteoroidu w ostatniej fazie opadania w pobliżu Ziemi. Na opadający obiekt działają dwie siły — grawitacji ( $F_g = mg$ ) oraz oporu. Zauważmy, że pomimo iż ciało opada z bardzo dużej odległości, nie będzie się rozpędzać w nieskończoność — siła oporu rosnąca wraz z kwadratem prędkości zrówna się przy pewnej prędkości z siłą grawitacji, dochodząc do ruchu jednostajnego:

$$\begin{aligned} F_d &= F_g \\ \frac{1}{2} \rho v_{\max}^2 S C_d &= mg \\ v_{\max} &= \sqrt{\frac{2mg}{\rho S C_d}} \end{aligned}$$

Prędkość taką nazywamy **graniczną prędkością opadania** i jest to maksymalna wartość prędkości, jaki może uzyskać ciało o danej masie i kształcie.

W momencie zderzenia z Ziemią meteoroid (a od tego momentu meteoryt) będzie miał energię kinetyczną wynikającą z granicznej prędkości opadania:

$$E_k = \frac{mv^2}{2} = \frac{m}{2} \cdot \frac{2mg}{\rho S C_d} = \frac{m^2 g}{\rho S C_d}$$

Nie podane wprost w treści zadania pole przekroju czółowego, możemy natomiast wyliczyć, korzystając z podanej gęstości oraz masy meteoroidu:

$$\begin{aligned} m &= Vd \\ m &= \frac{4}{3} \pi r^3 d \\ r &= \sqrt[3]{\frac{3m}{4\pi d}} \end{aligned}$$

co daje nam promień bryły meteoroidu równy  $r = 0,14 \text{ m}$  i ostatecznie pole przekroju równe  $S = 4\pi r^2 = 0,26 \text{ m}^2$ .

Po podstawieniu do wzoru otrzymujemy wartość prędkości granicznej  $V_{\max} = 120,5 \text{ m/s}$ , co daje energię zderzenia  $E_k = 725,6 \text{ kJ}$ .

Mateusz Krakowczyk

Autor, a zarazem redaktor działu „Kacik Olimpijczyka”, jest obecnie studentem IV roku Lotnictwa i Kosmonautyki na Wydziale Mechanicznym Energetyki i Lotnictwa Politechniki Warszawskiej. Dwukrotny finalista Olimpiad Astronomicznych (LV, LVI), miłośnik astronomii i konstruktor historycznych przyrządów obserwacyjnych. Pełni funkcję prezesa Klubu Astronomicznego „Almukantarat”.

nasz projekt i przyczynić się do zobrazowania, przy pomocy stosunkowo prostych metod, jakże abstrakcyjnej teorii Einsteina.

Nikt nie ma wątpliwości co do tego, że ogólna teoria względności okazała się przełomem w nauce, a doświadczenie Eddingtona skutecznie ją wypromowało. Nadal jednak nie ma zgody w wielu kwestiach dotyczących owego eksperymentu, a nurtujące nas pytania pozostają bez odpowiedzi. Czy Eddington był w ogóle w stanie dokonać niezbędnych pomiarów? Czy gdyby nie jego, nawet sparrowane, wyniki, ktokolwiek zwróciłby uwagę na OTW? Czy gdyby nie Eddington, musielibyśmy czekać wiele lat na ponowne odkrycie teorii Einsteina?

Potencjalnych sponsorów prosimy o kontakt z KNA: [knastr@astrouw.edu.pl](mailto:knastr@astrouw.edu.pl)

## Poczta

Po przeczytaniu artykułu pt.: „Żarłoczną czarną dziurą” w numerze 5/2016 Uranii, zaciekawił mnie fakt o procesie rozrywania gwiazd przez czarne dziury, w związku z tym mam takie pytanie, w jakim okresie dochodzi do procesu rozrywania gwiazdy tuż po jej pierwszym spotkaniu z czarną dziurą, ile on trwa i jaki wpływ wywiera ten proces na gwiazdy znajdujące się w układach podwójnych?

Adam Tuźnik

To bardzo dobre pytanie! Gwiazdy stosunkowo rzadko wędrują w pobliże centralnej czarnej dziury. Musi je tam coś „popchnąć”. Nie jest to do końca jeszcze poznany proces, ale wśród propozycji jest zaburzenie dynamiki ruchu gwiazd przez niedawne złączenie się dwóch galaktyk. Po takim złączeniu galaktyk w centrum często mamy nie jedną, lecz dwie supermasywne czarne dziury, które orbitują na siebie aż w końcu się łączą (emitując promieniowanie grawitacyjne oczywiście!). Taki szalonny układ podwójny potrafi wyrwać gwiazdy w swoim kierunku.

Sam proces rozrywania gwiazdy zależy przede wszystkim od tzw. „parametru zderzenia”, czyli jak blisko trajektoria nieszczęsnej gwiazdy przebiega blisko czarnej dziury. Wystarczy jedna niefortunna orbita, która przebiegnie w pobliżu promienia pływowego (o którym pisaliśmy w artykule), aby gwiazda została rozerwana. Przebiegnięcie bliżej niż promień pływy może sprawić, że cała gwiazda zostanie szybko wchłonieta, bez czasu na jej rozrywanie, tworząc dysk akrecyjnego i zjawiska TDE.

Proces zbliżania się do czarnej dziury to kwestia dni, a samo rozrywanie i związane z tym efekty mogą już trwać od dni do miesięcy a nawet lat.

Natomiast rozrywanie układów podwójnych nie zostało jeszcze dobrze zbadane, nawet teoretycznie, natomiast wszystkie do tej pory wykryte zjawiska rozerwania daje się wyjaśnić pojedynczą gwiazdą.

Łukasz Wyrzykowski  
i Aleksandra Hamanowicz

\*\*\*

Jerzy Kuczyński do swego listu publiko-

wanego w „Uranii” 5/2016 na s. 46 dodał tekst, dla którego, niestety, zabrakło miejsca. Warto go jednak przytoczyć w całości, co niniejszym czynimy. (red.)

### Popularność magii w zaawansowanych cywilizacjach technicznych

#### Definicja

Istotą, rozumną nazywamy jednostkę korzystającą ze swego doświadczenia życiowego w ten sposób, że znajduje podobieństwa zachodzące w różnych przypadkach i uogólnia te podobieństwa formułując, nie zawsze świadomie, ogólne zasady, według których następuje i tworzy poglądy.

#### Definicja

Społeczeństwem sformalizowanym (zaawansowanym) nazywamy taką cywilizację, która wykształciła formalne zasady zachowania, takie jak zwyczaje, hierarchię zarządzającą czy pisane prawo, a które respektują jednostki wchodzące w skład tego społeczeństwa.

#### Lemat 1

Jeżeli istnieje społeczeństwo sformalizowane złożone z istot rozumnych, to podlega ono ewolucji polegającej na rozpowszechnianiu się schematów postępowania umożliwiających sprawne funkcjonowanie.

#### Szkic dowodu

Opisana założeniami sytuacja wyczerpuje założenia czynione przy rozpatrywaniu ewolucji w biologii: istnieje zmienność wynikająca z natury istot rozumnej (wyciąganie wniosków z doświadczenia) i presja eliminująca zachowania niewłaściwe (społeczeństwo sformalizowane). Właściwymi są zachowania umożliwiające sprawne funkcjonowanie. Tym samym schematy im odpowiadające są powszechnie. q.e.d.

#### Lemat 2

Istoty rozumne należące do sformalizowanej cywilizacji technicznej mają niewielki kontakt z rzeczywistością przyrodniczą.

#### Szkic dowodu

Civilizacja techniczna ma w dyspozycji środki umożliwiające zaspokajanie potrzeb swych członków. W przypadku społeczeństwa sformalizowanego środki te służą do realizowania formalnych

## ZAPROSZENIA zloty, obozy, konkursy, spotkania, wykłady, wystawy

### Jesienne spotkania z astronomią w Warszawie



CAMK, Warszawa, godz. 18.00

9 stycznia, Alexey Pamiatnykh

— „Marsjańskie projekty”

17 stycznia, Marek Sikora —

„Supermasywne czarne dziury”

<http://www.camk.edu.pl>



### Piątkowe wieczory pod gwiazdami

OPIOA, Olsztyn, godz. 18.00

16 grudnia, Muzyka — polskie nowe brzmienia

— Przemysław Rudź i Vanderson

<http://www.planetarium.olsztyn.pl>

sposób zachowania obowiązujących w tym społeczeństwie. Tym samym jednostki, realizując te standardowe zachowania, stykają się przede wszystkim z gotowymi lepiej lub gorzej sprawdzonymi i przygotowanymi technicznie sytuacjami. Jako członkowie społeczeństwa sformalizowanego tylko w przypadku odbiegającym od schematu spotykają się z nieprzygotowanymi fragmentami rzeczywistości. Jako istoty rozumne (p. definicja) zauważają rzeczywistość jako podporządkowaną schematom obowiązującym w ich społeczeństwie. Tym samym tylko w wyjątkowych przypadkach (gdy nie obowiązuje odpowiedni schemat) stykają się z rzeczywistością przyrodniczą q.e.d.

#### Komentarz

Lemat wyraża oczywisty dla każdego człowieka fakt, że im cywilizacja wyższa technicznie, tym jej członkowie mają mniejszy kontakt z przyrodą. Na przykład współczesny mieszkaniec miasta może w praktyce nigdy nie zobaczyć gwiazd — gdy patrzy w górę, najczęściej widzi sufit! Powyższy lemat jest de facto uogólnieniem tzw. twierdzenia Clarka (każda odpowiednio wysoka technologia jest nieodróżnialna od magii).

#### Definicja

Magią nazywamy praktykę polegającą na wpływaniu na rzeczywistość materialną przy pomocy zaklęć i obrzędów.

#### Komentarz

Przez „zaklęcia i obrzędy” rozumiemy czynności sformalizowane nie mające związku materialnego ze skutkami, jakie mają dokonywać.

#### Twierdzenie

Istoty rozumne tworzące sformalizowaną cywilizację techniczną charakteryzują się powszechną wiarą w magię.

#### Szkic dowodu

Z lematu 2 wynika, że bezpośredni kontakt z przyrodą jest w takim przypadku bardzo ograniczony. Bezpośredni wpływ na zachowanie mają formalne reguły obowiązujące w społeczeństwie, takie jak prawo, polecenia władz czy zwyczajowe reguły zachowań. Z lematu 1 wynika, że w takiej sytuacji rozpowszechniają się schematy wynikające

z prawnie uwarunkowanych sytuacji (bo te są najczęściej spotykane). Główną cechą prawnych rozstrzygnięć jest ich formalna poprawność, czyli skutecznie działają te nie mające uchybień formalnych — poprawnie wprowadzone prawo, legalnie polecone władz czy utratywanego zwyczaju. Tym samym przez uogólnianie najczęściej spotykanych sytuacji rozowszczniają się poglądy, że poprawne i bez uchybień wypowiadane stwierdzenie (zaklęcie) we właściwej oprawie zachowań (rytuał) skutecznie wpływa na rzeczywistość. A to oznacza, że uznanie skutecznego działania magii jest bliższe rozpowszechnionym poglądom od analiz przyczynowych czy empirycznych. q.e.d.

#### Komentarz

Powyższe twierdzenie oznacza, że obserwowana współcześnie popularność magii nie jest przypadkiem i będzie rosnąć. Co więcej, należy się spodziewać, że popularność magii będzie powszechna w każdej cywilizacji technicznej a przekonanie, że rozwój nauki ogranicza popularność magii, jest niesłuszne. Wprawdzie rozwój nauki rozpowszechnia ideę „antymagiczne”, jednocześnie jednak zwiększa barierę między członkami cywilizacji a przyrodą (która wbrew powszechnie panującym poglądom jest źródłem antymagicznych przekonań) i co istotniejsze powiększa środki znajdujące się w dyspozycji cywilizacji, a które te środki są użytkowane w sposób formalnie zbliżony do magicznych. W codziennej praktyce te ostatnie sytuacje dominują. Patrząc na historię cywilizacji europejskiej, widać, że „minimum popularności magii” w najwyższych warstwach społeczeństwa przypadło na wiek XVIII (Oświecenie) i od tego czasu jej popularność rośnie.

Jerzy Kuczyński

\*\*\*

#### ERRATA

Bardzo przepraszamy za literówkę – w końcu tekstu kpt. Gawlowicza o Tolerancji („Urania” 5/2016 s. 46) ma być rok 1941 (a nie 1944).

Red.

## Nagrody PTA

Terminy zgłoszenia kandydatów do prestiżowych nagród Polskiego Towarzystwa Astronomicznego:

**Medal Bohdana Paczyńskiego** — do 31 grudnia 2016 r., na adres [prezes@pta.edu.pl](mailto:prezes@pta.edu.pl)

**Nagroda i Medal im. Włodzimierza Zonna**

„Za popularyzację wiedzy o Wszechświecie” — do 31 marca 2017 r., na adres [zarzad@pta.edu.pl](mailto:zarzad@pta.edu.pl)

**Nagroda Młodych PTA** — do 30 czerwca 2017 r., na adres [zarzad@pta.edu.pl](mailto:zarzad@pta.edu.pl)

Szczegóły i regulaminy: [www.pta.edu.pl/nagrody](http://www.pta.edu.pl/nagrody)

# Spis treści rocznika 2016 (tom LXXXVII)

## Indeks autorów

Abramowicz Marek	(3)14	Grochowski Paweł	(4)29	Muciek Marek	(1)6, (2)6, (3)6, (4)6, (5)6, (6)6
Andrzejczak Kacper	(6)16	Grzegorzek Jarosław	(4)22, (6)27	Musiałowska Magdalena	(4)30
Banachiewicz Tadeusz	(6)4	Hamanowicz Aleksandra	(5)38, (6)71	Musiuk Agata	(6)28
Banyś Tomasz	(6)37	Huppenthal Zofia	(6)59	Nawalkowski Piotr	(1)30
Barkowski Janusz	(4)65, (5)69, (6)69	Iwanicki Grzegorz	(2)24, (4)43, (6)28,45	Nowak Agnieszka	(1)15,45, (2)38, (5)55
Belczyński Krzysztof	(3)8	Jableka Damian	(5)53	Nowak Karolina	(6)16
Bialecki M.	(1)5	Janiuk Agnieszka	(3)48	Oczki Dariusz	(2)64
Biernikowicz Ryszard	(5)58	Jeziorny Marcin	(6)26	Pacuk Marek	(5)58
Borkowski Mieczysław	(3)54	Kaczmarek Zofia	(2)55	Piekarzewicz Grzegorz	(3)41
Bronikowski Mateusz	(3)53	Kardaś Tomasz	(1)8	Pietras Małgorzata	(3)36
Budzianowski Armand	(1)16	Karwasz Grzegorz	(2)8	Potępa Piotr	(1)46, (2)46, (4)46, (6)66
Bykowski Włodzimierz	(5)3,47, (6)74	Kiełtyka Grzegorz	(5)71	Rachowka Julia	(3)46,70, (5)71
Chyż Krzysztof	(3)32	Kiraga Marcin	(5)8	Rothkaehl Hanna	(3)32
Ciepielowski Tomasz	(1)16	Kołodziejczuk Edyta	(4)56	Różańska Agata	(2)25
Czart Krzysztof	(1)32,40,42,44, (2)24,35,37,39, (3)28,42-45, (4)16,33,40-42,56, (5)22-25,35,47-49, (6)29,30,45,46	Kołomański Sylwester	(1)29, (6)34	Rudź Przemysław	(5)26, (6)8
Danch Mirosław	(1)32	Kosiński Janusz	(4)64	Sabat Mikołaj	(4)48,49, (5)50,71, (6)50
Demendecki Damian	(2)66, (6)48	Kosiorek Lidia	(1)20	Schreiber Roman	(1)64, (2)68, (3)64, (4)32, (5)68, (6)53
Derdzikowski Adam	(6)24	Krajewski Wiesław	(3)18,55,	Skorupski Piotr	(1)60
Desselberger Jan	(1)56, (2)56,60, (3)56,60, (4)58,62, (5)62,66, (6)60,64	Krakowczyk Mateusz	(6)70	Skurbe Dagnis	(5)25
Domogała Krzysztof	(2)44	Krankowski Andrzej	(3)32	Soberski Sebastian	(5)24
Drażkowski Jacek	(1)66, (2)42,70, (3)3,47,65, (4)44,63,66, (5)67,70, (6)65,74	Krzysztof Szyszka	(6)58	Strobel Andrzej	(4)8
Dybicz Ilona	(4)30	Kuczyński Jerzy	(1)24, (2)30, (3)15, (4)18,39, (5)12,70, (6)20,71	Strzelecki Sebastian	(3)36
Emilewicz Jadwiga	(5)24	Kujawiński Mateusz	(6)16	Substyk Marek	(1)62, (2)18, (3)66, (5)55,56
Figiel Tadeusz	(1)60, (2)62, (3)62, (5)69, (6)68	Kuligowska Elżbieta	(1)15,44, (5)47, (6)31	Szafranowicz Wiktor	(6)40
Gadomski Jan	(3)4,5, (4)4,5, (5)4	Kurcab Małgorzata	(6)34	Szudy Józef	(4)8
Gawłowicz Józef	(1)26, (2)32, (3)38, (4)36,39, (5)42	Lew Bartosz	(5)16	Tomaszewski Adam	(1)48, (2)48, (4)44
Gębala Jacek	(4)55	Maciej Myszkiewicz	(6)56	Tużnik Adam	(3)41, (4)33, (5)49, (6)28,71
Gładysz Wojciech	(3)8	Maciejewski Gracjan	(3)61	Tymiński Zbigniew	(3)50
Grendysz Michał	(1)55	Maciejowska Martyna	(3)36	Wiktorowicz Grzegorz	(2)14
		Mikołajczak Eugeniusz	(1)65	Wilczyński Łukasz	(3)28
		Mikołajewski Maciej	(1)3, (2)3,45, (3)13, (4)3, (5)54, (3)6,32	Wyrzykowski Łukasz	(5)38, (6)71
		Mikulska Katarzyna	(2)54	Zawiłski Marek	(2)21
				Żoładek Przemysław	(1)50, (2)50,53, (4)50, (6)54

## Indeks przedmiotowy

### Artykuły

Casting na postdoczkę, czyli baba z brodą, *Agnieszka Janiuk*  
 Centrum energii na planetaryjnej mapie Polski, *Tomasz Banyś*  
 Czarne dziury w twoim domu, *Grzegorz Wiktorowicz*  
 Czy Kopernik obserwował Merkurego?, *Jacek Drążkowski*  
 Ewolucja nierożumiana, *Julia Rachowka*  
 Gorący Wszechświat w oku ATHENY, *Agata Różańska*  
 Jak przepadło 10 dni?, *Wiesław Krajewski*  
 Jeszcze jedna hipoteza Einsteina ostatecznie potwierdzona, *Marek Abramowicz*  
 Kosmos na planszy, *Wiktor Szafranowicz*  
 Kosmos, łączność radiowa i szkolne lekcje, *Armand Budzianowski, Tomasz Ciepielowski*  
 Mistrz Świata, *Tomasz Kardaś*  
 Olsztyńska Akademia Dzieci, *Lidia Kosiorek*  
 Orzeł wylądował!, *Przemysław Rudź*  
 Proxima Centauri ma w ekosferze planetę o masie ziemskiej!, *Krzysztof Czart*  
 Proxima i jej planeta, *Marcin Kiraga*  
 Przejście Merkurego przed tarczą Słońca 3 maja 1661 r., *Marek Zawiłski*  
 Roland we włosiąch Sędziwoja Paluki, *Przemysław Rudź*  
 Spadająca egzoplaneta, *Grajan Maciejewski*  
 Ślądami gromad galaktyk, *Bartosz Lew*  
 Tranzyt Merkurego — zjawisko roku 2016, *Marek Substyk*  
 Witelo — pierwszy polski astronom, *Andrzej Strobel, Józef Szudy*  
 Zadrżała czasoprzestrzeń  
 Zderzenia czarnych dziur, *Krzysztof Belczyński, Wojciech Gładysz*  
 Żarłoczna czarna dziura, *Aleksandra Hamanowicz*, *Łukasz Wyrzykowski*

### W skrócie

10 lat czasopisma dla nauczycieli Science in School  
 100 000 razy dookoła świata  
 200 lat astronomii na Uniwersytecie Warszawskim  
 Astronomowie szukają planety wokół gwiazdy Proxima Centauri  
 Chińsko-polski satelita na orbicie księżycowej w 2018 roku  
 Czy w Szczecinku wieża ciśnień zbliży się do gwiazd?  
 Czy z Europy wyrzucona jest para wodna?  
 Detekcja tranzytu egzoplanety przez polskiego miłośnika astronomii  
 Dione kolejnym księżycem Saturna z oceanem  
 Dlaczego północny biegun Saturna zmienia kolor?  
 Dostrzeżono supergromadę galaktyk schowaną za Drogą Mleczną  
 Dwudziesta planeta odkryta przez astronomów z Torunia  
 Dzięki astronomii określono porę roku powstania  
 starożytnego wiersza Safony  
 ESO podpisało największy kontrakt w historii astronomii naziemnej

(3)48	HST obserwuje najdalej położoną galaktykę we Wszechświecie	(2)38
(6)37	Jedno z mów na Tytanie zawiera sam metan	(4)42
(2)14	Kosmiczna „czekawka” pobliskiej czarnej dziury	(1)15
(2)42	Kosmiczne grudy na celowniku teleskopu Compact Array CSIRO	(1)44
(3)46	Mapa całego nieba w linii wodoru neutralnego	(6)29
(2)25	Miesiączy Giżycka chcą budowy obserwatorium	(6)45
(3)18	Misja Kepler odkryła ponad 1200 nowych planet pozasłonecznych	(3)43
(3)14	Model teleskopu E-ELT jako zestaw klocków LEGO?	(3)42
(6)40	Na niebie będzie gwiazda Copernicus	(1)42
(1)16	Najbardziej kulista gwiazda	(6)29
(1)8	Nauczyciele spotkali się na V Forum Klubów Młodego Odkrywcy	(6)45
(1)20	Nowa mapa Drogi Mlecznej na falach submilimetrowych	(2)37
(6)8	Nowe zdjęcia pokrytych śniegiem szczyców na Plutonie	(2)24
(4)16	Obserwatorium La Silla zasilane będzie zieloną energią	(5)49
(5)8	Odkryto planetę w gromadzie Hiady	(2)35
(2)21	Odkryto trzy planety idealne do poszukiwania na nich oznak życia	(4)42
(5)26	Odnaleziono „Wielką Dolinę” na powierzchni Merkurego	(6)28
(3)61	Opublikowano nowy katalog z paralaksami 112 tysięcy gwiazd	(3)44
(5)16	Osobliwy meteorit na Marsie	(6)28
(5)61	Ostatnie bajty danych z sondy New Horizons	(6)30
(5)16	Planeta karlowata 2007 OR10 jest większa, niż sądzono	(4)41
(2)18	Polscy studenci wygrali European Rover Challenge 2016	(5)23
(1)20	Prawne kwestie górnictwa w Kosmosie	(3)44
(6)8	Projekt ARISS ponownie czeka na zgłoszenia od szkół	(4)33
(4)16	Proxima Centauri ma cykl podobny do słonecznego	(6)31
(5)8	Przegląd XXL — polowanie na gromady galaktyk	(1)15
(2)18	Przyjści zdjęcie do Archiwum Fotografii Komety	(3)41
(2)8	Radioteleskop LOFAR będzie jeszcze większy	(1)42
(5)38	Rozpoczął się konkurs Catch a Star 2016	(2)24
(4)33	Sonda Juno dotarła do Jowisza	(4)40
(3)42	Szwajcarskie żelazo z Kosmosu	(5)47
(5)47	Ultragłębokie Pole Hubble'a oczami teleskopu ALMA	(5)49
(1)44	W 2018 r. w Kosmos poleci polski satelita Światowid	(5)23
(6)46	W Irlandii i USA powstały trzy nowe parki ciemnego nieba	(4)41
(3)41	W Nowej Zelandii dostrzeżono nieznaną rój meteorów	(2)35
(5)48	W Szczecinie mają pomysł na budowę edukacyjnego obserwatorium i planetarium	(6)46
(4)33	Wiadomo już, gdzie powstanie północne obserwatorium CTA	(5)49
(4)32	Wrocławska firma wyśle na orbitę smartfony	(6)46
(5)48	Wybudowano obserwatorium astronomiczne w Chalinie	(6)45
(6)28	Wyspa Devon — ostatni przystanek przed Marsem?	(5)47
(6)30	„Vademecum miłośnika astronomii” ma 25 lat	(3)42
(3)45	Zamontowano ostatni segment zwierciadła głównego teleskopu JWST	(2)35
(4)41	Zaobserwowano cykliczne zmiany w atmosferze księżyca Jowisza	(4)43
(3)43	Zaobserwowano plamy na powierzchni gwiazdy innej niż Słońce	(3)43
(3)43	Zarejestrowano powtarzalne radiowe sygnały z Kosmosu	(2)39

## Astronawigacja

Chronometr i metoda długościowa  
Geometria w astronawigacji  
Metoda wysokościowa  
Sekstant: istotny wzrost dokładności  
Szerokość geograficzna z kulminacji Słońca

## Czytelnicy obserwują

AT 2016 hpv — moja piąta supernowa  
Dwa zaćmienia, dwie historie  
Supernowe kwitną w moim ogrodzie

## W kraju

Obraz kwazara z polskiego LOFAR-a  
Płocki astronomem sławny  
Twarde życie na Otrycie  
W Chorzowie wyznaczono południk 019° E  
W Łodzi otwarto nowe planetarium  
Zamknięcie Ostródzkiej Sekcji Astronomicznej

## Dawno temu w „Uranii”

Budowa nowego olbrzymiego teleskopu  
Ciekawa statystyka komet  
Ciekawe komety w roku 1931  
Detronizacja Plutona po raz pierwszy...  
Fragmenty sprawozdania z działalności Oddziału Warszawskiego P. T. P. A. za rok 1931  
Gwiazda zmienia o najkrótszym okresie zmian blasku  
Gwiazdy zmienne odkryte w r. 1931  
Masa Erosa  
Masowe odkrywanie nowych planetoid  
Nowoodkryte gwiazdy zmienne  
Nowy typ teleskopu prof. G. W. Ritcheya  
Obserwacje korony słonecznej poza zaćmieniem  
Obserwacje zaćmienia Słońca 80 lat temu  
Rocznice sprawozdanie Amerykańskiego Stowarzyszenia obserwatorów gwiazd zmiennych  
Sprawozdanie z działalności Obserwatorium na Mount Wilson  
Zgon wybitnego astronoma

## 100 lat Uranii

Elektroniczna wersja „Uranii”

## Młodzi badacze

LIX Olimpiada Astronomiczna

## Kącik olimpijski

LX Olimpiada Astronomiczna 2016/2017  
Rozwiążanie zadania zawodów III stopnia LIX Olimpiady Astronomicznej (2015/2016)  
Zadanie drugiej serii I stopnia XLVIII Olimpiady Astronomicznej  
Zadanie II stopnia LII Olimpiady Astronomicznej  
Zadanie II stopnia LVI Olimpiady Astronomicznej  
Zadanie zawodów finałowych LIX Olimpiady Astronomicznej (2015/2016)  
Zadanie zawodów finałowych LVII Olimpiady Astronomicznej (2013/2014)

## Ciekawe strony internetowe...

Encyclopedie Astronautica  
Jak możemy pomóc w obserwacjach fal grawitacyjnych?  
Księżyc, planety, planetoidy i co tam kto znajdzie — w formacie PDF  
Poczytaj mi mamo: Fale Grawitacyjne  
Twinkle, twinkle, little star...  
Znajdź planetoidę, zanim ta znajdzie nas...

## Szkoła astropejzażu

Cień Ziemi — jak obserwować i fotografować to zjawisko? (6)66  
Fotografia gwiazd w formie punktów na niebie (cz. 1) (1)46  
Fotografia gwiazd w formie punktów na niebie (cz. 2) (2)46  
Najczęstsze błędy w fotografii ruchu gwiazd (startrails) raz jeszcze (4)46

## Spacerkiem po Księżycu

Apeniny i okolice  
Janssen i sąsiedzi  
Z wizytą u Kopernika

## Ciemne niebo

Bioastronomia ciemnego nieba  
Czy prawie 100 latarni zgasi gwiazdy nad Ostrowikiem?  
Moje poszukiwania gwiaździstego nieba  
(Nie)ciemne niebo w edukacji astronomicznej  
Światło i cień w krajobrazie miasta

## Kronika

Październik, listopad 2015 (1)6  
Grudzień 2015, styczeń 2016 (2)6  
Luty, marzec 2016 (3)6  
Kwiecień, maj 2016 (4)6  
Czerwiec, lipiec 2016 (5)6  
Sierpień, wrzesień 2016 (6)6

## Poradnik obserwatora

Astronomia w szkole: montaż teleskopów  
Astronomia w szkole: pierwszy teleskop  
Astronomia w szkole: teleskop dla nauczyciela i ucznia  
ISS Transit Finder  
Policzcie gwiazdy razem z nami  
Sky-Watcher Star Adventurer Mini

## Kalendarz astronomiczny

(3)38	Marzec – kwiecień 2016	(1)56
(5)42	Maj – czerwiec 2016	(2)56
(4)36	Lipiec – sierpień 2016	(3)56
(2)32	Wrzesień — październik 2016	(4)58
(1)26	Listopad – grudzień 2016	(5)62
	Styczeń – luty 2017	(6)60

## Spójrz w niebo

(6)27	Planetarne, ale bez planet (5)66	(4)62
(6)26	W gromadach bywa ścisk	(6)64
(4)22	W gromadach bywa też luźniej	(3)60
	W gromadzie różnej	(2)60
	Wolność zgromadzeń na niebie	

## Obserwator słońca

	AR 2529	(3)63
	AR 2546	(4)65
(4)29	Historia SOS PTMA cz. II	(4)64
	Kalendarz obserwatora Słońca na 2017 rok	(2)62
	Maksimum 24 cyklu słonecznego	(1)60
(2)4	Początki obserwacji plam słonecznych w Polsce	(1)60
(3)4	XII Powiatowy Festiwal Nauk Przyrodniczych w Liceum	(6)68
(1)4	Ogólnokształcącym im. Stanisława Wyspiańskiego w Obornikach	(5)69
(5)4	Zawodowy astronom vs miłośnik astronomii	(3)62
(1)5	Zjazd SOS PTMA — nowe ustalenia	(2)62
(4)5	Zjazd SOS PTMA	

## PTMA

(1)4	Nowy statut PTMA	(3)55
(3)5	Pierwszy Nadzwyczajny Walny Zjazd Delegatów PTMA	(3)54
(3)4	W kręgu Wielkiego Zderzaka Hadronów	(1)45
(3)5	Widzieliśmy toruńską Mechagodzillę w akcji	(5)58
(2)4	Wzajemne odwiedziny	(6)59
(2)5	Zbliżają się obchody 100-lecia PTMA	(5)55
(6)4		

## Przeczytanie w Nature i Science

(2)4	Bliskie badania odległego Wszechświata	(1)24
(4)4	Książkowe nowości	(4)18
(4)4	Nihil novi w ciemnej materii	(6)20
(1)40	Planetoidy bliskie Ziemi	(2)30
	Proxima b: od fantasyki do realu	(5)12
	Ślady po (nie tak) dawnych supernowych	(3)15
(2)54		

## CYRQLARZ

(4)54	Kalendarz meteorowy 2016	(1)50
	Nowe meteoryty odnalezione na podstawie danych Europejskiej Sieci	
	Bolidowej	(2)53
(5)53	Perseidy 2016 — pierwsze rezultaty	(4)50
(4)55	Podstawa nauki o meteorach — bolidy i spadki meteorytów	(6)54
(6)70	Podstawa nauki o meteorach	(2)50
(1)55	Zawiłości współczesnej meteorytyki	(3)50
	ε-Perseidy września — podsumowanie	(6)56
(2)55		

## KOMECIARZ

(3)53	Komety trzydziestolecia	(4)48
	Obserwacje C/2013 US10 (Catalina)	(6)50
	Podsumowanie IX Konferencji SOK PTMA	(5)50

## Nie tylko teleskopy

	Brian i Wszechświat	(2)44
	Krucjata mądrości, rozsądku i wiedzy	(2)45
	Sundial Atlas Mobile v2.4	(2)64

## Astrofotografia amatorska

	Atrakcje 2016 roku	(6)75
	Galeria obłoków srebrzystych	(4)34
	Kometa C/2013 US 10 (Catalina)	(1)67
	Słońce	(2)71
	Tranzyt Merkurego	(3)72

## Astronomia i muzyka

	Kosmos między dźwiękami	(6)65
	Muzyka z dedykacją dla miłośników astronomii	(3)65
	Ostatni walc z Rosettą	(5)67
	Ponownie w Olsztynie	(4)63

## Astrożarty Jacka D.

	(1)66, (2)70, (3)47, (4)66, (6)74	
--	-----------------------------------	--

## Poczta

	(2)69, (3)71, (4)67, (5)46, 70-71, (6)71	
--	--	--

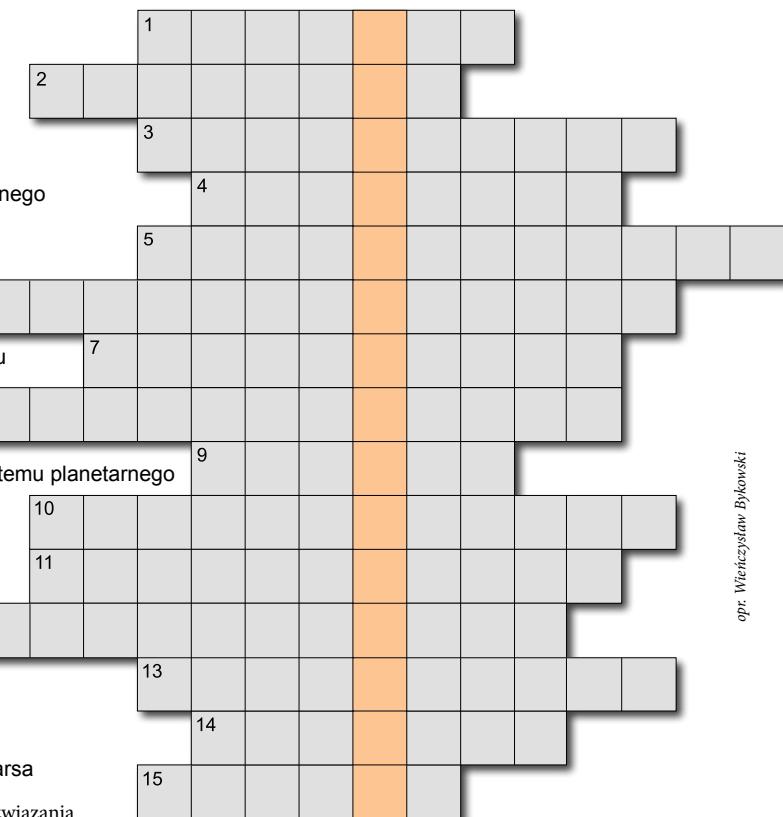
## Inne

	Co zrobić, aby Polska Strategia Kosmiczna była skuteczna?	(5)23
	Człowiek pisze, Pan Bóg słowa nosi	(4)39
	European Rover Challenge 2016	(3)28, (5)21
	II Ogólnopolski Festiwal Amatorskich Filmów Astronomicznych	(5)68
	III Konkurs „Nasza szkolna przygoda z astronomią”	(6)33
	Jak skonstruować lażika marsjańskiego?	(6)16
	Koniec misji Rosetta	(5)35
	Konkurs na fotki z Uranią	(3)65, (4)63, (5)67
	Letnia Szkoła Mikroskopii Optycznej dla młodych badaczy	(3)69
	Międzynarodowy konkurs astrofotograficzny	(1)33
	Misja na Marsa 2049 — gra planszowa	(5)25
	Osobowość ASTRONARIUM	(5)54
	Przeżyj z nami fascynującą przygodę astronomiczną!	(3)68
	Rząd ogłosił Polską Strategię Kosmiczną	(5)22
	Wyniki II konkursu Uranii 2015/2016	(6)32
	Wydawnictwo Jadwigę Emilewicz, Wiceminister Rozwoju	(5)24

**W** „Uranii-PA” nr 4/2016 zamieściliśmy krzyżówkę, której rozwiązaniem jest hasło ŁOWCA SUPERNOWYCH. Nagrody w postaci książek o tematyce astronomicznej wylosowali Alicja Miranowicz z Warszawy i Leszek Wojciechowski z Opatówka. Nagrody zostaną wysłane pocztą.

1. Imię patrona planetarium i obserwatorium astronomicznego w Grudziądzku
2. Nazwa projektu budowy szczecińskiego planetarium i obserwatorium astronomicznego
3. Masyw górski z Chatą Socjologa i obserwatorium na 896 m n.p.m.
4. Małgorzata, dzięki której ludzie wylądowali na Księżycu
5. Region, w którym powstało nowe obserwatorium astronomiczne w Chalinie
6. Hipotetyczna symetria SUSY
7. Gra planszowa polegająca na tworzeniu własnego systemu planetarnego
8. Rozbitły lądownik marsjański
9. Koło astronomiczne z Włodawy
10. Astronomiczny patron płońskiej podstawówki
11. Pojawiło się w styczniu w Łodzi
12. Wojtek od pompy paliwowej Saturn V
13. Miasteczko w Alabamie z ośrodkiem lotów kosmicznych
14. Zdjęcia z Messengera przyczyniły się do stworzenia jego dokładnej mapy topograficznej
15. Gwiazdozbiór, w którym zaobserwujemy w styczniu Marsa

Rozwiązanie utworzą kolejne litery z wyróżnionych kratek. Na rozwiązania czekamy do końca lutego 2017 r. Wśród autorów poprawnych odpowiedzi rozlosujemy dwie nagrody książkowe. Do rozwiązania należy dodać swój adres oraz tytuł lub numer książki, którą Czytelnik chciałby otrzymać w wyniku losowania spośród następujących propozycji: 1. „Nowe opowiadania starego astronoma”, czyli wspomnienia i eseje profesora Józefa Smaka; 2. „Relacja pierwsza” („Narratio Prima”) Joachima Retyka, tłumaczenie popularnonaukowego dzieła poświeconego „De Revolutionibus” Kopernika oraz kopią oryginału. Osoby niebędące prenumeratorem „Uranii-PA” mu-



opr. Wiesław Bykowski

szą dołączyć do rozwiązania kupon umieszczony w lewym górnym rogu tej strony. Prenumeratorzy mogą przesyłać rozwiązania drogą elektroniczną na adres: uranus@urania.edu.pl.

Słowa kluczowe do rozwiązania krzyżówki zamieszczonej w „Uranii-PA” nr 4/2016:  
1. MGLAWICE 2. MASŁOW 3. NEW HORIZONS 4. RICCIOLI 5. MURAWSKI 6. ARISS  
7. JUNO 8. PERSPEKTYWY 9. SREBRZYSTE 10. SKORUPSKI 11. MILNIER 12. THOMSON  
13. WODNIK 14. HALLEYA 15. CENTAUR 16. BISHOP

## astrożarty Jacka D.



Rysunek pochodzi z kalendarza Centrum Hewelianum na 2012 rok

W ramach podsumowania mijającego roku 2016 warto przypomnieć najciekawsze zjawisko roku, jakim był tranzyt Merkurego. Jedno z ostatnich zdjęć, jakie dotarły do nas, wykonał Roman Bochanysz z Olkusza przy użyciu teleskopu Newtona 130/650 mm, przykładając aparat do okularu 20 mm. Jak widać, pogoda na Śląsku była w tym czasie mniej łaskawa niż w innych rejonach kraju.

Przez wiele miesięcy ozdobą gwiaździstego nieba były planety Mars i Saturn, przemierzające jeden z najpiękniejszych obszarów nieba (Skorpion i okolice). Poniższe zdjęcie wykonał Mariusz Świętnicki ze Żrębina w nocy z 6 na 7 czerwca. Przypadkowo zarejestrował na nim zjawisko tzw. „airglow”! (obiektyw Sigma EX DG 1.4/50, f 2.8 + Nikon D300, eksp. 21×180 s. i 1×115 s. ISO1600).



W 2016 r. z terenu Polski było widoczne tylko jedno i na dodatek mało atrakcyjne, półciieniowe zaćmienie Księżyca (16 września). Jego przebieg obserwowały i rejestrowały dziewczęta ze szkolnego koła astronomicznego przy SP1 w Lidzbarku Warmińskim. Zmianę wyglądu naszego naturalnego satelity ilustrują poniższe zdjęcia wykonane aparatem podłączonym do szkolnego teleskopu MAK127.

14 listopada mieliśmy do czynienia z tzw. superpełnią Księżyca, czyli pełnią podczas największego zbliżenia z Ziemią. Zjawisko było mocno nagłośnione w mediach. A że Księżyca nie był wtedy wcale szczególnie większy, widać na zestawieniu z pełnią październikową. Grudniowa będzie różniła się jeszcze mniej!





Ministerstwo Nauki  
i Szkolnictwa Wyższego

Polskie Towarzystwo Astronomiczne oraz Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego oferują

## PRENUMERATĘ SPONSOROWANĄ DWUMIESIĘCZNIKA

# Urania

## POSTĘPY ASTRONOMII



### DLA SZKÓŁ!

Szkoły mogą zakupić specjalną prenumeratę URANII za połowę ceny. Koszt prenumeraty 6 numerów dwumiesięcznika w danym roku szkolnym wynosi zaledwie 30 zł – resztę kosztów pokrywa MNiSW w ramach przyznanego PTA grantu. Promocja obejmuje w tej chwili następujące produkty dla szkół na terenie Polski:

1. Roczną prenumerata na rok szkolny 2016/17: numery 4/2016-3/2017 (cena 30 zł);
2. Dwuletnią prenumerata na lata szkolne 2016/17 i 2017/18: numery 4/2016-3/2018 (cena 60 zł).

Aby uzyskać prenumeratę, wystarczy wejść na stronę internetową [www.urania.edu.pl](http://www.urania.edu.pl) i wypełnić formularz zgłoszeniowy znajdujący się pod przyciskiem „Prenumerata” i dalej „Prenumerata sponsorowana dla szkół”. Faktura zostanie wysłana drogą elektroniczną bądź (na życzenie) w formie papierowej wraz z najbliższym numerem URANII.

Dodatkowo oferujemy szkołom zakup pakietów sześciu numerów „Uranii” obejmujących wcześniejsze lata szkolne, również za połowę ceny. Szkoły rozpoczęjące prenumeratę otrzymają gratis książkę *Jak zainteresować uczniów astronomią w szkole podstawowej, gimnazjum i szkole ponadgimnazjalnej*.

Każda szkoła ma prawo do jednej prenumeraty sponsorowanej. W przypadku zespołów szkół prenumeratę sponsorowaną może zamówić każda ze szkół wchodzących w skład zespołu.

Prenumeratę na rzecz szkoły może także opłacić jej sponsor (np. firma, organizacja, gmina, rada rodzin, osoba prywatna), warunkiem jest, aby prenumerata była realizowana na rzecz szkoły (biblioteki szkolnej).

Dla szkół, będących prenumeratorami „Uranii”, Redakcja ogłasza Konkurs pn. **NASZA SZKOLNA PRZYGODA Z ASTRONOMIĄ** (patrz s. 32 wewnątrz numeru). W ramach Konkursu trzeba udokumentować dowolną aktywność szkoły w zakresie astronomii. Na nagrody dla zwycięskich szkół przeznaczone jest ok. 10 tys. zł ze środków PTA i grantu MNiSW. Redakcja URANII poszukuje dodatkowego sponsora, by w kolejnych edycjach Konkursu wyróżnić jedną ze szkół Super Grand Prix i wybudować na jej terenie kompletnie wyposażone szkolne obserwatorium typu harvardzkiego.

W razie wątpliwości pytania można kierować na [urania@urania.edu.pl](mailto:urania@urania.edu.pl) lub telefonicznie: 698 55 61 61 lub 509 44 17 17.



# Urania

POSTĘPY ASTRONOMII

wrzesień 2016

ukazuje się od 1920 r.

wydanie  
specjalne  
dla szkół

[www.urania.edu.pl](http://www.urania.edu.pl)



# Astronomia wraca do szkół



Młodzi badacze

Kącik  
olimpijczyka

Poradnik  
obserwatora



Ministerstwo Nauki  
i Szkolnictwa Wyższego

Polskie Towarzystwo Astronomiczne i Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego oferują

## PRENUMERATĘ SPONSOROWANĄ DWUMIESIĘCZNIKA

# Urania

## POSTĘPY ASTRONOMII



### DLA SZKÓŁ!

Szkoły mogą zakupić specjalną prenumeratę URANII za połowę ceny. Koszt prenumeraty 6 numerów dwumiesięcznika w danym roku szkolnym wynosi zaledwie 30 zł – resztę kosztów pokrywa MNiSW w ramach przyznanego PTA grantu. Promocja obejmuje w tej chwili następujące produkty dla szkół na terenie Polski:

1. Roczna prenumerata na rok szkolny 2016/17: numery 4/2016-3/2017 (cena 30 zł);
2. Dwuletnia prenumerata na lata szkolne 2016/17 i 2017/18: numery 4/2016-3/2018 (cena 60 zł).

Aby uzyskać prenumeratę, wystarczy wejść na stronę internetową [www.urania.edu.pl](http://www.urania.edu.pl) i wypełnić formularz zgłoszeniowy znajdujący się pod przyciskiem „**Prenumerata**” i dalej „**Prenumerata sponsorowana dla szkół**”. Faktura zostanie wysłana drogą elektroniczną bądź (na życzenie) w formie papierowej wraz z najbliższym numerem URANII.

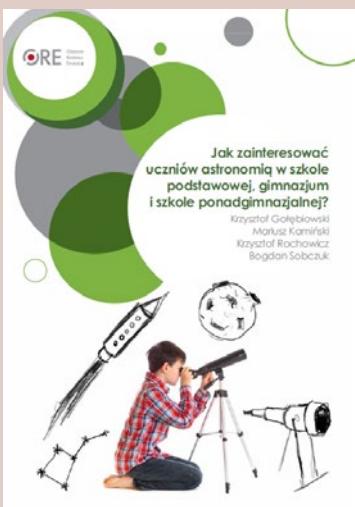
Dodatkowo oferujemy szkołom zakup pakietów sześciu numerów „Uranii” obejmujących wcześniejsze lata szkolne, również za połowę ceny. Szkoły rozpoczęjące prenumeratę otrzymają gratis książkę *Jak zainteresować uczniów astronomią w szkole podstawowej, gimnazjum i szkole ponadgimnazjalnej*.

Każda szkoła ma prawo do jednej prenumeraty sponsorowanej. W przypadku zespołów szkół prenumeratę sponsorowaną może zamówić każda ze szkół wchodzących w skład zespołu.

Prenumeratę na rzecz szkoły może także opłacić jej sponsor (np. firma, organizacja, gmina, rada rodziców, osoba prywatna), warunkiem jest, aby prenumerata była realizowana na rzecz szkoły (biblioteki szkolnej).

Dla szkół, będących prenumeratorami „Uranii”, Redakcja ogłasza Konkurs pn. **NASZA SZKOLNA PRZYGODA Z ASTRONOMIĄ**. W ramach Konkursu trzeba udokumentować dowolną aktywność szkoły w zakresie astronomii. Na nagrody dla zwycięskich szkół przeznaczone jest ok. 10 tys. zł ze środków PTA i grantu MNiSW. Redakcja URANII poszukuje dodatkowego sponsora, by w kolejnych edycjach Konkursu wyróżnić jedną ze szkół Super Grand Prix i wybudować na jej terenie kompletnie wyposażone szkolne obserwatorium typu harvardzkiego.

W razie wątpliwości pytania można kierować na [urania@urania.edu.pl](mailto:urania@urania.edu.pl) lub telefonicznie: 698 55 61 61 lub 509 44 17 17.



# URANIA – NASZA MUZA

dla szkół, uczelni oraz miłośników astronomii i amatorów nocnego nieba

## ASTRONOMIA WRACA DO SZKÓŁ!

Szanowni Nauczyciele, Drodzy Uczniowie!

Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego oraz Polskie Towarzystwo Astronomiczne kontynuują program promocji astronomii w szkołach jako dziedzinę nauki najlepiej wpisującą się w upowszechnianie i oswajanie nauk przyrodniczych, matematycznych i technicznych wśród młodzieży. Program zakłada dotarcie dwumiesięcznika URANIA–POSTĘPY ASTRONOMII do możliwie największej ilości nauczycieli i uczniów za pośrednictwem bibliotek szkolnych. Jest realizowany poprzez sponsorowanie prenumerat URANII dla szkół, laureatów ogólnopolskich i regionalnych konkursów astronomicznych oraz uczniów wybitnie uzdolnionych. Przekazujemy Państwu specjalny, pokazowy numer URANII, w którym przedrukowujemy kilka przykładów materiałów z ostatnich lat, szczególnie dedykowanych społecznościom szkolnym i przydatnych do pracy z młodzieżą i w samokształceniu.

URANIA ukazuje się od roku 1920 i jest jednym z najstarszych, poświęconych upowszechnianiu astronomii tytułów na świecie. Co ciekawe, „Uranię” zakładały trzech warszawskich... maturzystów. Trudno o bardziej budujący przykład dla współczesnej młodzieży. Dwóch z nich zostało potem profesorami astronomii i fizyki, trzeci, choć też skończył astronomię, objął majątek na Zamojszczyźnie i do końca życia pozostał miłośnikiem astronomii. W odbijanej na powielaczu URANII z 1920 roku czytamy o zaobserwowanym podczas zaćmienia Słońca kilka miesięcy wcześniej zakrzywieniu przestrzeni, przewidzianym przez ogólną teorię względności. W ostatnich, wielokrotnie obszerniejszych, bogato ilustrowanych i w pełni kolorowych numerach „Urani” znajdziemy artykuły o wspaniałym odkryciu fal grawitacyjnych, największym pośmiertnym tryumfie Einsteina. Oprócz czasopisma dzisiejsza redakcja URANII utrzymuje portal astronomiczny [www.urania.edu.pl](http://www.urania.edu.pl) i astronomiczną księgarnię internetową oraz współtworzy unikatowy serial naukowy ASTRONARIUM dla Telewizji Polskiej. Ponad 90-letnia służba URANII na rzecz społeczeństwa została nagrodzona specjalnym wyróżnieniem w Konkursie Serwisu Nauka w Polsce.



Co najmniej połowę objętości URANII stanowią artykuły popularnonaukowe, których autorami są głównie wybitni polscy astronomowie. Reszta zawiera wiele materiałów przeznaczonych specjalnie dla młodzieży szkolnej, nauczycieli i miłośników astronomii, jak kalendarz astronomiczny, poradnik obserwatora, recenzje książek popularnonaukowych i przewodnik po ciekawych stronach internetowych. Ze szczególną troską redagowane są działy „Młodzi badacze” oraz „Kącik olimpijczyka”. Pierwszy zawiera oryginalne uczniowskie prace badawcze, na ogół laureatów Ogólnopolskiego Młodzieżowego Seminarium Astronomicznego, drugi oryginalne rozwiązania zadań Olimpiady Astronomicznej, zaproponowane przez finalistów zawodów. W ramach wspierania rozwoju młodzieży uzdolnionej URANIA współpracuje z organizatorami tych konkursów, a także z Krajowym Funduszem na rzecz Dzieci.

Niemal od zawsze astronomia była oddzielnym przedmiotem w szkole. Ostatni, napisany przez jednego z dawnych redaktorów URANII, profesora Konrada Rudnickiego podręcznik doczekał się kilkunastu wydań. Późniejsze reformy szkolnictwa i unifikacje przedmiotów doprowadziły do zupełnej degradacji rozumienia nauk przyrodniczych na poziomie wykształcenia ogólnego maturzystów. Dostrzegają to wszyscy pracownicy wydziałów przyrodniczo-matematycznych i technicznych uniwersytów i politechnik. Powrót do pierwotnych, odpowiadających dyscyplinom naukowym nazw przedmiotów szkolnych, zakłada zapowiadana obecnie reforma. Przedstawiciele wydawców URANII – tzn. Polskiego Towarzystwa Astronomicznego (niżej podpisany) i Polskiego Towarzystwa Miłośników Astronomii (Czesław Stawiński i Robert Szaj) – wspierani przez posta Leonarda Krasulskiego przeprowadzili bardzo konstruktywną i dobrze rokującą rozmowę w tej sprawie z Minister Edukacji Narodowej Anną Zalewską. Jest wielka nadzieja, że przedmiot „Astronomia i technologie kosmiczne” (lub podobny) pojawi najpierw w liceach, potem w technikach i być może zreformowanych szkołach podstawowych.

Maciej Mikołajewski  
Redaktor Naczelny, Wiceprezes Polskiego Towarzystwa Astronomicznego

1 września 2016 r.



# Urania

POSTĘPY ASTRONOMII

(PL ISSN 1689-6009)

Dwumiesięcznik poświęcony upowszechnianiu wiedzy astronomicznej. Czasopismo powstałe w roku 1998 z połączenia „Urani” (ISSN 0042-0794) — dotyczyowego miesięcznika Polskiego Towarzystwa Miłośników Astronomii, ukazującego się od 1920 r. i „Postępów Astronomii” (ISSN 0032-5414) — dotyczyowego kwartalnika Polskiego Towarzystwa Astronomicznego, wychodzącego od 1953 r. Zachowana zostaje dotyczyowa numeracja „Urani”.

Nakład: 5000 egz.

### Zespół Redakcyjny:

Wieńczysław Bykowski, Krzysztof Czart, Jacek Drążkowski (grafika, skład), Mateusz Krakowczyk, Maciej Mikołajewski (redaktor naczelny), Marek Muciek, Roman Schreiber, Marek Substyk

### Współpraca:

Jan Desselberger, Tadeusz Figiel, Sylwester Kolomański, Michał Kusiak, Sebastian Soberiski, Robert Szaj, Adam Tomaszewski, Janusz Wiland, Łukasz Woźniak, Karolina Zawada, Przemysław Żoładek

### Korekta językowa:

### Adres Redakcji:

Urania, Centrum Astronomiczne UMK  
ul. Gagarina 11, 87-100 TORUŃ  
tel. 509 44 17 17  
fax. (56) 611 30 09  
e-mail: [redakcja@urania.edu.pl](mailto:redakcja@urania.edu.pl)

### Adres WWW:

<http://www.urania.edu.pl>

### Dystrybucja, sekretariat:

Joanna i Ernest Świerczyńscy,  
tel. 698 55 61 61  
e-mail: [urania@urania.edu.pl](mailto:urania@urania.edu.pl)

Cena Urani w prenumeracie 10 zł  
Prenumerata roczna 60 zł

Bank Millennium S.A. o/Toruń  
Nr 44 1160 2202 0000 0000 5530 5241

Prenumerata dla szkół 30 zł/rok szkolny  
i numer specjalny dofinansowane przez



Ministerstwo Nauki  
i Szkolnictwa Wyższego

### Wydawcy:

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

**Polskie Towarzystwo Miłośników Astronomii**  
[www.ptma.pl](http://www.ptma.pl)  
ul. Miodowa 13a m. 35,  
31-055 Kraków  
tel. (0-12) 422 38 92  
e-mail: [zarzad@ptma.pl](mailto:zarzad@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 Z ZGODĄ REDAKCJI \* OPINIE I POGŁĄDY FORMUŁOWANE PRZEZ REDAKcję I AUTORÓW NIE REPREZENTUJĄ OFICJALNEGO STANOWISKA WYDAWCÓW \*

### Drukarnia

# GRAFFITI BC

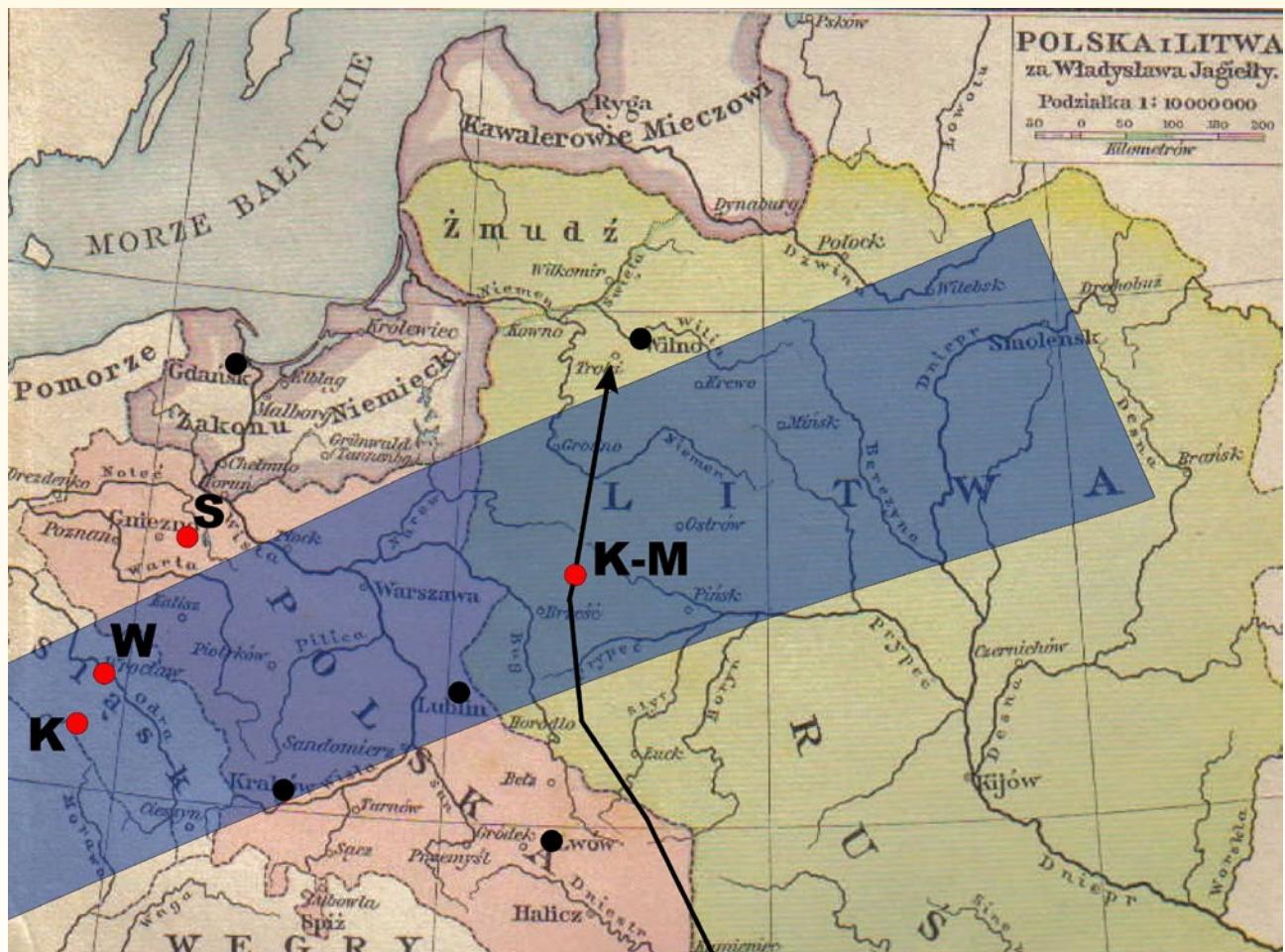
Toruń, ul. Równinna 11/13  
[www.graffitibc.pl](http://www.graffitibc.pl)  
[drukarnia@graffitibc.pl](mailto:drukarnia@graffitibc.pl)  
tel. 56 654 47 14

Zjawisko tysiąclecia

Marek Zawilski

# Całkowite zaćmienie Słońca

## 7 czerwca 1415 r.



Rys. 1. Przebieg pasa zaćmienia całkowitego przez tereny ówczesnej Polski i Litwy. Oznaczenia miejsc: W — Wrocław, K — Kamieniec Ząbkowicki, S—Stodoly, K-M — między Kobryniem a Mytem. Linia zaznaczono przybliżoną trasę podróży Władysława Jagiełły

W ubiegłym roku minęło dokładnie 600 lat od jednego z najbardziej niezwykłych zjawisk astronomicznych, jakie były obserwowane w naszym kraju. Rano 7 czerwca 1415 r. pas całkowitego zaćmienia Słońca objął liczne kraje Europy — od Hiszpanii po Rosję (rys. 3). Cień Księżyca przesunął się m.in. nad Dolnym i Górnym Śląskiem, częścią Małopolski, Mazowszem, Podlasiem oraz obecnymi terenami Białorusi.

Lp.	Miejsce	Skrócony opis
1	Kraj Basków	Ciemności jak w nocy przez pół godziny
2	Nawarra	Nadzwyczajne zaćmienie, dzień zamienił się w ciemną noc
3	Montpellier	Bardzo ciemne zaćmienie, gwiazdy wyraźnie widoczne
4	Prowansja	Zaćmienie całkowite 2 godziny po wschodzie Słońca
5	Digne	Zaćmienie dwie godziny po wschodzie Słońca, gwiazdy wyraźnie widoczne
6	Neuchatel	Nadzwyczajne zaćmienie, ciemna noc zapadła
7	Konstancja	Całkowite zaćmienie podczas obrad soboru
8	Niederaltaich	Ciemne zaćmienie, Słońce straciło cały swój blask
9	Praga	Zaćmienie całkowite podczas mszy
10	Moskwa	Słońce skryło swoje promienie
11	Twer	Słońce umarło o 7 godzinie dnia
12	Psków	Słońce na krótko pociemniało, gwiazdy widoczne jak w nocy

Tabela 1. Zachowane źródła historyczna o widoczności zaćmienia Słońca 7 czerwca 1415 r. w Europie (oprócz źródeł polskich, opisanych w tekście)

**Z**jawisko wywołało wielkie poruszenie w Europie i zostało potraktowane w wielu przypadkach jako zły omen. Nic dziwnego, wszak w tamtym czasie dokładność przewidywania całkowitych zaćmień Słońca nie była wystarczająca na tyle, aby jednoznacznie można było wskazać miejsca, które pograżą się w cieniu Księżyca. Zatem, jak zwykle w takich przypadkach, całkowite zaćmienie Słońca było traktowane jako zdarzenie nieprzewidziane i mające jakieś głębsze znaczenie dla współczesnego świata.

Do dziś zachowało się niewiele dokumentów dotyczących obserwacji tego właśnie zjawiska, rozsianych po wielu źródłach historycznych. Są to głównie zapiski w lokalnych kronikach i relacjach (tab. 1). Były to pierwsze doniesienia z terenu naszego kraju, dotyczące całkowitego zaćmienia Słońca.

Z terenu Dolnego Śląska mamy dane z trzech źródeł.

Kronika Zygmunta Rosicza, dotycząca wydarzeń we Wrocławiu, mówi, że nastąpiło całkowite zaćmienie Słońca w piątek po oktawie Bożego Ciała (6 czerwca), około nowiu Księżyca, o godzinie dwunastej, trwało pół godziny i wywołało wśród mieszkańców strach i obawy (rys. 2). Data zjawiska jest prawidłowa, o ile przyjmiemy, iż za początek dnia przyjmowano zachód Słońca (stąd także prawidłowo podano godzinę, gdyż zaćmienie osiągnęło maksimum około godziny 7.00 wg naszego systemu rachuby godzin, rozpoczynającego się o północy). Oczywiście przesadzony jest czas trwania zaćmienia, o ile chodziłoby o fazę całkowitą. Być może jednak autorowi

notatki chodziło o widoczność fazy całkowitej łącznie z fazami znacznego zaćmienia częściowego, widocznymi okiem nieuzbrojonym.

Ciemność, spowodowaną zaćmieniem Słońca, opisuje także nekrologium pochodzące z pewnego klasztoru w Kamieńcu Ząbkowickim, gdzie zebrane w kapitularzu klasztornym byli zmuszeni zapalać światła.

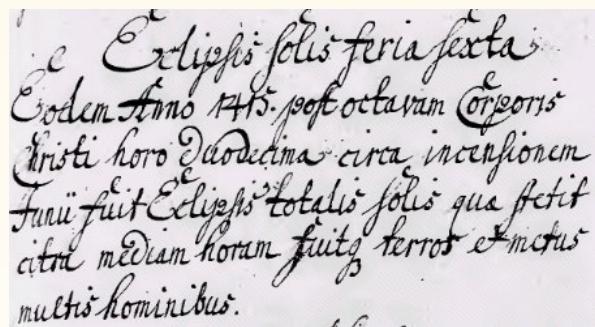
Również całkowite zaćmienie Słońca w dniu 6 czerwca, kiedy to na niebie widoczne były gwiazdy, odnotowuje kronika z Gryfowa Śląskiego, chociaż w tym przypadku nie ma pewności, czy informacja ta jest oryginalna.

Z kolei intrigująca wiadomość jest zawarta w jednej z kronik wielkopolskich, a mianowicie w kronice spisanej prawdopodobnie w roku 1427 w klasztorze kanoników regularnych w Trzemesznie i traktującej głównie o czasach panowania Władysława Jagiełły. Nieznany z imienia ksiądz odnotował zaćmienie Słońca z 1415 r., które nastąpiło w czasie, gdy akurat odprawiał mszę w kościele w Stodołach (wieś między Strzelnem a Kruszwicą), a nagłe zdarzenie bardzo go przeraziło. Wieś Stodoły należała w tym czasie do klasztoru trzemeszeńskiego, a autor kroniki sprawował tam prawdopodobnie funkcję plebana.

Kronika ta zachowała się w rękopisie jako wczesna kopia, a w okresach późniejszych została błędnie zakwalifikowana jako tzw. „Dopełnienie Szamo-

tuńskie”<sup>1</sup> Rocznika Traski, uznanego jako historyczne źródło małopolskie (prawdopodobnie krakowskie). Błąd ten został np. popełniony przy okazji publikacji omawianej kroniki w poważnej serii *Monumenta Poloniae Historica* pod redakcją Augusta Bielowskiego (pierwsze tomy w latach 1856–1864, a także nowe wydania po roku 1945), gdzie zresztą zaćmienie jest umieszczone pod 1417 r., a nazwa miejsca obserwacji — Stodoły, w ogóle nie występuje. Data zjawiska zgodnie z zachowanym rękopisem łacińskim to *in crastino sancti Viti*, czyli dzień po świętym Wicie, tj. 16 czerwca i jest oczywiście błędna, ale wynika prawdopodobnie z tego, iż autor wspominał zaćmienie po latach i po mylił je z innym, z roku 1406.

Autor kroniki podał także dokładny cytat z prognostyku krakowskiego, dotyczącego znacznego częściowego zaćmienia Słońca, które nastąpiło właśnie w dniu 16 czerwca 1406 r., a także krótką informację na temat zaćmienia Słońca z 26 czerwca 1424 r. („zaćmienie trwało krótko, gdy Słońce chyliło się już zachodowi”). Opis tego ostatniego zjawiska jest jedną informacją z Polski i jedną z nielicznych w całej Europie. Ciekawe jest przy

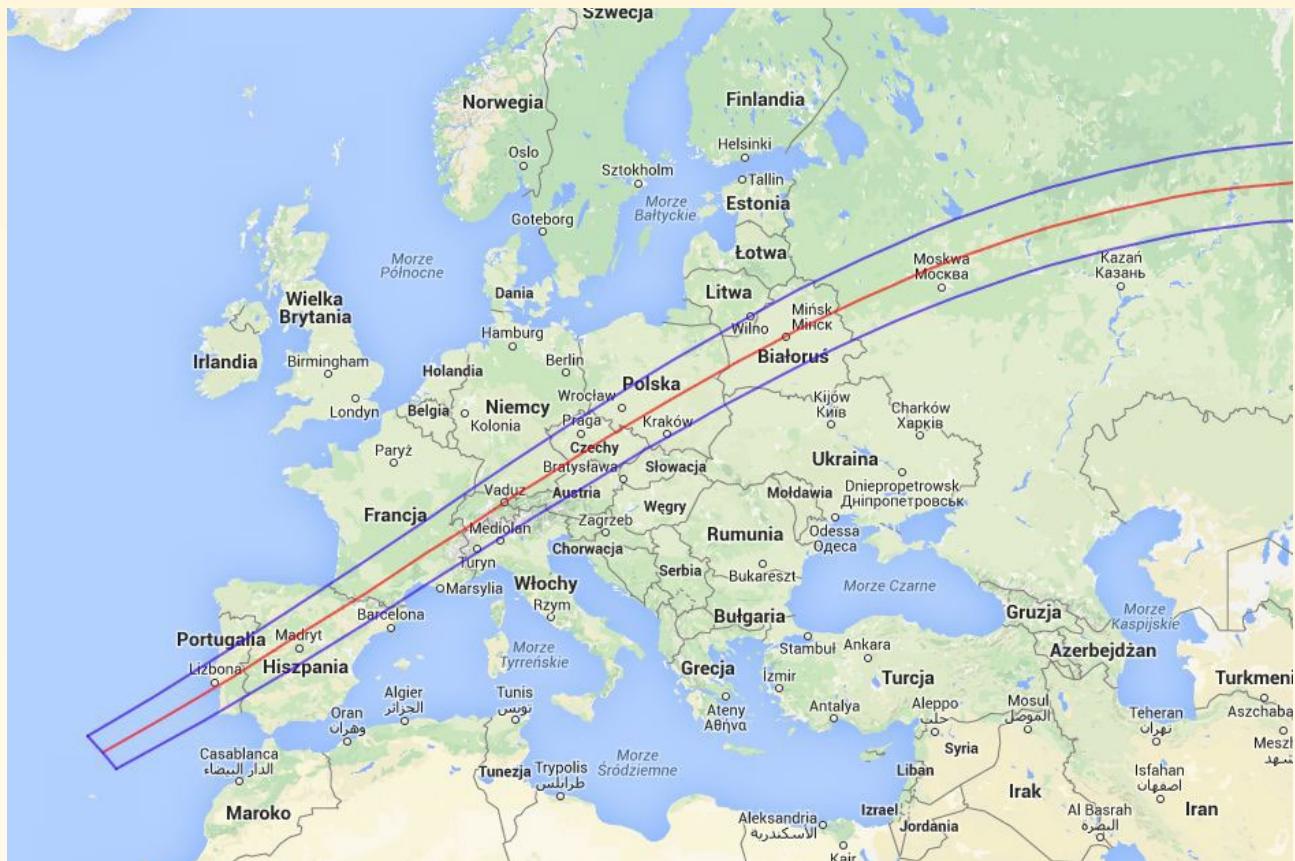


Rys. 2. Średniowieczny rękopis z opisem przebiegu zaćmienia we Wrocławiu wg kroniki Z. Rosicza

tem, że zaćmienie z roku 1424 było widoczne w Stodołach jako całkowite, a informacja jest lakoniczna, podczas gdy dłuższy opis dotyczy zaćmienia z roku 1415, które w Stodołach było jedynie częściowym o bardzo dużej fazie — około 99%.

Najdokładniejszy opis zaćmienia z 1415 r. pochodzi jednak od samego Jana Długosza. Opis ten, zawarty w jego „Rocznikach” był wielokrotnie w przeszłości cytowany w licznych publikacjach, niemniej w tym miej-

<sup>1</sup> Kodeks, w którym została umieszczona omawiana kronika, powstał na zlecenie Piotra z Szamotuł ok. roku 1470, stąd umowna nazwa „dopełnienia”.



Rys. 3. Przebieg pasa zaćmienia całkowitego 7 czerwca 1415 r. w Europie (Źródło: NASA)

scu wypada go omówić raz jeszcze. Świadkiem zdarzenia był sam król Władysław Jagiełło, który w owym czasie odbywał długą (aż półroczną!) podróż po wschodnich prowincjach królestwa. Ostatni jej etap — powrotny — rozpoczął się w Śniatyniu (dziś na południowo-wschodniej Ukrainie), skąd król udał się w kierunku Podola i dalej przez Krzemieniec i Kobryń do Troków na Litwie (rys. 1). Zaćmienie zastało go wraz z całym orszakiem na dzisiejszej Białorusi. Oto, jak to zdarzenie opisał Jan Długosz:

„Kiedy z Kobrynia jechał do Myta<sup>1</sup>, w piątek po oktawie Bożego Ciała, w godzinie pacierzy kaplańskich tercja zwanych przypadło wielkie zaćmienie słońca, które jako niespodziewane, króla i wszystkich, którzy z nim jechali, w wielkie zadziwienie, a potem w bojaźń przesądną wprawiło. Tak bowiem ciemna stała się pomroka, że ptaki nagły ćma przeleknione na ziemię upadały, a gwiazdy jakby w nocy świeciły. Nie mogąc jechać dla wielkiej ciemności, przymuszony był król Władysław zatrzymać się chwilę na gościńcu, póki zaćmienie słońca nie minęło.”

<sup>1</sup> Miejscowość nad rzeką Dzitwą niedaleko Lidy.

Długosz po latach otrzymał cytowane informacje zapewne od naocznego świadka zdarzenia lub też korzystał z nieistniejących już dziś źródeł pisanych (sam nie mógł być świadkiem zaćmienia, gdyż nastąpiło ono w roku, w którym się urodził). W każdym razie opis wydaje się być wiarygodny i dokładny, a obserwujący zjawisko znaleźli się niemal w centrum pasa całkowitości (tab. 2). Był również skrótnie brany do późniejszych zapisków historycznych różnych autorów, jednak bez podania dokładnych okoliczności, a nawet w rezultacie tego przypisywany bezkrytycznie kronikarzom krakowskim (tak postąpił np. Friedrich K. Ginzel w roku 1883, oceniając informację na temat omawianego zaćmienia, zawartą w kronice Macieja z Miechowa, a będącą skróconą kopią tekstu Długosza).

W niektórych zachowanych źródłach historycznych brak jakiekolwiek wzmianki na temat omawianego

zjawiska. Nie wspominają o nim np. źródła z Krakowa (mimo iż doszło tam do krótkiego zaćmienia całkowitego, ostatniego do tej pory), Rocznik Świętokrzyski czy kronika kanoników regularnych z Kłodzka. Tym cenniejsze są zachowane i omówione wyżej źródła historyczne.



Dr hab. inż. Marek Zawiński jest członkiem Polskiego Towarzystwa Miłośników Astronomii od 1972 r. (Oddział Łódzki). Od wielu lat pełni funkcję przewodniczącego Sekcji Obserwacji Pozycji i Zakryć PTMA. Aktywny obserwator zjawisk zakryciowych, kolekcjoner i badacz historycznych obserwacji zaćmień słońecznych i księżycowych oraz zakryć gwiazd przez Księżyce.

Kontakt	UT	Wys. Słońca
Początek	5:18.3	27°
Maksimum	6:19.7	36°
Koniec	7:25.0	46°

Czas trwania fazy całkowitej: 3°24', wielkość fazy 1,017

Tabela 2. Okoliczności zaćmienia w Kobryniu wg dzisiejszych obliczeń

# Prowadzisz badania naukowe?

Startuj w EUCYS!



Odkrycia  
Festiwal  
Młodych  
Badaczy

Centrum  
Nauki  
Copernik

## Wszystkich Młodych Badaczy

– MATEMATYKÓW, INFORMATYKÓW, CHEMIKÓW, FIZYKÓW, BIOLOGÓW, KONSTRUKTORÓW, EKONOMISTÓW I SOCJOLOGÓW – serdecznie zachęcamy do szukania problemów badawczych i przygotowywania prac, które będą mogli zgłosić jesienią do następnej edycji Konkursu Prac Młodych Naukowców UE (European Union Contest for Young Scientists).

Podczas finałów odbywających się corocznie późnym latem setka nastoletnich naukowców z kilkudziesięciu krajów spotyka się, by porozmawiać o łączących ich pasjach i zaprezentować wyniki swoich badań. Udział w konkursie to wspaniały początek kariery akademickiej. Najlepsi młodzi uczeni Europy mają okazję zdobyć prestiżowe nagrody, w tym staże w czołowych europejskich ośrodkach badawczych.

dowiedz się więcej: [www.fundusz.org/konkurs](http://www.fundusz.org/konkurs)

Krajowy Organizator EUCYS



Patronat medialny



Fundatorzy nagród



Najtaniej w sklepie internetowym Uranii:  
<http://sklep.pta.edu.pl>

# Poczytaj, sprawdź, pomyśl...

**Niepokorny samouczek astronomii  
Andrzejego Branickiego — książka,  
jakiej jeszcze na świecie nie było!**

Popularyzacja wiedzy astronomicznej, prowadzona w różnych formach, odbywa się z użyciem nowoczesnych środków przekazu. Ukazuje się wiele ciekawych, znakomicie ilustrowanych książek i czasopism, opisujących różne zagadnienia astronomiczne. Popularnonaukowe kanały telewizyjne emitują wiele filmów i programów o tematyce astronomicznej. Wielkim powodzeniem cieszą się planetaria. Jednak dla wielu osób spojrzenie na niebo za pomocą teleskopu astronomicznego czy nawet niewielkiej lunety ma znaczenie szczególne. Gdy obserwatoria astronomiczne otwierają swe bramy dla szerokiej publiczności, przychodzą tysiące ludzi, by na własne oczy zobaczyć Księżyc, planety i inne obiekty, choć ich obraz na zdjęciu w książce czy w filmie jest znacznie piękniejszy niż ten, który zobaczą w lunecie. Wielu kupuje lunety i małe teleskopy, sobie

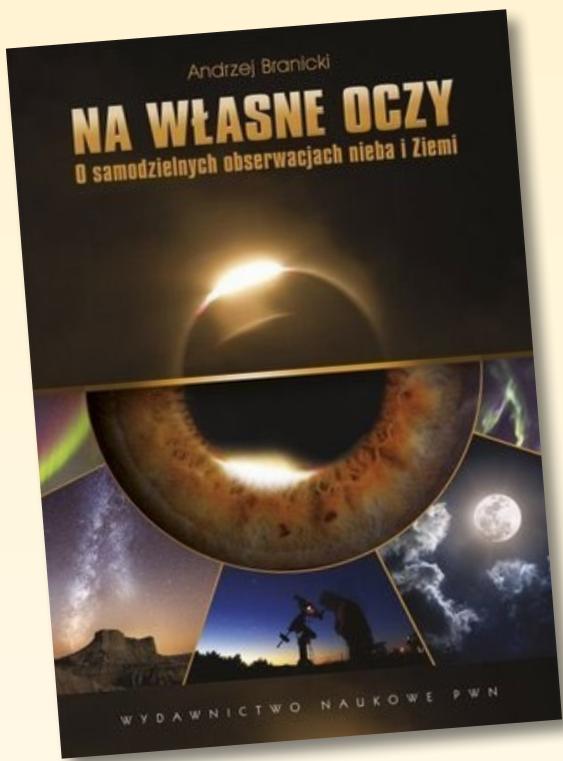
i swym dzieciom, by samodzielnie obserwować niebo. Jednak często, po krótkim czasie fascynacji oglądanymi obiektami, dochodzi do znudzenia, bo okazuje się, że posiadanie własnego teleskopu to za mało, trzeba jeszcze

micznych jest książka Andrzeja Branickiego zatytułowana „Na własne oczy. O samodzielnego obserwacjach nieba i Ziemi” wydana przez Wydawnictwo Naukowe PWN w 2014 roku.

**Szerokim łukiem omijaj encykopedyczne dane i natłok najświeższych doniesień, popatrz na świat od nowa, sceptycznie, nie dowierzając podręcznikom, niemal tak, jakbyś poznawał go od nowa!**

wiedzieć, co i jak obserwować. Czego jeszcze można dowiedzieć się o obiektach niebieskich, co można samemu zbadać, pomierzyć, używając stosunkowo prostego instrumentu.

Znakomitą pomocą dla amatorów samodzielnego obserwacji astrono-



**A**ndrzej Branicki jest doświadczonym dydaktykiem astronomii. Na wydziale fizyki Uniwersytetu w Białymostku, gdzie pracuje od wielu lat, zbudował obserwatorium astronomiczne wyposażone w kilka teleskopów służących głównie do celów dydaktycznych. Studenci, późniejsi nauczyciele fizyki i astronomii, zdobywają tam praktyczne umiejętności wykonywania różnego typu obserwacji astronomicznych. Kilka lat temu Andrzej Branicki napisał książkę „Obserwacje i pomiary astronomiczne dla studentów, uczniów i miłośników astronomii” wydaną przez Wydawnictwa Uniwersytetu Warszawskiego. Zawarł w niej szczegółowy opis ćwiczeń

i pomiarów obserwacyjnych, które wykomują studenci pod jego kierunkiem.

W pewnym sensie kontynuacją tamtej książki jest ta najnowsza: „Na własne oczy”. Choć dotyczy ona także wykonywania obserwacji astronomicznych, jest zupełnie inna, inaczej napisana, skierowana do innego odbiorcy, pod wieloma względami nietypowa, wyjątkowa. We „Wstępie” autor zwraca się do czytelnika takimi słowami, znakomicie ilustrującymi przesłanie zawarte w książce: „Moim zamiarem jest pokazanie Ci ścieżki omijającej szerokim łukiem encyklopedyczne dane i natłok najświeższych doniesień o dokonaniach astronomów, skłonienie Cię do popatrzenia na świat od nowa, sceptycznie, niezupełnie dowierzając podręcznikowej wiedzy, niemal tak, jakbyś poznawał go od nowa. Chciałbym ośmielić Cię do spotkań sam na sam z wielkim światem przyrody, pomóc Ci zobaczyć go na własne oczy i ogarnąć własną myśl.”

**U**kład rozdziałów książki jest dosyć typowy, bo pierwsze z nich dotyczą Ziemi, potem Słońca i Księżyca, dalej planet, gwiazd i Galaktyki aż po cały Wszechświat, a ostatni, dwunasty rozdział poświęcony jest życiu na Ziemi i poza nią oraz astrobiologii.



Andrzej Branicki — skromny autor wielkiego dzieła podczas Walnego Zjazdu Delegatów PTMA w maju 2014 r. w Białymostku. Zdaniem „Uranii”, książka „Na własne oczy” zasługiwałaby na czytelników na całym świecie. Astronomów, miłośników astronomii i organizacje pozarządowe posiadające kontakty z wydawnictwami w językach angielskim, chińskim, niemieckim, francuskim, rosyjskim i innych prosimy o ewentualny kontakt

Uzupełnieniem są dodatki zawierające niezbędne przypomnienia, uwagi, porady oraz zestaw podstawowych wielkości fizycznych i astronomicznych.

Bardzo nietypowy i zarazem ciekawy jest natomiast układ zawartości poszczególnych rozdziałów. Nie zawierają one prostych instrukcji wykonania obserwacji określonych obiektów, których dany rozdział dotyczy. Każdy z nich składa się z trzech zasadniczych części zatytułowanych kolejno: „Poczytaj”, „Sprawdź” oraz „Pomyśl”.

W części „Poczytaj” autor zaopatruje czytelnika w niezbędną wiedzę. Robi to w sposób bardzo przystępny, ale jednocześnie precyzyjny, używając wzorów matematycznych tam, gdzie jest to niezbędne do zrozumienia omawianego zagadnienia oraz wykonania i opracowania proponowanych pomiarów i obserwacji. Na przykład w rozdziale „Słońce” omawia następujące zagadnienia: Jak jest daleko? Jak jest wielkie? Jak mocno grzeje? Słońce gwiazdą? Półcień. Jak je obserwować? Na co zwrócić uwagę. Plamy, pochodnie — przejawy zmian aktywności Słońca. Rotacja. Pociemnienie brzegowe.

Kolejna część każdego z rozdziałów zatytułowana „Sprawdź” zawiera propozycje wykonania samodzielnych obserwacji o różnej skali trudności,

niektóre bardzo ambitne, dalekie od typowych, standardowych. W rozdziale o Słońcu pojawiają się takie propozycje obserwacji, jak: Wyznaczanie odległości do Słońca, Jak wyznaczylbym stałą słoneczną, czy Badanie rotacji Słońca. Wszystkie propozycje pomiarów i obserwacji są dokładnie opisane, łącznie ze sprzętem niezbędnym do ich wykonania. Uzupełnione jest to instrukcjami potrzebnymi do redukcji i właściwej interpretacji przeprowadzonych obserwacji.

Zupełnie unikatowe w tego typu książkach są trzecie, końcowe części poszczególnych rozdziałów. To krótkie, kilkustroniczowe opowiadania, eseje, łączące się w dwa główne cykle nazwane przez autora „Sen” oraz „Rzeka”. Opowiadania te przedstawiają różne treści astronomiczne w formie raczej niespotykanej nawet w książkach popularnonaukowych. Andrzej Branicki ujawnił swój talent literacki, opisując bardzo plastyczne ukochane obiekty i pojęcia astronomiczne. Znakomity pomysł!

**O**mawiana książka jest przeznaczona dla szerokiego grona odbiorców zainteresowanych astronomią, w szczególności tych, którzy chcą obserwować niebo, jednak skierowana przede wszystkim do tych, którzy już mają za sobą proste obserwacje polegające na oglądaniu czy nawet fotografowaniu różnych obiektów, a chcą wykonać bardziej wyrafinowane, dające więcej satysfakcji, samodzielne pomiary i obserwacje. Autor ujmuje to tak: „Książka powstała z myślą o tych, którzy swoich astronomicznych zainteresowań nie chcą ograniczyć do konsumpcji informacyjnej papki, którzy mają czasem ochotę to i owo zobaczyć na własne oczy, sprawdzić, w czym się upewnić.” Takim miłośnikom astronomii, ambitnym uczniom, nauczycielom, a nawet twórczym studentom, gorąco tę znakomitą książkę polecam.

Edwin Wnuk

Andrzej Branicki

„Na własne oczy. O samodzielnych obserwacjach astronomicznych”, Wyd. I,  
Wydawnictwo Naukowe PWN,  
Warszawa 2014, s. 465



# Praca nagrodzona na Ogólnopolskim Młodzieżowym Seminarium Astronomicznym 2014

## Pływy na Bałtyku

Nina Bąkowska

**Dość powszechnie panuje przekonanie, że na Bałtyku jako płytka i śródlądowa morza zjawiska pływowe nie występują bądź pozostają niezauważalne. Tymczasem zgromadzone przez gimnazjalistkę dane sugerują, iż różnice pomiędzy przypływami syzygijnymi i odpływami kwadratowymi mogą wynosić nawet 30 cm. (Red.)**

### FAZY KSIĘŻYCA

Każdy może gołym okiem zobaczyć Księżyca. Jednak co widzimy, obserwując naturalnego satelitę naszej planety? Widzimy jego część, od której aktualnie odbijają się promienie słoneczne i docierają do nas. Jako że Księżyca oprócz ruchu obrotowego wokół własnej osi wykonuje także ruch obiegowy wokół Słońca razem z Ziemią, to zmienia się sposób jego oświetlenia przez Słońce. Na przykład, gdy Księżyca znajduje się między Słońcem a Ziemią, jest on dla nas niewidoczny, gdyż odbite promienie słoneczne wracają z powrotem w kierunku Słońca. Jednak w miarę przesuwania się Księżyca w kierunku przeciwnym do Słońca, coraz większa część odbitych promieni staje się widoczna z Ziemi. To właśnie tę stopniową zmianę wielkości obszaru Księżyca, który jest widoczny na Ziemi, nazywamy fazami księżyca lub lunacją. Dodać należy, że podczas obiegu Księżyca wokół Ziemi, czyli podczas miesiąca syderycznego, który trwa średnio 27,3217 doby, widzimy zawsze tę samą (oświetloną czy nie) połowę Księżyca. A dzieje się to z tej przyczyny, że miesiąc syderyczny trwa dokładnie tyle samo, co obrót Księżyca wokół własnej osi.

Zgodnie z tym wyróżniamy cztery podstawowe fazy Księżyca:

**NÓW** — wówczas Księżyca jest niewidoczny z Ziemi, gdyż znajduje się w położeniu najbliższym Słońca (kolejność Ziemia — Księżyca — Słońce). Księżyca jest zatem zwrócony do nas swoją nieoświetloną półkulą.

**PIERWSZA KWADRA** — Księżyca przebył już  $\frac{1}{4}$  swojej orbity i widzimy dokładnie połowę tarczy — wschodnią z punktu widzenia obserwatora na Księżyco. Z Ziemi część oświetloną chyli się nad wieczornym, zachodnim horyzontem i przybiera idealny kształt litery „D”.

**PEŁNIA** — widzimy całą tarczę Księżyca, gdyż znajduje się on po przeciwniej stronie Ziemi niż Słońce.

**TRZECIA (albo OSTATNIA) KWADRA** — nad wschodnim horyzontem na Ziemi widzimy znowu połowę tarczy Księżyca, ale tym razem zachodnią.

Między nowiem a pierwszą kwadrą Księżyca zaczyna się odchyłać z pozycji najbliższej Słońcu. Mówimy wtedy, że Księżyca „przybywa”. Z dnia na dzień zaczynamy widać większą część jego wschodniej tarczy, która przypo-

mina kształtem literę „D” — zatem Księżyca „D” opełnia się, powiększa.

Natomiast między pierwszą kwadrą a pełnią Księżyca co raz bardziej przypomina kształtem koło i stopniowo odsłania całą zachodnią połowę swej tarczy. Wyraźnie obserwujemy też okres między pełnią a drugą kwadrą, kiedy Księżyca zaczyna „ubywać”, a swoim kształtem coraz mniej przypomina koło. No i między trzecią kwadrą, a ponownym nowiem Księżyca ubywa coraz bardziej, przypomina kształtem literę „C” — gdyż „C” ofa się, zmniejsza.

Zatem wiemy już, że powierzchnia Księżyca jest cały czas taka sama, zmienia się tylko obraz, który dociera do nas. Obrazem tym jest jego obszar oświetlony, kiedy to pozostała część pozostaje zaciemniona — niewidoczna dla nas. I to właśnie tę linię, wzdułż której przebiega granica pomiędzy cieniem a obszarem oświetlonym, nazywamy terminatorem.

Wymienione fazy Księżyca cyklicznie się powtarzają, a całość tego cyklu — czyli okres np. od nowiu do nowiu trwa 29,531 doby — i jest to tak zwany MIESIĄC SYNO-DYCZNY. Poznaliśmy już miesiąc syderyczny — gwiazdowy, określający czas obiegu Księżyca wokół Ziemi. Widzimy, że miesiące te różnią się o ok. 2 doby. Przyczyną tej różnicy jest poruszanie się Księżyca wraz z Ziemią wokół Słońca. Miesiąc gwiazdowy mówi, po jakim czasie Księżyca ponownie pojawi się na sferze niebieskiej na tle tych samych gwiazd. Z kolei miesiąc synodyczny określa czas, po którym Księżyca przejdzie pełen cykl wszystkich faz i znajdzie się w tym samym położeniu w odniesieniu do Słońca, co na początku cyklu.

### OBSERWACJE

Aby wyznaczyć fazy Księżyca, przeprowadziłam obserwacje tego zjawiska. Nieomal codziennie, o podobnej godzinie wykonywałam zdjęcie tarczy Księżyca, posługując się teleskopem znajdującym się na Teneryfie. Dzięki możliwościom, jakie udostępniła Wirtualna Akademia Astronomii\*, udało mi się dostrzec wszystkie zmiany faz naszego naturalnego satelity w ciągu jednego miesiąca.

Obserwacje rozpoczęłam 5 maja 2014 roku. Wówczas to Księżyca znajdował się w fazie między nowiem a pierwszą kwadrą. 6 maja Księżyca zdecydowanie „przybyło” — ter-

\*Realizowany we wszystkich województwach program Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego w sposób wzorcowy został wykorzystany w województwie opolskim, gdzie pod egidą Uniwersytetu Opolskiego i Opolskiego Towarzystwa Przyjaciół Nauk powstała na bazie projektu Wizualna Akademia Astronomii wciąż działa: <http://www.fizyka.uni.opole.pl/odkrywca>. Spiritus movens tych działań w opinii większości uczestników na poziomie szkół podstawowych, gimnazjalnych i ponadgimnazjalnych jest nasza koleżanka z UO dr Katarzyna Książek (red.).



minator przesunął się na zachód. Wreszcie 7 maja widziana przez nas wschodnia tarcza przybrała kształt litery „D”, zatem Księżyc osiągnął fazę pierwszej kwadry.

8 maja Księżyc wszedł w fazę między pierwszą kwadrą a pełnią. W czasie kolejnych dni Księżyc coraz bardziej przypominał koło i stopniowo odsłaniał zachodnią połowę swojej tarczy.

13 maja Księżyc przybiera niemal kształt koła, a 15 maja możemy obserwować fazę pełni Księżyca. Cała tarcza jest oświetlona.

16 maja obiekt wchodzi w fazę między pełnią a trzecią kwadrą — zaczyna ubywać wschodniej części tarczy. 20 maja ubyla już niemal cała wschodnia tarcza Księżyca. Obiekt zbliża się do fazy drugiej kwadry, którą najwyraźniej osiąga między 21 a 23 maja. Później terminotor przesuwa się na zachód. Księżyc znajduje się w fazie między trzecią kwadrą a nowiem, przypomina kształtem literę „C”. 26 maja widoczna jest już tylko mała część zachodniej tarczy. Natomiast 27 maja Księżyc wszedł w fazę nowiu, czyli stał się dla nas niewidoczny.

### PŁYWy SYZYGIJNE I KWADRATUROWE

Księżyc w dużej mierze oddziałuje na Ziemię. Dowodem tego są zjawiska zwane pływami, czyli regularnie powtarzające się podnoszenie i opadanie poziomu wody w morzach i oceanach.

Odpowiedzialne za te ruchy są siły grawitacyjne Słońca i Księżyca. Wpływ Słońca jest ok. dwukrotnie mniejszy z racji nieporównywalnie większej odległości. Szczególnie silne jest oddziaływanie Księżyca na cząsteczki wody znajdujące

się aktualnie po jego stronie. W takim właśnie momencie następuje spiętrzenie wód przez napływanie ich z innych miejsc — czyli powstaje przypływ.

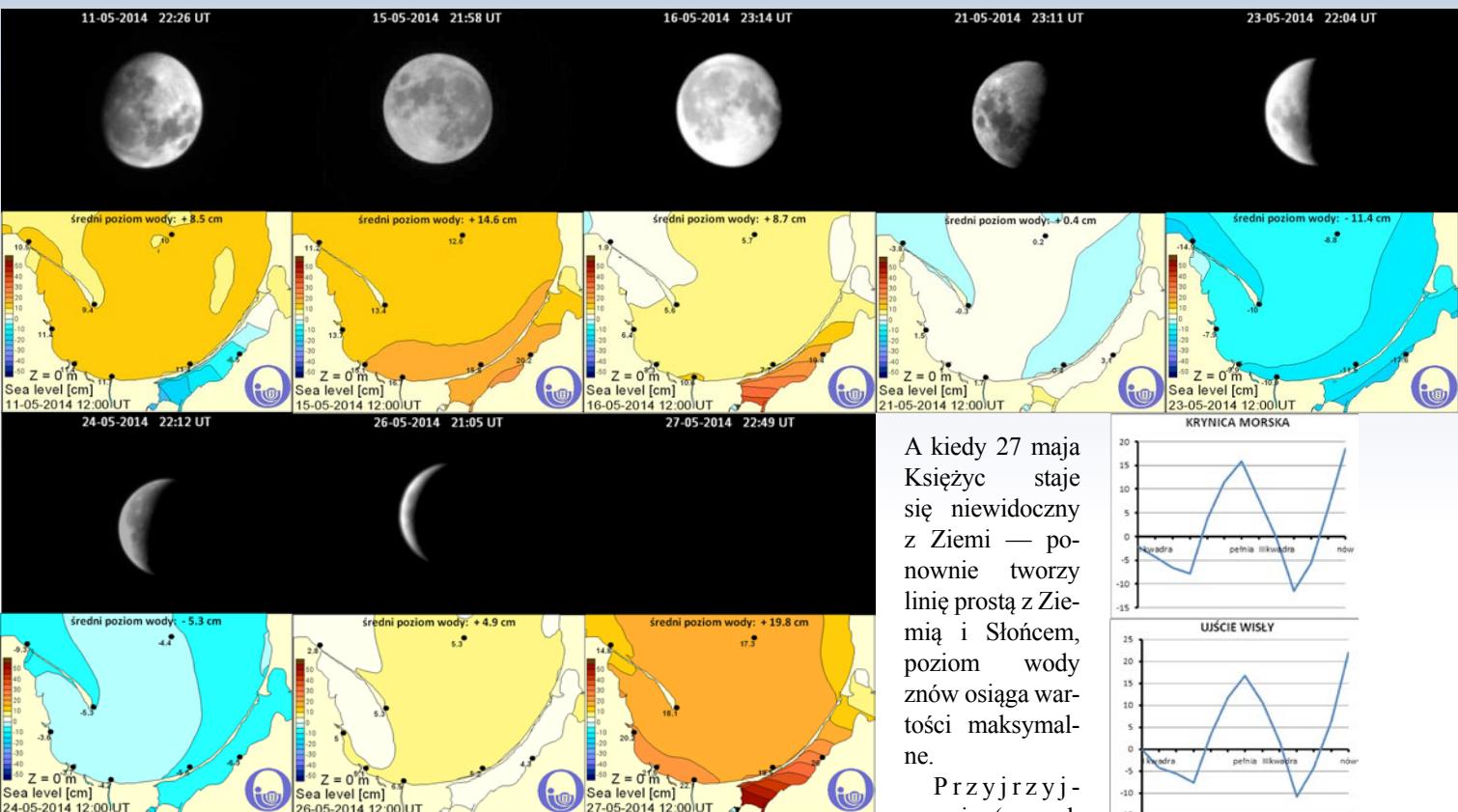
Chociaż Księżyc oddziałuje na całą naszą planetę, to wiemy już, że z dużo mniejszą siłą działa na cząsteczki wody znajdujące się po przeciwnie — najbardziej oddalonej od niego stronie Ziemi. Jednak w takim miejscu działa wówczas siła odśrodkowa wywoływana obrotem układu Ziemia-Księżyc wokół wspólnego środka masy, która także sprzyja powstawaniu przypływów. Jednocześnie na przeciwnie do przypływów miejscach Ziemi występuje obniżenie się poziomu wód — czyli odpływy. Występowanie pływów zależy zatem od położenia Księżyca względem Ziemi podczas jej obrotu dobowego i powtarza się ze względu na ruch obiegowy Księżyca co około 13 (a nie 12) godzin.

Natomiast wielkość zjawiska pływów jest uzależniona od położenia Słońca i Księżyca w stosunku do Ziemi. Kiedy wszystkie trzy ciała niebieskie znajdują się w przybliżeniu na jednej linii, a ma to miejsce podczas nowiu i pełni Księżyca, wówczas ich przyciąganie sumuje się i pływy osiągają największą amplitudę. Są to tzw. pływy syzygijne.

Najmniejsze pływy, określane jako kwadraturowe, występują, gdy Księżyc jest w I i III kwadrze. Wówczas to Księżyca, Ziemia i Słońce tworzą kąt prosty.

Najlepiej widoczna fala pływów występuje w pobliżu wybrzeży, a zwłaszcza w zatokach i cieśninach, gdyż tam ulega ona spiętrzeniu. Chociaż w morzach zamkniętych pływy nie osiągają imponujących wielkości, to w południowym Bałtyku również można zaobserwować ich nie-wielką amplitudę.





### POZIOM WODY W ZATOCE GDAŃSKIEJ

Aby zbadać zależność wpływu faz Księżyca na poziom wody, przeanalizowałam mapy odchyłek od średniego poziomu morza publikowane codziennie na stronie <http://augusty-na.pl/prognozy/woda.php> na podstawie danych uzyskanych przez Instytut Oceanografii Uniwersytetu Gdańskiego (<http://www.ocean.ug.edu.pl/pages/wersja-polska/o-instytucie.php>)

Na mapach został przedstawiony poziom wody w Zatoce Gdańskiej, zapisywany codziennie o 12.00 UT. Obliczyłam średni jej poziom w poszczególnych dniach. Na rysunku u dołu zestawiono tylko te mapy i zdjęcia Księżyca, które są dostępne tego samego dnia.

### WYNIKI I PODSUMOWANIE

Analizując powyższe dane, można zaobserwować, iż w dniach 6–8 maja poziom wody w Zatoce Gdańskiej spadł, aż osiągnął swój poziom najniższy. W tym samym czasie Księżyca osiągnął fazę pierwszej kwadry. W kolejnych dniach poziom wody wzrósł, przyjmując wartości dodatnie, a w tym samym czasie Księżyca przechodził przez fazę między pierwszą kwadry a pełnią, by w końcu osiągnąć pełnię. 15 maja podczas pełni poziom wody osiągnął wartości maksymalne, gdyż wszystkie 3 ciała niebieskie utworzyły linię prostą i siły przyciągania Księżyca i Słońca się zsumowały. Z kolei kiedy Księżyca 16 maja zszedł z linii prostej ze Słońcem — zmalała też wielkość siły przyciągania i tym samym spadł poziom wody. 21 maja poziom wody spadł nadal, by osiągnąć swój najniższy poziom 23 maja — wówczas to Księżyca osiągnął fazę drugiej kwadry i przeszedł w fazę między drugą kwadrą a nowiem. 24–26 maja to stopniowe podnoszenie się poziomu wody, a w tym czasie Księżyca zbliża się do fazy nowiu.

A kiedy 27 maja Księżyca staje się niewidoczny z Ziemi — ponownie tworzy linię prostą z Ziemią i Słońcem, poziom wody znów osiąga wartości maksymalne.

Przyjrzymy się (rysunek obok), jak zmieniał się poziom wody w poszczególnych dniach obserwacji we wszystkich punktach-miejscach pomiaru w Zatoce Gdańskiej. Jak widać, zjawisko nie jest przypadkowe, gdyż nie w jednym, lecz we wszystkich badanych punktach przybiera podobne wartości. W takim wypadku najlepiej uzyskaną zależność będzie pokazywać przebieg uśrednionych wartości poziomu wody w Zatoce (rysunek poniżej). Podsumowując zebra-

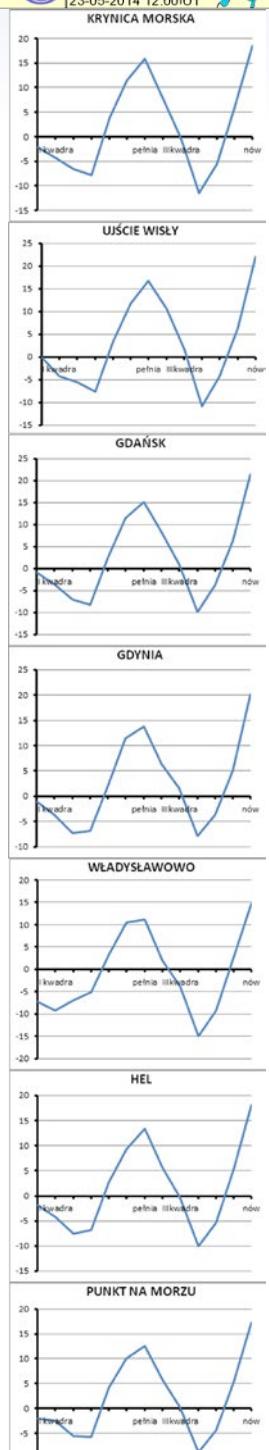
ne przeze mnie dane oraz przeprowadzone obserwacje, mogę stwierdzić, iż istnieje zależność

pomiędzy następującymi po sobie fazami Księżyca a poziomem

wód na Bałtyku. Wahania poziomu wody w Zatoce Gdańskiej

w ciągu miesiąca synodycznego

osiągają amplitudę 25–30 cm.



# NINA!

## – największe odkrycie „Szkolnej przygody z astronomią 2014”

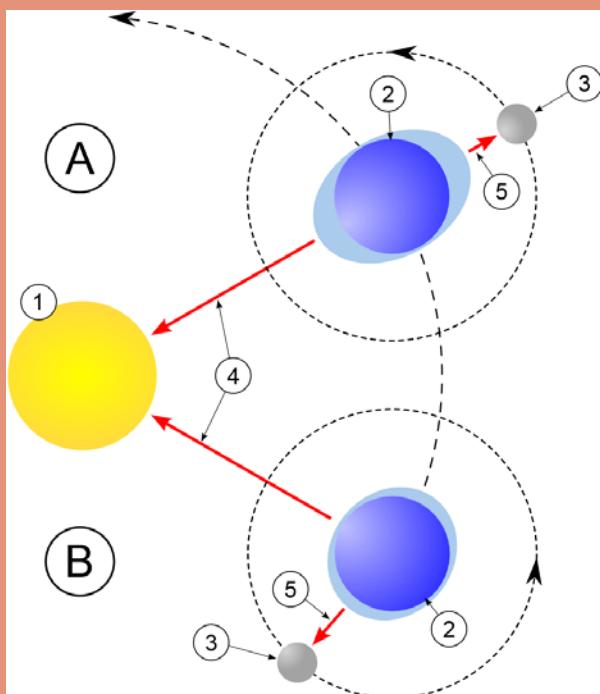
Nina Bąkowska — autorka przedstawionego tutaj z niewielkimi skrótkami artykułu — to moje największe odkrycie astronomiczne od czasu wskazania, w poprzedniej dekadzie, najbliższej Ziemi mikrosoczewki grawitacyjnej. Mówiąc poważnie, Nina i jej praca, to jeden z najciekawszych i niespodziewanych rezultatów ubiegłorocznego Konkursu „Nasza szkolna przygoda z astronomią”. Jej ówczesna szkoła, Publiczne Gimnazjum w Pokoju na Opolszczyźnie, zdobyło Grand Prix naszego Konkursu 2014. Astronomiczna aktywność młodzieży z Pokoju zdecydowanie przerastała wszystkie inne nadesłane dokumentacje. Na tym tle wyróżniały się dwie, sporządzone jeszcze w drugiej klasie gimnazjum, badawcze prace Nin. Zaprezentowana tu praca poświęcona pływom od razu zdumiała mnie dojrzałością postawienia problemu naukowego i urzekła próbą jego rozwiązania. W ostatniej chwili skorzystałem więc z trochę pozaregulaminowej możliwości zaproszenia Ninę do Grudziądza na Ogólnopolskie Młodzieżowe Seminarium Astronomiczne. Wsparł mnie w tym drugi z jurorów „Naszej przygody” i jednocześnie kierownik OMSA, Sebastian Soberski. Nie sposób nie wymienić Marzenę Draszczuk, nauczycielki i opiekunki Nin, dzięki której obydwie mogły niemal z dnia na dzień pojawić się w Grudziądzu. Pomimo że OMSA jest adresowane do licealistów, Nina bez żadnych kompleksów publikowaną tu pracę przedstawiła i zdobyła III miejsce. Na dokładkę, w opinii Przewodniczącego Jury OMSA, Henryka Brancewicza, również drugi, poświęcony aktywności słonecznej referat wygłoszony przez Ninę w sesji pozakonkursowej, też zasługiwałby na nagrodę. Dziś Nina uczy się już w liceum w Opolu, ale chodzą słuchy, że w gimnazjum w Pokoju ma być stawiane obserwatorium harwardzkie... To będzie wspólny sukces „Uranii”, Nin, jej koleżanki i nauczycieli.



W Grudziądzu i w Pokoju, gdzie zawiozłem nagrody, miałem okazję kilka razy rozmawiać z Niną, wskazując pożąданie uściśnięcia w jej pracy. Widząc wagę problemu, który próbuje rozwiązać, rozmawiałem jak z prawdziwą uczoną (albo co najmniej studentką) zapominając, że mam do czynienia z dziewczynką, o warsztacie matematycznym i informatycznym odpowiadającym jej wiekowi. Cóż bowiem takiego tak naprawdę określiła Nina? Widać to na rysunku (źródło: Wikipedia). Jak wynika z pracy, dostępne w Internecie dane dostarczały jej wartości poziomu morza w Zatoce Gdańskiej o godzinie 12 UT. Biorąc pod uwagę, że w maju już obowiązuje czas letni, oznacza to, że Słońce nad Zatoką Gdańską jest już około 2 godzin po górowaniu, czyli po maksymalnej fazie oddziaływania pływowego. Jednocześnie na rysunku widzimy, że w prawdziwe południe lokalne pływy kwadraturowe powinny być w fazie maksymalnego odpływu. Dane Ninę dotyczą momentu ok. 2 godziny późniejszego. W ten otwarty sposób, nie obserwując dwukrotnych zmian dobowych (co ok. 13 godzin), Nina wyznacza różnicę między „prawie maksymalnym przypływem” i „prawie maksymalnym odpływem”. Warto jednak zauważyć, że wzięte przez Ninę dane z map Instytutu Oceanografii Uniwersytetu Gdańskiego to nie są obserwacje (pomiary!), lecz wyniki modelu zachowania morza!!! Jak się wydaje, praca Ninę pokazuje, że oceanografowie z Gdańskiego opracowali rzeczywiście perfekcyjny model. Jest to jednocześnie znakomite wyzwanie dla badaczy, którzy do oryginalnych, pomiarowych danych będą potrafiли dotrzeć.

Nina, być może na szczęście, nie zna jeszcze pojęcia odchylenia standardowego, dlatego pokazuję nam przebiegi poziomu morza na wszystkich 7 stacjach, choć wystarczyłby wynik uśredniony dla całej Zatoki wraz z wartością błędu. Najbardziej mi żał, że opracowane w postaci wykresów wyniki, argumenty na osi odciętych prezentują w postaci numeru kolejnej komórki w tabeli pomiarowej (tu prezentujemy tylko mapy z danymi) zamiast płynnej skali czasu z pustymi obserwacjami w momentach bez pomiarów i obserwacji. To bardzo częsty błąd popełniany nawet przez młodych studentów. Z tego powodu na oryginalnym rysunku autorki ze „średnim poziomem wody w Zatoce Gdańskiej” opisaliśmy oś x-ów poszczególnymi datami. Temat nie jest więc jeszcze do końca rozwiązany. „Urania” poszukuje kolejnych śmiałyków, którzy zechą dotrzeć do danych pomiarowych (nie modelowych) i nadal zająć się tym tematem.

Maciej Mikołajewski





# OMSA

## Ogólnopolskie Młodzieżowe Seminarium Astronomiczne

Największy taki konkurs organizowany w Polsce od 1974 roku

### Astronomia to Twoja pasja?

Opisz swoją astronomiczną pracę badawczą: obserwacje nieba, program komputerowy, opracowanie wybranego zagadnienia.

### Opowiedz o niej w 15 minut!

NAUKOWA PRZYGODA  
ATRAKCYJNE NAGRODY - TELESKOPY 8"-12"  
ASTRONOMICZNE PRZYJAŹNIE  
PUBLIKACJE W URANII

[www.planetarium.grudziadz.pl/omsa](http://www.planetarium.grudziadz.pl/omsa)

Nadsyłanie prac pisemnych (3-10 stron)

1 stycznia - 6 lutego 2017

INFO: [www.planetarium.grudziadz.pl/omsa/wojewodzkie](http://www.planetarium.grudziadz.pl/omsa/wojewodzkie)

Finały wojewódzkie

13 - 28 lutego 2017

INFO: [www.planetarium.grudziadz.pl/omsa/wojewodzkie](http://www.planetarium.grudziadz.pl/omsa/wojewodzkie)

Finał ogólnopolski

23 - 25 marca 2017

Planetarium i Obserwatorium Astronomiczne w Grudziądzu



OLSZTYNSKIE PLANETARIUM  
I OBSERWATORIUM  
ASTRONOMICZNE



WOJEWÓDSTWO  
KUJAWSKO-POMORSKIE



URZĄD MIEJSKI  
w Grudziądzu



Krajowy  
Fundusz  
na rzecz Dzieci



Jak trafić na OMSA do Grudziądza?

WMSA

# Wojewódzkie Młodzieżowe Seminarium Astronomiczne

Każdego roku około pierwszego dnia wiosny młodzi miłośnicy rozwieździonego nieba z całego kraju spotykają się w Planetarium i Obserwatorium Astronomicznym w Grudziądzu. Już od ponad czterdziestu lat odbywa się tam finał Wojewódzkich Seminariów Astronomicznych (WMSA), czyli tak zwana OMSA — Ogólnopolskie Młodzieżowe Seminarium Astronomiczne im. Prof. Roberta Głębockiego. Młodzież ze szkół ponadgimnazjalnych (i wyjątkowo gimnazjów) o zainteresowaniach astronomicznych wygłasza krótkie 15-minutowe prelekcje dotyczące astronomii, astronautyki, prezentujące wyniki własnych prac badawczych (obserwacje astronomiczne, autorskie programy komputerowe, astrofotografia, własnoręcznie skonstruowane teleskopy, radioteleskopy i inne przyrządy naukowe) oraz prac teoretycznych opracowań prezentujących wybrane zagadnienia astronomiczne.

Wstępna selekcja do finału ogólnopolskiego odbywa się na etapie wojewódzkim (WMSA). Dwie najlepsze prace w województwie kwalifikowane są do Grudziądza, a ich autorzy uzyskują status prelegenta na OMSA, mogąc je tam zaprezentować. Dwie kolejne osoby również otrzymują zaproszenie na Finał OMSA, ale w charakterze uczestnika-słuchacza. Status „uczestnika-słuchacza” ma bardzo dużo zalet — po prostu młodzi ludzie widzą, jak referują ich rówieśnicy i wyciągają z tego wnioski dla siebie na przyszłość. A doświadczenie uczy, że wcześniejsi „kibice” w kolejnych edycjach seminarium zdobywają często pierwsze miejsca.

Strona konkursu: [www.planetarium.grudziadz.pl/omsa](http://www.planetarium.grudziadz.pl/omsa)



## Jak wziąć udział?

1. Napisać pracę pisemną o objętości od 4 do 10 stron formatu A-4, czyli od 7200 do 18000 znaków.
2. Wysłać do organizatora wojewódzkiego (WMSA) w terminie od 1 stycznia do 6 lutego 2017 r.
3. Lista organizatorów wojewódzkich oraz szczegółowy regulamin konkursu znajduje się na oficjalnej stronie konkursu: [www.planetarium.grudziadz.pl/omsa/wojewodzkie](http://www.planetarium.grudziadz.pl/omsa/wojewodzkie)
4. Komisje wojewódzkie zapraszają autorów najlepszych prac pisemnych na Wojewódzkie Młodzieżowe Seminaria Astronomiczne (WMSA), które będą odbywały się w poszczególnych województwach w terminie od 13 do 28 lutego 2017 r. (dokładną datę wyznaczają organizatorzy wojewódzcy).
5. Podczas Wojewódzkiego Młodzieżowego Seminarium Astronomicznego (WMSA) zakwalifikowane osoby prezentują swoje prace w formie 15-minutowej prelekcji.
6. Autorzy pierwszych czterech miejsc etapu wojewódzkiego WMSA zapraszani są na ogólnopolski Finał, czyli OMSA — Ogólnopolskie Młodzieżowe Seminarium Astronomiczne im. Prof. Roberta Głębockiego, które odbędzie się w dniach od 23 do 25 marca 2017 r.
7. Zdarza się, że województwa nie organizują zawodów regionalnych. Tych, którzy natkną się na taki problem, prosimy o niezwłoczny kontakt na [redakcja@urania.edu.pl](mailto:redakcja@urania.edu.pl) — spróbujemy pomóc kierując do województw ościennych bądź bezpośrednio na eliminacje w Grudziądzu.



## LIX OLIMPIADA ASTRONOMICZNA

W dniach 3–6 marca odbył się finał kolejnej, LIX Olimpiady Astronomicznej. Zawody finałowe tradycyjnie zostały przeprowadzone w Planetarium Śląskim w Chorzowie. W tym roku do zawodów stopnia centralnego zostało zakwalifikowanych 21 uczestników z całej Polski. Licealiści zmierzyli się nie tylko z zadaniami teoretycznymi — pod sztucznym niebem planetarium musieli również wykazać się dobrą znajomością nieba oraz umiejętnościami praktycznymi. Mimo oczekiwania, że w tym roku uda się przeprowadzić zadanie obserwacyjne, pogoda po raz kolejny nie dopisała. Choć na podjęcie ostatecznej decyzji Komitet Główny czekał do ostatniej chwili z nadzieją na poprawę warunków, obserwacje się nie odbyły. Zamiast tego uczestnicy spróbowali swoich sił w analizie danych.

Olimpiada Astronomiczna to jednak nie tylko sprawdzenie własnej wiedzy i rywalizacja o jak najlepszy wynik. Nieodłącznym i równocześnie bardzo istotnym elementem zawodów finałowych jest wspaniała atmosfera panująca wśród uczestników. Jako finalistka tegorocznej Olimpiady szczególnie doceniam możliwość spotkania wielu rówieśników o podobnych zainteresowaniach. Wymiana doświadczeń i wspólnie spędzony czas motywują do dalszego rozwijania naszej pasji, jaką jest astronomia. Cennym doświadczeniem są też dla nas spotkania



Zwycięzcy Olimpiady Zosia Kaczmarek (Liceum Akademickie w Toruniu) na rękach pozostałych Laureatów. Od lewej: Bartosz Dzieciół (6 miejsce, XIII Liceum Ogólnokształcącego w Szczecinie), Mateusz Bronikowski (2 miejsce, I Liceum Ogólnokształcące im. Powstańców Śląskich w Rybniku), Cyryl Waśkiewicz (4 miejsce ex aequo, XIV Liceum Ogólnokształcące im. Stanisława Staszica w Warszawie), Michał Wójcik (3 miejsce, III Liceum Ogólnokształcące im. Adama Mickiewicza w Tarnowie) i Patryk Rachwał (4 miejsce ex aequo, III Liceum Ogólnokształcące im. Adama Mickiewicza we Wrocławiu). Fot. Damian Jabłka

z osobami, które również w dorosłym życiu aktywnie zajęły się tą dziedziną nauki i pokazują, że warto angażować się w to, co nas naprawdę interesuje. Udział w zawodach stopnia centralnego jest przeżyciem, które z pewnością

na długo zapadnie w naszą pamięć.

Warto dodać, że w ostatnim czasie popularność Olimpiady Astronomicznej stale wzrasta. Dwa lata temu liczba uczestników Olimpiady od I etapu wyniosła zaledwie 92 osoby, w zeszłym roku osiągnęła liczbę 117 zawodników, a w tegorocznej edycji wzięło udział aż 137 uczniów. Fakt ten szczególnie cieszy, ponieważ świadczy o rosnącym zainteresowaniu młodzieży astronomią i sukcesie popularyzatorów tej dziedziny nauki.

Wyniki zmagań uczestników zostały ogłoszone w niedzielę 6 marca. Aż sześcioro z nas otrzymało tytuł Laureata Olimpiady. Szkoda więc, że dla jednej osoby zabraknie pewnie miejsca w reprezentacji Polski na 10. Międzynarodową Olimpiadę z Astronomii i Astrofizyki, która tym razem będzie miała miejsce w Indiach i odbędzie się w grudniu tego roku. Wszyscy pozostali uczestnicy otrzymali tytuły Finalisty.

Katarzyna Mikulska (Finalistka)



Wreszcie pojawiło się świąteczko w olimpijskim tunelu! Kultowa dziś książka „25 lat Olimpiad Astronomicznych” doczekała się kontynuacji o kolejną dekadę. Książeczka wydana przy subwencji Ministerstwa Edukacji Narodowej przez Planetarium Śląskie, zawiera treści zadań wszystkich etapów kolejnych 10 Olimpiad wraz z odpowiedziami. Pełne rozwiązania staramy się sukcesywnie publikować w „Uranii” – czekamy na propozycje! Lektura obowiązkowa dla nauczycieli i potencjalnych olimpijczyków. Do nabycia w Planetarium Śląskim i w sklepie Uranii:  
<https://sklep.pta.edu.pl/>.

Zbiór zadań z Olimpiad Astronomicznych XXVI-XXXV pod redakcją Henryka Chrupły, Marka T. Szczepańskiego i Stefana Janty., Wyd. Planetarium Śląskie, 2015, stron 97

## Zadanie zawodów finałowych LIX Olimpiady Astronomicznej (2015/2016)

**Treść zadania:**

Współcześnie, energia promieniowania elektromagnetycznego wypełniającego Wszechświat, stanowi niewielką część energii związanej z materią Wszechświata. Wykaż, że nie zawsze tak było. W tym celu:

a) ustal, jak zmienia się gęstość energii promieniowania i materii barionowej wraz ze zmianą rozmiarów Wszechświata,

b) określ, ile współcześnie wynosi gęstość tych energii, wiedząc, że temperatura promieniowania wynosi 2,7 K i jest to promieniowanie ciała doskonale czarnego (czyli wspomniana gęstość opisana jest wzorem:  $\frac{4\sigma \cdot T^4}{c}$ ), a materia barionowa stanowi 5% gęstości krytycznej, wynoszącej:

$$\frac{3H^2}{8\pi G}.$$

c) uwzględniając dane z punktów a) i b), znajdź wartość przesunięcia ku czerwieni  $z$ , dla której gęstość energii promieniowania i energii związanej z materią będą równe.

**Uwagi:**

— wzór opisujący związek przesunięcia ku czerwieni  $z$ , z rozmiarami Wszechświata (czynnikiem skali) ma postać:

$z = \frac{R_w}{R_e} - 1$ , gdzie  $\frac{R_w}{R_e}$  jest stosunkiem rozmiarów Wszechświata (czynników skali) w chwili obecnej ( $R_w$ ) i w chwili emisji fotonu ( $R_e$ ),

— można przyjąć, że w tym przypadku liczba cząstek, w tym fotonów, nie ulega zmianie w trakcie ewolucji Wszechświata.

**Rozwiązywanie zwycięzcyny olimpiady:**

a) Przymajemy, że energia całkowita materii barionowej jest równa jej energii spoczynkowej:  $E_{MB} = m_{MB} \cdot c^2$ . Ponieważ przyjmujemy, że liczba cząstek materii barionowej jest stała,  $m_{MB} = \text{const}$  i  $E_{MB} = \text{const}$ .

$$\eta_{MB} = \frac{E_{MB}}{V} \sim \frac{1}{V} \sim \frac{1}{R^3}$$

Gęstość energii materii barionowej zmienia się więc proporcjonalnie do  $\frac{1}{R^3}$ .

Jak zmienia się gęstość energii promieniowania? Liczba fotonów także jest stała. Jednak ich energia, w przeciwieństwie do energii barionów, zmniejsza się z upływem czasu. Podczas ekspansji Wszechświata wydłużeniu ulegają także fale — a energia fotonu, równa  $\frac{hc}{\lambda}$ , zależy właśnie od długości fali (jest to zjawisko przesunięcia fal ku czerwieni).

Ekspansja przebiega w taki sposób, że długość fali wzrośnie o taki sam ułamek, jak rozmiary całego Wszechświata:  $\lambda \sim R$ . Możemy zobaczyć, że wynika to z wzoru

$$z = \frac{R_w}{R_e} - 1 \quad (\text{po rozwinięciu: } \frac{\lambda_w}{\lambda_e} - 1 = \frac{R_w}{R_e} - 1).$$

Energia każdego fotonu (a więc i łączna energia wszystkich fotonów) zmniejsza się więc tyle razy, ile wzrośnie czynnik skali.

$$\eta_{pr} = \frac{E_{pr}}{V} \sim \frac{\left(\frac{1}{R}\right)}{R^3} = \frac{1}{R^4}$$

Do tych samych wniosków można dojść, korzystając z podanego w zadaniu wzoru:  $\eta_{pr} = \frac{4\sigma T^4}{c}$ .

Z prawa przesunięć Wiena  $T = \frac{b}{\lambda_{max}}$ , a zatem

$$\eta_{pr} = \frac{4\sigma T^4}{c} = \frac{4\sigma b^4}{c \lambda_{max}^4} \sim \frac{1}{\lambda_{max}^4} \sim \frac{1}{R^4}.$$

b) Gęstość energii materii barionowej wynosi obecnie:

$$\eta_{MB} = \frac{E_{MB}}{V} = \frac{m_{MB} \cdot c^2}{V} = \rho_{MB} c^2 = 0,05 \cdot \frac{3H^2}{8\pi G} \cdot c^2 = \\ = 4,14 \cdot 10^{-11} \frac{J}{m^3}$$

Z kolei gęstość energii promieniowania jest równa:

$$\eta_{pr} = \frac{4\sigma T^4}{c} = 4,02 \cdot 10^{-14} \frac{J}{m^3}$$

c) Gęstość energii promieniowania maleje szybciej niż gęstość energii materii barionowej. Wobec tego w przeszłości był moment, w którym ich gęstości były równe. Aby znaleźć przesunięcie ku czerwieni dla tego momentu, nie musimy wyliczać dokładnie, ile wynosiły te gęstości. Wystarczy, że posłużymy się ich stosunkiem, który oznaczę jako  $f$ :

$$f = \frac{\eta_{MB}}{\eta_{pr}}$$

$$f \sim \frac{\left(\frac{1}{R^3}\right)}{\left(\frac{1}{R^4}\right)}$$

$$f \sim R$$

Obecnie stosunek  $f$  wynosi  $\frac{4,14 \cdot 10^{-11}}{4,02 \cdot 10^{-14}} = 1030$ .

Poszukujemy przesunięcia ku czerwieni w momencie, kiedy był on 1030 razy mniejszy — a więc  $R$  musiało być wtedy 1030 razy mniejsze niż dzisiaj. Po podstawieniu do wzoru:

$$z = \frac{R_w}{R_e} - 1 = \frac{R_0}{\left(\frac{1}{1030}\right) R_0} - 1 = 1029 \approx 1000$$

Wartość przesunięcia ku czerwieni, dla której gęstości energii promieniowania i materii barionowej są równe, jest więc bliska 1000.

Otrzymana wartość przesunięcia ku czerwieni jest zadziwiająco wysoka — o wiele większa od rekordowych wartości, jakie obserwujemy. W kosmologii jednak takie przesunięcia ku czerwieni nie są niczym dziwnym. Wynik mówi wiele o skalach, z jakimi się w niej spotykamy (aż 1000-krotna zmiana rozmiarów całego Wszechświata!).

Zofia Kaczmarek

# LX OLIMPIADA ASTRONOMICZNA



VS



Astrolabium czy smartfon?

Weź udział  
w jubileuszowej olimpiadzie,  
a odpowiedź znajdziesz sam!

[www.planetarium.edu.pl/oa.htm](http://www.planetarium.edu.pl/oa.htm)

# PLANETARIUM I OBSERWATORIUM ASTRONOMICZNE im. Mikołaja Kopernika w Chorzowie

## LX Olimpiada Astronomiczna 2016/2017

### INFORMACJE REGULAMINOWE

1. Olimpiada Astronomiczna jest organizowana dla uczniów szkół ponadgimnazjalnych. Mogą w niej jednak także uczestniczyć rekomendowani uczniowie innych szkół (zgodnie z rozdz. II § 3 Regulaminu).

2. Zawody olimpiady są trójstopniowe. W zawodach I stopnia (szkolnych) każdy uczestnik rozwiązuje dwie serie zadań, w tym zadanie obserwacyjne.

3. W pierwszej serii zadań zawodów I stopnia należy nadesłać, do **17 października 2016 r.**, rozwiązania 2 zadań, dowolnie wybranych przez uczestnika, spośród zestawu zawierającego 3 zadania.

4. Uczniowie, którzy prześlą rozwiązania zadań pierwszej serii, otrzymają na adres prywatny tematy drugiej serii oraz przydzielony im osobisty kod uczestnika. Zadania drugiej serii będą również zamieszczone, od 19 października 2016 r., na stronie internetowej olimpiady astronomicznej: [www.planetarium.edu.pl/oa.htm](http://www.planetarium.edu.pl/oa.htm).

5. Rozwiązanie zadania obserwacyjnego należy przesyłać wraz z rozwiązaniami zadań drugiej serii zawodów I stopnia, do **21 listopada 2016 r.** Nadesłanie rozwiązania zadania obserwacyjnego jest warunkiem koniecznym dalszego udziału w olimpiadzie.

6. W przypadku nadesłania rozwiązań większej liczby zadań, do klasifikacji zaliczane będą rozwiązania ocenione najwyższej (dwa zadania z pierwszej serii, cztery z drugiej serii i jedno zadanie obserwacyjne)

7. Rozwiązania zadań zawodów I stopnia należy przesyłać za pośrednictwem szkoły pod adresem: **KOMITET GŁÓWNY OLIMPIADY ASTRONOMICZNEJ, Planetarium Śląskie, 41-500 Chorzów, skr. poczt. 10**, w terminach podanych w p. 3 i 5. Decyduje data stempla pocztowego.

8. Rozwiązania zadań powinny być krótkie i zwięzłe, ale z wystarczającym uzasadnieniem. W przypadku poleceń samodzielnego wyszukania danych, należy podać ich źródło. Jako dane traktuje się również podręcznikowe stałe astronomiczne i fizyczne.

9. Rozwiązanie każdego zadania należy napisać na oddzielnym arkuszu papieru formatu A4. Każdy arkusz oraz wszelkie załączniki (mapki, wykresy, tabele itp.) należy podpisać imieniem i nazwiskiem.

Dodatkowo, do rozwiązań pierwszej serii zadań należy dołączyć wypełnioną ankietę uczestnika, dostępną na stronie internetowej olimpiady: [www.planetarium.edu.pl/oa.htm](http://www.planetarium.edu.pl/oa.htm).

10. Zawody II stopnia odbędą się **23 stycznia 2017 r.** Zawody III stopnia odbędą się w dniach **od 9 do 12 marca 2017 r.**

11. Powiadomienia o zakwalifikowaniu do zawodów kolejnych stopni otrzymają jedynie uczniowie awansujący.

12. O uprawnieniach w przyjmowaniu na wyższe uczelnie laureatów i finalistów olimpiady decydują senaty uczelni. Informacje na ten temat są umieszczane na ich stronach internetowych.

Pełny tekst Regulaminu Olimpiady zamieszczono na stronie internetowej:  
[www.planetarium.edu.pl/oa.htm](http://www.planetarium.edu.pl/oa.htm)

\* \* \*

### ZALECANA LITERATURA:

Obowiązujące w szkołach podręczniki do przedmiotów ścisłych; H. Chrupała, M.T. Szczepański: *25 lat olimpiad astronomicznych*; H. Chrupała: *Zadania olimpiad astronomicznych XXVI–XXXV*; H. Chrupała, J.M. Kreiner, M.T. Szczepański: *Zadania z astronomii z rozwiązaniami*; J.M. Kreiner: *Astronomia z astrofizyką*; J.M. Kreiner: *Ziemia i Wszechświat – astronomia nie tylko dla geografów*; M. Królikowska-Sołtan, T. Kwast, A. Sołtan, M. Sroczyńska-Kożuchowska: *Słownik Szkolny – Astronomia; Encyklopedia szkolna – Fizyka z astronomią*, praca zbiorowa; atlas nieba, obrótowa mapa nieba; czasopisma: *Urania – Postępy Astronomii, Astronomia, Delta, Fizyka w Szkole* oraz inne periodyki popularnonaukowe, poradniki i kalendarze astronomiczne dla obserwatorów nieba.



MINISTERSTWO  
EDUKACJI  
NARODOWEJ



### PIERWSZA SERIA ZADAŃ ZAWODÓW I STOPNIA

1. Materia opadająca z dużej odległości na czarną dziurę tworzy dysk akrecyjny, który jest silnym źródłem promieniowania.

Oblicz wydajność procesu akrecji dyskowej na nierotującą czarną dziurę i porównaj jej wartość z wydajnością reakcji termojądrowej proton-proton.

Przyjmij, że:

– do odległości odpowiadającej tzw. orbicie marginalnie stabilnej, o promieniu  $R_{isco} = 6GM/c^2$  (gdzie  $G$  jest stałą grawitacji,  $M$  – masą czarnej dziury, zaś  $c$  – prędkością światła), materia opada po ciasnej spirali, przy czym dyfr materii w kierunku radialnym jest pomijalny względem składowej prędkości ruchu orbitalnego;

– w ruchu dookoła czarnej dziury nie istnieją stabilne orbity kołowe o promieniu mniejszym od  $R_{isco}$  (bo materia błyskawicznie opada wtedy ku czarnej dziurze), natomiast w odległościach większych od  $R_{isco}$ , można przyjąć ruch po keplerowskich orbitach kołowych, dla których spełniona jest newtonowska zasada zachowania energii (znacząca część tej energii zostaje wyemitowana w przestrzeń w postaci promieniowania elektromagnetycznego);

– wydajność procesu akrecji definiujemy jako energię utraconą (wyemitowaną) przez opadającą materię, w stosunku do energii spoczynkowej tej materii:  $\eta = \Delta E / (mc^2)$ .

2. Od pewnego czasu wśród astronomów panuje opinia, że Betelgeza ( $\alpha$  Ori) może w niedalekiej przyszłości stać się supernową.

Oszacuj, jaką wizualną jasność obserwowaną może osiągnąć wtedy supernowa. W ile dni po nowiu Księżyca może mieć dla nas taką samą jasność, jak spodziewana jasność obserwowana tej supernowej?

Potrzebne do obliczeń dane liczbowe wyszukaj samodzielnie.

3. Oblicz współrzędne horyzontalne, jakie ma w Twoim miejscu zamieszkania jeden z satelitów geostacjonarnych z rodziną Astra, którego punkt podsatelitarnej ma długość geograficzną  $\lambda_p = 4,8^\circ E$ , a także określ, w których dniach roku może on znajdować się dla Ciebie na tle tarczy słonecznej.

Jako dane liczbowe przyjmij w obliczeniach wartości: doby gwiazdowej, pierwszej prędkości kosmicznej przy powierzchni Ziemi oraz promienia Ziemi.

Termin przesłania rozwiązań zadań pierwszej serii upływa **17.10.2016 r.**

### ZADANIA OBSERWACYJNE

Rozwiązanie zadania obserwacyjnego powinno zawierać: dane dotyczące przyrządów użytych do obserwacji i pomiarów, opis metody i programu obserwacji, standardowe dane dotyczące przeprowadzonej obserwacji (m.in. datę, czas, współrzędne geograficzne, warunki atmosferyczne), wyniki obserwacji i ich opracowanie oraz ocenę dokładności uzyskanych rezultatów. Wykonaną obserwację astronomiczną należy odpowiednio udokumentować.

1. Nieruchomym aparatem cyfrowym wykonaj trzy fotografie nieba: w okolicach bieguna niebieskiego, zenitu i równika niebieskiego, w celu wyznaczenia zasięgu tego aparatu, poprzez określenie wielkości gwiazdowej najsłabszych gwiazd, zarejestrowanych na tych zdjęciach. Na wydrukach zaznacz miejsca, w których znajdują się wytypowane gwiazdy.

Dodatkowo, pliki tych trzech fotografii (w formacie .jpg) prześlij pocztą elektroniczną na adres: [olimpiada@planetarium.edu.pl](mailto:olimpiada@planetarium.edu.pl).

2. Jako rozwiązanie zadania obserwacyjnego można również nadesłać opracowane wyniki innych własnych obserwacji, prowadzonych w ostatnim roku.

### INTERNETOWE ZADANIE OBSERWACYJNE

3. Korzystając z mapek położeń plam słonecznych, udostępnianych w witrynie internetowej The Debrecen Photoheliographic Data Sunspot Catalogue: <http://fenyi.solarobs.unideb.hu/DPD/index.html>, sporządź wykres zmian liczb grup plam widocznych na tarczy Słońca (wykres zmian tzw. liczb grupowych) uwzględniając pierwszy dzień każdego z kolejnych miesięcy, począwszy od 1 stycznia 2009 roku.

Co można powiedzieć o maksymum bieżącego, 24. cyklu aktywności Słońca?

Termin przesłania zadania obserwacyjnego upływa **21.11.2016 r.**

KOMITET GŁÓWNY  
OLIMPIADY ASTRONOMICZNEJ

# ISS Transit Finder

1 stycznia miała miejsce premiera nowej aplikacji internetowej dla miłośników astronomii, pod nazwą „ISS Transit Finder”. Na stronie <http://transit-finder.com> mamy możliwość przewidywania w bardzo prosty sposób momentów przejścia Międzynarodowej Stacji Kosmicznej na tle tarczy Słońca i Księżyca.

Odróżnia ją od podobnych prostota obsługi i prędkość otrzymywanych wyników. Wystarczy, że podamy współrzędne geograficzne (lub pozostawimy je autodetekcji), zakres obliczanych dat oraz promień odległości, w jakich interesują nas wyniki.

## ISS TRANSIT FINDER

See the International Space Station in front of the Sun!

[Home](#) • [How to use this website?](#) • [User gallery](#)

1. Set your location (latitude, longitude, elevation)

$\varphi$ = 50,26489 °  
 $\lambda$ = 19,02378 °  
 $h$ = 265 m  
 Auto-detect  Select from map

2. Set the time span of calculation (start and end dates)  
 2016-02-08      2016-03-08

3. Set your preferred travel distance (kilometers)  
 240 km  
  
   
 Copyright © 2016 Bartosz Wojczyński & PTMA. All rights reserved.  
[Contact](#) • [Terms of Use](#) • [Privacy & Cookies](#)

W odpowiedzi otrzymujemy zestaw kilku, a nawet kilkunastu tranzytów, z podaniem wszelkich interesujących danych, które są niezbędne do prawidłowej obserwacji.

Każdy z tranzytów na pojawiającej się liście zawiera wszelkie niezbędne dane do obserwacji tego typu zjawiska. Z listy dowiadujemy się nie tylko, kiedy ono nastąpi, ale również poznamy rozmiary kątowe stacji, odległość do ISS w momencie tranzytu, odległość od środka tarczy Słońca czy Księżyca, azymut i wysokość nad horyzontem dla miejsca obserwacji, odległość od centralnej linii tranzytu oraz szerokość pasa. Jeśli ta ilość danych nam nie wystarcza, możemy wybrać opcję „More information”. Tam otrzymamy dodatkowe informacje o współrzędnych, prędkościach, kierunku ruchu itp.

Tranzyty na mapie są zaznaczane za pomocą odpowiednich kolorów. I tak

na mapie pojawiają się czerwone pasy oznaczające przejścia ISS na tle Słońca oraz niebieskie, które dotyczą Księżyca.

W przypadku tych drugich zjawiska mogą następować, gdy stacja jest oświetlona lub w cieniu Ziemi. Daje to możliwość obserwacji różnego typu tranzytów w przeróżnych fazach Księżyca.

Jeśli chcemy tylko na szybko przejrzeć zestaw zbliżających się zjawisk, warto skorzystać z systemu oceny „jakości” tranzytu. Za pomocą gwiazdek od 1 do 4 zaprezentowano „atrakcyjność” zjawiska.

Warto pamiętać, że zjawiska tego typu nie zachodzą powoli. Tranzyt trwa około 1 sekundy i dokładność przewidywania tego typu zjawisk jest bardzo istotna.

Program posiada zawsze najnowsze parametry orbity, a pozycje Słońca i Księżyca są ustalane w bardzo precyzyjny sposób. W połączeniu z prostą wydawały się aplikacją, efekt wyników jest wyjątkowo widowiskowy.

Po generowanych mapach widać również, jak wąskie są pasy tranzytów. Na ogół mają kilkanaście kilometrów. Oznacza to, że do wielu tego typu zjawisk będziemy zmuszeni często podróżować w najbliższej okolicy.

## Jak fotografować tranzyty?

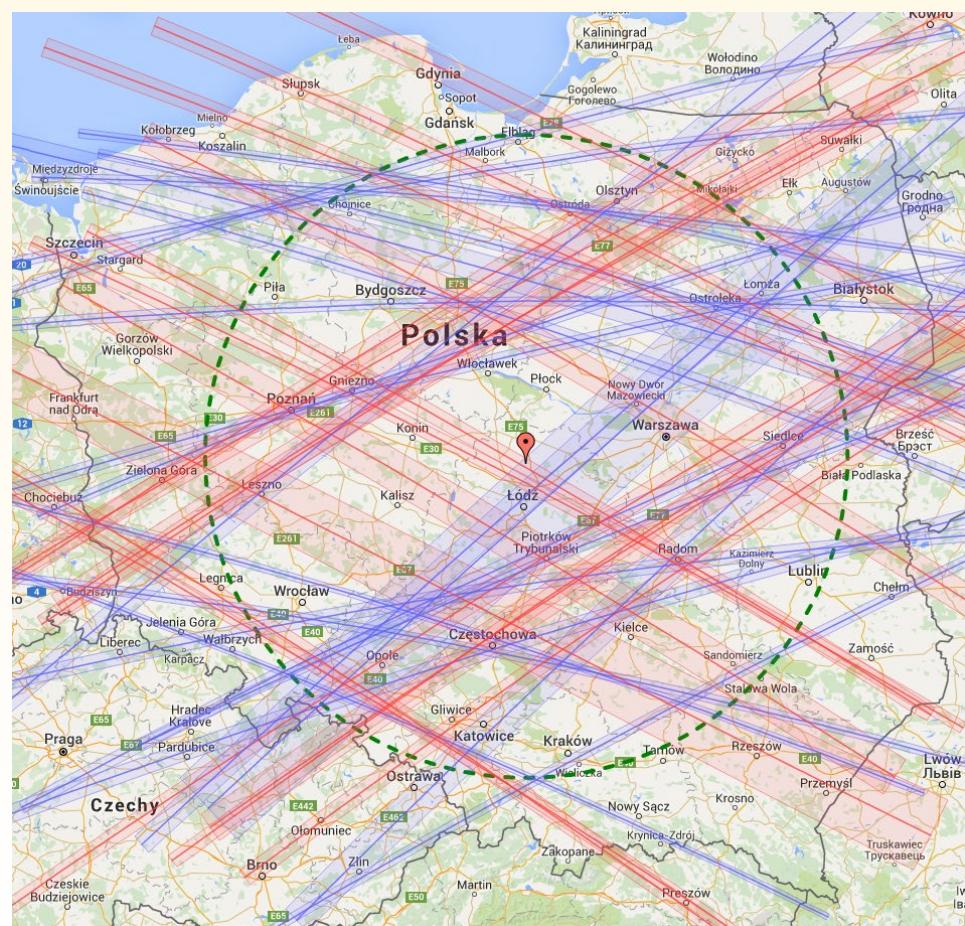
Po pierwsze musimy zdawać sobie sprawę, że nie jest to wyjątkowo trudne, pod warunkiem posiadania odpowiedniego sprzętu. Na ogół jest to teleskop sprzężony z lustrzanką cyfrową, który kierujemy na Słońce (**Uwaga: zawsze z odpowiednim filtrem ND**) lub na Księżyca.

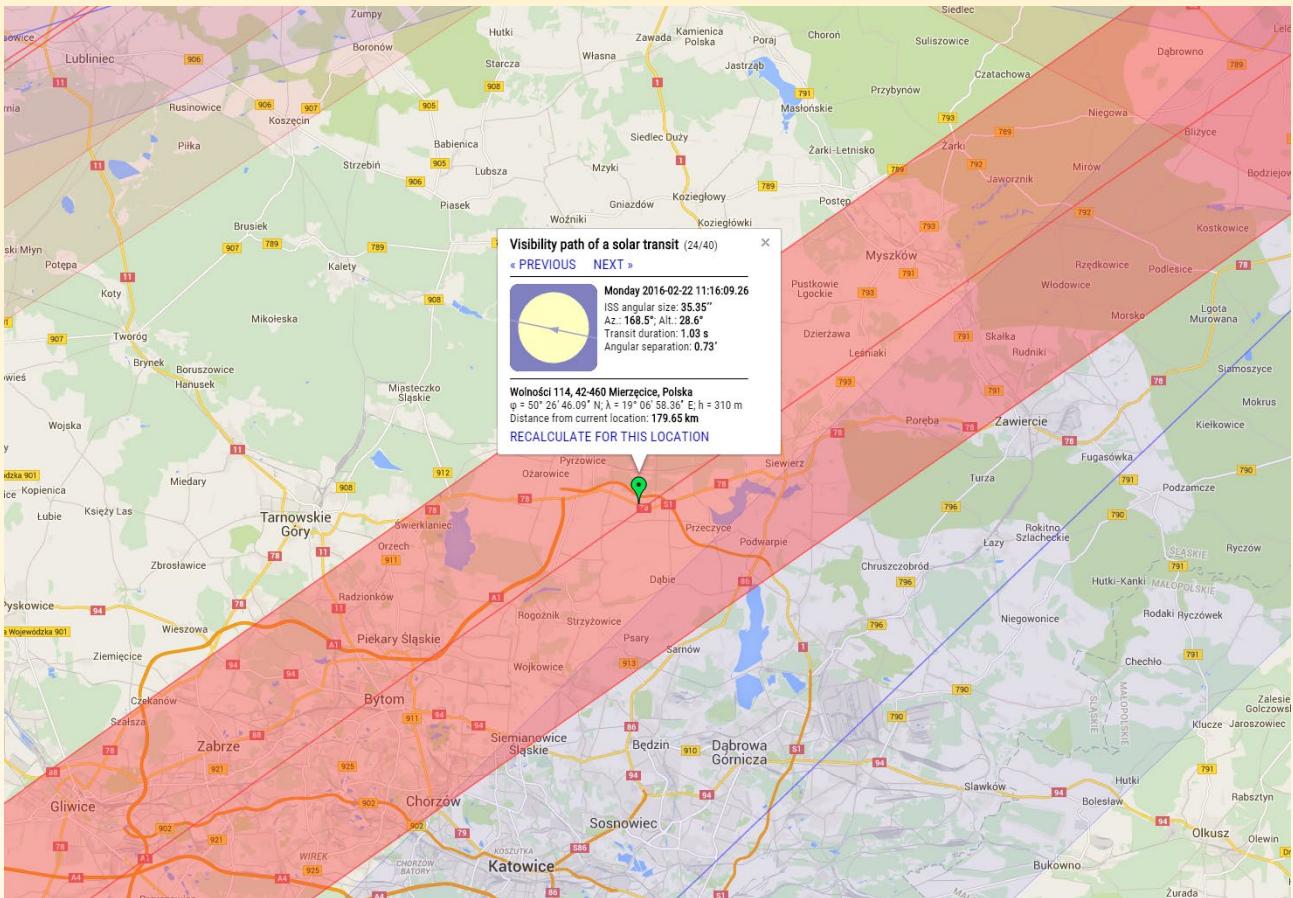
Za każdym razem czasy naświetlania nie mogą być zbyt długie, ponieważ Międzynarodowa Stacja Kosmiczna bardzo szybko się przemieszcza na tle tarczy.

Przymijmy, że czasy nie powinny być dłuższe niż 1/1000 s (przy ogniskowej ok. 1000 mm) i w związku z tym odpowiednio dopasujmy czułość ISO. Jeśli wydłużymy czasy naświetlania, stacja może się przemieścić o więcej niż piksel, powodując, że jej obraz będzie rozmażany.

Przy ustaleniu ostrości warto popróbować kilku ekspozycji, tak aby uzyskać odpowiednie zdjęcie tarczy Księżyca. W przypadku Słońca zasada jest taka sama i tutaj bez problemu możemy pokusić się o jeszcze krótsze czasy naświetlenie, nawet rzędu 1/4000 s.

W momencie tranzytu wystarczy wykonać serię zdjęć, rozpoczynając 1–2 sekundy przed tranzytem i skończywszy po zapełnieniu bufora aparatu. Jest to szcze-





górnio prosty w przypadku tranzytów oświetlonej stacji na tle Księżyca. Stację widzimy już kilka minut przed zjawiskiem i wystarczy w odpowiednim momencie uruchomić seryjny tryb zdjęć.

Trudnej jest natomiast w przypadku tranzytów ISS znajdującej się w cieniu Ziemi na tle Księżyca i tranzytów na tle tarczy Słońca. W tych przypadkach niezbędna jest odpowiednia służba czasu (zegar DCF, GPS). Musimy tutaj zachować mały margines błędu i uruchomić aparat 2–3 sekundy wcześniej, tak aby zarejestrować kilka ujęć stacji na tarczy. Zwykle jest to 4–6 udanych zdjęć na tarczy, ew. kilka, kilkanaście więcej, jeśli stacja jest oświetlona i przelatuje na tle Księżyca.

Warto przeprowadzić test prędkości swojego aparatu, ustawiając go na zdjęcia seryjne i wyłączaając tryb zapisywania plików RAW. Dowieśmy się w prosty sposób, ile zdjęć nasz aparat jest w stanie wykonać do momentu zapełnienia bufora.

Zdjęcia wykonujemy za pomocą podłączonego węzyka, tak aby nie doprowadzać do sytuacji, w której zbytecznie poruszamy aparat.

Tranzyty możemy również filmować za pomocą kamery, postępując w podobny sposób, jak fotografując.

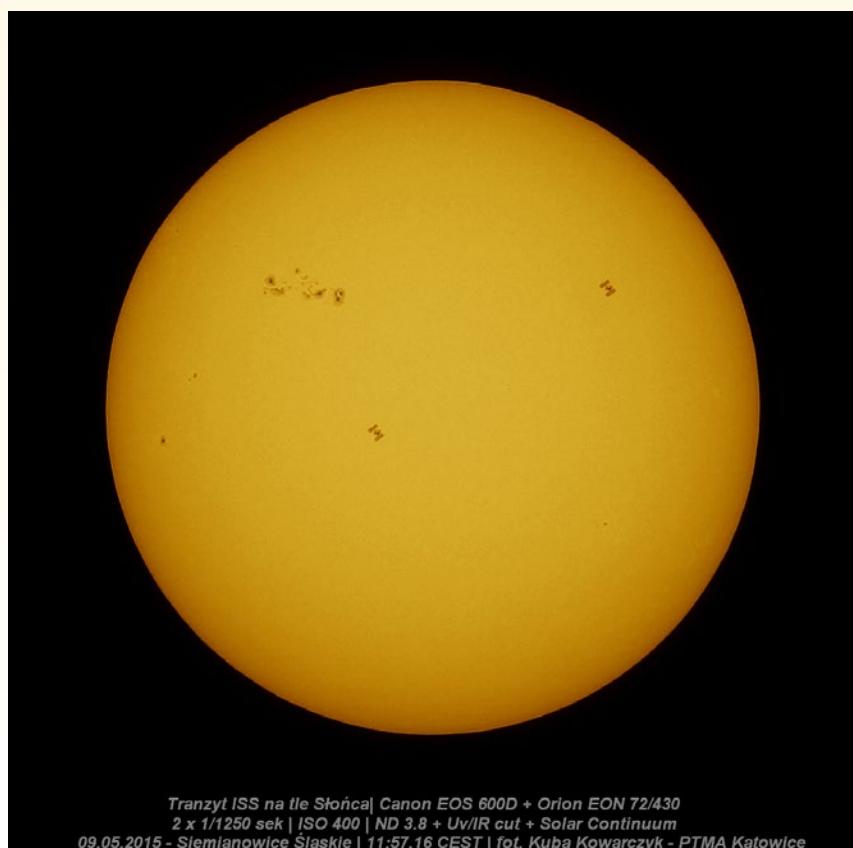
Na koniec ważna uwaga: aplikacja nie daje 100% szansy na obserwacje zjawiska. Drobna korekta parametrów orbity Międzynarodowej Stacji Kosmicznej (na ogół uniesienie ISS) może spowodować zmianę wyników obliczeń i dużą zmianę po-

łożenia pasa tranzytu. Dane parametrów orbity są aktualizowane do kilku godzin i obliczenia warto dokonać bezpośrednio przed zjawiskiem.

Autorem aplikacji jest Bartosz Wojczyński. Aplikacja powstała przy współpracy z Polskim Towarzystwem Miłośników Astronomii.

Zapraszam do obserwacji i przesyłania zdjęć na adres [m.substyk@urania.edu.pl](mailto:m.substyk@urania.edu.pl)

Marek Substyk



# Astronomia w szkole: PIERWSZY TELESKOP

Przez długie dziesięciolecia praktyczna nauka podstaw astronomii w szkołach napotykała na liczne problemy. Trudno było o dobrą literaturę, dobry atlas nieba był prawdziwym skarbem, a zdobycie dobrej jakości sprzętu obserwacyjnego graniczyło z cudem i wiązało się z potężnymi kosztami. W niektórych szkolnych pracowniach można jeszcze trafić na teleskopy produkcji PZO — siedmiocentymetrowe urządzenia konstrukcji Maksutowa, wyposażane w ekranie słoneczne i zintegrowane z obrotową głowicą. Stan techniczny tych urządzeń nie jest już najlepszy, a możliwości optyczne są dość skromne. Dziś, gdy w wielu szkołach pojawili się fundusze na zakup sprzętu, stajemy przed złożonym wyborem. Przedstawiona poniżej garść porad może okazać się bardzo pomocna.

Współcześnie na rynku jest dostępny sprzęt astronomiczny w ogromnej różnorodności. Co najmniej kilku producentów oferuje teleskopy we wszystkich popularnych systemach optycznych, o średnicach od kilku do kilkudziesięciu centymetrów. Dostępne są zarówno teleskopy porównywane rozmiarami ze sprzętem dostępnym w polskich obserwatoriach, jak i urządzenia przenośne, o umiarkowanych gabarytach. Istnieje też pewna grupa sprzętu, która do obserwacji się nie nadaje. Uczestnictwo w różnego rodzaju pokazach nieba w terenie pozwoliło na wyciągnięcie pewnych wniosków, które istotne będą w praktyce szkolnej.

## Dobry teleskop, to taki teleskop, przez który prowadzone będą obserwacje

Tak mówi stare porzekadło. Na nic zda się ogromny teleskop ważący 50 kg stojący w pomieszczeniu na pierwszym piętrze. Teleskop musi być przyjazny dla prowadzącego zajęcia i dla uczniów. Zwracamy więc w pierwszej kolejności uwagę na gabaryty. Nie można przesadzić w drugą stronę — teleskop dający rozsądnej jakości obrazy nie powinien być zbyt mały. Najważniejsza jest tutaj apertura, czyli średnica lustra bądź też obiektywu. Można uznać, że około 130–150 mm średnicy to minimum pozwalające dostrzegać rzeczywiste szczegóły na planetach Układu Słonecznego. Idealnym rozwiązaniem dla nauczycieli, jak też innych popularyzatorów astronomii są umiarkowanej wielkości teleskopy katadioptyczne, czyli Maksutowy i Schmidty, podobne w budowie

do wspomnianego we wstępie teleskopu PZO. Mimo niewątpliwych zalet teleskopy te są droższe od innych o porównywalnej aperturze. W przypadku, gdy mamy bardziej ograniczony budżet, warto pomyśleć o krótkoogniskowym, światłosiłowym teleskopie Newtona. Teleskop tego typu przy średnicy 15 cm zachowuje umiarkowane gabaryty i bez problemu daje się przenosić z miejsca na miejsce. Przy obserwacjach grupowych istotne jest nawet najprostsze prowadzenie za ruchem sfery niebieskiej. Obiekty na sferze niebieskiej obserwowane z Ziemi przy dużych powiększeniach, dość szybko opuszczają pole widzenia i raz ustawiony obiekt po minucie czy dwóch przestanie być widoczny, o ile nie zapobiegnie temu działające prowadzenie (lub prowadzący). Przypatrzmy się kilku najbardziej interesującym teleskopom.

## Teleskop Celestron NexStar Evolution

Można powiedzieć, że teleskop Celestron Nextar Evolution 6 najlepiej odpowiada temu, co napisano powyżej. Jest to teleskop systemu SCT, katadioptyczny, o średnicy 15 cm. Przy tej aperturze i przy dobrej stabilności powietrza dostrzeżemy drobniejsze detale na tarczy Jowisza. Wprawne oko, w sprzyjających okolicznościach, wypatry Wielką Czerwoną Plamę, a w pierścieniach Saturna powinna być zauważalna Przerwa Cassiego. Ci, którzy będą mieli szczęście użytkować taki sprzęt pod ciemniejszym niebem, będą w stanie odnaleźć dziesiątki obiektów mgławicowych, spośród których te najjaśniejsze będą prezentować się dość efektownie.

Charakterystyczna dla Evolution 6 (jak i dla innych Schmidtów) jest krótka i zwarta tuba optyczna. W przypadku Evolution 6 ma ona około 30 cm długości i waży

**DELTA**<sup>®</sup>  
optical



niecałe 4 kg. Tubus zawieszony jest na montażu azymutalnym z elektrycznymi napędami w obu osiach. Całością steruje system NexStar, który odpowiada między innymi za prowadzenie teleskopu za ruchem sfery niebieskiej, a co więcej, pozwala automatycznie wyszukiwać obiekty na niebie. Z praktycznych udogodnień warto wymienić wbudowany w podstawę akumulator. Przed obserwacjami podłączamy teleskop do ładowania na kilka godzin. Gdy zapada zmrok, odłączamy teleskop i najzwyczajniej w świecie przenosimy w miejsce obserwacji. Żadnych kabli, zasilaczy, całość tworzy dość zwarty i łatwy do przeniesienia zestaw. Waga całego teleskopu wraz ze statywem, głowicą i tubusem wynosi 16 kg, co sprawia, że jedna dorosła osoba jest w stanie przenieść taki teleskop w dowolne miejsce.

Po ustawieniu teleskopu w miejscu obserwacji, przeprowadzamy kalibrację systemu GoTo. Trwa to kilkanaście minut i w tym czasie kierujemy urządzenie kolejno na 3 gwiazdy, tworząc punkty odniesienia dla systemu prowadzącego. Bezpośrednio po kalibracji możemy już rozpocząć obserwacje. Można w prosty sposób wybierać obiekty z listy, korzystając z opcji wyszukiwania, ale można też obiekty wyszukiwać ręcznie za pomocą szukacza i przycisków sterujących. Przy prawidłowym ustawieniu systemu odnalezione obiekty są precyjnie śledzone i nie opuszczają pola widzenia. Ważne, aby podczas obserwacji nie potrącić przypadkowo statwu, skutkuje to utratą precyzji prowadzenia i w takim wypadku procedurę kalibracji trzeba powtórzyć.

Evolution 6 to bardzo wygodny sprzęt świetnie sprawdzający się w praktyce edukacyjnej. Warto też zwrócić uwagę na podobny model ze starszej serii, NexStar 6SE. Jest on zauważalnie tańszy i znacznie lżejszy, waży tylko 9 kg. Różnica w wadze spowodowana jest brakiem wbudowanego akumulatora i niższej klasy systemem napędowym. Jest za to miejsce na 8 akumulatorów typu AA. Optyka jest identyczna jak w przypadku Evolution 6, a tuby Nexstar 6SE i Evolution 6 różnią się tylko kolorem.

#### Teleskop Sky-Watcher BK15075EQ3-2

Gdy fundusze nie pozwalają na zbyt wiele, warto postawić na model o klasycznej i sprawdzonej optyce w systemie Newtona. Dobrym wyborem jest teleskop o średnicy 15 cm. W przeciwieństwie do bardzo popularnych 20-centymetrowych Dobsonów są to teleskopy, które można uznać za łatwe do przenoszenia. Piętnastocentymetrowe teleskopy Newtona wpasowują się gdzieś pomiędzy małe

teleskopy dla zupełnie początkujących, a duże, ciężkie konstrukcje o raczej stacjonarnym zastosowaniu. Cena Sky-Watchera BKP15075 od lat nie przekracza 1500 zł, a kolejny z serii, większy o 5 cm BKP2001 EQ5 jest prawie dwa razy droższy i nieporównywalnie cięższy.

BKP15075 to klasyczny, krótkoogniskowy Newton z lustrem parabolicznym o średnicy 150 mm. Przy ogniskowej 750 mm, jest to teleskop dość krótki — ma około 65 cm długości. Teleskop został zawieszony na montażu paralaktycznym EQ3-2 ze statywem aluminiowym. EQ3-2 można nazwać pierwszym montażem, który nadaje się do poważniejszych zastosowań i ostatnim, który można przyjąć za mobilny. Od takiego zestawu wiele osób rozpoczęło swoją przygodę z astrofotografią. Krótkoogniskowa tuba zawieszona na EQ3-2 po wyposażeniu nawet w prosty napęd pozwala podjąć pierwsze realne próby z fotografowaniem nocnego nieba. W tym akurat zastosowaniu BKP15075EQ3-2 będzie nieporównywalnie lepszy niż wspomniany wcześniej Evolution 6.

Opisywany model nie posiada żadnej elektroniki i nie wymaga zasilania. Warto doposażyć go w prosty napęd w jednej

osi. Napędy takie produkowane przez Sky-Watchera są zasilane z pojemnika na baterie lub z zasilacza o napięciu 6V. Teleskop najwygodniej przenieść po rozłożeniu na 3 podstawowe części — tubus, głowicę i statyw. Mając do dyspozycji niewielki plecak, można całość samemu przenieść w miejsce obserwacji (głowica jako najczęstszy element w plecaku, tubus i statyw można wziąć do rąk). Na miejscu staramy się ustawić oś biegunową na Gwiazdę Polarną. W przypadku prostych obserwacji szkolnych wystarczy zgrubne ustawienie teleskopu w kierunku północnym, przy prawidłowo ustawionym kącie podniesienia osi. Prosty napęd pozwoli śledzić obiekty, natomiast wyszukiwanie przeprowadzamy w takim wypadku ręcznie, korzystając z dołączonej lunetki celowniczej zwanej szukaczem. Pod względem jakości dawanego obrazu teleskop ten nie będzie wiele ustępował opisanemu wcześniej znacznie droższemu Evolution 6.

W kolejnym artykule postaramy się nieco bardziej przybliżyć budowę i obsługę popularnych typów teleskopów.

Damian Demendecki

**DELTA**<sup>®</sup>  
optical



## Poradnik

# Jak wykonać obserwację Słońca w projekcji na ekran

Załóżmy, że mamy teleskop, do którego umocowalimy ekran. Jesteśmy członkiem Sekcji Obserwatorów Słońca PTMA i zarejestrowaliśmy się na stronie sekcji (<http://sosptma.astrowww.pl>). Ze strony, z działu **Download** pobraliśmy szkic wraz z raportem dziennym. Mamy odpowiednią wiedzę, jeśli chodzi o znajomość powstawania plam i pochodni, ich wyglądu, przynależności do danej grupy.

Na niebie są odpowiednie warunki do przeprowadzenia obserwacji Słońca (**seeing, widoczność, wiatr**).

### Seeing

Określa stabilność atmosfery. Aby zobaczyć przez teleskop na tarczy słonecznej więcej szczegółów, atmosfera musi być stabilna.

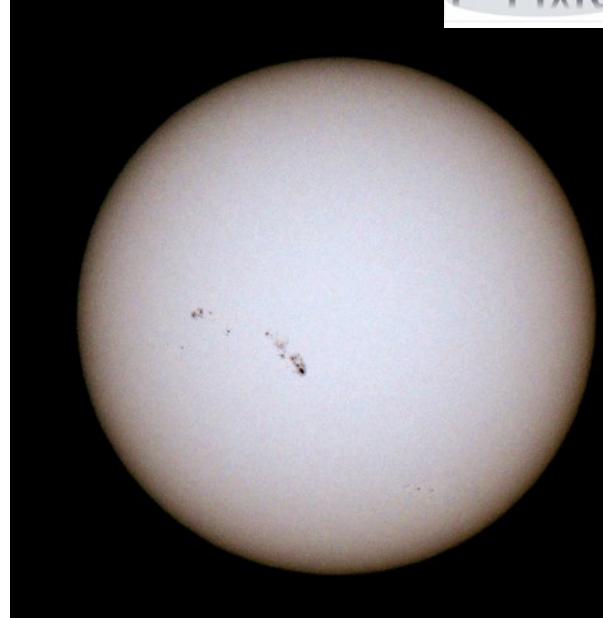
Seeing zaznaczamy cyframi od 1—5, gdzie:

- 1 — bardzo dobry
- 2 — dobry
- 3 — słaby
- 4 — bardzo słaby
- 5 — zły

### Widoczność

To kolejny czynnik wpływający na to, czy nasza obserwacja będzie dobra, czy zła.

W tym parametrze zawarte będzie wszystko, co dotyczy widzialności samej tarczy słonecznej na naszym szkicu, tzn. czy plamy, te najdrobniejsze, są widoczne podczas



Tarcza Słońca z rozległą grupą plam AR1785 sfotografowana 7 lipca br. przez Jerzego Zagrodnika, członka SOS PTMA. Aparat Nikon Coolpix zoom 42x, obróbka cyfrowa w komputerze

wyregulowania okularu, czy obserwujemy ruch tarczy słonecznej na jej brzegach i czy obraz nam nie faluje.

Ten współczynnik jak i wiatr oceniamy również w skali 5-stopniowej: od 1 do 5 podobnie jak przy seeingu. W niektórych sekcjach zagranicznych podaje się tylko seeing.

Skoro znamy już warunki pogodowe, pobraliśmy szkic, udajemy się do naszego teleskopu i zakładamy szkic, wsuwając w ekran (jeśli nie posiadamy ekranu, możemy posłużyć się kawałkiem kartonu, do którego spinaczami przypinamy szkic, lub wykorzystać wieczko od pudełka po butach).

**Pamiętajmy, że mamy do czynienia z bardzo silnym światłem, jakie emituje nasze Słońce i każde spojrzenie w okular może skończyć się przynajmniej utratą wzroku!**

Jeśli nie posiadamy folii Badera ND 5 do szukacza, to proponuję nie montować go do teleskopu, a zastosować moją metodę obserwacji cienia Słońca wpadającego do teleskopu. Na czym polega ta metoda? Otóż, kiedy już zagramy ustawienie teleskopu z wysokością Słońca, odkręcamy śruby blokujące montaż tak, aby teleskop był bezwładny i delikatnymi ruchami w lewo, w prawo, w dół i w górę doprowadzamy do sytuacji, kiedy tarcza słoneczna znajdzie się w polu okularu a także na naszym szkicu. Wtedy blokujemy śruby i już pokrętlami zgrywamy obraz tarczy słonecznej z narysowanym kołem na naszym szkicu.

Są przynajmniej dwie techniki zaznaczania plam: jedni zaznaczają tylko położenie grup, licząc plamy w nich zawarte, a inni szkicują grupy i wszystkie plamy, również je licząc.

Ważne jest, abyśmy właściwie ocenili przynależność plam do grup. Grupy, szczególnie w okresie maksimum, bywają bardzo rozległe i niejednokrotnie skomplikowane. Nawet najlepszym zdarzają się pomyłki we właściwej ich ocenie. Na początku możemy sobie pomóc obrazem z kamery SOHO zamieszczonym na naszej stronie. Po zaznaczeniu położenia jednej z plam odczekać kilka sekund i w wyniku obrotu Ziemi zaznaczyć drugie jej położenie, np. krzyżykiem.



Fot. Tadeusz Figiel

To zaznaczenie przyda nam się do wyznaczenia kierunków na tarczy słonecznej (o tym jednak napiszę w osobnym artykule). Innym kolorem możemy zaznaczyć pola pochodni (to jaśniejsze miejsca na Słońcu) na miejscach, w których mogą powstać plamy. Można naszą tarczę na rysunku podzielić na 4 części i policzyć pola pochodni w każdej z nich. Jeśli mamy inny okular dający większe powiększenie, możemy policzyć półcienie (jaśniejszy obszar okalający plamy) z plamami, a następnie plamy leżące poza półcieniami.

Znamy już liczbę grup (g), liczbę plam (f), liczbę półcieni z plamami (p) i liczbę plam bez półcienia (s). Wszystkie te dane wpisujemy na naszym szkicu do zamieszczonej tabelki. Uwzględniamy także warunki dotyczące pogody i dokładności wykonania szkicu (T), datę oraz godzinę w czasie uniwersalnym UT. Pamiętajmy, że latem od czasu bieżącego odejmujemy 2 godziny a zimą 1 godzinę. Taka przykładowa obserwację przedstawiam obok.

Mając wszystkie dane, obliczymy liczbę Wolfa. Liczba ta została przedstawiona przez szwajcarskiego astronoma i matematyka Rudolfa Wolfa w 1848 roku i stanowi prosty, powszechnie zaakceptowany sposób określenia aktywności słonecznej. Wyrażana jest wzorem:

$$R = k (10 \times g + f)$$

gdzie:

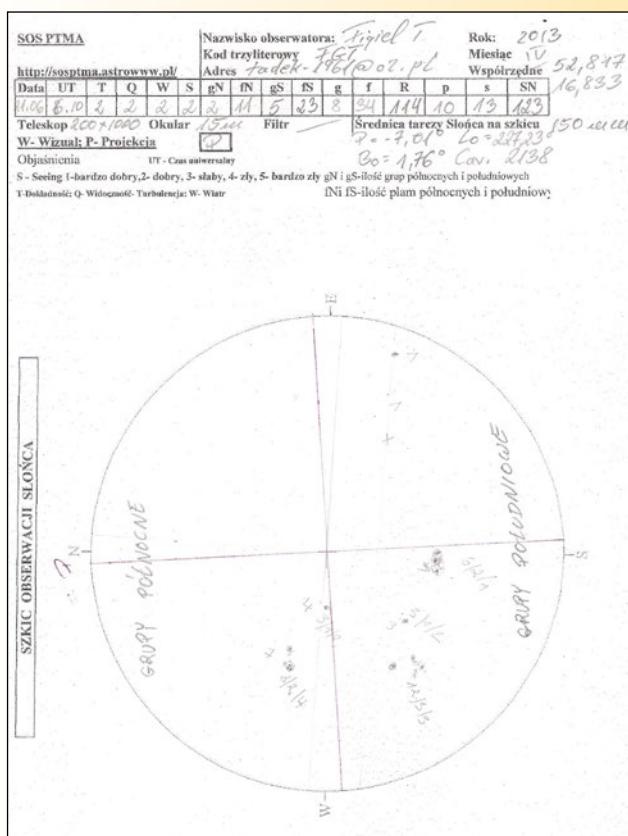
k — współczynnik obserwatora (w SOS przyjmujemy = 1)  
g — liczba widocznych grup  
f — liczba widocznych plam

Innym przejawem aktywności słonecznej jest liczba Pettsa uzałączniona od budowy półcienia a przedstawiona przez Pettisa w 1978 roku. W oryginale brzmi to *The Pettis Sunspot Number* i oznaczane w skrócie SN. Liczbę tę wyraża się wzorem:

$$SN = 10 \times p + s$$

gdzie:

p — liczba półcieni z plamami  
s — liczba plam bez półcienia.



Wszystkie te dane przepisujemy do raportu na stronie SOS PTMA

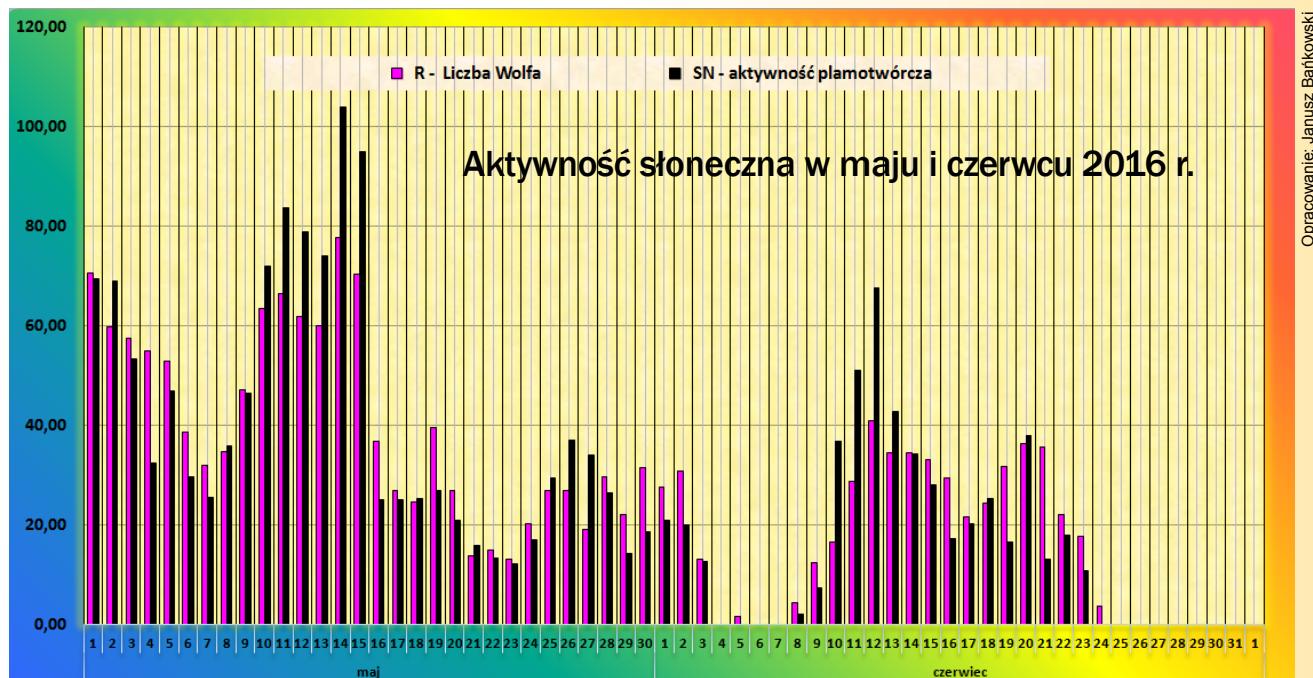
Nie zawiadzi, a wręcz pomoże przeczytanie instrukcji wypełniania raportu zamieszczonej w profilu użytkownika.

Po dokonaniu wpisu klikamy **Zapisz**.

Po zakończeniu obserwacji w danym miesiącu klikamy na **Wyślij**.

Wypełnianie raportu bezpośrednio na naszej stronie jest absolutną nowością.

Tadeusz Figiel



# Jak zmontować zdjęcia obrazujące ruch gwiazd?

Fotografia startrails, czyli rejestrowanie pozornego ruchu gwiazd na niebie, to chyba najprostsza forma astrofotografii. Nie wymaga drogiego sprzętu, a potrafi być bardzo efektowna, dając dużo satysfakcji. Przy odrobinie samozaparcia praktycznie każdy jest w stanie takie zdjęcie wykonać. Po odrobinie teorii i praktycznym wykonaniu serii zdjęć, czas na komputerową obróbkę.

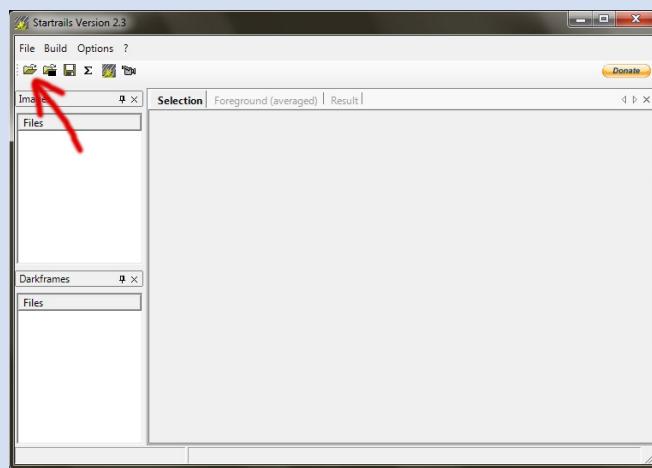


## Obróbka

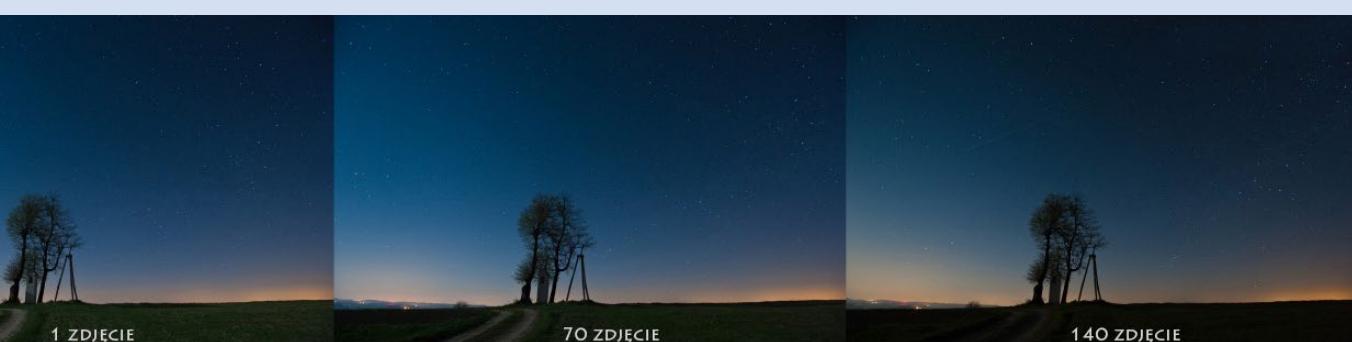
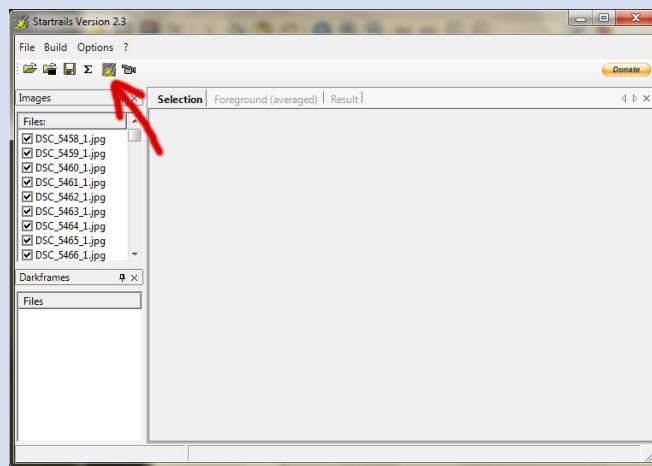
Jeśli fotografowaliśmy w trybie jpeg, to nasza obróbka będzie polegała tylko na złożeniu wszystkich naświetlonych kadrów. Jeśli wybraliśmy format RAW, to przed przystąpieniem do składania czeka nas jeszcze konwersja plików na format jpeg lub tiff. W razie konieczności, na tym etapie możemy skorygować balans bieli, poprawić kontrast, skorygować wady obiektywu czy rozjaśnić lub przyciemnić kadr. Rozjaśniając bądź przyciemniając pliki w trakcie konwersji rawów należy mieć świadomość, że nasze finalne zdjęcie po złożeniu będzie tak jasne, jak najjaśniejszy kadr składowy. Różnice w naświetlaniu mogą również powstać w trakcie samego fotografowania. Cały proces będzie trwał dłużej niż chwilę i w tym czasie warunki oświetleniowe mogą się znacznie zmienić. Poniżej widać, jak wyglądały ujęcia: 1. 70 i 140. Wszystkie zostały zarejestrowane przy tych samych parametrach. Wyraźnie widać różnice w naświetleniu. Na pierwszym zdjęciu scenerię oświetlał Księżyc, na ostatnim był już pod horyzontem.

Do składania możemy użyć Photoshopa lub jakiegoś darmowego programu. Bardzo prostą, dobrze spełniającą swoje zadanie jest aplikacja *Startrails*\*. Cały proces składania wiąże się praktycznie z wykonaniem 4 kroków:

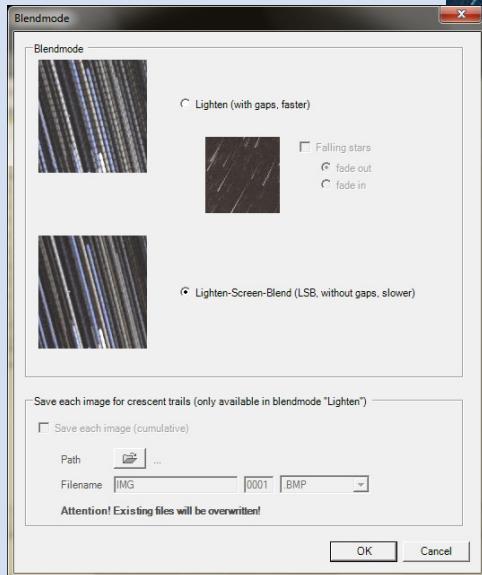
1. Wczytujemy nasze zdjęcia. Lista zdjęć, które zostaną złożone pojawi się po lewej stronie.



2. Uruchamiamy składanie.



3. Wybieramy tryb składania. Możemy skorzystać z opcji „Lighten” i szybciej uzyskać wynik, lub użyć trybu „Lighten-Screen-Blend”, w którym algorytm składania będzie próbował usunąć przerwy w śladach gwiazd.



4. Zapisujemy złożone zdjęcie.



I to już wszystko. Nasza „wirówka” gotowa.

Mam nadzieję, że powyższy poradnik daje odpowiedź na tytułowe pytanie, jak fotografować ruch gwiazd. Być może coś pominąłem lub zbytnio uproszcilem. Jeśli coś jest niejasne, można śmiało pytać w komentarzach na moim blogu <http://nightscapes.pl/blog>.

Piotr Potępa

\* <http://www.startrails.de/html/software.html>



Pozorny ruch gwiazd w bezksiężycową noc nad jedną z wielu kapliczek na Pogórzu Rożnowskim. Januszowa, kwiecień 2009

OBEJRZYJ RAZEM  
ZE SWOIMI UCZNIAMI!

nowy program telewizyjny  
o astronomii i badaniach kosmosu

# ASTRONARIUM

odcinki popremierowe  
[www.youtube.com/c/AstronariumPl](http://www.youtube.com/c/AstronariumPl)

emisje  
jesienią 2016 w TVP3  
w środy g. 15.35 i 24.50,  
w czwartki g. 9.30  
(na przemian premiery i powtórki)  
w TVP Polonia w środy g. 15.55  
w TVP 1 i TVP1 HD  
w piątki g. 8.35,  
w soboty g. 10.35

[www.astronarium.pl](http://www.astronarium.pl)

[facebook.com/AstronariumTVP](http://facebook.com/AstronariumTVP)

Niekomercyjne pokazy publiczne  
w szkołach, uczelniach, podczas wykładów  
i imprez popularyzujących astronomię  
wolne od jakichkolwiek opłat.

producenci programu

partner medialny

dofinansowanie produkcji



TELEWIZJA POLSKA



BYDGOSZCZ



POSTEŁY ASTRONOMII



Ministerstwo Nauki  
i Szkolnictwa Wyższego