Urania

Postępy Astronomii

2/2012 (758)

tom LXXXIII

marzec—kwiecień

PIERWSZY ROK W KOLORZE!

90 LAT URANII

WENUS KAPITANA COOKA

model 1:1
dla prenumeratorów

PW-Sat

Techniki amatorskich obserwacji Słońca

ISSN 1689-6009

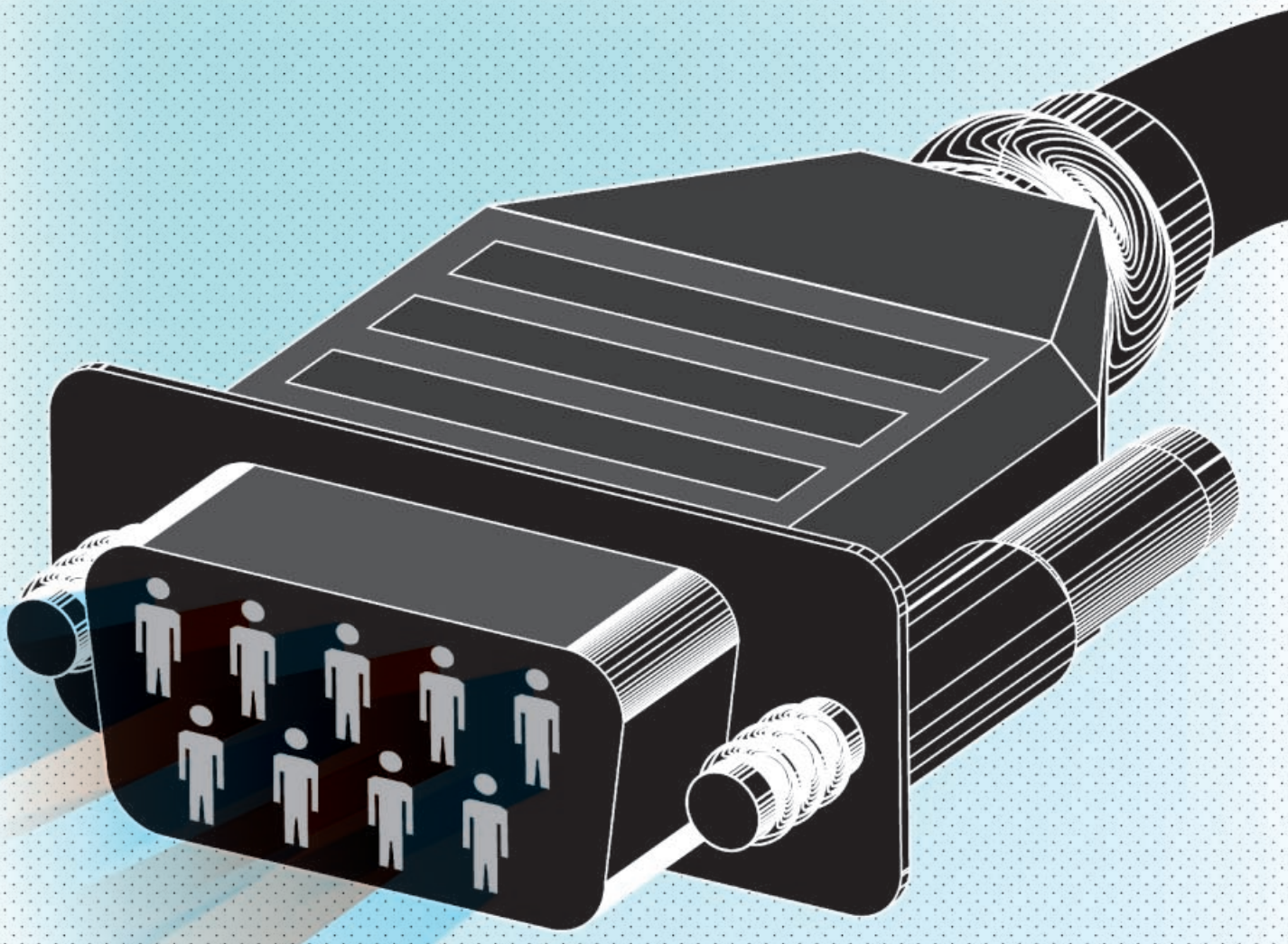
Cena 11,90 zł (5% VAT)

wielki portret nieba SDSS

12 Toruński Festiwal Nauki i Sztuki
15–19 kwietnia 2012

Maciej Mikołajewski

społeczeństwo informacyjne



Sponsor główny:

Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego

Mecenas Festiwalu:

Nestlé PŁATKI Śniadaniowe

URANIA – NASZA MUZA

dla szkół, uczelni oraz miłośników astronomii i amatorów nocnego nieba

Podróże kształcą – nie od dzisiaj wiadomo! Wieczorem i nocą 11 marca wraz z Henrykiem Brancewiczem, prezesem Polskiego Towarzystwa Miłośników Astronomii, jechaliśmy sobie samochodem z Chorzowa do Torunia na poniedziałkowe, uroczyste Seminarium poświęcone pamięci Władysława Dziewulskiego w 50. rocznicę śmierci. Po drodze odwiedziliśmy Częstochowę, gdzie niezmożony Bogdan Wszołek organizuje kolejnych kilka konkursów i konferencji, a ja miałem dla niego pół bagażnika Uranii na nagrody. Drugie pół zostawiłem dla finalistów Olimpiady Astronomicznej. Nie znaleźliśmy już miejsca w Uranii na częstochowskie wydarzenia, zapewne najciekawszy będzie konkurs na dzieło artystyczne, ale łatwo je wyguglować wpisując hasło „Astronomia Nova", nazwę lokalnego stowarzyszenia dowodzonego przez Bogdana. Bogdan zaprosił nas do domu na obiad, co nas specjalnie nie zaskoczyło, bo zazwyczaj robi to samo w stosunku do wszystkich (kilkudziesięciu!) uczestników swoich konferencji.

Kolejnym miejscem na trasie było, opisane w poprzednim numerze, obserwatorium w Bukowcu z jego sympatycznym gospodarzem, świeżym magistrem operatorskiej sztuki filmowej, Pawłem Maksymem. Obserwatorium rzeczywiście maleńkie, mniejsze niż astrobazy, a i dał się odczuć brak toalety. Na szczęście nie ma w środku schodów, więc Paweł myśli o wykonaniu bardzo wygodnej dla odpoczynku antresoli. Obejmująca 3/4 sfery kopuła, też mniejsza niż w astrobazach, nawet tutaj jest osadzona o jakieś 10 cm za wysoko. Dużo szczęśliwszy niż w astrobazach jest też sposób zamykania wejściowego otworu w podłodze. Będzie o czym pisać! Przy okazji prezes hojnie obiecał wspomóc Sekcję Zakryć w Bukowcu przy zakupie jakiejś nowej aparatury, jak tylko otrzyma kolejną ratę z wynajmu kamienicy PTMA w Krakowie, a Paweł podrzucił notkę o transplutonowym zakryciu do Kalendarza.

No i teraz nastąpił najbardziej niezwykły odcinek naszej drogi. Robiło się ciemno, a przez lewą szybę samochodu drogę nam wskazywały dwie niezwykłe „lampy" niebieskie, coraz to niżej nad horyzontem. Trudno było się oprzeć wrażeniu, że być może podobny widok towarzyszył Trzem Królom do Betlejem. Wprawdzie nas było dwóch, a nie trzech, i to w dodatku nie królów, ale co najwyżej prezesów, ale że nie do końca można nas podejrzewać o megalomanię, można sprawdzić na okładce! Oto widzimy właśnie to niezwykłe złączenie Wenus z Jowiszem wprost na dłoniach centralnej postaci, którą nie jest tym razem… Henryk. Patrząc na to fotograficzne arcydzieło ze świadomością, że wszak obydwie planety noszą imiona starożytnych bogów, trudno było się oprzeć refleksji, iż astronomia to nie tylko współczesna nauka, ale to najpierwotniejsze źródło całej kultury: wiary, poezji i matematyki. I taką chcielibyśmy widzieć naszą Uranię, hołdującą nauce, ale nisko kłaniającą się astrofotografii, nawet jeśli jest tylko (aż?) sztuką! Astronomia może mieć i dziś różne oblicza, póki nie staje się pseudonauką, antysztuką albo zabobonem.

Nim jednak trafiłem do Chorzowa, uczestniczyłem w otwarciu kolejnej astrobazy w Kujawsko-Pomorskiem. Młodzież jest tu podmiotem wszelkich działań i ma znakomitą opiekę, a astrobaza kwitnie dzięki gospodarującym w niej pasjonatom. Nie zważając na przyjazd notabli z województwa, podłoga zastawiona była sprzętem, tak że przywieziony w darze karton Uranii trafił do… łazienki. Ale jakoś dziwnie jestem spokojny, że tu właśnie na pewno będzie się ją czytać. Takie miejsca nastrajają do pomyślenia, że istnieje coś takiego jak – parafrazując dzieło Keplera – Astronomia Młoda. Zaczyna się gdzieś w Kruszwicy, Radziejowie i Inowrocławiu. Ale czy kończy się finałem Olimpiady Astronomicznej w Chorzowie albo Ogólnopolskim Seminarium w Grudziądzu? Niech trwa dalej, pod różnymi postaciami – i w tym ma pomóc nasza wspólna Urania! Mamy na to mnóstwo pomysłów. Trochę tylko brakuje miejsca, czasu i ludzi…

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) — dotychczasowego miesięcznika Polskiego Towarzystwa Miłosników Astronomii, ukazującego się od 1922 r. i **„Postępów Astronomii"** (ISSN 0032-5414) — dotychczasowego kwartalnika Polskiego Towarzystwa Astronomicznego, wychodzącego od 1953 r. Zachowana zostaje dotychczasowa numeracja „Uranii". Pismo częściowo finansowane przez:

Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego

URZĄD MARSZAŁKOWSKI WOJEWÓDZTWA KUJAWSKO-POMORSKIEGO W TORUNIU

Nakład: 2000 + 1000 egz.

Zespół Redakcyjny:
Krzysztof Czart (serwis www)
Jacek Drążkowski (red. techniczny, skład)
Marek Gołębiewski (archiwum www)
Maciej Mikołajewski (redaktor naczelny)
Jan Pomierny (astronomia.pl)
Roman Schreiber (badania kosmiczne)
Bożena Wyrzykowska (korekta językowa)
Karolina Zawada (orion.pta.edu.pl)

Współpraca:
Marek Abramowicz, Cezary Gałan, Katarzyna Kurdek, Paweł Maksym, Paweł Rudawy, Janusz Wiland, Piotr Wychudzki, Przemysław Żołądek

Adres Redakcji:
Uniwersytet Mikołaja Kopernika
Centrum Astronomii
ul. Gagarina 11
87-100 TORUŃ
tel. 509 44 17 17
fax. (56) 611 30 08
e-mail: urania@astri.umk.pl

Adres WWW:
http://urania.pta.edu.pl

Dystrybucja i marketing:
Sylwia Frąckowiak, CA UMK
ul. Gagarina 11, 87-100 TORUŃ
tel. 698 55 61 61
e-mail: urania@astri.umk.pl

Cena Uranii w prenumeracie 10 zł
Prenumerata roczna 60 zł

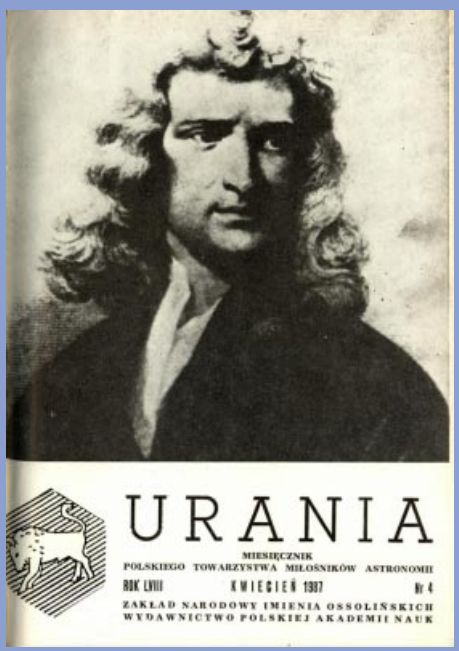
Bank Millennium S.A. o/Toruń
Nr 44 1160 2202 0000 0000 5530 5241

Wydawcy:
Polskie Towarzystwo Astronomiczne
ul. Bartycka 18, 00-716 Warszawa
tel. (0-22) 841 00 41 wewn. 146
e-mail: zarzad@pta.edu.pl
WWW: www.pta.edu.pl
Polskie Towarzystwo Miłośników Astronomii
ul. Miodowa 13 m. 35, 31-055 Kraków
tel. (0-12) 422 38 92
e-mail: zgptma@gmail.com
WWW: ptma.astronomia.pl

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

wydrukowano w drukarni
chronocolor
T. +48 818 65 60 15 www.chronocolor.pl
na maszynach RYOBI

Dawno temu w Uranii…



25 lat temu

Wyładowania elektryczne w atmosferach planetarnych

(…) Ponieważ każda z atmosfer planetarnych w Układzie Słonecznym różni się znacznie od ziemskiej, znaczne też powinny być różnice pomiędzy przebiegiem i parametrami wyładowań w tych atmosferach. Jeśli na przykład na Ziemi najlepiej poznane są wyładowania zachodzące między chmurami a powierzchnią planety, to wiedza ta nie może mieć odniesienia do Jowisza i Saturna, gdzie nie istnieją odpowiedniki powierzchni Ziemi, a domniemane wyładowania zachodzą między obłokami... Ogólnie rzecz biorąc, spodziewać się można, że ze względu na ogromne rozmiary obłoków w atmosferach planet-olbrzymów ewentualnie zachodzące tam wyładowania mogą mieć znacznie większą moc od wyładowań obserwowanych na Ziemi…

Wg J. Geophys. Res., D90, 6225, (1985).
Zbigniew Paprotny

50 lat temu

Od dawna mówiło się o konieczności budowy międzynarodowego obserwatorium astronomicznego na południowej półkuli, która wyraźnie jest upośledzona pod względem wyposażenia w większe i nowocześniejsze instrumenty. Zdaje się, że te projekty będą wreszcie zrealizowane. Ogłoszono bowiem realny plan budowy obserwatorium wyposażonego na wzór Mt Palomar

➲

W AKTUALNYM NUMERZE

67 **Zjawisko roku 2012!**
Józef Smak
Kapitan Cook i Wenus na Tahiti

Przywilej prowadzenia badań naukowych i dokonywania odkryć jest dziś wielką przygodą intelektualną. Dawniej też tak było, ale oprócz intelektu nie raz trzeba było w imię prawdy narażać zdrowie i życie. Kontynuując przygotowania do czerwcowego tranzytu Wenus, wspominamy brawurową wyprawę kapitana Cooka, najdzielniejszego żeglarza wśród astronomów i najlepszego astronoma wśród żeglarzy.

Poradnik obserwatora

76 **Przemysław Żołądek**
Techniki prezentacji i obserwacji Słońca

Bronisław Rudawy
Obserwacje Słońca i tranzytu – pierwsze kroki

88 **Jerzy Krzesiński**
SDSS — największy portret nieba

SDSS jest jednym z najbardziej nowoczesnych cyfrowych przeglądów nieba. Wykonany został za pomocą niewielkiego teleskopu o średnicy zwierciadła 2,5 m i pokrył obserwacjami ponad jedną trzecią widocznego nieba. Dzięki temu przeglądowi odkryto wiele niezwykłych i rzadkich obiektów. Artykuł przybliża czytelnikom skalę oraz rozmach pracy wykonanej przez zespół ludzi pracujących w tym projekcie.

Skrzydła w SDSS 93

O swojej pracy największym portretem nieba i drodze z Suhory do NowegoMeksyku, opowiada autor artykułu.

VT–2012

Wyznaczanie wartości jednostki astronomicznej 74

Witryna internetowa VT-2012 74

KONKURS!!!
Astronomiczne klejnoty — INKLUZJE 75

Ciekawe strony internetowe: 85

ASTROBAZY

Schody do nieba!

Zbigniew Rakoczy

Stertowanie w Kruszwicy 98

I NIE TYLKO

Blask ciemności w Beskidach 100

W kraju

Pierwszy polski satelita studencki PW-Sat 102

13 lutego w swój dziewiczy rejs wystartowała rakieta Vega, niosąc na pokładzie włoskie satelity LARES i ALMASat-1 oraz 7 innych mini satelitów, w tym pierwszy polski. Zbudowali go studenci Politechniki Warszawskiej.

Circulos meos

Od Kopernika do Borejszy: (2) …i szwedzkie dary 106

kalendarz astronomiczny: *kwiecień — maj 2012*

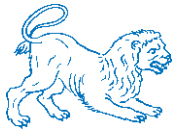
Niebo nad Polską widziane z Olsztyna 110

Polecamy do obserwacji:

Opozycja Saturna 112

Spójrz w niebo — gwiazdozbiory:

Lew 115



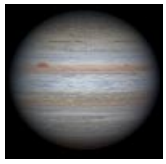
Zakrycie obiektu transneptunowego 117

Astrofotografia amatorska 86, 108, 119

Poczta 109

Krzyżówka 118

Astrożarty Jacka D. 118



III Edycja Konkursu astronomicznego

„A jednak sie kręci…”

Konkurs przeznaczony jest dla szkół, ośrodków wychowawczych, świetlic oraz instytucji organizujących letni wypoczynek dzieci i młodzieży. Zadaniem konkursowym jest przygotowanie i przeprowadzenie cyklu zajęć o tematyce astronomicznej, związanej z badaniami kosmicznymi itp.

Nagrodą główną jest teleskop astronomiczny ufundowany przez dystrybutora sprzętu astronomicznego Astrokrak. Najlepsi otrzymają także zestaw książek, map lub akcesoriów astronomicznych.

Organizatorami konkursu są: Polskie Towarzystwo Astronomiczne oraz Uniwersytet Pedagogiczny w Krakowie

REGULAMIN KONKURSU, SZCZEGÓŁOWE INFORMACJE O ZGŁOSZENIACH I WARUNKACH UDZIAŁU, A TAKŻE PRZYKŁADOWE SCENARIUSZE I PROPOZYCJE ZAJĘĆ ZNAJDUJĄ SIĘ NA

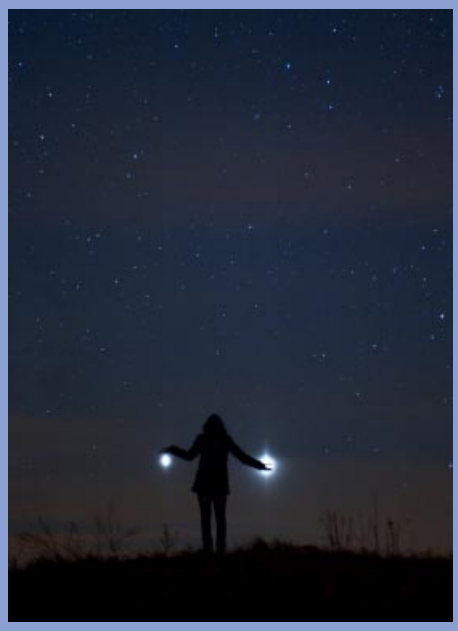
www.as.up.krakow.pl/edu/konkursy

➲

wspólnymi siłami Francji, Belgii, Holandii, NRF, Unii Południowo-Afrykańskiej i Szwecji. Spodziewany jest również udział w tym przedsięwzięciu Wielkiej Brytanii. Ze względu na warunki klimatyczne (maksymalna liczba pogodnych nocy) wybrano pod budowę okręg Beaufort West w Unii Południowo-Afrykańskiej.

Wg M. N. A. S. S. A. 20, 1 (1961). Konrad Rudnicki

NA OKŁADCE



Oślepiajaca kula Wenus na dłoni i Jowisz niczym brylant iskrzący w oczku pierścionka to swoiste klejnoty tegorocznego wieczornego marcowego nieba. To piękne zdjęcie wykonał pan Marek Nikodem z Szubina podczas złączenia tych planet 12 marca.

Zjawisko roku 2012!

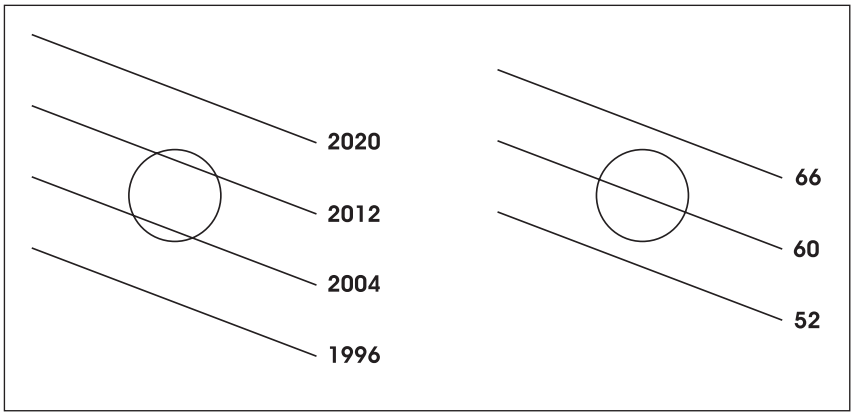
Artystyczna wizja planety Wenus na tle protuberancji słonecznej. Pastel autorstwa Katarzyny Kurdek

Józef Smak

Kapitan Cook i Wenus na Tabiti

Pełen cykl spektakularnych przejść Wenus przed tarczą słoneczną wynosi 243 lata. Dla astronomów sprzed blisko ćwierć tysiąca lat obserwacje tego zjawiska miały fundamentalne znaczenie, bo dawały niepowtarzalną możliwość uzyskania bezwzględnej wartości odległości Ziemi od Słońca, a co za tym idzie, rzeczywistych rozmiarów Układu Słonecznego. Kłopot w tym, że pomiary musiały być wykonywane z możliwie dużych odległości na Ziemi. Żeby tego dokonać, trzeba było być nie tylko sprawnym obserwatorem, ale również odważnym podróżnikiem i wytrawnym żeglarzem…

Do najrzadszych zjawisk astronomicznych możliwych do zaobserwowania w Układzie Słonecznym należą przejścia Wenus przed tarczą Słońca. Zjawisko takie występuje, gdy — po pierwsze — Wenus znajduje się pomiędzy Ziemią i Słońcem, tj. w koniunkcji dolnej (inaczej: złączeniu dolnym). Takie koniunkcje zdarzają się raz na 584 dni (jest to okres powtarzalności faz Wenus). Gdyby płaszczyzna orbity Wenus pokrywała się z płaszczyzną ekliptyki, jej przejścia przed tarczą Słońca byłyby obserwowane równie często. Orbita Wenus jest jednak nachylona do płaszczyzny ekliptyki pod kątem 3,4°. Dodajmy, że punkty przecięcia jej orbity z płaszczyzną ekliptyki to węzeł wstępujący, w którym planeta przechodzi ponad płaszczyznę ekliptyki i węzeł zstępujący, w którym przechodzi pod płaszczyznę ekliptyki. Gdy Wenus przechodzi przez koniunkcję, będąc daleko od węzłów, znajduje się wtedy powyżej (albo poniżej) Słońca. Warunkiem koniecznym dla przejścia przed tarczą Słońca jest więc równoczesne przechodzenie planety przez koniunkcję i przez jeden z węzłów. Jak często zdarza się taka sytuacja?



Drogi Wenus w czasie jej kolejnych przejść w pobliżu Słońca. W obydwu wypadkach są to przejścia przez węzeł zstępujący. Liczby po prawej podają daty (lata) tych przejść

Znając synodyczne okresy obiegu Ziemi P_Z i Wenus P_W, łatwo stwierdzić, że $8\,P_Z \approx 13\,P_W$ oraz $243\,P_Z \approx 395\,P_W$. A to znaczy, że przejścia Wenus winny powtarzać się co 8 lat i co 243 lata, przy czym w okresie 243 lat będą to dwa przejścia, odpowiadające przejściu planety przez węzeł wstępujący i zstępujący. Gdyby podane wyżej wielokrotności okresów były dokładnie równe a orbity Wenus i Ziemi kołowe, sytuacja byłaby prosta. W cyklu 243-letnim przejścia Wenus powtarzałyby się kolejno albo co 8, 113,5, 8 i 113,5 lat, albo co 121,5 i 121,5 lat. Pierwsza z tych możliwości (lewa strona rysunku) odpowiada sytuacji, gdy Wenus przechodzi przez węzeł nieco wcześniej, a po 8 latach nieco później niż koniunkcja. Mamy wtedy dwa przejścia przed tarczą Słońca. Druga możliwość (prawa strona rysunku) odpowiada sytuacji, gdy przejście przez węzeł i koniunkcja są (w przybliżeniu) równoczesne. Mamy wtedy tylko jedno przejście, ponieważ 8 lat wcześniej planeta przechodzi poniżej a 8 lat później — powyżej Słońca.

Przejścia Wenus przed tarczą Słońca w latach 1500—2200*

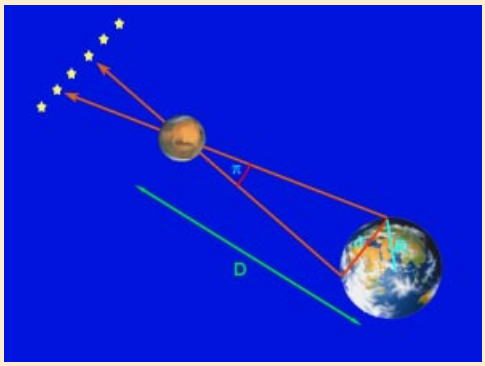
26 maja 1518
23 maja 1526
7 grudnia 1631
4 grudnia 1639
6 czerwca 1761
3 czerwca 1769
9 grudnia 1874
6 grudnia 1882
8 czerwca 2004
6 czerwca 2012
11 grudnia 2117
8 grudnia 2125

* Uważny czytelnik zauważy, że podane w „Uranii" 1/2012 (s. 9) daty przejść w XVI w. są o 10 dni późniejsze. Za dwa miesiące wyjaśnimy, które z nich są pomyłką (Red.)

W rzeczywistości jest inaczej. Przejścia Wenus w cyklu 243-letnim powtarzają się (obecnie) co 8, 105,5, 8 i 121,5 lat. Warto dodać, że pierwsza „8-letnia" para przejść następuje w maju/czerwcu, tj. wtedy gdy Wenus przechodzi przez węzeł zstępujący, zaś druga para — w grudniu, gdy planeta przechodzi przez węzeł wstępujący.

Co sprawia, że zamiast dwu równych odstępów po 113,5 lat (por. powyżej), mamy dwa różne: 105,5 i 125,5 lat? Powodów jest kilka. Po pierwsze, podane wyżej wielokrotności okresów są równe tylko w przybliżeniu. Po drugie, orbita Ziemi jest elipsą, w wyniku czego prędkość jej ruchu orbitalnego nie jest stała, co z kolei powoduje, że jej droga od węzła zstępującego Wenus do węzła wstępującego trwa dłużej niż od węzła wstępującego do węzła zstępującego. Po trzecie wreszcie, mamy do czynienia z powolnym ruchem linii węzłów orbity Wenus (ten efekt powoduje, że daty kalendarzowe kolejnych przejść stają się coraz późniejsze). To wszystko sprawia, że cykl 243-letni dzieli się obecnie na dwie nierówne części. Co więcej, uwzględnienie w rachunkach tych efektów pozwala na stwierdzenie, że w latach 546–1518 przejścia Wenus powtarzały się w innym niż obecnie cyklu, a mianowicie co 8, 113,5 i 121,5 lat, wcześniej zaś, przed rokiem 546 powtarzały się co 121,5 i ponownie 121,5 lat, a więc dokładnie co pół cyklu. W przyszłości będzie jeszcze inaczej: w latach 2976–3713 przejścia Wenus będą zachodziły co 8, 105,5 i 129,5 lat, zaś po roku 3713 co 105,5 i 137,5 lat. Przy okazji zauważmy, że możliwe są nie tylko dwie sytuacje opisane powyżej, gdy w cyklu 243-letnim mamy 4 albo 2 przejścia, ale także sytuacja pośrednia, gdy zachodzą 3 przejścia.

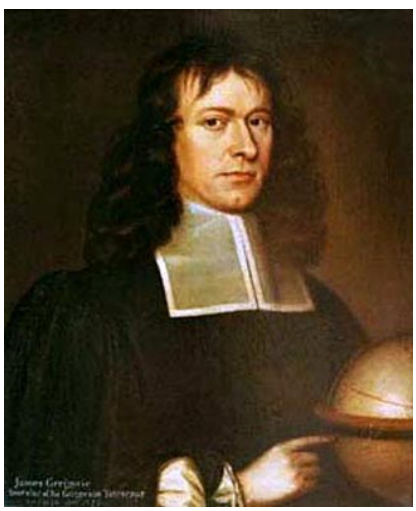
Przejścia Wenus przed tarczą Słońca stały się przedmiotem szczególnego zainteresowania astronomów nie tylko dlatego, że są tak rzadkie i że wyjaśnienie ich cykliczności było wyzwaniem dla teoretyków. Najważniejszym powodem było to, że ich obserwacje miały umożliwić dokładne wyznaczenie paralaksy Słońca albo inaczej — odległości Ziemi od Słońca, czyli jednostki astronomicznej. Przypomnijmy, że już w starożytności potrafiono obliczać ruchy planet, posługując się modelem geocentrycznym. Wprowadzenie przez Kopernika modelu heliocentrycznego, a następnie odkrycie przez Keplera jego trzech praw umożliwiło znaczne uproszczenie takich obliczeń. Potrafiono coraz dokładniej wyznaczać odległości planet od Słońca, a także ich wzajemne odległości. Tyle tylko, że były to odległości względne, odnoszone do odległości Ziemi od Słońca, przyjętej za jednostkę. Aby móc przejść do odległości wyrażanych w jednostkach bezwzględnych, np. w milach (kilometry wprowadzono znacznie później), trzeba było zmierzyć odległość Ziemi od Słońca.



Wielkim badaczem kształtów i rozmiarów orbit planetarnych był Jan Kepler. Dobrze znane były mu tylko względne wielkości wielkich półosi poszczególnych planet. Aby poznać rzeczywiste rozmiary Układu Słonecznego, przynajmniej jedna z odległości między planetami musiała zostać zmierzona bezpośrednio. Oczywiście największe nadzieje budził sąsiad bliski Ziemi, pokazany na rysunku Mars. Najprostsza, geometryczna metoda triangulacyjna polega na pomiarze różnicy położenia badanego obiektu w tej samej chwili z dwóch możliwie odległych punktów tworzących bazę d. Kąt π nosi nazwę paralaksy, gdy długość bazy d równa się promieniowi Ziemi R ($d = R$) paralaksy geocentrycznej. Znając rozmiary Ziemi, można ją obliczyć dla każdej wartości d. Dla małych kątów w mierze radialnej odległość obiektu (np. Marsa na rysunku) $D = R/\pi$, a gdy paralaksę wyrazić w sekundach łuku π" = 206265 R/D. Paralaksa geocentryczna Słońca wynosi ok. 9", co oznacza, że odległość Ziemi od Słońca jest ponad 20 tys. razy większa od jej promienia!

Rys.: astronomia.pl

Bezpośredni pomiar paralaksy geocentrycznej Słońca był oczywiście niemożliwy. Wystarczyło jednak wyznaczyć jakąkolwiek inną odległość (znaną wcześniej w jednostkach względnych). W grę wchodziło wyznaczenie paralaksy Wenus lub Marsa podczas ich największego zbliżenia do Ziemi. W przypadku Wenus ma to miejsce podczas dolnej koniunkcji, ale wtedy taki pomiar jest niemożliwy — wprawdzie tuż przed i tuż po koniunkcji widać cienki sierp Wenus, ale nie widać gwiazd, względem których należałoby zmierzyć położenie planety… W przypadku Marsa sytuacja była łatwiejsza. Pierwsze takie pomiary wykonano podczas opozycji planety w roku 1672 w dwu odległych od siebie miejscach: w Paryżu i w Cayenne (Gujana Francuska). Na ich podstawie Giovanni Cassini i John Flamsteed wyznaczyli paralaksę Słońca na π = 9–10″, czemu odpowiadała średnia odległość Ziemi od Słońca A = 146–132 mln km. Wyniki takich pomiarów podawano tradycyjnie w formie paralaksy Słońca i tylko wyjątkowo podawano także odpowia-



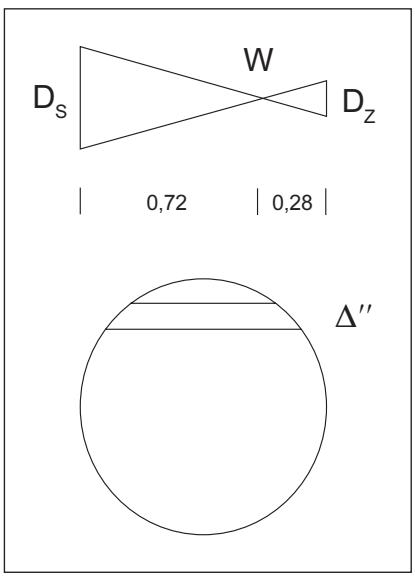
James Gregory

Edmund Halley

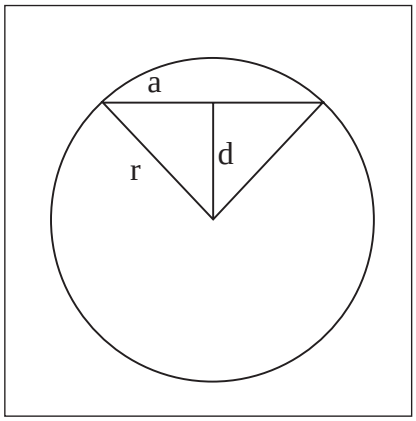
dającą jej odległość Ziemia-Słońce. Problemem było to, że w owych czasach w różnych krajach były w użyciu różne jednostki odległości. W niniejszym artykule wszystkie odległości podawane są oczywiście w kilometrach.

Pomysł wykorzystania zjawiska przejścia Wenus przed tarczą Słońca do znacznie dokładniejszego wyznaczenia jej odległości od Ziemi (a w konsekwencji jednostki astronomicznej) podał w roku 1663 angielski astronom James Gregory. Zaproponowaną przez niego metodę rozwinął w 1716 roku Edmund Halley. Miał on wtedy 60 lat i wiedział, że najbliższych przejść Wenus przez tarczą Słońca w latach 1761 i 1769 sam nie dożyje, ale opracował — dla swych następców — szczegółowy program ich obserwacji.

Zasada metody była prosta. Z dwu miejsc na Ziemi widać przejście Wenus na tle tarczy Słońca wzdłuż dwu różnych cięciw (rys.). Jeśli odległość tych dwu miejsc na Ziemi, czyli długość bazy pomiarowej, wynosi D_Z, to odpowiadająca jej odległość dwu cięciw na tarczy Słońca wynosi $D_S = x\,D_Z$, gdzie $x \approx 2{,}6$ jest stosunkiem odległości Słońce-Wenus do odległości Wenus-Ziemia (które są znane). Wyznaczona w ten sposób odległość D_S, wraz ze zmierzoną w czasie przejścia odległością kątową dwu cięciw Δ'', wystarczają do wyznaczenia odległości planety. Problem stanowi jednak dokładność, z jaką należałoby zmierzyć Δ''. Zilustrujemy to tutaj na prostym przykładzie. Podawane w ramach tego przykładu wartości liczbowe różnych parametrów są przybliżone. Mają one tylko służyć jako ilustracja metody.



Metoda wyznaczania odległości Wenus podczas jej przejścia przed tarczą Słońca



Modyfikacja metody wyznaczania odległości Wenus podczas jej przejścia przed tarczą Słońca

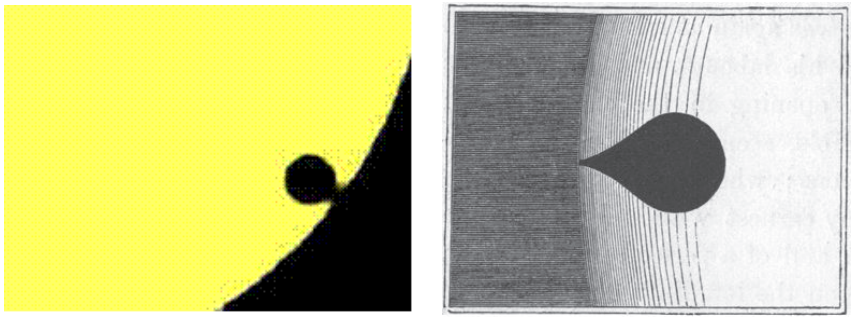
Przyjmijmy, że baza pomiarowa ma długość równą promieniowi Ziemi: $D_Z \approx 6400$ km. Odpowiada temu $D_S \approx 16600$ km oraz — przy znanej odległości Słońca — obserwowana odległość dwu cięciw: $\Delta = 23'' = 0{,}38'$. Chcąc uzyskać dokładność ± 1%, należałoby więc zmierzyć odległość dwu cięciw z dokładnością ± 0,2°. Zauważmy jednak, że położenia każdej z tych dwu cięciw wyznacza się tylko pośrednio, mierząc zmieniającą się odległość czarnego krążka planety od nieostrego i drgającego brzegu tarczy Słońca. Osiągnięcie w tych warunkach dokładności ±0,2° jest po prostu niemożliwe.

Zasługą Halleya było rozwinięcie tej metody w sposób, który pozwalał na osiągnięcie pożądanej dokładności. Znając względne odległości Słońce–Wenus–Ziemia oraz prędkości kątowe ruchu orbitalnego Wenus i Ziemi, można wyznaczyć prędkość kątową, z jaką przesuwa się ona na tle tarczy Słońca: $v \approx 4°$/min. Znając tę prędkość oraz mierząc czas przejścia Wenus przed tarczą Słońca Δt, można wyznaczyć długość cięciwy (rys.): $2a = v\,\Delta t$. Z kolei, znając również kątowy promień Słońca (r), można wyznaczyć (stosując twierdzenie Pitagorasa do trójkąta rda) odległość tej cięciwy (d) od środka tarczy Słońca. Aby ocenić dokładność tej metody, pozostańmy przy wcześniejszym przykładzie i załóżmy, że wartość d dla jednej z cięciw wynosi $d_1 = 11{,}00'$, zaś dla drugiej: $d_2 = 11{,}00 - 0{,}38' = 10{,}62'$. Czasy przejścia będą wtedy wynosić: $\Delta t_1 = 344$ i $\Delta t_2 = 355$ min, a ich różnica: 11 min = 660 s. Zakładając, podobnie jak Halley, że czasy przejścia i ich różnicę da się zmierzyć z dokładnością ±2 s, otrzymujemy, że opisana metoda powinna zapewnić dokładność wyrażającą się stosunkiem 2/660, czyli ±0,3%. Z taką dokładnością winno udać się wyznaczenie odległości dwu cięciw $\Delta = d_1 - d_2$ (w naszym przykładzie byłoby to $\Delta = 23{,}00 \pm 0{,}07''$), a w konsekwencji paralaksę/odległość Wenus oraz paralaksę/odległość Słońca.

HMS Endeauvor

Przygotowania do obserwacji przejścia Wenus w dniu 6 czerwca 1761 r. z udziałem astronomów z wielu krajów były pierwszym w historii przykładem naukowej współpracy międzynarodowej. W związku z toczącą się wtedy Wojną Siedmioletnią, niezbędnym też było uzyskanie od rządów wojujących stron „glejtów bezpieczeństwa" dla wypraw udających się do odległych miejsc na Ziemi (nie zawsze, niestety, zapewniały one bezpieczeństwo). Kilka wypraw zakończyło się sukcesem. Były to m.in. angielskie wyprawy astronomów Jeremiaha Dixona i Charlesa Masona na Przylądek Dobrej Nadziei oraz Johna Winthropa do Nowej Funlandii, francuska wyprawa Jean-Baptiste Chappe d'Auteroche'a do Tobolska na Syberii, a także austriackiego astronoma i jezuity Maximilliana Hella do Vardö, w Norwegii, za kołem polarnym.

Jednak po opracowaniu tych obserwacji okazało się, że ich wyniki niezupełnie spełniają wcześniejsze oczekiwania. Wartości paralaksy Słońca wyznaczone przez różnych astronomów zawierały się w szerokich granicach od $\pi = 8{,}28''$ do $10{,}6''$ (czemu odpowiadała wartość A w granicach od 159 do 124 mln km). Jednym ze źródeł tak dużych rozbieżności były niedokładnie wyznaczane momenty kontaktów. Momenty pierwszego i czwartego kontaktu są z natury rzeczy trudne do uchwycenia. W przypadku kontaktów wewnętrznych przyczyną niepewności jest tzw. zjawisko „czarnej kropli". Polega ono na tym, że tuż po drugim kontakcie i tuż przed trzecim obraz Wenus ulega deformacji, wywołanej przez rozpraszanie światła w atmosferze, w teleskopie oraz w oku obserwatora (lub w emulsji w przypadku obserwacji fotograficznych w czasach późniejszych).



Efekt „czarnej kropli" w wersji współczesnej i przywiezionej z wyprawy

James Cook (1728–1779) — angielski kapitan i odkrywca, jeden z największych żeglarzy wszech czasów. W czasie trzech kolejnych wypraw po Pacyfiku wniósł olbrzymi wkład w poznanie naszego globu, sporządzając dokładane mapy tych obszarów. Na konto jego ekspedycji należy wpisać odkrycia licznych gatunków zwierząt oraz roślin i spotkanie nowych ludów, jak aborygeni i Aleuci. Portret namalowany w 1775 r. przez Nathaniela Dance'a znajduje się w Greenwich

Do obserwacji przejścia Wenus w dniu 3 czerwca 1769 r. przygotowano się znacznie lepiej, korzystając z doświadczeń z roku 1761. Wartościowe obserwacje wykonali astronomowie wchodzący w skład dwu wypraw angielskich, a mianowicie James Cook i Charles Green na Tahiti, William Wales w Fort Churchill nad Zatoką Hudsona w Kanadzie, rosyjski astronom Stiepan Rumovski na półwyspie Kola, Jean-Baptiste Chappe d'Auteroche — tym razem w Meksyku, na półwyspie Baja California oraz Maximillian Hell — ponownie w Vardö, za kołem polarnym.

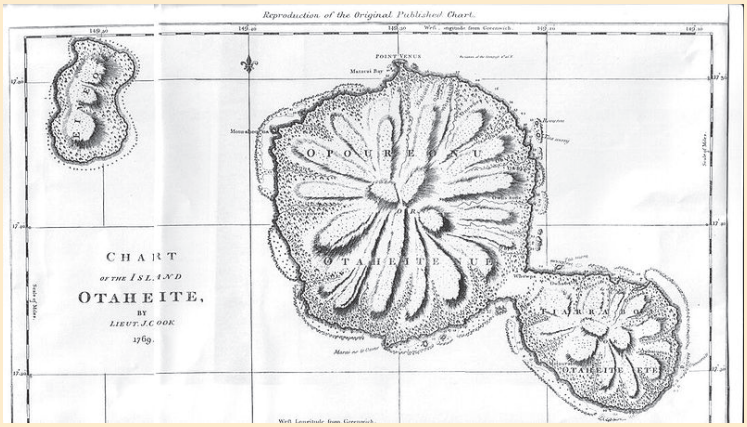
Patronat nad dowodzoną przez kapitana Jamesa Cooka wyprawą na odkrytą ledwie kilka miesięcy wcześniej Tahiti objęło szacowne *Royal Society* (porównaj „Urania" 6/2011 s. 245). 16 lutego 1768 r. wystąpiło do króla Jerzego III w tej sprawie z petycją, która zawierała m.in. prośbę o sfinansowanie wyprawy sumą 4000 funtów szterlingów. Król wyraził zgodę, dzięki czemu już w maju tegoż roku admiralicja mogła zakupić żaglowiec *Earl of Pembroke*, który po przebudowie otrzymał nazwę *HMS Endeavour*. Rozpoczęto kompletowanie załogi oraz załadunek zapasów żywności. W skład załogi weszli: kapitan James Cook, który był również doświadczonym astronomem, Charles Green, podówczas asystent królewskiego astronoma Neville'a Maskelyne'a — jako naukowy kierownik wyprawy, kilku przyrodników, m.in. Szwed Daniel Solander, 3 oficerów, 73 marynarzy oraz 12 żołnierzy piechoty morskiej (*Royal Marines*). Warto przytoczyć zachowany do dziś spis zapasów żywności: 4000 tusz wołowych,

Pechowy astronom

Prawdziwym pechowcem okazał się francuski astronom **Guillaume Le Gentil**. Na miejsce obserwacji w 1761 r. wybrał Pondicherry, we francuskiej enklawie na wschodnim wybrzeżu Indii. Po drodze zatrzymał się na Mauritiusie, gdzie dowiedział się, że Pondicherry jest oblegane przez Anglików zarówno od strony lądu, jak i od strony morza przez angielską flotę. Przesiadł się więc na francuski okręt wojenny, który udawał się tam z zamiarem przebicia się przez blokadę. Zanim jednak zbliżyli się do wybrzeży Półwyspu Indyjskiego, dotarła do nich wiadomość, że Pondicherry już dawno padło. Jedyne, co w tej sytuacji można było zrobić, to zawrócić na Mauritius. Dotarli tam dopiero w dniu przejścia Wenus, tj. 6 czerwca1761 r., ale na wejście do portu i przygotowanie obserwacji nie starczyło już czasu. Le Gentil mógł tylko obejrzeć zjawisko z pokładu kołyszącego się na falach okrętu… Nauczony tym doświadczeniem postanowił nie wracać do Francji i czekać w rejonie Oceanu Indyjskiego na następną okazję za 8 lat! Tym razem na miejsce obserwacji wybrał Manilę, dokąd dotarł — przezornie — już na 3 lata przed oczekiwanym zjawiskiem. Niestety, hiszpański gubernator Manili uznał go za szpiega i Le Gentil, aby uniknąć grożącego mu aresztu, uciekł pospiesznie na Macao. Stamtąd, po pełnej przygód żegludze, dotarł wreszcie do odzyskanego przez Francję Pondicherry. Tamtejszy gubernator przyjął go z honorami i natychmiast nakazał wybudować dla niego obserwatorium astronomiczne. Tym razem wszystko było gotowe na długo przed czasem, pogoda była piękna i Le Gentil mógł liczyć na sukces. Niestety, w dniu przejścia Wenus, tj. 3 czerwca 1769 roku, niebo pokrywały gęste chmury…

Odkrycie Tahiti

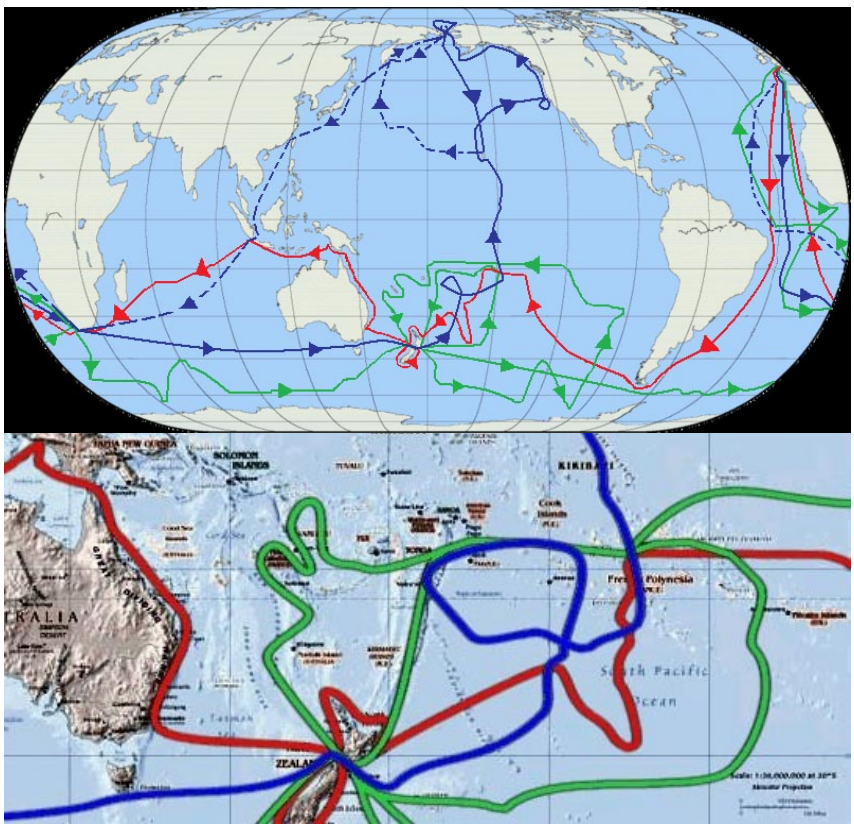
Tahiti została odkryta 17 czerwca 1767 r., gdy dopłynęły tam dwa angielskie okręty *HMS Dolphin* i *HMS Swallow*. Dowódcą wyprawy był kapitana Samuel Wallis, który po wylądowaniu nadał nowo odkrytej wyspie nazwę *King George Island*. Nastawienie mieszkańców wyspy do białych przybyszów było początkowo wrogie. Szybko jednak uległo ono zmianie, gdy rozwinął się handel wymienny. Najchętniej przyjmowaną przez krajowców zapłatą za dostarczane przez nich owoce, warzywa itp. były nieznane im wcześniej przedmioty wykonane z metalu, zwłaszcza gwoździe. Marynarze odkryli też wkrótce, że piękne Tahitianki gotowe są świadczyć swoje usługi seksualne również w zamian za gwoździe. Tymczasem jedynym miejscem obfitującym w gwoździe była drewniana konstrukcja okrętów i zanim kapitan Wallis zdołał się zorientować, uległy już one częściowej rozbiórce! Na szczęście dla kapitana Cooka wieść o tej tragikomicznej przygodzie dotarła do niego przed wyruszeniem jego wyprawy, dzięki czemu zabrał on przezornie spory zapas gwoździ, a po dotarciu do Tahiti wystawił na pokładzie swego okrętu warty. Podczas tej wyprawy sporządzono pokazaną obok mapę.



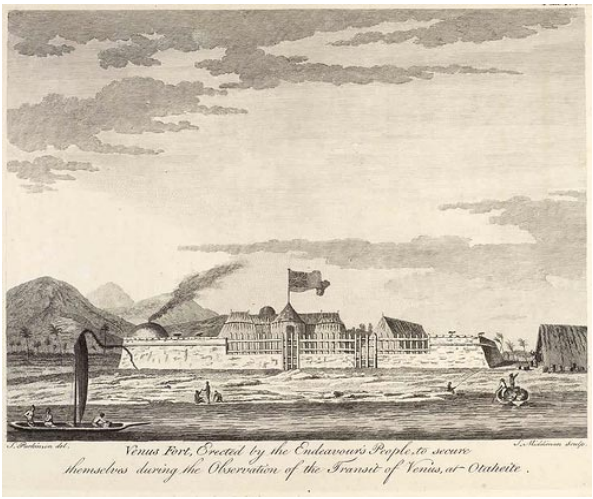
6000 tusz wieprzowych, 9 t chleba, 5 t mąki, 3 t kiszonej kapusty, 1 t rodzynek, 250 beczek piwa, 44 beczki koniaku i 17 beczek rumu. Nie przypadkiem w tym zestawie znalazły się kapusta i rodzynki: kapitan Cook wiedział, że wzbogacona o te produkty dieta pozwoli zapobiec nękającym wtedy żeglarzy chorobom, zwłaszcza szkorbutowi.

Wreszcie 26 sierpnia 1768 r. *Endeavour* wypłynął z Plymouth w swą długą podróż dookoła świata. Od petycji do Jerzego III do wyjścia w morze minęło zatem zaledwie pół roku. Na marginesie, warto się zastanowić, jak by to wyglądało w realiach współczesnych? Rozpatrywanie wniosku grantowego przez odpowiednie ministerstwo oraz niezbędne uzgodnienia z kilkoma innymi ministerstwami potrwałyby co najmniej rok. Zakupienie statku — w drodze przetargu! — musiałoby zająć kolejny rok. Jego wyposażenie, wymagające również rozpisania wielu przetargów, to kolejny rok. Wyprawa mogłaby więc wypłynąć nie wcześniej niż po upływie 3 lat (pod warunkiem oczywiście, że żaden z przetargów nie zostałby unieważniony i że całą sprawą nie zajęłyby się wcześniej NIK, CBA i prokuratura…

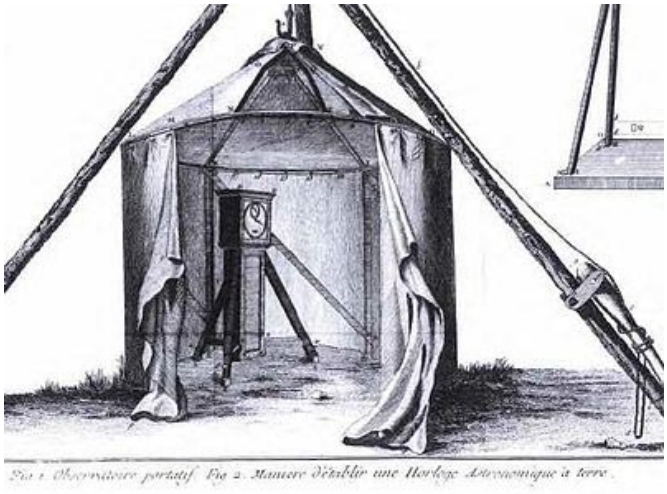
Po trwającej kilka miesięcy żegludze wzdłuż wybrzeży Ameryki Południowej, a następnie wokół przylądka Horn, *Endeavour* dotarł 13 kwietnia 1769 r. do północnych brzegów Tahiti, zarzucając kotwicę w zatoce Matavai (nazwanej przez Anglików *Royal Bay*). Natychmiast przystąpiono do przygotowania miejsca obserwacji. Wybór padł na naj-



Trzy podróże kapitana Cooka: 1768–1771 (kolor czerwony); (1772–1775 (zielony); 1776–1779 (niebieski). Drogi wszystkich trzech wypraw krzyżują się na Tahiti (French Polynesia), gdzie lądował dla wykonania obserwacji astronomicznych, uzupełnienia zapasów i zabrania miejscowych tłumaczy na pokład. Badania naukowe były w tych czasach przygodą, nie tylko w intelektualnym znaczeniu. Cook zginął na Hawajach w potyczce z miejscową ludnością i wg legendy… zjedzony przez tubylców. Trasa powrotna załogi Cooka po jego śmierci jest pokazana linią przerywaną na górnej mapie. (mapy wg Wikipedii)



Tahiti — Fort Venus



Fort Venus — pawilon służby czasu

dalej na północ wysunięty punkt wyspy, któremu nadano nazwę *Point Venus* (obowiązuje ona do dziś). W tym miejscu wybudowano fort — nazwany oczywiście *Fort Venus* — w obrębie którego przygotowano stanowiska obserwacyjne, ustawiono pawilon służby czasu z precyzyjnym zegarem wahadłowym itd. Dokonano też wyboru dwu dodatkowych miejsc obserwacji — na niewielkiej wyspie Taaupiri u północno-wschodnich wybrzeży Tahiti oraz na koralowej wysepce Irioa w pobliżu sąsiedniej wyspy Moorea.

Czas, jaki pozostał do dnia przejścia Wenus, wykorzystano na wykonanie niezbędnych obserwacji, których celem było wyznaczenie współrzędnych geograficznych. Najtrudniejszy problem stanowiło wyznaczenie długości geograficznej, wymagające nawiązania czasu lokalnego do czasu Greenwich. Dokonano tego, posługując się dwiema metodami. Pierwsza z nich, stosowana powszechnie przez żeglarzy, polegała na wyznaczaniu położenia Księżyca względem gwiazd; jej zastosowanie wymagało uwzględniania poprawek na efekt paralaksy. Druga metoda, znacznie prostsza, polegała na wyznaczaniu momentów zaćmień satelitów Jowisza.

W dniu przejścia Wenus pogoda dopisała, umożliwiając wykonanie wszystkich zaplanowanych wcześniej obserwacji. Trzej obserwatorzy: Charles Green, James Cook i Daniel Solander wykonali pomiary położeń Wenus na tle tarczy Słońca oraz wyznaczyli momenty czterech kontaktów. Obserwacje wykonano także na Taaupiri i na Irioa. Ich wyniki,

Najbliższe przejście Wenus przed tarczą Słońca będzie miało miejsce 6 czerwca 2012 r. Będzie to — po 243 latach — niemal dokładne powtórzenie przejścia z roku 1769. W Polsce będzie widoczna tylko końcowa część zjawiska. Oto momenty kontaktów dla Warszawy (wyrażone w czasie letnim):

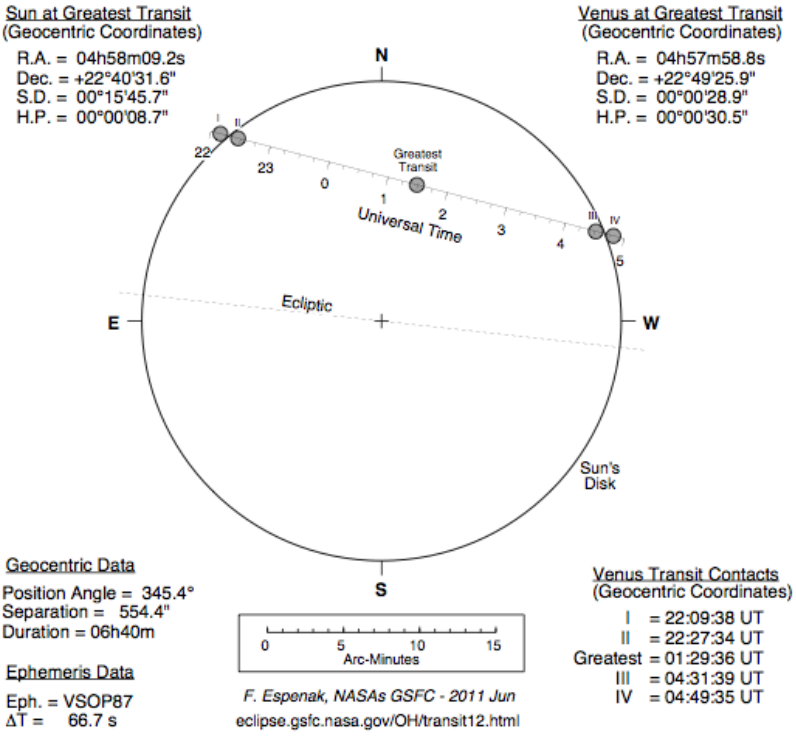
3. kontakt: $6^h\ 37^m\ 11^s$
4. kontakt: $6^h\ 54^m\ 46^s$.

To będzie ostatnie przejście Wenus przed tarczą Słońca w obecnym stuleciu. Kolejne nastąpi dopiero 11 grudnia 2117 r.

FIGURE 2

Transit of Venus of 2012 June 05/06

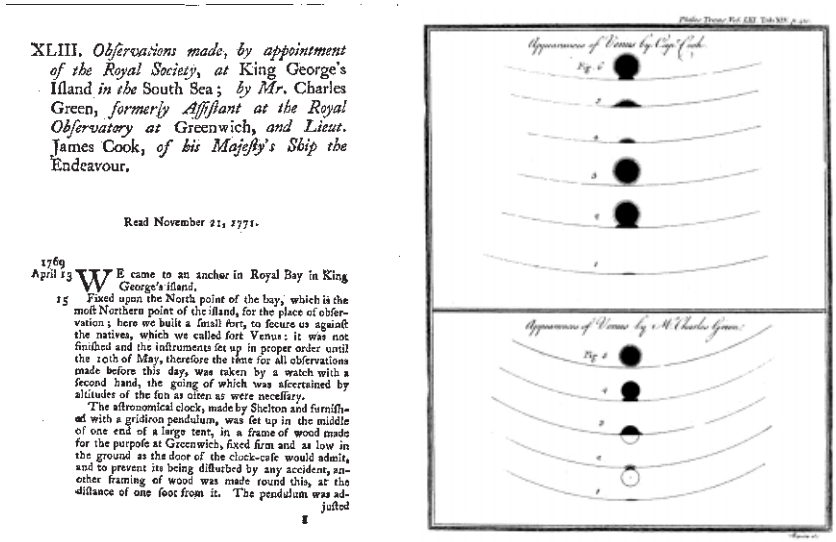
Greatest Transit = 01:29:36.3 UT J.D. = 2456084.562225



Przejście Wenus przed tarczą Słońca 6 czerwca 2012 r.

wraz z wynikami uzyskanymi na Tahiti, wprawdzie dostarczono do *Royal Society*, ale nigdy nie zostały opracowane. Historycy do dziś próbują bezskutecznie wyjaśnić, dlaczego tak się stało. Tymczasem rezultaty Greena, Cooka i Solandera różniły się jednak o kilka, a nawet o kilkanaście sekund, a przyczyną tego był znowu efekt „czarnej kropli". Ten sam kłopot stał się oczywiście udziałem obserwatorów wchodzących w skład innych ekspedycji. Na szczęście, różnica czasów przejścia obserwowanych na Tahiti i w najdalej na północ wysuniętych miejscach (Vardö i Kola) wynosiła aż 23 min, co pozwoliło na uzyskanie przyzwoitej dokładności wyników (zostaną one omówione poniżej).

Po wykonaniu obserwacji przejścia Wenus kapitan Cook zapoznał się z tajnymi instrukcjami Admiralicji, które nakazywały mu płynąć dalej na południowy zachód w poszukiwaniu *Terra Australis Incognita*. 14 lipca 1769 r. *Endeavour* opuścił Tahiti, by po trzech miesiącach dotrzeć do Nowej Zelandii. Jej eksploracja zajęła blisko pół roku, po czym — 20 kwietnia 1770 r. — kapitan Cook osiągnął wreszcie nakazany cel: południowo-wschodni kraniec Australii. Dalsza żegluga wzdłuż jej wschodniego wybrzeża obfitowała w liczne odkrycia; odkryto m.in. słynną później *Botany Bay* oraz sąsiednią zatokę, w której leży obecne Sydney, a także położoną dalej na północ Wyspę Magnetyczną. Nie obyło się też bez przygód, z których najgroźniejsza wydarzyła się 11 czerwca 1770 r., gdy na wysokości obecnego Cooktown *Endeavour* wpadł na rafę i doznał poważnych uszkodzeń. Po prowizorycznych naprawach kapitan Cook skierował swój okręt ku Batavii (dzisiejsza Dżakarta) — najbliższego portu, w którym można było dokonać gruntownej naprawy. Postój tam zajął ponad 3 miesiące (od 9 października do 26 grudnia 1770 r.). Tak się niestety złożyło, że w Batavii panowała wtedy epidemia malarii oraz dezynterii. Jej ofiarami stało się kilku członków wyprawy, a jednym z nich był Charles Green, który w ten tragiczny sposób został pozbawiony możliwości udziału w opracowaniu naukowych wyników wyprawy. Po opuszczeniu Batavii *Endeavour* przebył Ocean Indyjski, okrążył Przylądek Dobrej Nadziei, wypłynął na Ocean Atlantycki i wreszcie —



XLIII. *Observations made, by appointment of the Royal Society, at* King George's Island *in the* South Sea; *by Mr.* Charles Green, *formerly Assistant at the Royal Observatory at* Greenwich, *and Lieut.* James Cook, *of his Majesty's Ship the* Endeavour.

Read November 21, 1771.

1769 April 13 WE came to an anchor in Royal Bay in King George's island.

15 Fixed upon the North point of the bay, which is the most Northern point of the island, for the place of observation; here we built a small fort, to secure us against the natives, which we called fort Venus: it was not finished and the instruments set up in proper order until the 10th of May, therefore the time for all observations made before this day, was taken by a watch with a second hand, the going of which was ascertained by altitudes of the sun as often as were necessary.

The astronomical clock, made by Shelton and furnished with a gridiron pendulum, was set up in the middle of one end of a large tent, in a frame of wood made for the purpose at Greenwich, fixed firm and as low in the ground as the door of the clock-case would admit, and to prevent its being disturbed by any accident, another framing of wood was made round this, at the distance of one foot from it. The pendulum was adjusted

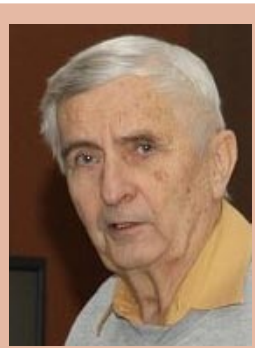
Strona tytułowa oraz rycina oryginalnej pracy, zawierającej wyniki obserwacji wykonanych na Tahiti (Cook, James; Green, Charles, 1771; Philosophical Transactions 1771, Volume 61, pp. 397–421)

11 lipca 1771 r. — zarzucił kotwicę u wejścia do portu Deal (w pobliżu Dover). Tak zakończyła się pierwsza, trwająca blisko 3 lata, wyprawa kapitana Cooka dookoła świata.

Natychmiast po przybyciu kapitan Cook zajął się przygotowaniem do druku naukowych wyników wyprawy. Zostały one zawarte w obszernej pracy, która — w tym samym jeszcze roku! — została opublikowane w *Philosophical Transactions of the Royal Society*. Cook pamiętał o zasługach Charlesa Greena i na pierwszym miejscu umieścił w niej jego nazwisko.

Równie szybko zostały opublikowane wyniki obserwacji wykonanych przez inne ekspedycje. Opracowaniem całego materiału obserwacyjnego zajęło się, niezależnie, kilku ówczesnych astronomów. Najdokładniejsze wyniki uzyskali dwaj z nich: profesor Uniwersytetu w Oxfordzie Thomas Hornsby — $\pi = 8{,}78 \pm 0{,}05°$, A = 149,84 ± 0,86 mln km oraz francuski astronom Alexandre-Gui Pingré — $\pi = 8{,}80°$, A = 149,50 mln km. Wartości te różniły się od prawdziwych o zaledwie 0,1%! Niestety, wyniki uzyskane przez innych astronomów były bardzo różne. Dla przykładu, słynny francuski astronom Jérôme Lalande uzyskał — $\pi = 8{,}60 \pm 0{,}06°$, A = 153,0 ± 1,0 mln km. W tej sytuacji uznano, że problem dokładnej wartości paralaksy Słońca pozostaje nadal nierozstrzygnięty. Dopiero ponad sto lat później amerykański astronom Simon Newcomb, mając do dyspozycji wyniki obserwacji wykonanych podczas czterech przejść Wenus — w latach 1761, 1769, 1874 i 1882 — uzyskał $\pi = 8{,}795 \pm 0{,}019°$, A = 149,59 ± 0,31 mln km. Dla porównania: dokładne wartości tych wielkości, wyznaczone w drugiej połowie XX w. na podstawie pomiarów radarowych odległości planet oraz pomiarów telemetrycznych sond kosmicznych, wynoszą: $\pi = 8{,}794148$ oraz A = 149 597 870,691 ± 0,030 km (warto zwrócić uwagę na niebywałą dokładność, z jaką znamy dziś jednostkę astronomiczną: ±30 metrów!).

Profesor Józef Smak, wieloletni pracownik i jeden z założycieli Centrum Astronomicznego im. Mikołaja Kopernika PAN w Warszawie, członek rzeczywisty PAN, Honorowy Członek Polskiego Towarzystwa Astronomicznego, jeden z najwybitniejszych polskich astronomów. Specjalista w dziedzinie teoretycznych i obserwacyjnych badań ciasnych układów podwójnych, przede wszystkim gwiazd nowych karłowatych, dla których wyjaśnił przyczyny wybuchów, w postaci niestabilności termicznych w dyskach akrecyjnych.



WYZNACZANIE WARTOŚCI JEDNOSTKI ASTRONOMICZNEJ

8 czerwca 2004 r. dziesiątki tysięcy obserwatorów śledziło niezwykle spektakularne i piękne przejście Wenus przed tarczą Słońca. Niemal 3 tysiące obserwatorów przesłało wyniki swoich pomiarów do centrum obliczeniowego, gdzie komputery wyliczyły odległość Ziemi od Słońca, czyli długość jednostki astronomicznej. Otrzymany wynik 149 558 547 km różnił się tylko o 0,026% od wartości rzeczywistej. Polacy stanowili 11,2% wszystkich zarejestrowanych uczestników tego programu.

Osoby zainteresowane uczestnictwem w międzynarodowej akcji wyznaczenia długości jednostki astronomicznej (AU) na podstawie skoordynowanych obserwacji dokonanych przez obserwatorów rozmieszczonych w różnych punktach globu ziemskiego, powinny zainteresować się projektem *„Transit of Venus”* przygotowanym przez organizację *Astronomers Without Borders* (www.astronomerswithoutborders.org).

Aby stać się uczestnikiem wspólnej akcji obserwacyjnej, należy po prostu przesłać wyniki swoich obserwacji do centrum obliczeniowego, wykorzystując do tego specjalną **bezpłatną aplikację przygotowaną przez Norberta Schmidta (DDO) we współpracy z organizacją *Astronomers Without Borders* na smartfony z systemem operacyjnym Android phone.app dla Androida** oraz na platformę Apple iTunes: **phone.app dla iTunes**.

Witryna internetowa VT-2012

Polskie Towarzystwo Astronomiczne, przy współpracy portalu internetowego „Astronomia.pl” organizuje akcję oświatową i popularyzatorską o nazwie ***Program VT-2012***. Celem akcji jest zachęcenie wszystkich miłośników astronomii, a szczególnie młodzieży szkolnej, do przeprowadzenia pod opieką nauczycieli obserwacji przejścia Wenus na tle tarczy Słońca oraz do uczestnictwa w otwartych pokazach, prelekcjach czy wykładach, co przyczyni się do spopularyzowania podstaw wiedzy astronomicznej i rozbudzenia zainteresowania naukami ścisłymi.

W celu jak najlepszego zaprezentowania wszelkich informacji o Programie VT-2012 jak i naukowych podstaw jego realizacji, przygotowaliśmy obszerną witrynę internetową Programu VT-2012:

www.vt2012.astronomia.pl/index.html

Witryna zawiera szczegółowe informacje na temat:

— sposobów bezpiecznych obserwacji zjawiska;
— efemerydy przejścia dla wielu miejscowości w Polsce;
— aktualną mapę pokazów i obserwacji tranzytu w Polsce;
— linki transmisji internetowych z całego świata.

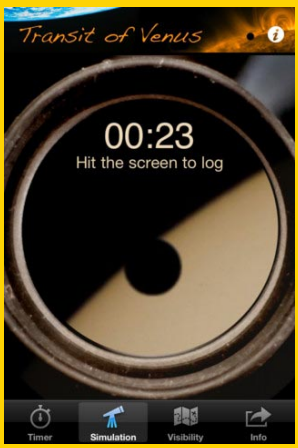
Ponadto wiele informacji na temat historycznych obserwacji tranzytów, popularna prezentacja informacji na temat Słońca i Wenus, a także pozasłonecznych układów planetarnych, zwłaszcza odkrywanych metodą tranzytów.

Aplikacja phone.app pomaga przeprowadzić pełny proces obserwacji przejścia Wenus:

1. Przed przejściem można przeprowadzić symulację przejścia i wyznaczyć momenty kontaktów dla miejsca obserwacji;
2. Podczas przejścia pozwala wyznaczyć i zanotować momenty kontaktów;
3. Po przejściu pozwala przesłać wyniki pomiarów do centum obliczeniowego.

Warto zapoznać się ze szczegółowym **opisem działania** aplikacji phone.app, przygotowanym przez dra Stevena van Roode.

Uwaga: aplikacja phone.app jest bezpłatna, natomiast aby przesłać dane, należy posiadać opłacony abonament na przesył danych lub też skorzystać z dostępu WiFi, np. z domowych czy szkolnych routerów.



VT-2012 „W Twojej okolicy”

Jako Krajowy Koordynator Programu VT-2012 zwracam się z uprzejmą prośbą o przesyłanie na adres e-mailowy naszej akcji

vt2012@astro.uni.wroc.pl

wszelkich informacji o pokazach, prelekcjach, wykładach i innych formach działalności edukacyjnej organizowanych przez wszelkie instytucje naukowe i placówki popularnonaukowe, szkoły, stowarzyszenia i osoby w związku z przejściem Wenus. Na naszej stronie internetowej w zakładce „W Twojej okolicy”

www.vt2012.astronomia.pl/okolica.html

pragniemy zamieszczać takie informacje, aby ułatwić ich odnalezienie osobom zainteresowanym, co powinno przełożyć się na znaczny wzrost ilości uczestników tych przedsięwzięć.

Paweł Rudawy

KONKURS!!!

VT–2012

Astronomiczne klejnoty — INKLUZJE

Najbardziej niezwykłe bursztyny to tzw. inkluzje — zatopione w klejnocie liście, patyki, owady a nawet skorpiony sprzed milionów lat! Planeta, Merkury albo Wenus, na tle tarczy Słońca to też swoista, naturalna „inkluzja", a ciekawe zdjęcie na tle wzburzonego aktywnością Słońca może być nie tylko dokumentem naukowym (zwłaszcza w historycznych czasach), ale prawdziwym, estetycznym klejnotem w kolekcji astrofotografa. Warto więc wykorzystać, że czerwcowy tranzyt nastąpi w okresie — kto wie, czy nie jednego z ostatnich na długie lata — maksimum słonecznego. Dodatkową okolicznością, z pozoru tylko niekorzystną, będzie bliskość horyzontu podczas zjawiska – Słońce w Polsce wschodzi już z Wenus na tarczy! Zatem nie można liczyć na tak udane jak ostatnio pokazy na rynkach i ulicach miast, ale raczej z góry starannie zaplanować obserwacje gdzieś na uboczu, z dobrze odsłoniętym i interesującym fotograficznie horyzontem. Jednym z najciekawszych miejsc do obserwacji, o jakich słyszeliśmy, jest szczyt Mysiej Wieży w Kruszwicy. Bliskość horyzontu zwiększa szanse na uchwycenie naturalnych „inkluzji": drzewka, chmurki, ale też cywilizacyjnych — komina, słupa etc. Najciekawsze jednak będą jak zwykle obiekty latające, ptaki, samoloty, balony… Te też z największym prawdopodobieństwem spotkać można blisko horyzontu. Spróbujcie je złapać! Trzeba będzie chyba filmować i potem przeglądać klatkę po klatce! Postaramy się wszystkie zdjęcia opublikować, a najciekawsze nagrodzić jakąś pamiątką lub prenumeratą. Nie stawiamy żadnych ograniczeń co do udziału w innych ewentualnych konkursach, prosimy tylko o w miarę interesujący opis okoliczności powstania zdjęcia z fotografią miejsca zainstalowania sprzętu, najlepiej wraz z autorem. Materiały, w miarę możliwości w postaci cyfrowej, prosimy nadsyłać możliwie szybko po zjawisku na adres e-mailowy bądź pocztowy „Uranii". (red.)

Źródło: Wikimedia Commons

Piękną galerię ze zdjęciami przejścia Merkurego na tle tarczy słonecznej w dniu 8 listopada 2006 r., w tym wiele z inkluzjami, można obejrzeć na stronie internetowej http://www.spaceweather.com/eclipses/gallery_08nov06.htm.

Fot. Ron Wayman

Fot. Galen Erickson

Fot. Brett Ohnstad

Miłośnicy astronomii i astronomowie opowiadają sobie czasem makabryczny dowcip:
— Ile razy można spojrzeć na Słońce przez teleskop?
Odpowiedź brzmi:
— Dwa! Raz okiem lewym i raz prawym!

Życząc Czytelnikom najwspanialszych wrażeń z obserwacji naszej macierzystej gwiazdy, zaczynamy przede wszystkim od zasad bezpieczeństwa, tak dla naszego wzroku jak i sprzętu. Musimy o nich zawsze pamiętać!

Techniki obserwacji i prezentacji Słońca

Przemysław Żołądek

Słońce jest specyficznym i wyjątkowym celem obserwacji. Naszą gwiazdę dzienną podziwiać można praktycznie dowolnym sprzętem astronomicznym tylko pod warunkiem, że stosujemy się do pewnych zasad bezpieczeństwa. Słońce to obiekt fascynujący, ale na co dzień niemal niedostrzegany przez zwykłych ludzi. Cieszymy się, gdy jest ciepło i słonecznie, traktujemy je jak wielki świecący z góry reflektor, a podziwiamy przy zachodach. Tymczasem spojrzenie astronoma daje zupełnie inną perspektywę. Oto na dziennym niebie oślepiająco świeci gwiazda o jasności niemal –27 magnitudo! Dość typowa i spokojna, jak wiele innych we Wszechświecie. Inne takie słońca widać przez całą noc w postaci punkcików, które nazywamy gwiazdami.

Nasze Słońce wypromieniowuje ogromne ilości energii, między innymi w postaci światła widzialnego, podczerwieni czy też ultrafioletu. Teleskopy, które zazwyczaj służą do zbierania minimalnych ilości światła, w przypadku tak skrajnie jasnego obiektu mogą być bardzo niebezpieczne dla obserwatora bądź też mogą nie poradzić sobie z przeniesieniem takiej ilości energii, ulegając uszkodzeniu. Na początku więc kilka słów o bezpieczeństwie obserwacji słonecznych.

Bezpieczeństwo

W każdym teleskopie, w dołączonej do niego instrukcji znajdują się stosowne ostrzeżenia mówiące o utracie wzroku w przypadku ich zlekceważenia. W istocie, teleskopy potrafią być bardzo niebezpieczne, a co więcej, działanie światła słonecznego na oko jest dość zdradliwe. Mechanizm uszkadzania wzroku jest tu dwojaki. Po pierwsze mamy efekt fotochemiczny: pigmenty w komórkach siatkówki rozkładane są przez silne promieniowanie, szczególnie przez to o mniejszych długościach fali. Tego rodzaju naświetlenie oka może prowadzić do mniej lub bardziej długotrwałych zmian w widzeniu. Na podobnej zasadzie dochodzi do uszkodzeń wzroku u spawaczy — duże ilości ultrafioletu produkowane przez łuk elektryczny są bardzo niebezpieczne. Efekt drugi przy obserwacjach teleskopowych ma dużo większe znaczenie i niesie też bardziej nieodwracalne skutki. Chodzi tu o działanie termiczne i to wcale nie tak dramatyczne, jak by się mogło wydawać. Podniesienie temperatury siatkówki zaledwie o 10° powoduje nieodwracalne uszkodzenia komórek i utratę wzroku. Wszystko to dzieje się bezboleśnie, jako że siatkówka jest pozbawiona zakończeń nerwowych, a do podniesienia temperatury wystarczy ułamek sekundy. **Pierwsza zasada: do obserwacji Słońca stosujemy teleskop odpowiednio przygotowany. Nigdy nie patrzymy bezpośrednio przez niezabezpieczony układ optyczny, podobnie tragiczne w skutkach mogą być obserwacje przez lornetkę**. O ile osoba dorosła zwykle zdaje sobie sprawę z takich niebezpieczeństw, o tyle na uwadze trzeba mieć dzieci korzystające z teleskopu, tu wyobraźni może jeszcze nie wystarczyć. Zwrócić uwagę należy na szukacz, który też należy zabezpieczyć lub wręcz zdemontować. Przypatrzmy się teraz metodom bezpiecznej obserwacji Słońca.

Obiektywowy filtr słoneczny

Prawidłowo zamontowany jest tanim i bezpiecznym rozwiązaniem pasującym do praktycznie każdego teleskopu. W roli

Obserwacje Słońca i tranzytu — pierwsze kroki

DO PRZEPROWADZENIA OBSERWACJI przejścia Wenus na tle tarczy Słońca, plam słonecznych, pól pochodni fotosferycznych czy dostrzeżenia pociemnienia brzegowego nie potrzeba wcale skomplikowanych instrumentów obserwacyjnych.

Poniżej znajduje się opis prowadzenia obserwacji Słońca prostą i całkowicie bezpieczną metodą projekcji obrazu na ekran. Metoda ta umożliwia obserwacje obrazu tarczy słonecznej jednocześnie wielu obserwatorom, dzięki czemu nadaje się ona doskonale do stosowania w czasie pokazów dla licznych grup osób, np. w szkołach. Projekcja obrazu Słońca stosowana była przez wielu znakomitych astronomów, m.in. przez Christophera Scheinera i Jana Heweliusza.

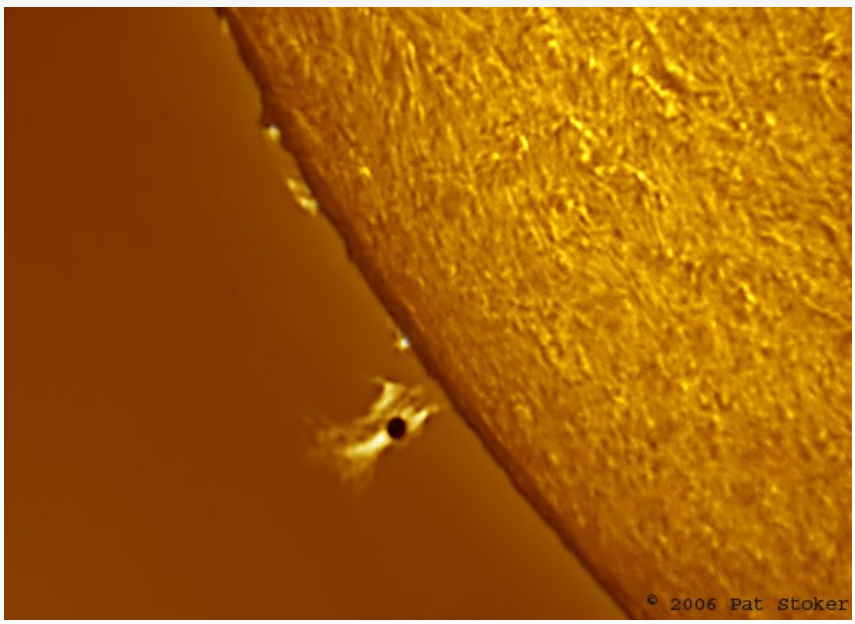
Potrzebne instrumenty i materiały:
— lornetka polowa, luneta lub teleskop amatorski;
— statyw do zamontowania lornetki lub lunety, umożliwiający zmianę położenia instrumentu (np. z głowicą panoramiczną);
— arkusz tektury;
— nożyczki;
— kartka białego papieru.

Jeżeli pokusimy się o przygotowanie bardziej „zaawansowanego" zestawu obserwacyjnego, będziemy potrzebowali jeszcze kilku listewek, kartonów, ew. lusterko, jakiś taboret, ale to są drobiazgi.

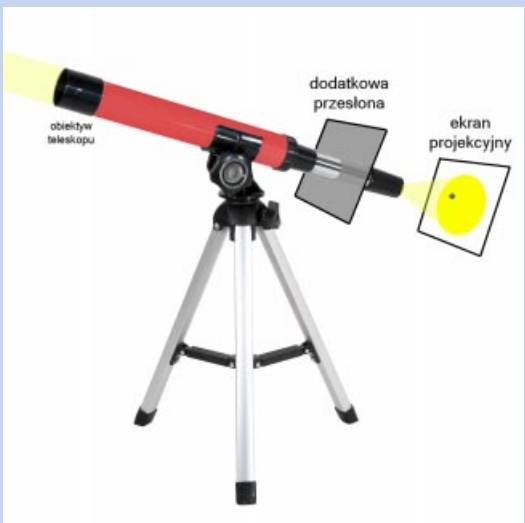
LORNETKA JEST NICZYM INNYM jak parą równoległych niewielkich lunetek. Ponieważ podczas obserwacji wystarczający jest obraz tworzony przez jeden układ optyczny, więc jeden z dwu obiektywów z przodu lornetki zasłaniamy krążkiem papieru. W ten sposób zamiast lornetki mamy do dyspozycji nieco dziwaczną lunetę o małej średnicy obiektywu i dlatego w dalszym opisie będziemy mówić tylko o lunecie. Oczywiście, posługując się lornetką, nie możemy spodziewać się, iż jakość uzyskanego obrazu będzie równie satysfakcjonująca

filtru stosuje się specjalną folię bądź też w rozwiązaniach droższych — filtr szklany. Teleskop posiadający filtr obiektywowy założony u wlotu do tubusa jest używany wówczas do obserwacji przez okular lub też do fotografowania. Stosować należy wyłącznie filtry przeznaczone do tego typu obserwacji. Stosowane dawniej dyskietki, okopcone szkła, klisze fotograficzne czy folie do owijania kwiatów są niebezpieczne. O ile właściwe filtry słoneczne są sprawdzone pod kątem transmisji w całym paśmie IR, widzialnym oraz UV, o tyle wymienione wyżej materiały przepuszczać mogą znaczne ilości promieniowania podczerwonego. Minimalna gęstość filtru używanego do obserwacji słonecznych to ND 4,5. Najpopularniejsze filtry nadające się do obserwacji Słońca dostępne w handlu to folie o gęstości ND 5,0 produkowane przez firmę Baader Planetarium. Folia taka przepuszcza 1/10000 promieniowania słonecznego, a jasność obserwowanej tarczy słonecznej może być wówczas porównywalna z jasnością Księżyca w pełni podczas normalnej obserwacji teleskopem. Nie wolno do obserwacji wizualnych stosować folii z oznaczeniem ND 3,8. Są to filtry fotograficzne przepuszczające 16 razy więcej światła, ich zadaniem jest zabezpieczyć aparat czy też kamerę przed uszkodzeniem, gwarantując jednocześnie odpowiednio krótki czas ekspozycji. Folię należy własnoręcznie oprawić. Zazwyczaj wykonuje się krążki z grubej tektury, między które wkleja się odpowiednio dopasowany wycinek folii. Następnie od spodu przykleja się kartonowy cylinder, który nasunąć można na tubus teleskopu (nie może on być zbyt luźny i zbyt krótki, musi trzymać się pewnie). Osobiście zalecam przyklejenie cylindra do tubusu od zewnątrz taśmą klejącą. Może nie będzie to szczytem estetyki, ale znacząco poprawi bezpieczeństwo obserwacji. Do niektórych teleskopów są dostępne gotowe oprawki z wyciętymi otworami na filtr. Przykładowo, do większości teleskopów Sky-Watchera można dokupić plastikowe oprawki będące odpowiednio zmodyfikowanymi wersjami standardowo dołączonych pokryw zamykających tubus. Filtr należy wkleić od spodu takiej oprawki, po czym dobrze jest wykonać dodatkowy, wewnętrzny pierścień zabezpieczający, nie żałując przy tym kleju. Przed każ-

Gęstość filtru szarego (*neutral density* ND) w przypadku filtrów słonecznych określa stopień osłabienia natężenia światła w dziesiętnej skali logarytmicznej ND = log ($I_{padające}$ / $I_{przepuszczane}$). Warto więc zauważyć, że wartość ta pomnożona przez czynnik 2,5 daje dokładny stopień pomniejszenia strumienia światła w magnitudach! W przypadku filtra ND 5 oznacza spadek jasności o 12,5 mag., czyli Słońce staje się obiektem ok. –14,5 wielkości gwiazdowej, pozwalając na bezpieczne i swobodne obserwacje oku nieuzbrojonemu. W przypadku większych teleskopów z filtrem lub folią obiektywową ND 5 może być konieczne zmniejszenie apertury wejściowej instrumentu.



Merkury na tle protuberancji podczas przejścia 8 listopada 2006 r. Obraz w linii H-alfa. Zródło: http://www.spaceweather.com/eclipses/gallery_08nov06.htm



Schemat realizacji metody projekcyjnej

jak przy użyciu wysokiej jakości teleskopu astronomicznego, ale z pewnością wystarczy dla dostrzeżenia tarczy Wenus na tle tarczy Słońca.

Przygotowując się do obserwacji przejścia Wenus, należy starannie sprawdzić w instrukcji użytkowania instrumentu (albo też skonsultować się z jego producentem), czy dopuszczalne jest wykorzystanie go do obserwacji Słońca. Szczególną ostrożność powinni zachować użytkownicy teleskopów systemu Newtona, gdzie w niektórych konstrukcjach może dojść do uszkodzenia lustra wtórnego, oraz użytkownicy teleskopów katadioptycznych (np. Maksutowa, Schmidt-Cassegraina). W niektórych teleskopach takich systemów może dojść do uszkodzenia elementów optycznych w wyniku przegrzania.

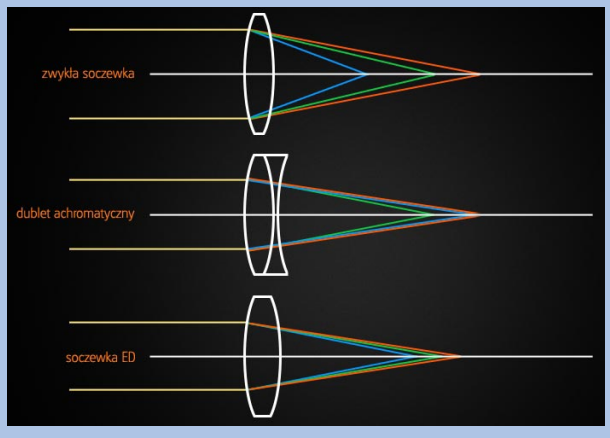
Należy także starannie rozważyć wybór okularu przeznaczonego do obserwacji Słońca. Stare konstrukcje, lepione tzw. balsamem kanadyjskim, jak również okulary pokryte powłokami przeciwodblaskowymi mogą ulec przegrzaniu w skupionej wiązce światła słonecznego. Doświadczeni obserwatorzy Słońca zalecają niekiedy lekkie poluzowanie pierścieni docisko-

SZKŁO ED (Extra-low Dispersion), czyli o ultraniskiej dyspersji, to fenomenalny wynalazek ostatnich lat, do którego przyznają się inżynierowie firmy Nikon. Jest to szkło niemal nierozszczepiające światła, o bardzo słabej zależności współczynnika załamania od długości fali.

W spektrografach oraz tzw. pryzmatach obiektywowych, wykorzystuje się naturalną dyspersję szkła do rozszczepienia światła i uzyskania widm gwiazd, mgławic i galaktyk. Niemal we wszystkich innych przypadkach będąca wynikiem dyspersji szkła aberracja chromatyczna jest zjawiskiem szkodliwym.

W pojedynczej soczewce prowadzi to do skupiania się wiązki czerwonej dalej, a niebieskiej bliżej niż położenie ogniska dla światła zielono-żółtego odpowiadającego maksimum czułości ludzkiego oka. Uzyskiwane takim obiektywem obrazy były zatem otoczone niebiesko-czerwoną obwódką, co było np. zmorą Jana Heweliusza. Najprostsze obiektywy achromatyczne posiadały dodatkową, cienką soczewkę rozpraszającą ze szkła o wyższym współczynniku załamania, która nie zmieniając ogólnych skupiających cech układu optycznego, uginając bardziej promieniowanie krótkofalowe, szybko korygowała wzajemne położenie ognisk światła o skrajnych barwach. Jednak nieliniowość dyspersji względem długości fali powodowała, że promienie o kolorach pośrednich oraz bardziej niebieskie i bardziej czerwone od przyjętych wartości skrajnych nie podlegały pełnej korekcji i nadal tworzyły obwódki, choć słabsze, wokół obrazów punktowych i rozmywały szczegóły w obrazach rozciągłych. W przypadku oka, którego czułość spektralna stanowi naturalny filtr, nie była to poważne ograniczenie. W przypadku astrografów, zwłaszcza gdy miały dokonywać obserwacji spektroskopowych z użyciem pryzmatu obiektywowego, nadal dyskwalifikowało to obiektywy dwusoczewkowe. Powstawały coraz bardziej złożone obiektywy, w których kolejne pary soczewek o różnych współczynnikach załamania i krzywiznach kompensowały aberrację chromatyczną dla kolejnych barw. Z racji swoich niewielkich rozmiarów i konieczności jednoczesnej korekcji aberracji sferycznej, komy i krzywizny pola, do tworzenia szczególnie złożonych konstrukcji doszło w przypadku obiektywów aparatów fotograficznych i kamer. Szkło ED, o naturalnie niskiej dyspersji, pozwala zastąpić często wiele stosowanych do tej pory soczewek jedną lub dwiema.

Wykorzystanie tej technologii dokonuje szczególnej rewolucji w astronomii, gdzie egzotyczne, wydawałoby się do tej pory, systemy optyczne wyposażone w odpowiednie korektory pola ze szkła ED praktycznie pozbawiają je większości wad optycznych, nie wprowadzając aberracji chromatycznej. (M.M.)



dym założeniem filtru należy go sprawdzić. Patrzymy pod światło, czy na pewno nie widać żadnych uszkodzeń na powierzchni, wszak taki foliowy filtr jest dość delikatny i może się przypadkowo zniszczyć. Patrzymy też, czy nic złego nie dzieje się z mocowaniem filtru — musi on trzymać się pewnie.

Instrumenty

Każdy teleskop nadaje się do wykorzystania z filtrem obiektywowym. Warto jednak pamiętać o kilku rzeczach. Przy obserwacjach słonecznych światła mamy pod dostatkiem i używanie zbyt dużych teleskopów mija się z celem. Wzrost rozdzielczości w przypadku dużych teleskopów jest tylko teoretyczny, w praktyce teleskop o średnicy 150 mm będzie wystarczający do uzyskania pełnej rozdzielczości w typowych dla naszego kraju warunkach atmosferycznych. Nie ma też sensu wykonywanie filtrów słonecznych na całą aperturę popular-

wych elementów okularu, by zredukować naprężenia powstające podczas cieplnego „rozszerzania" się soczewek.

Lunetę należy ustawić w taki sposób, by jej obiektyw (czyli większa soczewka) był zwrócony ku Słońcu, a okular (mała soczewka) w kierunku przeciwnym. Teraz, wykonując jedynie delikatne ruchy, należy tak skorygować położenie lunety, by obiektyw był skierowany dokładnie ku Słońcu. **W żadnym wypadku jednak nie należy przy tym patrzeć przez okular, gdyż grozi to utratą wzroku!** Korekcję położenia lunety wolno przeprowadzać wyłącznie metodą „prób i błędów" tak długo, aż światło wpadające do niej przez obiektyw będzie wychodziło przez okular. Teraz pozostaje jeszcze do wykonania prosta operacja: promienie świetlne przechodzące przez lunetę należy zogniskować na arkuszu papieru trzymanym prostopadle do osi wiązki światła. Prawdopodobnie początkowo obraz na kartce będzie bardzo nieostry i nie da się na nim dostrzec żadnych szczegółów. Zmieniając odległość między lunetą a papierem oraz zmieniając ustawienie ostrości okularu lunety, można uzyskać ostry, okrągły obraz tarczy Słońca, którego jasność nieco spada ku brzegom.

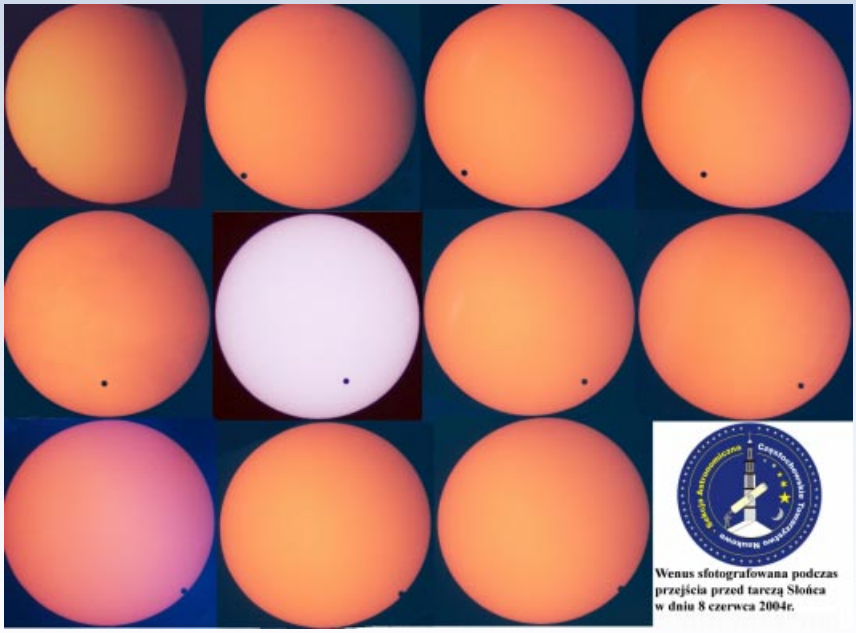
ŚREDNICA OBRAZU TARCZY SŁOŃCA uzyskiwanego metoda projekcyjną zależy od dwóch parametrów instrumentu: powiększenia układu optycznego oraz odległości pomiędzy okularem a ekranem. Warto przy tym pamiętać, że widoma średnica kątowa Wenus będzie wynosiła **6 czerwca 2012 r.** około 58 sekund łuku, a średnica Słońca będzie aż 33 razy większa. Dlatego też obraz tarczy Słońca **musi być odpowiednio duży**, by bez wysiłku można było dostrzec na ekranie tarczę Wenus.

Powiększeniem układu optycznego lunety (oznaczmy go literą P) nazywamy stosunek (iloraz) długości ogniskowej obiektywu lunety (oznaczmy ją F1) do długości ogniskowej okularu (oznaczmy ją F2). Tak więc powiększenie lunety wynosi:

$$P = F1/F2$$

nych, dużych Newtonów. Wystarczy ograniczyć się do 200 mm, umieszczając otwór na filtr niesymetrycznie po jednej stronie, omijając zwierciadło wtórne. Układ o mniejszej aperturze będzie mniej wrażliwy na niezbyt dobry seeing i będzie dawał obrazy spokojniejsze, stabilniejsze. Jeśli mamy do wyboru kilka teleskopów bądź też planujemy zakup sprzętu pod obserwacje słoneczne, to należy wybrać instrument o najlepszej jakości optycznej. Potencjalne wady optyczne, takie jak koma czy aberracja chromatyczna, będą miały większy wpływ na jakość obrazu niż braki w aperturze. Zalecenia są podobne jak przy obserwacjach planet. Spośród teleskopów Newtona najlepiej spisywać się będą konstrukcje o dłuższej ogniskowej. Z dostępnych na rynku polecam dość tanią Syntę SKDOB6 oraz jej bliźniaczy odpowiednik na montażu paralaktycznym — Sky-Watchera BK15012 EQ3-2. Świetne rezultaty da też popularny SKDOB 8, którego światłosiła leży w umiarkowanych granicach, a jakość optyczna nie budzi zastrzeżeń (spotykane są egzemplarze o dokładności wykonania lustra 1/10 lambda).

Najlepsze do obserwacji Słońca, podobnie jak i do obserwacji innych ciał Układu Słonecznego, są refraktory. Wśród konstrukcji teoretycznie achromatycznych, trudno obecnie znaleźć model długoogniskowy o zadowalającej korekcji chromatyzmu. Producenci sprzętu astronomicznego unikają takich konstrukcji, jako że wszelki sprzęt o dużych gabarytach jest mniej popularny wśród kupujących, a szkoda. Wśród teleskopów z obiektywami ED znajdujemy natomiast jedną niedocenianą perełkę — Sky-Watchera ED100 o średnicy obiektywu 10 cm i ogniskowej 900 mm. Ten długi teleskop nie jest zbyt lubiany przez miłośników astrofotografii, gdyż wymaga znacznie dłuższego naświetlania. W obserwacjach słonecznych sprawdzi się jednak znakomicie. Dobrej jakości obiektyw ED w połączeniu z dłuższą ogniskową daje znakomitą ostrość obrazu. Świetnie sprawdzą się też wszelkie teleskopy konstrukcji Maksutowa, dające obraz bardzo ostry i pozbawiony aberracji chromatycznej. Co więcej, w ognisku głównym takich teleskopów uzyskamy dość duży obraz tarczy słonecznej, co okaże się pomocne przy wykonywaniu zdjęć.


Wenus sfotografowana podczas przejścia przed tarczą Słońca w dniu 8 czerwca 2004r.

Powiększenie podczas obserwacji należy dobierać stosownie do apertury i warunków. W praktyce zbyt duże powiększenia sprawdzają się źle, obiekty na tarczy słonecznej stają się mało kontrastowe. Szczególnie gdy chcemy obserwować takie obiekty jak pochodnie, należy stosować powiększenie mniejsze, przy którym jest widoczna całość tarczy słonecznej.

Filtry dodatkowe

Dla poprawienia widoczności bądź wyeliminowania wad optycznych można wspomóc się dodatkowymi filtrami barwnymi. Folia słoneczna daje biały obraz Słońca, przy czym w przypadku słabiej skorygowanych teleskopów można zauważyć na jej krawędziach efekty aberracji chromatycznej. Wtedy pomaga stara metoda. Należy zastosować filtr, który osłabi niebieską i czerwoną część widma. Najlepiej spisuje się w takim wypadku filtr żółty, jakiego używa

Na wielu instrumentach optycznych (np. lornetkach i małych lunetkach) o stałym powiększeniu jest ono podane w formie napisu na obudowie, np. „8×”, co oznacza zazwyczaj powiększenie 8 razy.

Niech odległość pomiędzy okularem a ekranem wynosi L. Wtedy średnica obrazu tarczy Słońca (oznaczona literą D), wynosi:

$$D = L(P–1)/107$$

gdzie D i L wyrażone są w tych samych jednostkach.

Tabela poniżej podaje przykładowe średnice obrazu Słońca, jakie można otrzymać za pomocą typowej lornetki polowej i niewielkich lunetek.

Instrument	F1	F2	Odl. ekranu	Średnica Słońca	Średnica Wenus
lornetka 8×	—	—	100 cm	6,5 cm	0,2 cm
luneta 25×	75 cm	3 cm	70 cm	16 cm	0,5 cm
luneta 50×	150 cm	3 cm	50 cm	23 cm	0,7 cm

Oczywiście, zamiast trzymać kartkę papieru (czyli ekran) w ręku, znacznie wygodniej jest przyczepić ją do sztywnego kartonu, utrzymywanego za pomocą kilku listewek na przedłużeniu osi lunety (dobra taśma klejąca może oddać przy pracach konstrukcyjnych nieocenione usługi…). Korekcje położenia lunety podążającej za Słońcem nie wymagają wtedy żadnych dodatkowych poprawek położenia ekranu. Bardziej zaawansowani majsterkowicze mogą pokusić się o zbudowanie — zamiast ekranu — światłoszczelnej obudowy o odpo-

się przy obserwacjach planet. Zakup takiego filtru nie jest zbyt dużym wydatkiem, zazwyczaj jest to koszt rzędu kilkudziesięciu złotych. Istnieje też specjalny filtr pozwalający na obserwację niemal monochromatyczną. Jest to filtr Baader Solar Contiunuum przepuszczający pasmo 540 nm. Filtr ten można uznać za wąskopasmowy, szerokość połówkowa pasma podobna jest jak w przypadku astrofotograficznych filtrów O-III i wynosi 10 nm. Przepuszczane światło ma barwę intensywnie zieloną, uzyskiwany wzrost rozdzielczości pozwala na lepszą obserwację konturów cieni i półcieni plam słonecznych, poprawia też obraz granulacji, która przy przeciętnym seeingu i słabszym sprzęcie nie jest zbyt dobrze widoczna. Całkowite odcięcie innych barw likwiduje aberrację chromatyczną, jaką może wprowadzić obiektyw.

Jeśli już mowa o filtrach okularowych — **nie istnieje coś takiego jak okularowy filtr słoneczny używany samodzielnie**. Filtr montowany do okularu może pełnić funkcje pomocnicze, tak jak opisano powyżej. Do niektórych teleskopów dodaje się czasem słoneczne filtry okularowe w postaci bardzo ciemnych szkieł o gęstości dającej prawidłowy obraz Słońca. Wśród spotykanych u nas teleskopów przykładem są rosyjskie teleskopy Tał, gdzie tego typu filtr znajdował się w komplecie. Jest to skrajnie niebezpieczne rozwiązanie: filtr taki znajduje się w miejscu, gdzie koncentrowana jest ogromna ilość światła, nagrzewa się do bardzo wysokich temperatur i może pęknąć. Tego typu filtry nie nadają się do obserwacji Słońca. Podobnie rzecz ma się z filtrami H-alfa. Filtry H-alfa i teleskopy słoneczne H-alfa nazywają się tak samo. Niekiedy otrzymuję zapytania o możliwość stosowania takich filtrów przy obserwacjach słonecznych. Tymczasem jedynym wspólnym mianownikiem jest tu pasmo, w którym działają. Filtry H-alfa w standardzie 1,25" czy też 2", kosztujące kilkaset złotych, służą do fotografowania nocnego nieba i jak na standardy obserwacji słonecznych przepuszczają ogromne ilości światła. Spotykane są wersje o szerokościach połówkowych 35 nm i 7 nm, podczas gdy do zaobserwowania czegokolwiek więcej na tarczy Słońca jest potrzebne pasmo znacznie węższe od 1nm. Teleskopy H-alfa używane w obserwacjach Słońca to w rzeczywistości złożone układy zawierające filtry wąskopasmowe, jak też filtry neutralne.

Przykładowy obraz w linii H-alfa

Pamiętam też przypadek, gdy obserwator zdecydował się obserwować Słońce niezabezpieczonym teleskopem z założonymi na nos okularami do obserwacji zaćmień. Okulary takie wykonane z kartonu posiadają 2 kawałki folii Baadera i służą do obserwacji okiem nieuzbrojonym, bez użycia jakiejkolwiek optyki. Można takimi okularami obserwować fazę częściową zaćmienia, można też próbować obserwacji ogromnych i widocznych od czasu do czasu gołym okiem plam słonecznych. Tymczasem w delikatnej folii widniała dziura wypalona przez światło słoneczne podczas próby obserwacji. Włos na głowie zjeżył mi się na ten widok, na szczęście obserwatorowi nic się nie stało. Zapewne zapamięta on tę obserwację na długo.

wiedniej długości, zakończonej „matówką", na której będzie widoczny obraz (czyli tak zwanej „tuby słonecznej").

Małe, ciemne punkty widoczne na obrazie, zachowujące stałą pozycję względem obrazu tarczy Słońca pomimo przesuwania kartki papieru, to plamy słoneczne lub — niemal nieruchoma przy krótkich obserwacjach — tarcza planety przechodzącej przed tarczą Słońca. Oprócz nich na obrazie będą widoczne (być może) inne plamy, przesuwające się względem obrazu Słońca przy drobnych ruchach lunety. Plamy te spowodowane są wadami lub zabrudzeniami soczewek i nie mają nic wspólnego z prawdziwymi obiektami astronomicznymi.

Podczas obserwacji metodą projekcyjną może przeszkadzać światło przechodzące obok lunety i padające bezpośrednio na papier (bo spada wtedy kontrast obrazu Słońca). Dlatego najlepsze rezultaty można uzyskać, dokonując obserwacji np. ze szczelnie zaciemnionego pomieszczenia, gdy jedynie obiektyw lunety jest wystawiony ku Słońcu, np. przez szparę w kotarze. Prostszym sposobem poprawy kontrastu jest nasadzenie na oprawę obiektywu lunety sztywnego kartonu z otworem (lub dwoma otworami w przypadku używania lornetki). W ten sposób na kartkę papieru bezpośrednio będzie padać tylko światło przechodzące przez lunetę, zaś światło rozproszone zostanie znacznie ograniczone. Można pokusić się także o zbudowanie bardziej zaawansowanego „obserwatorium" słonecznego. Oprócz lornetki (lunety) na statywie stosujemy w nim lustro i tekturowe pudełko. Lustro pozwala łatwo kierować wiązkę światła z lunetki na ekran, a także załamuje ją, dzięki czemu kartka papieru może być ustawiona niemal „plecami" do światła słonecznego. Dodatkowe pudełko może jeszcze bardziej ocienić ekran, poprawiając komfort obserwacji. Doskonale sprawdza się tu „helioskop Owczarka" (rysunek) przypomniany w poprzednim numerze Uranii (s. 45).

Jeżeli po wykonaniu wszystkich, opisanych powyżej czynności nie widać żadnych plam słonecznych, to znaczy, że pe-

Metoda projekcyjna

Metoda projekcji jest stosowana do obserwacji plam słonecznych już od XVII w. Używa się tu teleskopu, na którym nie znajdują się żadne filtry, a uzyskiwany obraz rzutuje się na biały ekran zamocowany w pewnej odległości za okularem. Słońce oglądane taką metodą jest wystarczająco jasne i dobrze widoczne, aby przeprowadzić szczegółowe obserwacje struktur widocznych w świetle białym, a metoda jest bardzo wygodna przy pokazach dla większych grup obserwatorów. Tylko nieliczne teleskopy posiadają gotowy ekran słoneczny. Z dostępnych dawniej pamiętam tego typu ekran w niektórych teleskopach Tał jak też w dawnych konstrukcjach produkowanych przez naszą polską firmę Uniwersał. Obecnie jest dostępny niewielki refraktor Sky-Watcher SK609EQ1, który w taki ekran jest seryjnie wyposażony. Zazwyczaj jednak taki element trzeba wykonać samodzielnie. Skonstruować należy specjalne mocowanie, które pozwoli zawiesić ekran prostopadle do wyciągu okularowego, w odległości kilkudziesięciu centymetrów za okularem. Konstrukcja powinna być odpowiednio sztywna, tak aby ekran nie drgał na wietrze, nie może być jednak zbyt ciężka, aby nie utrudnić operowania teleskopem i by dała się w sposób łatwy mocować. Ważne jest też osłonięcie ekranu przed bezpośrednim światłem słonecznym. Przy wyciągu należy skonstruować prostą, kwadratową osłonę z otworem w środku, rzucającą cień na właściwy ekran. Po zawieszeniu ekranu kierujemy teleskop na Słońce (najłatwiej trafić, obserwując cień rzucany przez teleskop). Po chwili na ekranie pojawi się jasny i dość duży obraz tarczy słonecznej, który należy wyostrzyć.

Przy obserwacjach tego typu najlepiej sprawdzają się refraktory. Są one najbardziej odporne na działanie bezpośredniego światła słonecznego, dość łatwo też zawiesić na nich ekran. W przypadku teleskopów Newtona, zwłaszcza tych dużych, ilości światła przenoszone przez optykę są dość znaczne i trzeba mieć to na uwadze. **Najwrażliwsze na uszkodzenia termiczne przy tego typu obserwacjach są katadioptryczne, zamknięte meniskiem lub płytą korekcyjną teleskopy systemu Maksutowa i Schmidta-Cassegraina.** Zwierciadło główne ma zazwyczaj dużą światłosiłę, koncentruje ogromną ilość światła na zwierciadle wtórnym. Co więcej, w pobliżu osi optycznej znajdują się też wyczernione elementy mechaniczne (tuleje, diafragmy), które mogą ulec uszkodzeniu.

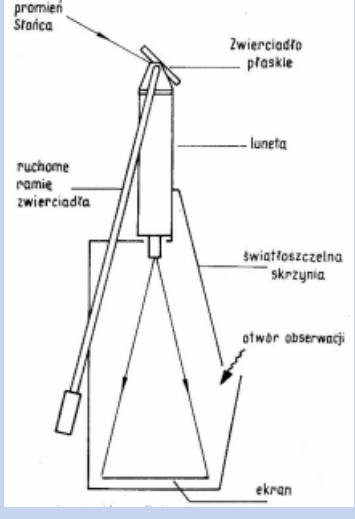
Należy uwzględniać materiały, z jakich wykonany jest teleskop oraz okulary. Dawniej było normą, że wszelkie mechaniczne części teleskopu wykonywano z metalu. Dziś nie jest to tak oczywiste, zwłaszcza w tanich teleskopach spotyka się plastikowe wyciągi okularowe, plastikowe pająki zwierciadła wtórnego, a nawet plastikowe konstrukcje okularów. Nawet w dość dobrych konstrukcjach spotykane są plastikowe diafragmy poprawiające kontrast. **Plastikowe elementy konstrukcyjne mogą ulec stopieniu czy wręcz spaleniu, o ile przypadkiem obraz Słońca zejdzie nieco z osi optycznej**. W przypadku okularów lepiej jest wykorzystać okular o dłuższej ogniskowej, nie zawierający małych soczewek oprawionych w plastikowe elementy. Jeśli skala obrazu wyda nam się za mała, to lepiej jest zwiększyć odległość ekranu od teleskopu, niż zmieniać okular na krótkoogniskowy. Osobiście widziałem już standardowy okular Kellnera 10 mm, znany wszystkim użytkownikom tanich teleskopów, który przeszedł próbę takiej obserwacji. Od strony soczewki ocznej wyglądał on jak po wyjęciu z płomienia, elementy z tworzywa stopiły się i zdeformowały.

Klin Herschela

Klin Herschela to specjalny układ optyczny montowany w miejsce nasadki kątowej refraktora. Pozwala on na bezpośrednie i bezpieczne obserwacje tarczy słonecznej pod warunkiem prawidłowego stosowania. Sercem układu jest specjalny pryzmat o przekroju trapezoidalnym. Ogromna większość padającego światła słonecznego jest załamywana pod niewielkim kątem i przepuszczana na drugą stronę, gdzie trafia na specjalną powierzchnię pochłaniającą ciepło (metalową lub ceramiczną). Niewielka ilość światła (około 5%) jest odbijana w kierunku okularu. 5% to oczywiście

chowy obserwator bada Słońce akurat w dniu, gdy rzeczywiście nie ma na nim plam. Jednak obecnie, w okresie rosnącej aktywności, w zasadzie codziennie na tarczy słonecznej widoczne są plamy. Bardziej prawdopodobną przyczyną braku widocznych plam może być niezbyt dobre ustawienie ostrości obrazu.

Może się również zdarzyć, iż do obserwacji użyta została tzw. lornetka teatralna, zbudowana na zasadzie lunety Galileusza. W lornetce teatralnej obiektyw jest soczewką skupiającą, a okular — soczewką rozpraszającą. Za pomocą lornetki teatralnej (a więc właściwie dwóch małych, ustawionych równolegle lunet Galileusza) nie można uzyskać obrazu Słońca na kartce papieru. Współczesne lunety astronomicz-



ne i zwykłe lornetki turystyczne są budowane na tej samej zasadzie, co luneta Keplera (czyli z zastosowaniem wyłącznie soczewek skupiających). Tylko one mogą rzutować obraz Słońca na papierowy ekran. Scheiner i Heweliusz posługiwali się właśnie lunetami Keplera.

Choć geometria przejść planet na tle tarczy Słońca jest stosunkowo łatwa do zrozumienia, dopiero Johannes Kepler potrafił wyliczyć ich daty z zadawalającą dokładnością. Po obliczeniu, że kolejne przejście Merkurego nastąpi 29 maja 1607 r., Kepler „wykorzystał" do obserwacji zjawiska… katedrę w Ratyzbonie, bo niewielka dziura w dachu ogromnej budowli o stosunkowo ciemnym wnętrzu zamieniała ją w gigantyczną *camera obscura,* czyli znany dosko-

wciąż zbyt dużo, stąd do każdego klina są montowane dodatkowo neutralne filtry szare o dość dużej gęstości. Kliny stosuje się tylko przy obserwacjach z refraktorami. Po pierwsze, refraktory odcinają promieniowanie podczerwone i UV, które przy takiej obserwacji mogłoby być niebezpieczne. Po drugie, podobnie jak w przypadku obserwacji z ekranem — duże ilości energii przechodzące przez niezabezpieczony układ optyczny mogą prowadzić do uszkodzeń elementów mechanicznych. Warto też pamiętać, że taki układ ma dość znaczną długość optyczną i w wielu teleskopach mogą wystąpić problemy z ogniskowaniem, podobnie jak ma to miejsce w przypadku nasadek binokularowych. Zwykle problemy pojawiają się przy refraktorach krótkoogniskowych.

Na polskim rynku jest dostępny klin Herschela produkowany przez firmę Baader Planetarium. Pryzmat klina jest wykonany z dokładnością 1/10 lambda i odbija 4,6% padającego światła. Większość promieniowania słonecznego pada na ceramiczną powierzchnię w tylnej części klina, która dodatkowo jest zabezpieczona metalową, perforowaną płytką. Wśród filtrów dodatkowych znajduje się filtr ND 3,0 (w najnowszych wersjach montowany na stałe) oraz filtry ND 2,0, ND 0,9 i ND 0,6 stosowane w miarę potrzeb do uzyskania właściwej jasności obrazu. Urządzenie mocowane jest w 2" wyciągu okularowym i pozwala na stosowanie okularów w tym samym standardzie.

Teleskopy słoneczne H-alfa

Teleskopy słoneczne przeznaczone do obserwacji w wybranych liniach widmowych w praktyce amatorskiej są stosowane od niedawna. To na ogół kompletne układy optyczne przeznaczone do obserwacji naszej gwiazdy dziennej w sposób zupełnie niezwykły, ujawniając szczegóły takie, jak m.in. protuberancje widoczne na brzegu tarczy słonecznej. Spotyka się kompletne teleskopy słoneczne, do których wystarczy zamocować okular, jak też niekiedy duże filtry obiektywowe montowane na tubusie refraktora. Teleskopy H-alfa są przeznaczone do obserwacji w paśmie 656,3 nm. Jest to czerwona linia wodorowa, pierwsza z linii serii Balmera. Teleskop słoneczny jest w stanie wydzielić światło zawierające się w bardzo wąskim paśmie wokół linii H-alfa, zazwyczaj szerokość połówkowa dla tego typu urządzeń jest mniejsza niż 0,7 Å. Serce teleskopu to specjalny filtr interferencyjny zwany etalonem, który pozwala na uzyskanie tak wąskiego pasma. Dodatkowo w układzie optycznym są montowane też filtry odcinające nadmiar promieniowania (tak zwane ERF, *Energy Rejection Filters).* Prawidłowe zredukowanie ilości promieniowania musi nastąpić przed etalonem, gdyż ten jest wrażliwy na zmiany temperatury i pod wpływem nagrzania może zmienić swoje własności. Element ten wykonany jest bardzo precyzyjnie z dwóch półprzepuszczalnych płytek szklanych. Dokładność wykonania powierzchni zazwyczaj przekracza 1/20 lambda, stąd też produkcja teleskopów słonecznych wiąże się ze sporymi kosztami. Etalon można precyzyjnie dostrajać specjalnym pokrętłem. Pozwala to na ustawienie pasma w przypadku możliwej niestabilności termicznej oraz umożliwia dostrojenie filtru do konkretnego obszaru tarczy słonecznej. Warto pamiętać, że wskutek rotacji Słońca obserwujemy dopplerowskie przesunięcie linii widmowych: pewne części tarczy zbliżają się w naszym kierunku, inne zaś oddalają i efekt ten również może wymagać niewielkich korekt. Możliwe jest stosowanie dwóch etalonów ustawionych w jednej osi optycznej. Pozwala to dodatkowo zawęzić pasmo wokół linii wodorowej. Zmiana ta wpływa wyraźnie na widoczność i rodzaj obserwowanych szczegółów. Filtry takie są spotykane jako dodatki do gotowych teleskopów słonecznych i montowane na ich obiektywie.

Teleskop słoneczny Meade Coronado LX80 SolarMax II

nale z lekcji fizyki bezsoczewkowy układ formujący obraz odległych obiektów. Podczas obserwacji w katedrze Kepler dostrzegł nawet na tle obrazu tarczy Słońca ciemna plamkę, co utwierdziło go w przekonaniu, że obserwował przewidziane przez siebie przejście Merkurego. Dopiero dużo później okazało się, że w 1605 r. nie było żadnego przejścia, a więc Kepler najprawdopodobniej obserwował wtedy dużą plamę słoneczną.

Pomijając kwestię optyki, Kepler miał tę przewagę nad obserwatorem trzymającym lunetę w dłoni, że katedra się nie trzęsła. I rzeczywiście, na obrazie tarczy Słońca można natychmiast dostrzec znacznie więcej szczegółów, jeżeli luneta zostanie zamocowana na sztywnym statywie.

Paweł Rudawy

Przykład praktycznej realizacji metody projekcyjnej. Zdjęcia wykonano na rynku wrocławskim podczas publicznej demonstracji w czasie przejścia Wenus w 2004 r. Pokazy prowadzili studenci i doktoranci Instytutu Astronomii UWr.

Co można dostrzec takim teleskopem? Dla niewprawionego oka początkującego obserwatora Słońce widoczne przez teleskop H-alfa z pojedynczym etalonem wygląda jak wielka, lekko nakrapiana pomarańczowa mandarynka. Słynne protuberancje znajdują się na brzegu tarczy, są znacznie słabsze od jego powierzchni i w lekko niedostrojonym teleskopie można ich wręcz nie zauważyć. Przy obserwacjach protuberancji zadbać należy o odpowiedni kontrast, powiększenie nie powinno być zbyt duże. Warto pomanipulować trochę pokrętłem strojenia etalonu, aby uzyskać właściwy efekt. Im węższe pasmo H-alfa, tym protuberancje są lepiej widoczne, ale też nie należy z zawężaniem pasma przesadzać. Są to struktury szybko poruszające się i tu znów efekt Dopplera może mieć wpływ na ich widoczność. Dla pasma węższego niż 0,4 Å widoczność protuberancji się pogarsza. Zdecydowanie lepiej wygląda reszta szczegółów widocznych na tarczy Słońca. Tutaj protuberancje przechodzące na tle chromosfery są widoczne w postaci ciemnych pasm, a ilość widocznych detali jest wręcz oszałamiająca. To jeden z fenomenów astrofizycznych, nad którym warto się zastanowić: taki sam gaz (plazma) widoczny na tle ciemnego nieba w emisji, na tle gorętszej chromosfery przejawia się w absorpcji. Wokół koncentracji plam słonecznych przy odrobinie szczęścia można trafić na wielki rozbłysk słoneczny doskonale widoczny w postaci jasnej plamy w aktywnym obszarze powierzchni Słońca. Widok niezapomniany!

Na naszym rynku prym wiedzie dwóch producentów teleskopów słonecznych. Wśród miłośników najbardziej rozpowszechnione modele to Coronado PST oraz Lunt LS-60 Tha. Pierwszy z nich jest maleńkim, kompletnym refraktorem słonecznym z obiektywem o średnicy 40 mm. Mimo niewielkich rozmiarów daje bardzo przyzwoite obrazy tarczy słonecznej, protuberancje są doskonale widoczne, a obraz kontrastowy, pełen detali, atrakcyjny dla każdego obserwatora Słońca. Teleskop ten jest przeznaczony głównie do obserwacji wizualnych, posiada zintegrowane z obudową mocowanie okularowe 1,25". Ciekawostkę stanowi wbudowany szukacz działający na zasadzie kamery otworkowej. Światło słoneczne po przejściu przez niewielki otwór jest rzutowane na niewielką matówkę widoczną na górnej ściance obudowy. Teleskop produkowany przez firmę Lunt wygląda znacznie poważniej i solidniej; to refraktor o średnicy obiektywu 60 mm i ogniskowej 500 mm. Dość masywny i w całości wykonany z metalu jest uzbrojony w 2" wyciąg okularowy crayforda z mikrofokuserem 1:10, produkowany przez Teleskop-Service. Do wyciągu montuje się dedykowaną nasadkę kątową zawierającą dodatkowy filtr. Filtr ten w podstawowej wersji ma średnicę 6 mm, a nasadka jest oznaczana symbolem B600. Produkowane są też nasadki z większymi filtrami o średnicy 1,2 cm i 3,6 cm, które zapewniają większy komfort obserwacji, wiąże się to jednak z dodatkowymi kosztami. Teleskop PST firmy Coronado według danych producenta zapewnia szerokość pasma poniżej 1,0 Å, dla teleskopu Lunt pasmo określone jest na 0,8 Å. W przypadku Lunta istnieje możliwość zamontowania dodatkowego etalonu (bądź zakupu gotowego w ten sposób zmontowanego teleskopu), co pozwala na uzyskanie szerokości pasma poniżej 0,55 Å. Obie firmy produkują też większe modele teleskopów słonecznych. Przykładowo, Lunt oferuje teleskopy LS80 o średnicy obiektywu 8 cm, LS100 o średnicy 10 cm oraz potężny 15-centymetrowy LS152, który jest marzeniem każdego zaawansowanego obserwatora Słońca, niestety marzeniem dość drogim. Za teleskop ten zapłacić trzeba ponad 7 tys. dolarów. Jak wcześniej wspomniałem, istnieją też obiektywowe etalony przeznaczone do stosowania ze zwykłymi refraktorami. Lunt produkuje filtry o średnicy 50 mm z pasmem o szerokości 0,7 Å, jak też większe o średnicy 60 mm i 100 mm. Ceny takich filtrów są jednak większe niż w przypadku teleskopów słonecznych o porównywalnej aperturze.

Teleskop Lunt LS60

Obserwacje w linii wapnia K (CaK)

Mniej znanym pasmem, w którym prowadzi się obserwacje monochromatyczne, jest pasmo odpowiadające liniom

PAMIĘTAJ:

NIGDY NIE PATRZ WPROST W SŁOŃCE BEZ ODPOWIEDNIEJ OCHRONY OCZU — MOŻESZ OŚLEPNĄĆ W CIĄGU KILKU SEKUND!

UPEWNIJ SIĘ, ŻE DO OCHRONY SWYCH OCZU UŻYWASZ WŁAŚCIWYCH FILTRÓW OPTYCZNYCH.

NIGDY NIE OBSERWUJ BEZPOŚREDNIO SŁOŃCA PRZEZ TELESKOP, LORNETKĘ LUB INNY INSTRUMENT OPTYCZNY, NAWET JEŚLI SĄ ONE WYPOSAŻONE W JAKIŚ FILTR. TAKIE OBSERWACJE MOGĄ ROBIĆ TYLKO DOŚWIADCZENI ASTRONOMOWIE POSIADAJĄCY ODPOWIEDNI SPRZĘT.

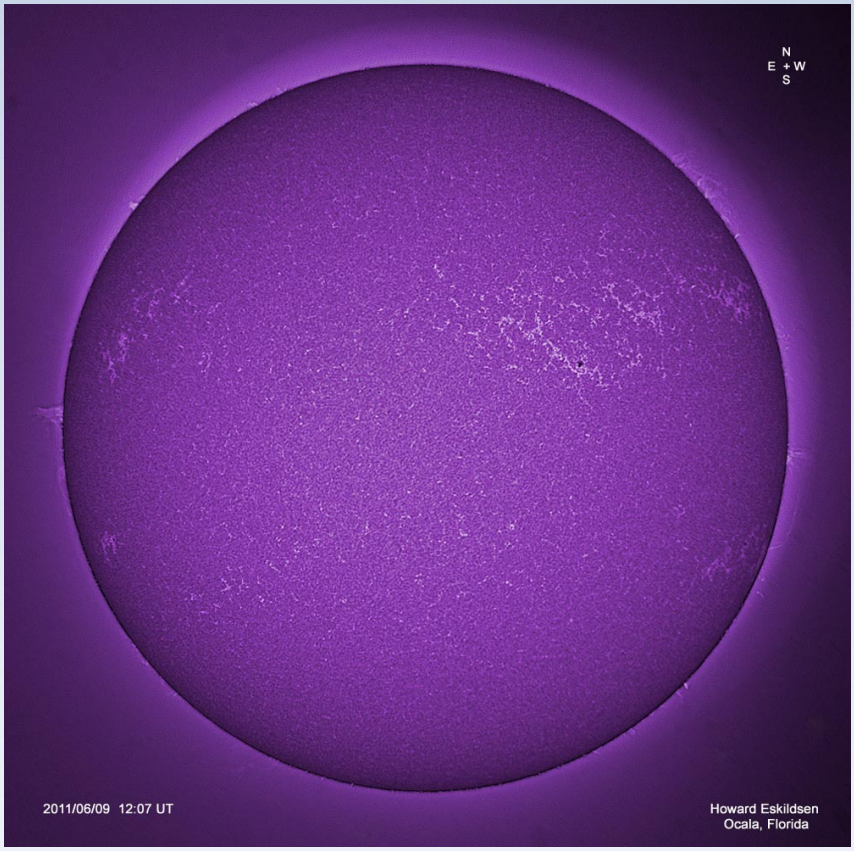
JEŻELI NIE JESTEŚ PROFESJONALNYM OBSERWATOREM SŁOŃCA, OBSERWUJ JE WYŁĄCZNIE METODĄ PROJEKCYJNĄ, CZYLI RZUTUJĄC OBRAZ SŁOŃCA NA EKRAN.

widmowym wapnia. W widmie słonecznym są widoczne dwie bardzo silne linie absorpcyjne K (393,37 nm) oraz H (396,85 nm). Ich nazwy pochodzą jeszcze z początku XIX w. od Fraunhofera, który pierwszy obserwował widmo Słońca i nadał nazwy od A do K najsilniejszym występującym w nim liniom. Linie te zawdzięczamy zjonizowanemu wapniowi, co się oznacza CaII. Obie leżą blisko siebie na fioletowym krańcu pasma widzialnego. Wapniowe teleskopy słoneczne spotykane w sprzedaży są przeznaczone do obserwacji w linii CaII K, gdyż linia CaII H blenduje się z linią wodoru serii Balmera H-epsylon.

Obraz widoczny w teleskopie słonecznym „CaK" ma intensywnie fioletową barwę. Linia leży na skraju pasma widzialnego i obserwowana tarcza słoneczna na pierwszy rzut oka wydaje się być ciemna i nieatrakcyjna. Rzeczywiście, obraz jest ciemny i aby przy obserwacji wizualnej cieszyć wzrok wspaniałymi widokami, należy zapewnić sobie odpowiednio zaciemnione miejsce obserwacji. W praktyce obserwator, chcąc zobaczyć więcej, powinien nakryć głowę jakimś ciemnym i grubym materiałem (kocem, ciemną koszulą). Warto też pamiętać o unikaniu dużych powiększeń. Najzwyczajniej chodzi o zwiększenie źrenicy oka podczas takiej obserwacji, a zastosowany okular również musi zapewniać odpowiednio dużą źrenicę wyjściową. Obraz w linii wapnia różni się znacząco od obrazu H-alfa i przypomina bardziej to, co widzimy bez użycia żadnych filtrów. Doskonale widoczne są plamy słoneczne, a przy odpowiednio dużym teleskopie znakomicie widać granulację. Jednak najbardziej rzucają się w oczy pochodnie — jasne obszary tworzące się w rejonach o podwyższonej aktywności. Pochodnie są dostrzegalne przy zwykłych obserwacjach w świetle białym, tu jednak widać je wyraźnie i to nie tylko przy brzegach tarczy słonecznej. Protuberancje wyglądają nieco inaczej niż w paśmie H-alfa i są dużo słabsze, dają się jednak dostrzec już w popularnych teleskopach o średnicy 60 mm.

Aby w pełni wykorzystać pasmo CaK, należy użyć techniki fotograficznej. Najlepiej w tym wypadku sprawdzają się niewielkie kamery planetarne, takie jak Imaging Source DMK w wersjach monochromatycznych czy też QHY5/ALccd5. Mają one wystarczającą czułość w bliskim ultrafiolecie i pozwalają na obserwacje w sposób dużo wygodniejszy, bez ograniczeń narzucanych przez ludzki wzrok.

Obecnie wśród teleskopów wapniowych najbardziej znany jest Lunt LS60



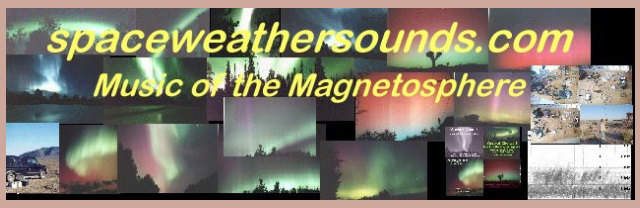
Przykładowy obraz Słońca widzianego przez Lunta 60 w linii CaK

CaK. Wygląda on z zewnątrz niemal identycznie jak jego odpowiednik przeznaczony do pasma wodorowego. Ten sam tubus i obiektyw, wewnątrz jednak różnice są większe. Zespół filtrów potrzebnych do obserwacji wąskopasmowej zgromadzono w specjalnie przedłużonej, dwucalowej nasadce kątowej. Podobnie jak w przypadku teleskopu H-alfa, nasadki te występują z wewnętrznymi filtrami o różnej średnicy. Nasadka ta daje się zakładać również do zwykłych refraktorów, jednak w takim wypadku nie wolno stosować jej do obserwacji wizualnych. Osiągnięcie jasnego obrazu dzięki zwiększeniu średnicy może wydawać się atrakcyjne, jednakże jednocześnie do oka trafia duża ilość szkodliwego promieniowania z pogranicza ultrafioletu, które może spowodować uszkodzenie wzroku. Sam Lunt LS-60 CaK po zastąpieniu nasadki wapniowej zwykłą „nasadką 2" staje się zwykłym, niewielkim refraktorem, który może być wykorzystany do nocnych obserwacji (w przeciwieństwie wersji H-alfa, gdzie filtry znajdują się wewnątrz tubusa). Jakość obrazów dawanych przez taki refraktor jest zaskakująco dobra, o czym nawet sam producent nie wspomina na swojej stronie.

Na zakończenie warto wspomnieć o zestawach przeznaczonych do obserwacji wapniowych, jakie stosować można w dowolnym teleskopie. Zestaw taki, produkowany przez Baader Planetarium, składa się z filtru okularowego w standardzie 1,25" oraz z dużego arkusza folii ND3,8 przeznaczonego do montażu na wlocie do tubusa. Przeznaczony jest wyłącznie do obserwacji fotograficznych: filtr CaK montować należy w mocowaniu 1,25" małych kamer, takich jak wspomniane modele Imaging Source. Próba obserwacji wizualnej takim zestawem może być bardzo niebezpieczna dla wzroku. ✸

Przemysław Żołądek *należy do najbardziej zaawansowanych miłośników astronomii w naszym kraju. Obecnie jest prezesem Pracowni Komet i Meteorów, jednego z najbardziej prężnych, niezależnych stowarzyszeń amatorów astronomii w Polsce: http://www.pkim.org/. Jest wybitnym znawcą sprzętu dla amatorów i nie tylko. Jeden z najcenniejszych autorów „nowej" Uranii!*

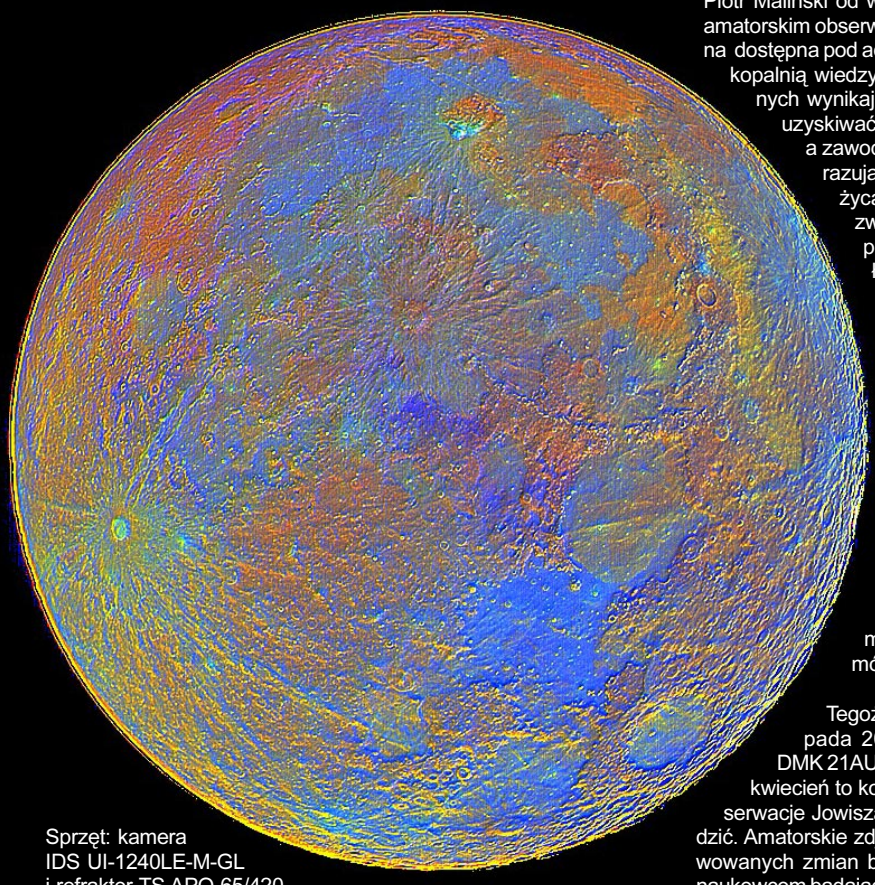
Ciekawe strony internetowe...



Dziś coś do słuchania. Co jakiś czas dowiadujemy się o kolejnych przejawach wzrastającej aktywności Słońca (nierzadko w katastroficznej otoczce). Dla uspokojenia proponuję udać się pod adres http://www.spaceweathersounds.com/sndbites.htm, gdzie znajdziemy pliki MP3, animacje oraz mnóstwo informacji dotyczących emisji radiowych magnetosfery związanych z aktywnością słoneczną czy burzową na Ziemi. Zgrzebna szata graficzna strony jest myląca — autor Steven McGreevy to pasjonat cały czas prowadzący obserwacje niskoczęstotliwościowych emisji magnetosfery dochodzących do powierzchni Ziemi (VLF, świsty). Strona zawiera mnóstwo szczegółów (również technicznych, dotyczących odbioru), jak i odnośniki do plików reprezentatywnych dla danego typu emisji. Autor opublikował w ramach serwisu Internet Archive (www.archive.org) sześć albumów „muzyki magnetosfery" zawierających oprócz ścieżek dźwiękowych kilkudziesięciostronicowe książeczki w formacie PDF zawierające m.in. spore fragmenty solidnej wiedzy na temat zarejestrowanych emisji.

Warto również udać się pod inny adres: http://naturalradiolab.com/ — jest to strona prowadzona przez Mike'a Karneya (N9JWF — to numer licencji radioamatora). Autor również obserwuje naturalne szumy/sygnały radiowe generowane w magnetosferze czy na Ziemi (nazywa je „Natural Radio"). Strona Mike'a Karneya jest (przynajmniej dla mnie) naturalnym uzupełnieniem strony Stevena McGreevy — zawiera szereg usystematyzowanych, podstawowych informacji dotyczących wspomnianych emisji, sposobu ich odbioru czy zjawisk związanych z „pogodą kosmiczną". Niektóre informacje są dość niezwykłe: okazuje się, że niskoczęstotliwościowe odbiorniki są w stanie odebrać (w odległości do około 100 stóp) wyładowania statyczne z opon przejeżdżających samochodów czy rowerów. Nawet owady przelatujące w odległości rzędu kilku cali od anteny mogą być słyszalne. Proponuję zajrzeć pod obydwa adresy. Naprawdę warto. (*rs*)

www.astro-optyka.pl
Zwierciadła asferyczne i sferyczne -
- wykonawstwo i regeneneracja
Kolimowanie i naprawa lornetek
Budujących samodzielnie teleskop zapraszamy na naszą stronę do działu "Porady"
kontakt: tel. 783 321 321 e-mail: kontakt@astro-optyka.pl

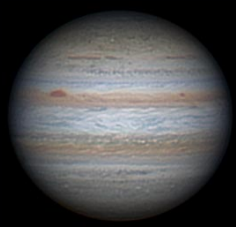


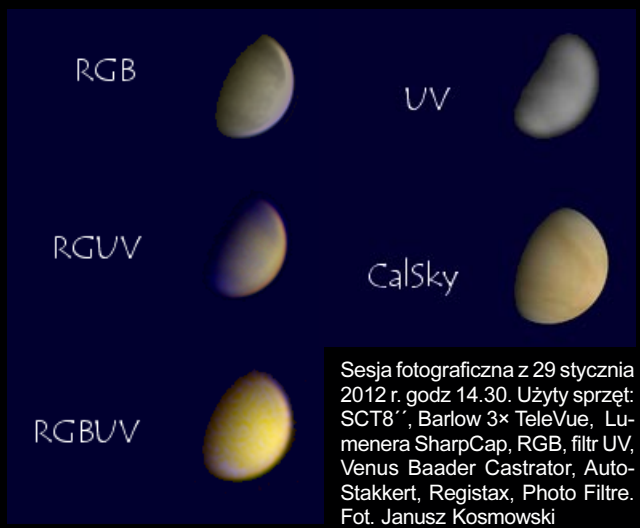
Sprzęt: kamera
IDS UI-1240LE-M-GL
i refraktor TS APO 65/420

Piotr Maliński od wielu lat prowadzi stronę internetową poświęconą amatorskim obserwacjom astronomicznym i astrofotografii. Jego strona dostępna pod adresem http://www.nauka.rk.edu.pl/ jest prawdziwą kopalnią wiedzy na temat technik i sprzętu oraz porad praktycznych wynikających z wielkiego doświadczenia, pozwalających uzyskiwać wyniki zacierające różnice pomiędzy amatorem a zawodowcem. Przykładem niech będzie jego zdjęcie obrazujące kolorami różnice w składzie powierzchni Księżyca. Fotografia petrograficzna, bo tak to można nazwać, jest zarezerwowana dla profesjonalistów. Na przeszkodzie w amatorskiej praktyce stoi niska czułość kamer w podczerwieni, trudny dostęp do filtrów wąskopasmowych, jak i brak danych o użytecznych pasmach i rezultatach, na jakie można liczyć. Piotr Maliński pokazuje, jak to zmienić!

Prezentowany tu obraz Księżyca został uzyskany 8 marca br. i jest to montaż zdjęć wykonanych w wąskich pasmach 425, 905, 940 i 1000 nm. Ukazuje „starość" regolitu (od jak dawna wystawiony jest na działanie promieni słonecznych) oraz częściowo zdradza skład powierzchni: młody wiekiem Tycho i wyrzucony z niego materiał (niebieski); ciemnoniebieski obszar przy Koperniku (bazalty ubogie w tytan); stare obszary wyżynne (czerwone i pomarańczowe); morza bogate w tytan (jasnoniebieskie); skały magmowe bogate w żelazo oraz młodszy regolit mórz (żółty).

Tegoż autora Jowisz z 1 listopada 2011 r. (C11 z kamerą DMK 21AU618). Przypominamy, iż kwiecień to końcówka sezonu na obserwacje Jowisza. Warto go jednak śledzić. Amatorskie zdjęcia przebiegu obserwowanych zmian będą bardzo przydatne naukowcom badającym atmosferę Jowisza!





Sesja fotograficzna z 29 stycznia 2012 r. godz 14.30. Użyty sprzęt: SCT8´´, Barlow 3× TeleVue, Lumenera SharpCap, RGB, filtr UV, Venus Baader Castrator, Auto-Stakkert, Registax, Photo Filtre. Fot. Janusz Kosmowski

Kolejne dwa „portrety" Wenus wykonane przez pana Janusza pochodzą z 17 marca br., godz. 15.20. Parametry: SCT 8", Barlow TeleVue Powermate 5×, Lumenera, IR BG UV, ekspozycja złożona z 4 tys. klatek UV (z 40 tys.) i 3 tys. IR BG (z 30 tys.). Ogniskowa teleskopu: 10 000 mm! Użyty montaż CG5 GT

Jowisz, Księżyc i Wenus nad głazem narzutowym w Lidzbarku Warmińskim 26 lutego br., godz. 21.36. Fot. Jacek Drążkowski

F.P.U.H. Astrokrak ul. Mogilska 51 31-545 Kraków
e-mail: astrokrak@astrokrak.pl www.astrokrak.pl
tel. (12) 413 55 26 sklep czynny : pon.-pt. 9-17 , sob. 10-14

Dołącz do grona odkrywców, już dziesiąta gwiazda supernowa została odkryta naszym teleskopem !

Sky-Watcher

Sky-Watcher DOB 6"	839 zł
Sky-Watcher DOB 8"	1049 zł
Sky-Watcher DOB 10"	1749 zł
Sky-Watcher DOB 12"	2889 zł
Sky-Watcher DOB 8"rozsuwany	1499 zł
Sky-Watcher DOB 10" rozsuwany	2229 zł
Sky-Watcher DOB 12" rozsuwany	3779 zł
Sky-Watcher BKP13065 EQ2	699 zł
Sky-Watcher SK1309 EQ2	559 zł
Sky-Watcher BKP15075EQ3-2	1219 zł
Sky-Watcher BKP2001EQ5	2189 zł
Sky-Watcher 909 AZ3	559 zł
Sky-Watcher 909EQ3-2	789 zł
Sky-Watcher 1021EQ3-2	1389 zł
Sky-Watcher 1206EQ3-2	2039 zł
Sky-Watcher BKMAK102	779 zł
Sky-Watcher BKMAK127	1499 zł
Sky-Watcher BKMAK150	2679 zł
Sky-Watcher MAK180	3999 zł

Akcesoria GSO

Crayford 2" do Newtona CRF001	349 zł
Crayford 2" z mikrofokuserem 10:1 M-CRF086	549 zł
Crayford 2" z mikrofokuserem 10:1 M-CRF230	459 zł
Crayford 2" z mikrofokuserem 10:1 M-SCT001	459 zł
Mikrofokuser 1:10	169 zł
NLA001 Newtonian Kolimator 1.25"	199 zł
Czop regulowany do Dobsona GSO	249 zł
Szukacz kątowy GSO 8x50	249 zł
Reduktor ogniskowej 0,5x 1,25"	45 zł
Reduktor ogniskowej 0,5x 2"	139 zł
Barlow 2"ED 2x	295 zł
Przedłużka 2"/2"	89 zł
Okular SV 30mm 2"	249 zł
Okular SV 42mm 2"	249 zł

Okular W-O SWAN 25 mm 2"	449 zł
Okular W-O SWAN 33 mm 2"	449 zł
Okular W-O SWAN 40 mm 2"	449 zł

Filtry Baader

Semi APO 1,25"	279 zł
Semi APO 2"	409 zł
Solar Continuum 1,25"	209 zł
Solar Continuum 2"	339 zł
UV/IR cut 1,25"	165 zł
UV/IR cut 2"	249 zł
UHC-S 1,25"	189 zł
UHC-S 2"	379 zł
O III 1,25"	255 zł
O III 2"	419 zł
Neodymium Moon&Skyglow 1,25"	155 zł
Neodymium Moon&Skyglow 2"	269 zł
Filtr słoneczny folia ND5	10 zł/dm^2

Wyciągi Baader

Wyciąg 2" Crayford NT	829 zł
Wyciąg 2" Crayford RT	909 zł
Wyciąg 2" Crayford SCT	809 zł
Wyciąg 3" Crayford RT	1139 zł

Teleskop Słoneczny LUNT LS60THa/B1200 8179 zł
Teleskop Słoneczny LUNT LS60THa/B600 4779 zł
Teleskop słoneczny LUNT LS35THa DX 3889 zł

Nikon

Lornetka Nikon Action VII 8x40	239 zł
Lornetka Nikon Action VII 7x50	269 zł
Lornetka Nikon Action VII 10x50	299 zł
Lornetka Nikon Action VII 12x50	319 zł
Lornetka Nikon Action VII 16x50	360 zł
Lornetka Nikon Action EX 7x35	439 zł
Lornetka Nikon Action EX 8x40	459 zł
Lornetka Nikon Action EX 7x50	489 zł
Lornetka Nikon Action EX 10x50	539 zł
Lornetka Nikon Action EX 12x50	589 zł
Lornetka Nikon Action EX 16x50	649 zł

Okular HR Planetary 4mm 1,25" - 60°	249 zł
Okular HR Planetary 5mm 1,25" - 60°	249 zł
Okular HR Planetary 6mm 1,25" - 60°	249 zł

Wydawnictwa

Obrotowa mapa nieba plastikowa	15 zł
Mój pierwszy przewodnik jaka to gwiazda	15 zł
Astronomia . Przewodnik po Wszechswiecie	59 zł
Atlas nieba. Gwiazdy , planety, Wszechswiat	59 zł
Gwiazdy i planety	89 zł
Kieszonkowy atlas nieba nocą	32 zł
Wielki Atlas Kosmosu	89 zł
Wielki Atlas Nieba	360 zł

Okulary do obserwacji Słonca	7 zł
Filtr Słoneczny Orion 4,57"	279 zł
Filtr Słoneczny Orion 5,81"	299 zł
Filtr Słoneczny Orion 9,25"	549 zł
Filtr UltraBlock 1,25"	335 zł
Tuba optyczna Orion EON 80mm ED APO	3419 zł
Kamera StarShoot AutoGuider	999 zł
Sterownik grzałki Dew Zapper Pro 4	679 zł
Stacja zasilająca Orion Dynamo Pro 12	449 zł

MEADE

Meade LightBridge 8" Pyrex De Lux	1989 zł
Meade LightBridge 10" Pyrex De Lux	2989 zł
Meade LightBridge 12" Pyrex De Lux	3979 zł
Meade LightBridge 16" Pyrex De Lux	9979 zł
Meade LX200 ACF 8"	10989 zł
Meade LX200 ACF 10"	17989 zł
Meade LX200 ACF 12"	26989 zł
Meade LX200 ACF 14"	37989 zł
Meade LX200 ACF 16"	89989 zł
Meade 6" SC LX80 AZ/EQ	7999 zł
Meade 8" SC LX80 AZ/EQ	8999 zł
Meade LightSwitch 6" ACF	6999 zł
Meade LightSwitch 8" ACF	11999 zł
Meade LX90 ACF 8"	10999 zł
Meade ETX 90 PE	2989 zł
Meade ETX 125 PE	4189 zł
Meade multi montaż LX80	4699 zł
Meade EXOS2 GOTO	2699 zł

CORONADO

Teleskop słoneczny "Coronado" SolarMax 60/10 8449zł
Teleskop słoneczny "Coronado" PST 2799zł

Vixen

Okulary NPL

Plössla Vixen NPL 6mm	109 zł
Plössla Vixen NPL 10mm	109 zł
Plössla Vixen NPL 15mm	115 zł
Plössla Vixen NPL 20mm	135 zł
Plössla Vixen NPL 25mm	115 zł
Plössla Vixen NPL 30mm	165 zł
Plössla Vixen NPL 40mm	165 zł

Okulary NLV

Lantanowy NLV 2,5mm	519 zł
Lantanowy NLV 4mm	489 zł
Lantanowy NLV 5mm	449 zł
Lantanowy NLV 6mm	429 zł
Lantanowy NLV 9mm	449 zł
Lantanowy NLV 10mm	429 zł
Lantanowy NLV 12mm	449 zł
Lantanowy NLV 15mm	449 zł
Lantanowy NLV 20mm	519 zł
Lantanowy NLV 25mm	519 zł

Okulary LVW

Lantanowy LVW 3,5mm	879 zł
Lantanowy LVW 5mm	879 zł
Lantanowy LVW 8mm	819 zł
Lantanowy LVW 13mm	849 zł
Lantanowy LVW 17mm	879 zł
Lantanowy LVW 22mm	879 zł
Lantanowy LVW 42mm	1289 zł

Astrokrak

Złączki , redukcje i wyciągi

Redukcja M42x1 / Canon EOS	49 zł
Redukcja M42x1 / Nikon	49 zł
Redukcja M42x1 / Sony Alfa	49 zł
Redukcja M42x1 / Olympus	49 zł
Redukcja M42x1 / Pentax	49 zł
Redukcja T2 / Canon EOS	49 zł
Redukcja T2 / Nikon	49 zł
Redukcja T2 / Minolta AF	49 zł
Redukcja T2 / Olympus	49 zł
Redukcja T2 / Pentax	49 zł
Redukcja SCT / M42x1	49 zł
Redukcja M42x1 / WEB do SPC900	79 zł
Złączka 2" / M42x1 z gwintem filtrowym	59 zł
Złączka 1,25" / M42x1 z gwintem filtrowym	49 zł
Redukcja M42x1 / WEB do SPC900	59 zł
Redukcja 1,25" / WEB do SPC900	49 zł
Redukcja 23,2mm / WEB	39 zł
Redukcja 23,2mm / WEB do SPC900	39 zł
Złączka okularowa M42 / 2" z Clamping ringiem	69 zł
Wyciąg przesuwny 1,25" do Newtona	149 zł
Wyciąg przesuwny 1,25" do refraktora	159 zł
Filtr słoneczny do MTO wizualny	119 zł
Filtr słoneczny do MTO fotograficzny	139 zł

GSO

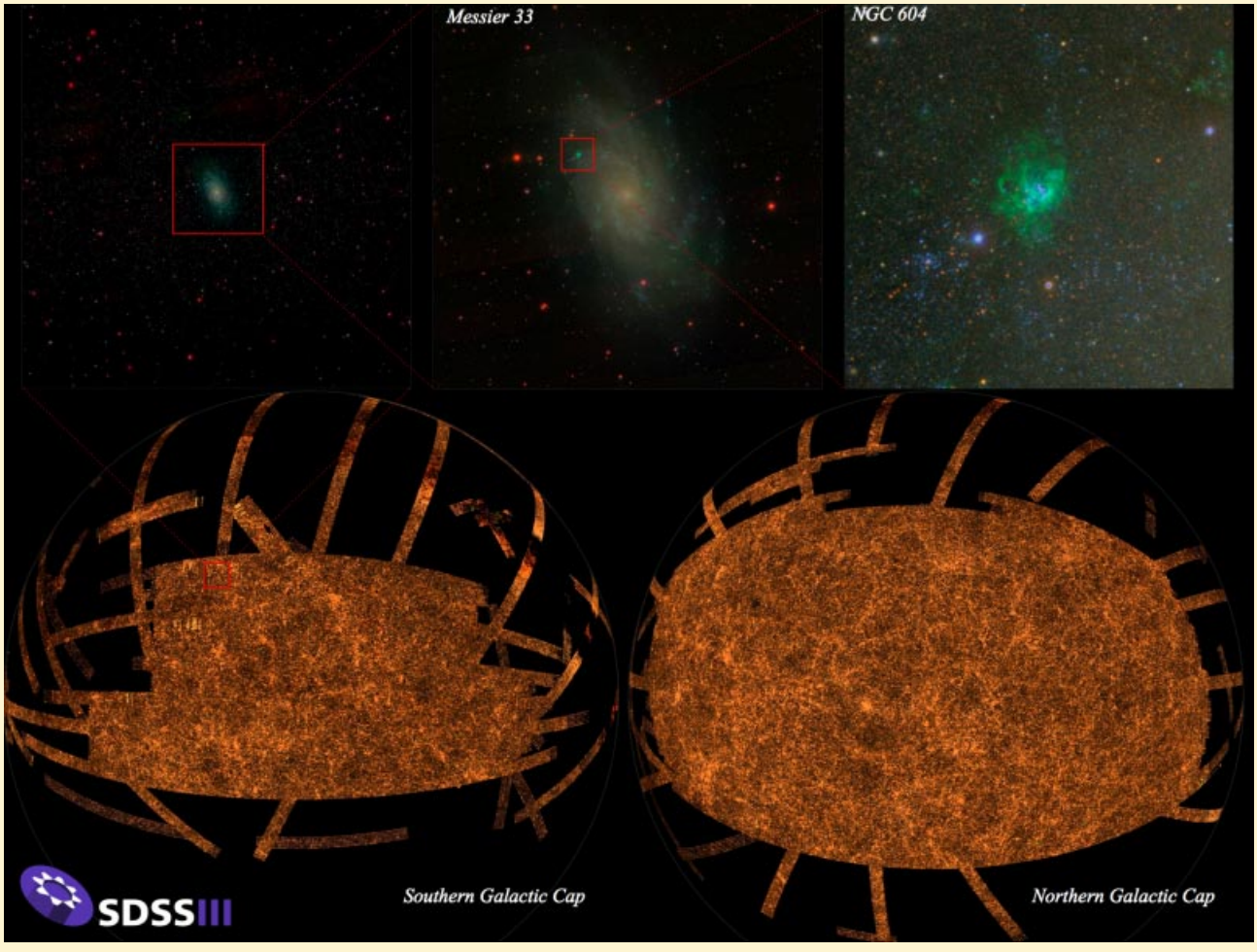
Teleskop Dobson 8" standard	1199 zł
Teleskop Dobson 8" Delux	1479 zł
Teleskop Dobson 10" Delux	2099 zł
Teleskop Dobson 12" Delux	2999 zł
Teleskop Dobson 16" składany	8888 zł
Tuba optyczna Newton 150/750	899 zł
Tuba optyczna Newton 6" 150/600	999zł
Tuba optyczna Newton 8" 203/1000	1399 zł
Tuba optyczna Newton 10"	1999 zł
Tuba optyczna Newton 12"	2699 zł
Tuba optyczna RC 6" F/9 CRF	2299 zł

Niniejszy cennik nie stanowi oferty w myśl przepisów prawa handlowego

Jerzy Krzesiński

SDSS — największy portret nieba

Sloan Digital Sky Survey (SDSS) jest jednym z najbardziej nowoczesnych cyfrowych przeglądów nieba ostatniej dekady. Swoją nazwę zawdzięcza fundacji, która w największym stopniu finansowała jego realizację. Wykonany został za pomocą niewielkiego teleskopu o średnicy zwierciadła 2,5 m. SDSS pokrył obserwacjami ponad jedną trzecią widocznego nieba (14 000 stopni kwadratowych!) i to zarówno fotometrycznymi, jak i spektroskopowymi. Sprzężenie fotometrycznych obserwacji kamerą CCD w 5 filtrach oraz spektroskopowych pozwoliło na zarejestrowanie obrazów setek milionów obiektów oraz wyznaczenie odległości do ponad miliona galaktyk i kwazarów. Dzięki temu przeglądowi odkryto wiele niezwykłych i rzadkich obiektów, począwszy od planet karłowatych za orbitą Plutona do najbardziej odległych kwazarów. Obecnie trwa trzecia faza przeglądu: SDSS III. Ale już dotychczasowe wyniki analizy danych SDSS rzuciły nowe światło na ogólny obraz naszego najbliższego otoczenia — Układu Słonecznego i Galaktyki, a także najdalszych zakątków Wszechświata. O znaczeniu przeglądu może świadczyć liczba publikacji wykorzystujących dane SDSS. Jest ich ponad 4000! Obrazowo mówiąc, daje to prawie jedną publikację na dzień od momentu, kiedy teleskop SDSS rozpoczął obserwacje w 1998 r.! Co ważniejsze, dane SDSS są dostępne dla wszystkich, zarówno astronomów amatorów, jak i profesjonalistów. Mam nadzieję, że poniższy artykuł przybliży czytelnikom skalę oraz rozmach pracy wykonanej przez zespół ludzi pracujących w cyfrowym przeglądzie nieba Sloana.



Kolorowe terabajtowe zdjęcie nieba. Przygotował: M. Blanton and the SDSS Collaboration, www.sdss3.org

Historia przeglądów nieba sięga czasów starożytnych. Powstanie każdego z nich miało wpływ na rozwój astronomii. Pierwszy znany katalog gwiazd stworzył grecki astronom Hipparch (ok. 200 r. p.n.e.). Map nieba, stworzonych w XVI w. przez Tychona Brahe, Johannes Kepler użył do lepszego odtworzenia rzeczywistego wyglądu Układu Słonecznego. Przełomem było zastosowanie techniki fotograficznej do rejestracji obrazu nieba w 2. połowie XIX w. W latach 50. ubiegłego stulecia powstał tzw. Palomarski fotograficzny przegląd nieba (Palomar Observatory Sky Survey: POSS I, po unowocześnieniach kontynuowany na przełomie lat 80. i 90. jako POSS II), który przez wiele lat był najbogatszym źródłem danych o obiektach pozagalaktycznych. Kolejnym kamieniem milowym było umieszczenie instrumentów do prowadzenia obserwacji na orbicie okołoziemskiej. Dzięki temu zaczęły powstawać katalogi, w których są gromadzone dane z różnych, także niedostępnych z powierzchni Ziemi, zakresów promieniowania elektromagnetycznego, np. katalog utworzony w oparciu o dane obserwacyjne z orbitalnego teleskopu Hubble'a. Najnowsze przeglądy nieba gromadzą w swoich archiwach zestawy danych zebranych dzięki jednoczesnemu prowadzeniu obserwacji różnymi metodami badawczymi.

Niebo na komputerach

Jednym z najbardziej zaawansowanych współczesnych przeglądów nieba jest Sloan Digital Sky Survey, czyli cyfrowy przegląd nieba Sloana, biorący swą nazwę od fundacji Sloana — głównego sponsora projektu. Celem tego przeglądu jest zrobienie kompletu cyfrowych zdjęć nieba przedstawiających położenie, fotometrię w pięciu filtrach SDSS u, g, r, i, z oraz widma setek tysięcy gwiazd, galaktyk i kwazarów.

W styczniu 2011 r. telewizja BBC News ogłosiła, że astronomowie pracujący w zespole SDSS zrobili terabajtowe, kolorowe zdjęcie nieba. Rzeczywiście, z początkiem 2011 r. w SDSS ukończono skanowanie ponad 14 000 stopni kwadratowych (około 30%) powierzchni całego nieba, w tym większość północnej sfery galaktycznej, kilkanaście skanów dysku galaktycznego oraz fragment południowej sfery galaktycznej, a dane zostały udostępnione w wydaniu DR8 (Data Release 8, http://www.sdss3.org/dr8/). Terabajtowe zdjęcie nieba składa się z milionów mniejszych zdjęć, skalibrowanych i połączonych w całość. Można je znaleźć w bazie danych SDSS skyserver (http://skyserver.sdss3.org/dr8/en/tools/chart/navi.asp).

W sumie „surowe" i zredukowane dane fotometryczne, spektroskopowe oraz katalogi zajmują około 50 TB. Dla porównania Palomarski przegląd nieba (wraz z katalogami), zawierający zdjęcia całej północnej półkuli nieba, po konwersji fotografii do postaci cyfrowej zmieścił się w 3 TB.

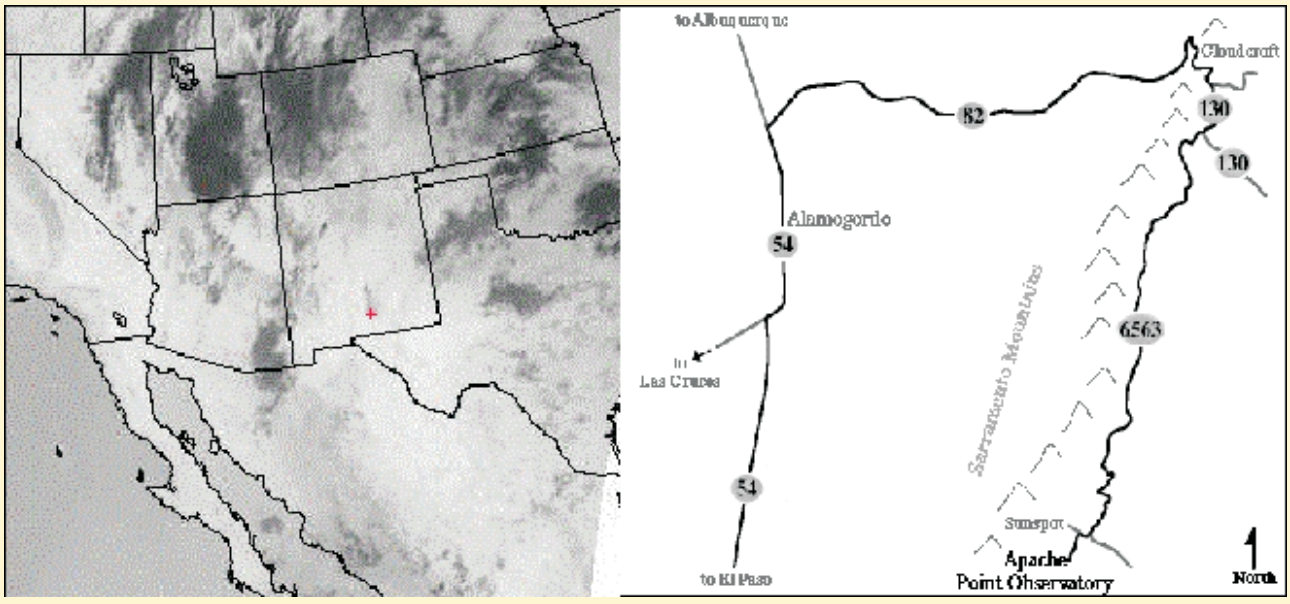
Business plan

Zarys cyfrowego przeglądu nieba Sloana został przedstawiony przez Jima Gunna (kierownika naukowego pierwszych faz projektu SDSS I i SDSS II) w 1988 r. Cele naukowe przeglądu były następujące:

— zmierzenie wielkoskalowej struktury rozkładu galaktyk widocznego Wszechświata

Urania
Postępy Astronomii

Galaktyka spiralna NGC 5792 z widocznym czerwonym karłem na jej tle. Czerwony karzeł jest bliską Słońca niewielką i chłodną gwiazdą, która przypadkowo znalazła się na tle odległej galaktyki. Źródło: The SDSS Collaboration, www.sdss.org

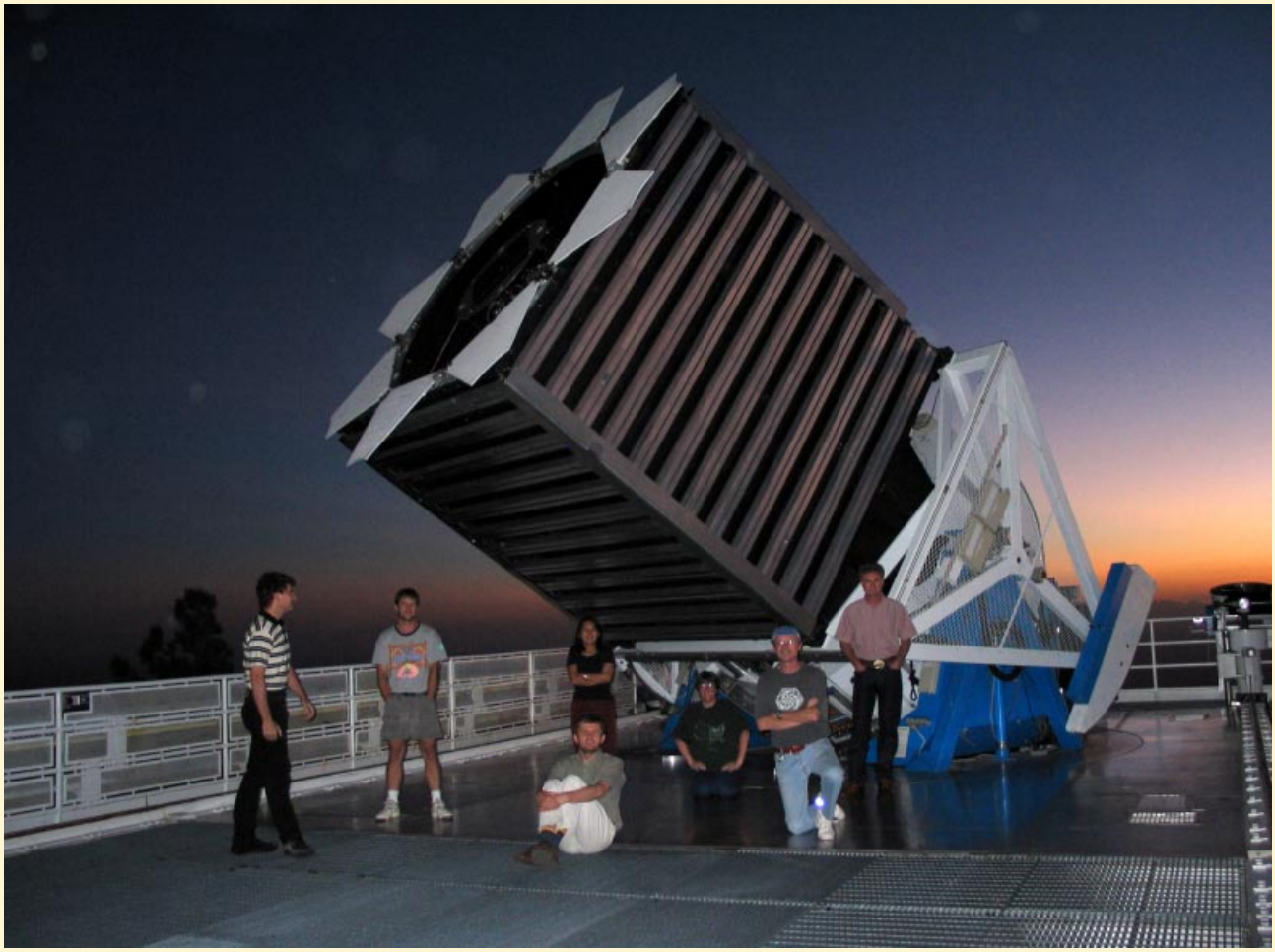


Obserwatorium Apache Point (ang. Apache Point Observatory (APO) zlokalizowane w górach Sacramento na południu Nowego Meksyku w pobliżu obserwatorium słonecznego National Solar Observatory (Sunspot)

— zmierzenie wielkoskalowego rozkładu kwazarów
— zmierzenie struktury rozkładu i kinematyki gwiazd naszej Galaktyki.

Realizacja tych celów wymagała:
— sfotografowania około 1/4 powierzchni sfery niebieskiej w 5 filtrach
— zmierzenia odległości do około 1 mln galaktyk
— zmierzenia odległości do około 100 000 kwazarów.

Projekt na taką skalę (ze względu na ogromne koszty i gigantyczną ilość danych) nie mógł być przeprowadzony przez pojedynczą placówkę badawczą. Do jego realizacji przystąpiło kilka uniwersytetów, instytucji i stowarzyszeń w Stanach Zjednoczonych oraz parę instytucji z Niemiec i Japonii, z czasem dołączyły następne instytucje i państwa (pełna lista jest dostępna na stronach



Dedykowany 2,5 m średnicy teleskop SDSS oraz obserwatorzy pracujący w przeglądzie SDSS. Od lewej: Scot Kleinman, Mike Harvanek, Atsuko Nitta-Kleinman, Jurek Krzesiński, Steph Snedden, Pete Newman, Howard Brewington. Fot. Jurek Krzesiński

Obserwatorium Apache Point (APO) w Nowym Meksyku; z lewej strony rozpoznajemy teleskop SDSS, otwarta kopuła u góry zdjęcia to 3,5-m średnicy teleskop APO. Widoczne są jeszcze dwie mniejsze kopuły: 0,5-m średnicy teleskopu fotometrycznego do kalibracji danych SDSS i (za drzewami), 1,0-m średnicy teleskopu należącego do Stanowego Uniwersytetu w Nowym Meksyku. Fot. Dan Long

SDSS). Prace konstrukcyjne rozpoczęto na początku lat 90. Do zrealizowania cyfrowego przeglądu nieba Sloana zbudowano dedykowany teleskop o średnicy zwierciadła 2,5 m w Obserwatorium Apache Point (na południu stanu Nowy Meksyk w USA).

Skrzynka z narzędziami

W SDSS dane obserwacyjne są zbierane za pomocą dwóch urządzeń rejestrujących. Jedno z nich to dużych rozmiarów kamera CCD z filtrami pokrywającymi zakres długości fal od ultrafioletu do podczerwieni. Dane fotometryczne z tej kamery umożliwiają szczegółową analizę jasności w różnych barwach oraz wybór obiektów do obserwacji spektroskopowych. Na wykonywanych przez nią fotografiach można również precyzyjnie zmierzyć położenie widocznych galaktyk i gwiazd. Drugi instrument to podwójny spektrograf do rejestracji widm wybranych obiektów. Pomiary spektroskopowe dają m. in. możliwość wyznaczenia odległości (poprzez pomiar dopplerowskiego poczerwienienia) do obiektów pozagalaktycznych. W rezultacie dane astrometryczne, fotometryczne i spektroskopowe dużej liczby obiektów pozagalaktycznych umożliwiają utworzenie trójwymiarowej mapy Wszechświata.

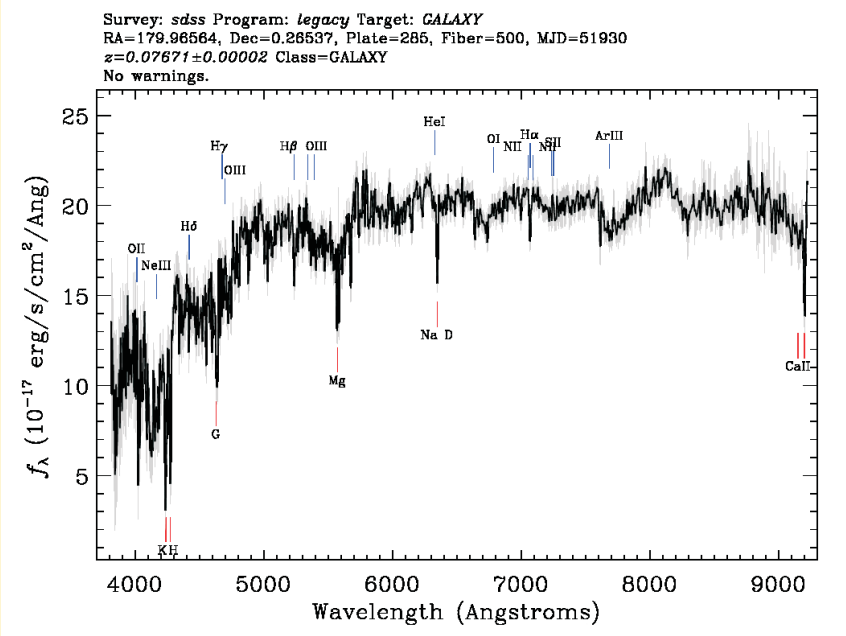
Obserwacje prowadzone w ramach programu SDSS rozpoczęły się w kwietniu 2000 r., a na ich przeprowadzenie przewidziano 5 lat (tzw. SDSS I). Czytając listę celów naukowych, można zauważyć, że SDSS I był dedykowany w pierwszej kolejności obiektom pozagalaktycznym, jednak sukces, jaki odniósł, zainteresowanie społeczności naukowej projektem oraz gwałtownie rosnąca liczba publikacji wykorzystują-

Skrzydła w SDSS

Gdybym powiedział, że nie zrobiłem nic, żeby znaleźć pracę w Sloan Digital Sky Survey, byłaby to chyba przesada. Nie planowałem, że wyjadę do Nowego Meksyku i będę pracować nad projektem, który przyczyni się do szybkiego postępu w astronomii. Kiedy Scot Kleinman napisał do mnie e-maila, pytając, czy nie chciałbym pracować w SDSS, nie wiedziałem jeszcze, co to jest.

Dwa lata wcześniej wróciłem do Polski z postdoca z Południowej Afryki, było to w 1998 r. Mój powrót był przedwczesny. Pobyt przewidziany był na 3 lata, jednak zdarzenia, jakie miały miejsce w Cape Town, skróciły go do jednego roku. Otóż wybrałem się tam kiedyś na wycieczkę, bo miasto piękne, ze strzelistą Górą Stołową wyrastającą prosto z morza i niesamowitymi widokami. Postanowiłem, że zwiedzę sobie biedniejszą „czarną" część miasta. Małe, czerwone domki były widoczne za rzeką wijącą się nieopodal obserwatorium w Cape Town. Dodam, że sytuacja w tamtym kraju była (i pewnie nadal jest) trudna. Już po drugiej stronie rzeki wysoki współczynnik przestępstw sprawił, że potwierdziły się na mnie nieubłagane statystyki, a wycieczka skończyła się na policji. Policjanci próbowali wydobyć ze mnie informację nt. wyglądu napastników — nie wiedziałem, jak wyglądali, mały,

Parametry techniczne urządzeń wykorzystywanych do zbierania danych obserwacyjnych w SDSS:
— teleskop o średnicy zwierciadła 2,5 m i polu widzenia 2,5°
— kamera CCD (30 matryc 2024×2024 pikseli; piksel: 24 mikrometry) z filtrami SDSS u, g, r, i, z pokrywającymi zakres długości fal 3000—10000 Å, czasy integracji zdjęć CCD: 53,9 s, rozmiar zdjęcia: 2048×1361 pikseli
— dwa spektrografy o niskiej zdolności rozdzielczej R ≈ 1800 ($\nu/\Delta\nu$) pokrywające zakres długości fal 3800—9200 Å, jednocześnie można nimi prowadzić obserwacje 640 obiektów, typowe czasy integracji zdjęć CCD ze spektrografów 15 min.



Rys. 1. Przykładowe widmo galaktyki z bazy danych SDSS

cych dane SDSS były tak duże, że znaleziono środki na dalsze finansowanie przeglądu i rozszerzono go na gwiazdy naszej Galaktyki (SDSS II), a następnie rozwinięto parę równoległych projektów (SDSS III, http://www.sdss3.org/index.php).

Co z tego mamy?

Można się zastanowić, co dają astronomom przeglądy nieba robione na tak dużą skalę? Otóż z takich przeglądów jak SDSS wynika kilka następujących korzyści:
— dają punkt referencyjny w czasie do fotometrii/spektroskopii porównawczej (*obserwując kolejny raz ten sam obiekt, możemy badać procesy zachodzące w czasie, np. zmienność, ruch własny, supernowe itp.*)
— pozwalają zrozumieć klasy obiektów (*pracujemy na dużej próbce obiektów*)
— są szansą na znalezienie rzadko występujących obiektów (*soczewki grawitacyjne, odległe kwazary, brązowe karły, gorące białe karły, nieznane dotąd obiekty itd.*)
— pozwalają na dostęp do danych instytucjom nie posiadającym odpowiednich urządzeń (*wirtualna astronomia, otwarty dostęp do baz danych*)
— dają możliwość syntezy danych w różnych barwach i różnych typów (*stosunkowo nowa możliwość korzystania jednocześnie z danych fotometrycznych oraz spektroskopowych*)
— nowe 8—10 m średnicy teleskopy potrzebują obiektów do obserwacji (*przeglądy nieba zwykle przeprowadza się mniejszymi teleskopami, których czas obserwacyjny jest tańszy. Następnie wybrane obiekty obserwuje się za pomocą dużych teleskopów*).

Po 11 latach obserwacji baza danych SDSS znacznie się rozrosła. Zostały rozwinięte odpowiednie procedury obserwacyjne oraz automatyczne metody redukcji i kalibracji danych. Dzięki nim osiągnięta precyzja pojedynczych pomiarów fotometrycznych jest lepsza niż 0,01 mag. w filtrach u, g, r, i oraz 0,02 mag. w filtrze z. Znajdziemy w niej pomiary fotometryczne dla około 260 mln gwiazd i 208 mln galaktyk w zakresie jasności od 14—21 mag. oraz ponad 1,5 mln widm gwiazd i galaktyk jaśniejszych niż 18 mag. w filtrze r. Widma obiektów astronomicznych wraz ze zidentyfikowa-

duży i średni? Za to wiedziałem, że nie mam już paru „niepotrzebnych" rzeczy w moim plecaku. Szok „pourazowy" sprawił też, że w RPA nie zostałem dłużej. Wróciłem do Krakowa i nie myślałem za bardzo o wyjazdach. Tyle że o wyjazdach myśleli ludzie, którzy mnie poznali. Nie zdajemy sobie często sprawy, jak wiele mogą znaczyć wyjazdy na konferencje, postdoki, wspólna praca i spotkania z ludźmi. Nie tylko uczymy się czegoś nowego, ale też pokazujemy siebie. Inni zaczynają kojarzyć nas z tematyką badań, poznają, jak radzimy sobie z problemami i zauważają, czy potrafimy pracować w zespołach. Wielu ludzi poznałem dzięki pracy w WET (Teleskopie Globalnym) oraz pracując na Uniwersytecie w Cape Town. Kilka wyjazdów do USA, spotkania i obserwacje. Nawiązałem współpracę ze Scotem Kleinmanem i innymi astronomami z Teksaskiego Uniwersytetu. Zajmowałem się wtedy konstrukcją urządzeń do obserwacji, budową pierwszego w Polsce autoguidera i pomagałem przy pracach nad teksaskim fotometrem fotoelektrycznym, a później CCD.

Kiedy Scot Kleiman zapytał, czy nie przyłączyłbym się do zespołu SDSS, bo potrzebują doświadczonych obserwatorów, zapytałem tylko, czy tam, gdzie pracują, jest bezpiecznie. Powiedział, że w sumie tak, tylko może czasem jakiś niedźwiedź albo puma z kojotem się przyplączą. Eeee tam, niedźwiedź. Nie będzie dużego, małego i średniego! Przyjąłem propozycję i pojechałem na interwiev. Rekomendacja Scota i pewnie moje doświadczenie zawodowe zrobiły resztę. Dostałem pracę w Apache Point Observatory (APO), gdzie właśnie postawiono 2,5-metrowej średnicy teleskop dla SDSS, czyli cyfrowego przeglądu nieba Sloana. APO znajduje się na wysokości 2800 m n.p.m. Znacznie później dowiedziałem się, że w czasie mojego „testu" na pracownika, przeprowadzający wywiad chodzili ze mną po okolicy i oprowadzali nie tylko, żeby pokazać okolicę, ale by sprawdzić, czy nowy kandydat potrafi oddychać w rzadszym powietrzu. Kandydat potrafił.

W 2001 r. zaczęła się moja przygoda. Pamiętam ciągły ruch, dużo oprogramowania do opanowania, ciągłe poprawki błędów, wymyślanie procedur zwiększających efektywność obserwacji. Najdłużej przyswajałem sobie styl mówienia o tym, czym się coś robi. Były więc programy: IOP, SOP, TCC, MCP, urządzenia: umbilicals, cart door, telescope petals i masa nowego technicznego słow-

nymi liniami pierwiastków są gotowe do obejrzenia — jak przykładowe widmo galaktyki z rys. 1.

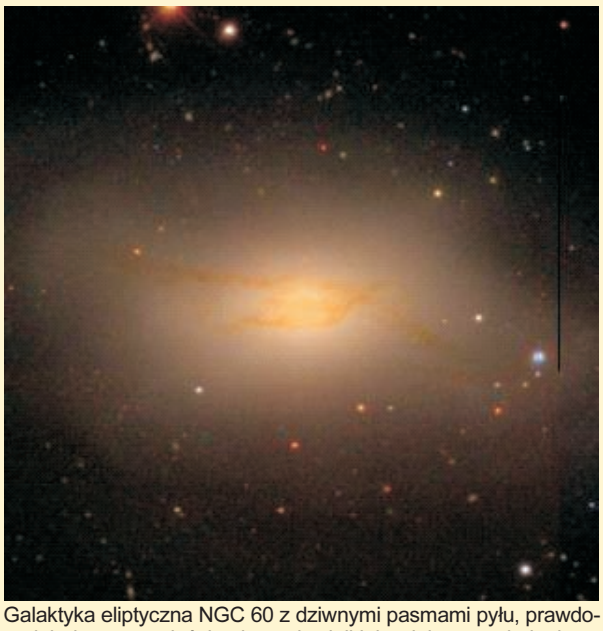
Wiele innych widm gwiazd, kwazarów i galaktyk zobaczymy na stronie SDSS: http://www.sdss.org/gallery/gal_spectra.html. Wszystkie są zapisane również w bazie danych w formacie fits. Można je skopiować na własny komputer i poddać samodzielnej analizie.

Oczywiście w SDSS znajdziemy nie tylko dane katalogowe obserwowanych obiektów, ale również ich zdjęcia (w tym kolorowe, złożone ze zdjęć w trzech filtrach g, r oraz i). Przyjrzyjmy się niektórym z nich.

Galaktyki

Przegląd SDSS był nastawiony na obserwację galaktyk, zatem w jego bazie danych znajdziemy miliony zdjęć tych obiektów. Od galaktyk spiralnych, eliptycznych (s. 90–91), karłowatych w wielu rzutach na sferę niebieską i w różnych etapach ich ewolucji (patrz strona: http://cas.sdss.org/dr5/en/tools/places/page5.asp), do galaktyk interaktywnych, zdeformowanych wzajemnym oddziaływaniem grawitacyjnym, „przyłapanych" w różnych stadiach procesu bliskiego przejścia. Życie ludzkie jest za krótkie, żeby można było prześledzić dynamiczne zmiany zachodzące w takich galaktykach (na to potrzeba milionów lat). Jednak mając do dyspozycji wiele zdjęć galaktyk w różnych stadiach takiego przejścia oraz opierając się na symulacjach komputerowych, możemy określić, jak takie zdarzenia wyglądają i w jaki sposób zachodzi proces łączenia się galaktyk (s. 96).

W bazie SDSS znajdziemy również galaktyki o niskiej jasności powierzchniowej (ang. Low surface brightness galaxies LSB) słabo widoczne, ale porównywalne rozmiarami ze „zwykłymi" galaktykami. LSB zawierają znacznie więcej ciemnej materii niż „normalne" galaktyki, a ta z jakiegoś powodu spowalnia proces tworzenia się gwiazd. Galaktyk LSB może być we Wszechświecie równie dużo co zwykłych galaktyk o dużej jasności powierzchniowej, jednak ze względu na ich niską jasność powierzchniową w przeszłości były pomijane w rozważaniach. (Na drukowanych zdjęciach galaktyki LSB praktycznie nie są widoczne, dlatego podaję jedynie adres strony, gdzie można obejrzeć przykłady zdjęć z takimi obiektami: http://cas.sdss.org/dr5/en/tools/places/page3.asp.)



Galaktyka eliptyczna NGC 60 z dziwnymi pasmami pyłu, prawdopodobnie pozostałościami po niewielkiej galaktyce spiralnej pochłoniętej przez większą galaktykę eliptyczną. Źródło: The SDSS Collaboration, www.sdss.org

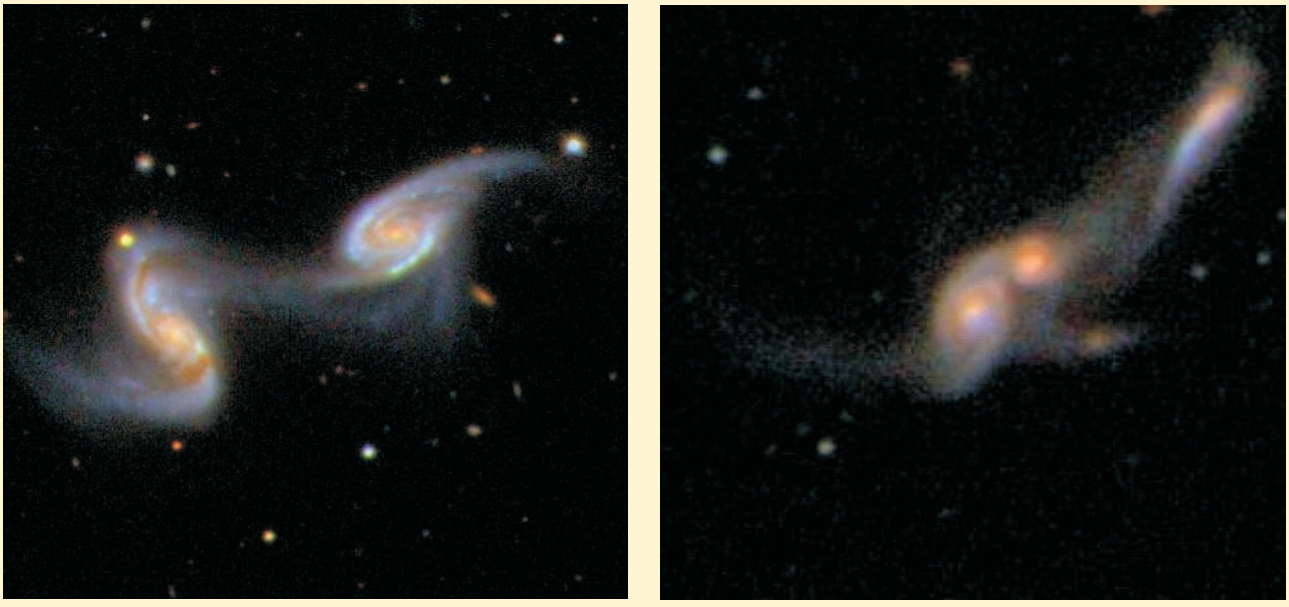
Dzięki SDSS i innym podobnym przeglądom możemy prześledzić znacznie dokładniej różne typy galaktyk, rozmieszczenie w nich gazów oraz rejony tworzenia się gwiazd. Dostajemy do dyspozycji dane potrzebne do weryfikacji teorii ewolucji galaktyk, ich gromadzenia się i w końcu tworzenia się i rozmieszczenia gromad galaktyk w otaczającym nas Wszechświecie. Danych do analizy jest tak dużo, że astronomowie nie są w stanie ich przetworzyć, dlatego powstał projekt „Galaktyczne Zoo", w którym każdy może dodać swój wkład w poznanie świata galaktyk (http://zoo1.galaxyzoo.org/pl/Default.aspx).

Rzadko występujące obiekty

Duża powierzchnia nieba przeskanowana w przeglądzie SDSS umożliwiła także znalezienie rzadko występujących obiektów. Szybka ewolucja niektórych z nich sprawia, że prawdopodobieństwo znalezienia takiego obiektu jest małe. Jednak zwiększając powierzchnię obserwowanego nieba, zwiększamy szansę na znalezienie unikalnych albo wręcz nieznanych obiektów. Między innymi dzięki SDSS zostały odkryte nieznane do tej

nictwa, którego zupełnie nie znałem, ale miałem przed nosem. Codziennie kilkanaście maili do przeczytania — dobra szkoła angielskiego nawet dla tak opornych jak ja. Projekt ciągle się rozwijał. Amerykanie są bardzo zorganizowanym narodem, trzy razy w tygodniu mieliśmy spotkania telefoniczne w sprawach technicznych, obserwacyjnych i naukowych. Tworzyły się grupy ludzi odpowiedzialnych za daną część projektu, ale każdy mógł dołączyć się i pracować jeszcze nad tym, co go ciekawiło. Ja zająłem się białymi karłami. Do tej pory przed oczami latają mi ich widma, nie dlatego, że to martwe gwiazdy, ale ze względu na ilość danych spektroskopowych, które przewinęły się na ekranie przed moimi oczami. Nocne obserwacje były różne od moich dotychczasowych. Teleskop SDSS był zautomatyzowany, ale do jego obsługi potrzebne były 2 osoby i skomplikowany system programów czuwających nad przetwarzaniem danych. W zależności od pogody, na teleskopie montowaliśmy ogromną kamerę CCD albo pojemniki ze specjalnymi płytami trzymającymi włókna optyczne do obserwacji spektroskopowych. W tym samym czasie drugim mniejszym teleskopem prowadziliśmy obserwacje fotometryczne wtórnych standardów. Po nocy trzeba było wysłać jeszcze raporty dla inżynierów i dziennej zmiany, która przygotowywała teleskopy do pracy, kiedy myśmy spali. Kiedy wszystko szło dobrze, na ścianie z ekranów w pokoju kontrolnym przewijało się niebo widziane przez nasz teleskop. Długo mogliśmy wpatrywać się w przesuwające się galaktyki i gwiazdy, zanim te obrazy zostały zapisane przez komputery.

Wiosną i jesienią plagą stawały się… krowy wypuszczane luźno przez farmerów na łąki w górach. Niektóre błądziły po obserwatorium i straszyły nocnymi hałasami. Nieraz zdarzało się komuś potknąć o krowę w drodze do teleskopu. Ale te nie były tymi zdarzeniami zbyt przejęte, w przeciwieństwie do nas. Kiedy było ich za dużo, „polish cowboy" wkraczał do akcji i je przeganiał. Innym do głowy nie przychodziło, żeby na byki rzucić się z patykiem, ale nie będą mi przeszkadzać w pracy jakieś rude krowy. Latem trwał sezon monsunowy, częste opady deszczu i chmury. Obserwatorium na dwa miesiące przejmowali inżynierowie, sprzęt był unowocześniany, lustro teleskopu pakowane i wysyłane do aluminizacji, a my mieliśmy więcej czasu na pracę nad danymi i publikacjami.



NGC 5257 (z lewej) interaktywne galaktyki z łączącym je sznurem gwiazd oraz UGC 08584 (z prawej) ukazujące zachodzący gwałtowny proces zderzenia dwóch galaktyk. Źródło: The SDSS Collaboration, www.sdss.org

pory gorące białe karły typu DB (zwane też DB gap o temperaturach efektywnych fotosfer mieszczących się w zakresie 30—45 tys. K. Teoretycznie gwiazdy takie mogły istnieć, jednak przez długie lata w żadnym z przeglądów nieba przed SDSS gwiazd DB gap nie obserwowano. Powstawały teorie tłumaczące brak gwiazd typu DB (z atmosferami helowymi) w tym zakresie temperatur przemianą ich atmosfer helowych do wodorowych (typu DA z atmosferami wodorowymi) następującą dzięki zanikowi lub zwiększeniu intensywności konwektywnego mieszania pierwiastków atmosfer białych karłów. Po odkryciu gwiazd DB gap wspomniane teorie szybko musiały zostać zmodyfikowane.

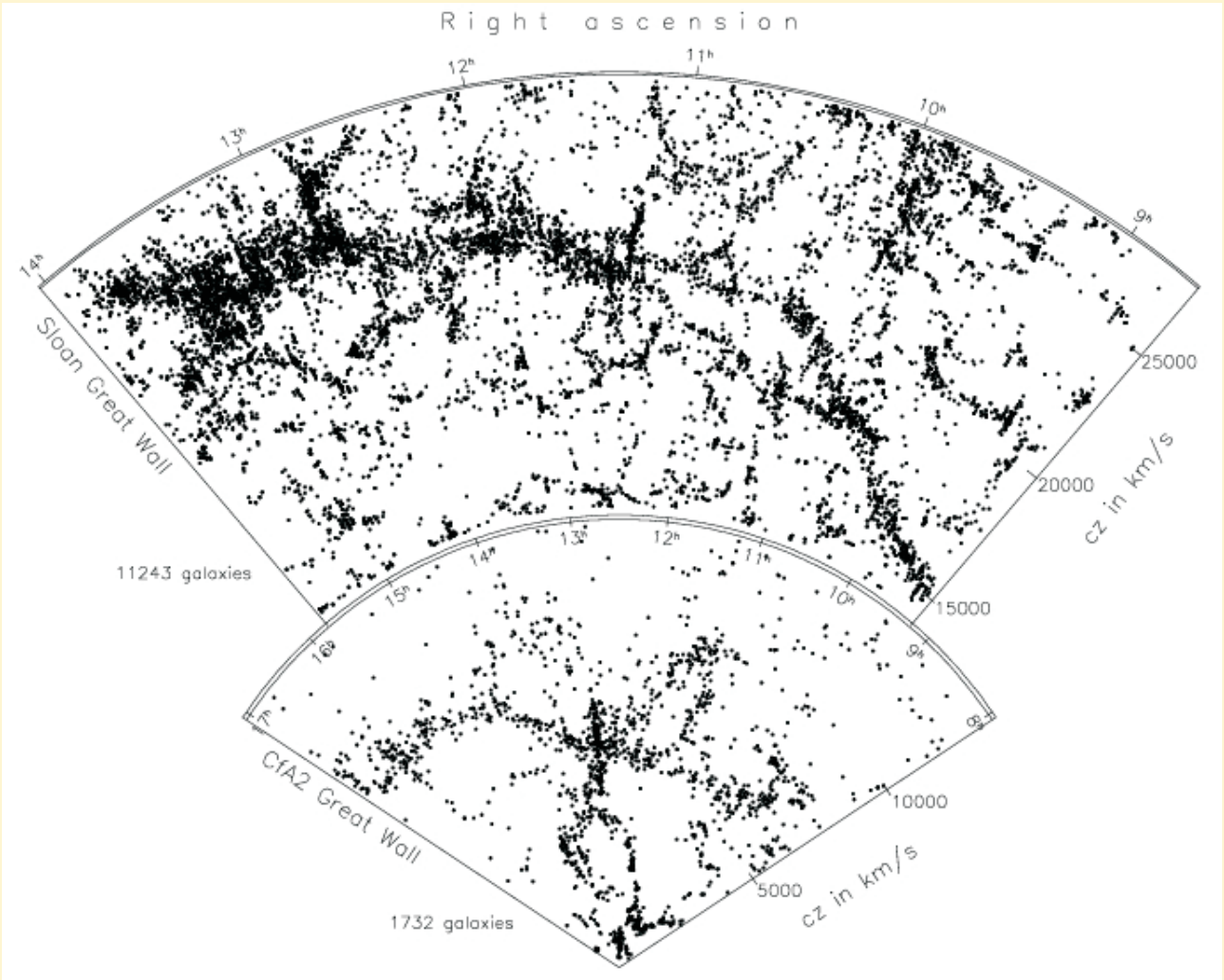
Soczewki grawitacyjne są innym przykładem odkryć rzadko występujących obiektów (s. 97).

Na tym lista się nie kończy. SDSS przyczynił się do odkryć wielu najdalszych kwazarów, kilku galaktyk karłowatych orbitujących wokół Galaktyki, wielu supernowych, brązowych karłów, mgławic planetarnych, dziesiątków tysięcy asteroid i wielu innych cennych dla astronomów obiektów. Powstało szereg katalogów tych obiektów. Badania oparte na danych SDSS wpłynęły na wiele kierunków w astronomii, począwszy od identyfikacji rodzin planetoid, do odkrycia najbardziej odległych kwazarów, od struktury Galaktyki do wielkoskalowej struktury Wszechświata (rys. 2).

Cyfrowy przegląd Sloana rozwija się nadal. Obecnie trwa trzecia faza przeglądu SDSS III składająca się z czterech równoległych projektów (http://www.sdss3.org/surveys/). Ilość danych zebranych przez 2,5 m średnicy teleskop SDSS jest ogromna i nie ma się co łudzić, że wszystkie zostaną w całości przeanalizowane przez osoby biorące udział w programie Sloana. Jeszcze przez wiele lat dane SDSS będą służyć astronomom różnych specjalności jako źródło informacji do wszechstronnych analiz, porównań i komentarzy.

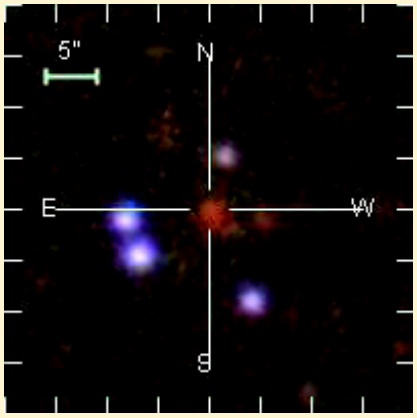
Dostęp do katalogowych danych, zdjęć oraz widm z ostatniego wydania danych można uzyskać na stronach: http://skyserver.sdss3.org/dr8/en/tools/ oraz http://www.sdss3.org/dr8/. Mniej wymagający mogą obejrzeć wiele kolorowych zdjęć ciekawych obiektów astro-

Obok Obserwatorium Apache Point było przyjaźnie nastawione Obserwatorium Słoneczników, jak czasem nazywaliśmy National Solar Observatory (Obserwatorium Słoneczne). Była tam też wioska, w której mieszkałem. Składała się ze „słoneczników", inżynierów i ich rodzin. Ze względu na specyfikę pracy, życie towarzyskie trochę kulało, oni przecież pracowali w dzień, a ja po nocach. Z wioski do najbliższego sklepu było 30 min jazdy samochodem. Do najbliższego miasteczka (Alamogordo) prawie godzina jazdy. W górze temperatura 24°C, w dole nieznośnie powyżej 30°C, lotnicza baza wojskowa i kilka większych sklepów. Z rozrywek na górze najlepszą dla mnie stała się siatkówka, a niżej — latanie na paralotni. Góry przepiękne do lotów. Zaprzyjaźniłem się z Niemcami z bazy wojskowej, gdzie ćwiczyli loty na F16. Kiedy już miałem dość nocnej pracy i odespałem pracę przy teleskopie, brałem skrzydło i razem z nimi fruwałem nad Alamogordo. Morale się podnosiło, a współpracownicy od razu zauważali, że lepiej się ze mną pracuje. Trzeba sobie zdawać sprawę, że pracowałem w miejscu odosobnionym, w jakich buduje się obserwatoria. Ludzi brakuje, a praca napędza życie. Przez pierwszych parę lat nauczyłem się angielskiego, Amerykanie nagle zauważyli, że zaczynam żartować. Zdobyłem duże doświadczenie w pracy z inżynierami, poznałem zupełnie inny sposób pracy niż ten, jaki znałem w Polsce. W Polsce trzeba znać się na „wszystkim", bo uczelnie nie mają pieniędzy na zatrudnianie inżynierów. Tam inżynierowie rozwiązują problemy na podstawie opisu tego, co zawiodło podczas obserwacji. Kiedy w nocy coś się popsuło, w dzień było już naprawione, teleskop gotowy do pracy. Decyzje o zakupach sprzętu i innych wydatkach podejmował jeden człowiek. Nie było całej rzeszy pracowników administracji, jedynie sekretarka. Po uzgodnieniach co do zakupu jakiegoś urządzenia mówiłem jej, co trzeba kupić. Żadnego biegania po podpisy, pozwolenia, przetargów nie było. Dostawało się to urządzenie, które według ustaleń było najlepsze, a nie najtańsze. Długo po powrocie do Polski marzyłem o jednym podpisie, o braku pieczątek i o górach, w których godzinami można latać jak w Nowym Meksyku. Praca w SDSS była bardzo intensywnym okresem w moim życiu. Dzięki niej poznałem ludzi, metody pracy, sposoby rozwiązywania problemów technicznych. Nauczyłem się pracy z nowoczesnym teleskopem i ludźmi, którzy choć mówili w obcych językach, wcale tacy obcy nie byli.



Rys. 2. Badając rozmieszczenie galaktyk, astronomowie pracujący w SDSS odkryli największą znaną strukturę we Wszechświecie, tzw. Wielką Ścianę Sloana (u góry rysunku). Przed SDSS znana była struktura o nazwie Wielka Ściana (CfA2). Górna skala pokazuje rozpiętość struktur w rektascensji, boczne skale wykresu wyrażają odległości (w prędkościach oddalania się od obserwatora). Rysunek z publikacji: Gott, J.R., et al. 2005

nomicznych a także zobaczyć, jak wyglądają ich widma uzyskane w czasie realizacji tego programu. http://www.sdss.org/gallery/index.html



Soczewką grawitacyjną jest pomarańczowa galaktyka otoczona czterema obrazami tego samego kwazara (SDSS J1004+4112). Galaktyka znajduje się między obserwatorem (nami) a kwazarem. Badając takie obiekty, możemy oszacować całkowitą masę galaktyki soczewkującej oraz masę ciemnej materii. Źródło: The SDSS Collaboration, www.sdss.org

Oczywiście SDSS nie będzie ostatnim przeglądem na taką skalę. Już teraz przewiduje się budowę kolejnych teleskopów dedykowanych do podobnych programów. Powstaną one jednak dopiero za kilka lat, a w międzyczasie nie będzie bardziej kompletnej i jednorodnej bazy danych niż uzyskana w tym programie.

Jurek Krzesiński pracuje w Katedrze Astronomii Uniwersytetu Pedagogicznego w Krakowie. Był jednym z budowniczych i pierwszych obserwatorów Obserwatorium na Suhorze. Jako jedyny Polak był zatrudniony przez Uniwersytet Stanu Nowy Meksyk w Obserwatorium Apache Point (2001––2006) w ramach projektu Sloan Digital Sky Survey. W nagrodę za jego (i innych) wkład w prace nad przeglądem nieba kierownictwo projektu wystąpiło o nazwanie planetoid odkrytych w przeglądzie SDSS nazwiskami naukowców pracujących nad tym projektem. I tak planetoida 114025 z głównego pasa, znajdująca się w odległości 2,6 AU od Słońca i obiegająca je raz na 4 lata, przybrała nazwę „Krzesinski". O znaczeniu przeglądu SDSS niech świadczy fakt, że kilkanaście tysięcy razy cytowane prace z udziałem Krzesińskiego czynią z tego skromnego obserwatora rekordzistę pod tym względem wśród polskich astronomów.

ASTROBAZY

I NIE TYLKO

GIMNAZJUM nr 1
im. Mikołaja Kopernika
w KRUSZWICY

Schody do nieba!

Po otwarciu pierwszej astrobazy w Gniewkowie, w świetle wyborczych jupiterów i w obecności premiera Tuska, początkowy entuzjazm szybko opadł. Burmistrz miasteczka uparł się, że dla obserwatorium dostępnego uczniom i mieszkańcom nie wystarczy statut budynku technicznego, lecz musi być przemianowane na obiekt użyteczności publicznej. Kto choć raz był w astrobazie i widział nieszczęsne wewnętrzne schody (zdjęcia tego nie oddają), specjalnie się burmistrzowi nie dziwi. Upadek dosyć łatwo sobie wyobrazić, zwłaszcza w nocy, a pokaźna wysokość nie pozostawia złudzeń co do jego skutków. W rezultacie burmistrz na kilka miesięcy astrobazę zamknął, a potem nieszczęsne schody zlikwidował.

Znacznie prościej postąpili inni włodarze astrobaz, zamykając schody łańcuchem z tabliczką „Wstęp wzbroniony". Przyznać jednak trzeba, że los tych drabino-schodów we wszystkich obiektach jest przesądzony, skazując je — im szybciej tym lepiej — na likwidację. To zwyczajny bubel, tak ideowy jak i projektowy. Zawalidroga, z której nikt nie korzysta, bo na zewnętrz, podobnie jak w prezentowanym w poprzedniej „Uranii" budynku w Bukowcu, wiedzie bezpieczna i wygodna „promenada". I niedługo jak w Bukowcu, jak w każdym „żyjącym" obiekcie bezcenny stanie się każdy wolny decymetr kwadratowy podłogi! Będziemy nadal wskazywać niedoróbki i uchybienia w wykonaniu i projekcie astrobaz, by to, co jest, jak najlepiej przystosować do swoich zadań i nie popełnić podobnych błędów w przyszłości. Zachęcamy innych gospodarzy i użytkowników niezależnych obserwatoriów szkolnych i społecznych do dzielenia się swoimi doświadczeniami i pochwalenia obiektem i wynikami.

Na szczęście astrobazy to tylko w niewielkim stopniu budynki i teleskopy! To przede wszystkim ludzie! Wspaniali ludzie w swoich lokalnych społecznościach: uczniowie, nauczyciele i miłośnicy astronomii oraz rozumiejący ich potrzeby i wspierający dyrektorzy szkół i władze. Astrobazy działają! Popularyzują astronomię wśród mieszkańców i odnoszą pierwsze znaczące sukcesy edukacyjne. Z wielką satysfakcją mogliśmy odnotować wśród laureatów Ogólnopolskiego Młodzieżowego Seminarium Astronomicznego w Grudziądzu, prezentującego wyniki uzyskane m.in. w miejscowej astrobazie, Piotra Mikołajczaka z Inowrocławia. Z kolei finalistką LV Olimpiady Astronomicznej w Chorzowie była Ewelina Kucal, uczennica „przyastrobazowego" liceum w ZSiP im. Władysława Łokietka w Radziejowie. A w Kruszwicy jeszcze inaczej! Pod czujnym okiem Ilony Dybicz, od dawna aktywnie działa tu szkolne koło astronomiczne, a zanim jeszcze przyjechali notable otwierać obiekt, miejscowi zapaleńcy już zdążyli wykonać wiele testujących obserwacji. Jeden z nich dzieli się obok swoimi pierwszymi efektami i doświadczeniami w dziedzinie astrofotografii.

M.M.

Fot. M. Mikołajewski

Fot. Ilona Dybicz

ASTROFOTOGRAFIA — pierwsze kroki

STERTOWANIE W KRUSZWICY

Zbigniew Rakoczy

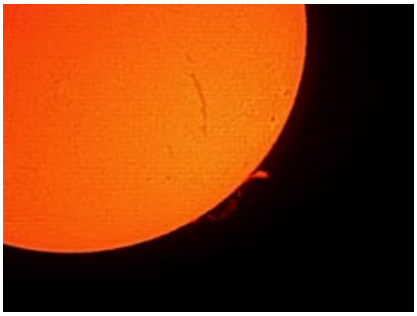
Jeśli tylko słowo „stertować" może oznaczać po polsku tyle, co „układać w sterty, nakładać", z domyślnym sumowaniem elementów w stercie, tak by stała się ona nowym, doskonałym wzorcem wchodzących w jej skład elementów, to powinno się ono stać jednym z najczęściej używanych słów wśród amatorów astrofotografii, zastępując użyty w tym artykule anglicyzm.

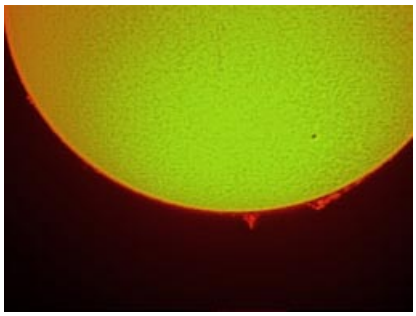
9 marca odbyło się uroczyste otwarcie Astrobazy w Kruszwicy. Była to okazja nie tylko do pokazania obiektu i jego wyposażenia, ale także do ciekawych spotkań, odświeżenia szkolnych znajomości i dyskusji na temat przyszłej działalności astrobaz i prowadzenia obserwacji z wykorzystaniem sprzętu, który w nich się znajduje. Warto zauważyć, że wszystkie opisane tu dodatki do podstawowego wyposażenia astrobazy zostały zakupione przez szkołę. W związku z tym, że przed oficjalnym otwarciem Astrobazy prowadziliśmy już w niej obserwacje w ramach testowania sprzętu, w trakcie jednej z rozmów zostałem poproszony o napisanie kilku informacji na temat fotografowania jasnych obiektów Układu Słonecznego. Zdaję sobie sprawę z tego, że dla części czytelników „Uranii" będą to informacje znane, ale myślę, iż będą też osoby, które skorzystają z tych uwag.

Przeglądając różne czasopisma astronomiczne i strony internetowe, zawsze zastanawiałem się, w jaki sposób amatorzy astronomii wykonują tak piękne zdjęcia planet, Księżyca czy Słońca, mając do dyspozycji sprzęt dostępny amatorom. W literaturze astronomicznej mało jest szczegółowych informacji na ten temat, więc dużo czasu spędziłem przed komputerem, przeszukując strony dyskusyjne, które są kopalnią wiedzy o fotografowaniu

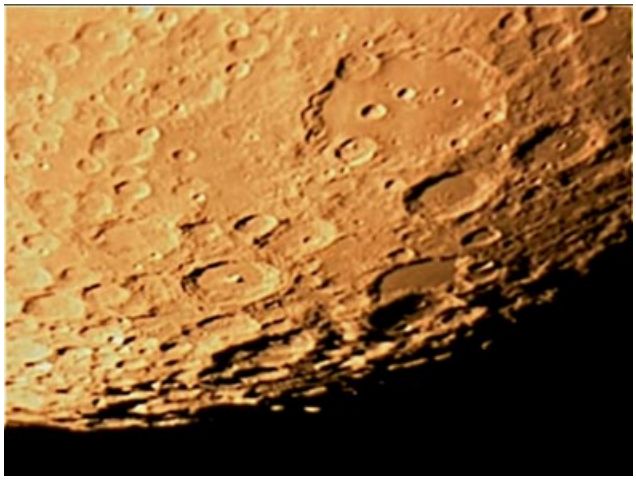
nieba. Będąc uzbrojonym w pewien zasób wiedzy i mając do dyspozycji sprzęt z Astrobazy (i trochę więcej, o czym za chwilę), postanowiłem spróbować swoich sił w tym zakresie. Na pierwszy ogień poszedł Księżyc, później Słońce, no i oczywiście bliski opozycji Jowisz. W opinii wielu miłośników fotografowania nocnego nieba najlepsze rezultaty w przypadku jasnych obiektów Układu Słonecznego osiąga się, wykorzystując kamerkę internetową i program do „stackowania"(nakładania na siebie) nagranych klatek. W związku z tym, że kamerek internetowych z przetwornikiem CCD na rynku praktycznie już nie ma, a przeróbka też wymaga dokupienia pewnych elementów, postanowiliśmy nabyć gotową już kamerkę Celestrona NexImage wraz z filtrem UV/IR-cut. Kamerka posiada gwint filtrowy 1,25", który poprawia kontrastowość fotografowanych obiektów. Kamerka będzie wykorzystywana również do prowadzenia pokazów, np. Księżyca, dla większej grupy obserwatorów, ponieważ można z niej przenosić obraz na ekran poprzez rzutnik multimedialny.

Do fotografowania Słońca w paśmie H-alfa wykorzystałem teleskop Coronado PST. Kamerkę wkłada się bezpośrednio w wyciąg okularowy. Po uruchomieniu oprogramowania mamy możliwość ustawienia parametrów wykonywanego filmu. Ja nagrywam sekwencje 15—20-sekundowe, co przy prędkości 20—30 klatek na sekundę daje kilkaset nagranych klatek. Ustawienie ostrości w PST nie stanowi problemu i nie potrzeba stosować dodatkowych soczewek. W trakcie obserwacji nagrywam kilka do kilkunastu filmików, a obrabiam je w niepogodne dni i cała „zabawa" z uzyskaniem ostatecznie najlepszego zdjęcia zaczyna się właśnie wtedy. Do obróbki wykorzystuję darmowy program RegiStax, dostępny na stronie www.astronomie.be/registax. Program ten automatycznie wybiera nam najostrzejsze klatki i składa je w jedną. Możemy zrobić to również ręcznie, co jest bardzo pracochłonne, ale wyniki są jeszcze lepsze. Z tak uzyskanej klatki odpowiednimi narzędziami filtrującymi (np. falkowymi = filtr 'wavelet') wyciągamy pożądane szczegóły powierzchni fotografowanych obiektów. Program jest co jakiś czas aktualizowany i niezbyt trudny w obsłudze, szczególnie tej podstawowej. Ja korzystam z wcześniejszej wersji 5.1, do której się już przyzwyczaiłem. Niestety, większość instrukcji do tego programu jest w języku angielskim, ale nie powinno stanowić to problemu, ponieważ obsługa jego jest intuicyjna. Trochę na ten temat można przeczytać na stronie http://astronomiaamatorska.blogspot.com/ (wybrać zakładkę 'porady' i temat 20. 'krótka-instrukcja-używania-registax') lub poszukać na innych stronach w Internecie, o ile nie zginiemy w gąszczu podobnych porad. Pokazane zdjęcia uzyskano 27 i 29 (zielone) stycznia.





Zupełnie podobnie wykonujemy filmiki Księżyca czy planet, wkładając kamerkę w wyciąg okularowy naszego teleskopu i ustawiając odpowiednie parametry dla danego obiektu. W trakcie ustawiania parametrów cały czas mamy podgląd obiektu, więc wiemy, czy są one dobre. Ustawiając ostrość, szczególnie przy fotografowaniu planet, nastawiam ją, wstępnie korzystając z okularu o ogniskowej porównywalnej z przekątną detektora. Jeżeli najpierw ustawimy ostrość, wykorzystując okular, a następnie zamienimy okular na kamerkę, to mamy już wstępnie ustawioną ostrość na matrycy CCD. Posiadam okular 9 mm, a przetwornik CCD w kamerce ma przekątną ok. 7 mm i kamerkę taką wystarczy tylko delikatnie dostroić. Przykładowe zdjęcie Księżyca uzyskałem głównym teleskopem astrobazy Meade LX200, a obrazy Jowisza teleskopem Celestron CPC 800, we wszystkich przypadkach stosując opisane tutaj składanie klatek



filmowych z kamerki NexImage. Kolorowy obraz mgławicy M42 w Orionie został również uzyskany metodą składania klatek 54-sekundowego filmu otrzymanego lustrzanką Samsung GX20 na teleskopie Meade LX200.

Mam nadzieję, że tych kilka informacji przyda się niektórym czytelnikom, ponieważ zbliżają się bardzo dobre warunki do obserwacji Saturna i oczywiście czerwcowy tranzyt Wenus. W kruszwickim obserwatorium przeprowadziłem również pierwsze testy astrokamery Atik 16, która jest na wyposażeniu wszystkich astrobaz, ale o tym może kiedy indziej.

Pułkownik Zbigniew Rakoczy zawsze chciał być bliżej nieba, więc w ciągu 36 lat służby ponad 3500 godzin spędził w przestworzach. Cztery ostatnie lata przed emeryturą w 2009 r. dowodził 56. Kujawskim Pułkiem Śmigłowców Bojowych w Inowrocławiu. A że był akurat Rok Astronomii, przerzucił się na podziwianie przestworzy z pokładów… astrobaz w Kruszwicy i Inowrocławiu, przy okazji zarażając astronomiczną pasją kolegów, jak stojący z lewej Janusz Piwecki.

Kontakt:
astrokruszwica@interia.pl

Ochrońmy ciemne niebo, zanim znikną nam wszystkie gwiazdy!

Blask ciemności w Beskidach

Złe oświetlenie uliczne to nie tylko problem garstki astronomów. Nadmiar światła oślepia kierowców, szkodzi zwierzętom, a nas wszystkich kosztuje.

W 2005 r. Stowarzyszenie POLARIS-OPP uruchomiło program o nazwie **Ciemne Niebo**, prowadzony z International Dark-Sky Association, organizacją non-profit założoną w 1988 r., która obecnie działa w 70 krajach. Celem programu jest podejmowanie inicjatyw na rzecz przeciwdziałania zanieczyszczeniu nocnego nieba sztucznym światłem. Program **Ciemne Niebo** wyszukuje miejsca, gdzie chroni się ciemne niebo i wdraża działania służące powstawaniu takich obszarów. Pierwszym miejscem, które otrzymało symbol CN-001, stała się rodzima programowi miejscowość Sopotnia Wielka (Beskid Żywiecki), w której od 1996 r. podejmowane były starania o zachowanie naturalnej ciemności nocy dla prowadzonych tutaj obserwacji astronomicznych. Wygaszane na noc uliczne oświetlenie zapewniało doraźnie warunki do obserwacji nieba, jednak z czasem rozwiązanie to stało się nieskuteczne. Wygaszane były tylko te odcinki ulic, w sąsiedztwie których znajdowały się wyznaczone miejsca obserwacyjne POLARISOPP, a pozostałe tereny rozlokowane wzdłuż doliny o długości ponad 5 km generowały coraz większą łunę z racji montażu kolejnych punktów oświetleniowych. Powstał więc pomysł stworzenia pierwszego w Polsce obszaru ochrony ciemnego nieba — odpowiednika międzynarodowych miejsc zwanych IDSP, katalogowanych przez International Dark-Sky Association.

Celem akcji była wymiana wszystkich publicznych źródeł sztucznego światła w Sopotni na takie, które nie emitowałyby strumienia światła **ponad linię horyzontu**. Jakie oprawy uliczne dostępne na polskim rynku będą spełniać tę zasadę (tzw. ULOR=0%)? Większość producentów niestety nie podaje takich parametrów, a znaczna część produktów po prostu ich nie spełnia. W Palowicach koło Żor (woj. śląskie) stworzono obszar testowy (CN-002). Na dwóch ulicach zamontowano 11 przykładowych opraw ulicznych różnych pro-

ducentów, z czego 9 przeszło testy pozytywnie. Tym samym powstał mały katalog produktów tego typu, które docelowo mogły zostać masowo zastosowane na terenach ochrony ciemnego nieba.

I tak z końcem 2011 r. w Sopotni Wielkiej wymieniono ponad 170 opraw ulicznych w ramach projektu unijnego (PROW, oś IV LEADER). Dzięki nim nie tylko ograniczono ucieczkę sztucznego światła w niebo, ale również zmniejszyło się zużycie energii elektrycznej, poprawiła się widoczność na drogach, wyeliminowano zjawisko olśnienia kierowców i zachowano naturalne krajobrazy nocne na wyznaczonym tutaj terenie Natura2000.

Inwestycja w Sopotni stała się projektem-symbolem, który pokazał, że w Polsce można i trzeba chronić ciemne niebo. Sopotnia Wielka czy Palowice to nie są odosobnione przypadki świadomych działań na rzecz ochrony ciemnego nieba. Za sprawą pracowników Instytutu Astronomicznego z Wrocławia w tym samym czasie w Sudetach Zachodnich utworzono Izerski Park Ciemnego Nieba, (patrz „Urania–PA" 4/2011), który otrzymał wpis na listę obszarów ciemnego nieba pod numerem CN-003 jako dobry przykład, jak można chronić ciemne niebo.

Gwiaździste noce można porównać do swoistego rodzaju dobra naturalnego. Nie sposób z niego czerpać, nie dbając o jego ochronę — działajmy więc na rzecz racjonalnej polityki oświetleniowej, choćby na własnym podwórku.

Piotr Nawalkowski
Stowarzyszenie POLARIS-OPP

Niebo gwiaździste nade mną, jasno i bezpiecznie w Sopotni Wielkiej. Tego typu lokalnych przykładów może być w Polsce więcej, dlatego zachęcamy do informowania o działaniach służących zachowaniu piękna Drogi Mlecznej na naszym niebie. Wykaz ten będzie uaktualniany systematycznie na stronie www.ciemneniebo.pl. Fot. Tomasz Mrozek

W inicjatywie w Sopotni i Palowicach miało swój udział wielu sympatyków astronomii z całego kraju, którzy przekazali w poprzednich latach 1% z podatku dochodowego na rzecz ochrony ciemnego nieba za pośrednictwem akcji „1% na astronomię". Udział tych środków jak na razie ma bardziej wydźwięk symboliczny w stosunku do całych nakładów ponoszonych przez Program, jednak sam cel popularyzatorski jest z pewnością słuszny i wart uwagi. W tym roku akcja będzie wspierać finansowo 12. Europejskie Sympozjum na rzecz ochrony ciemnego nieba, które odbędzie się w dniach 13–15 września 2012 r. w Bielsku-Białej pod auspicjami International Dark-Sky Association.

Pierwszy polski satelita studencki!

PW-Sat

Nazywa się PW-Sat, jest sześcianem o objętości jednego decymetra i masie kilograma. Tak w jednym zdaniu można scharakteryzować pierwszego polskiego sztucznego satelitę. Niepozorny? W porównaniu z kilkutonowymi kolosami, jakie co kilka tygodni trafiają na orbitę, pewnie za takiego wypadałoby go uznać. Niemniej PW-Sat ze swymi niewielkimi rozmiarami doskonale wpisuje się w tendencje współczesnej astronautyki.

Od lat 70. minionego wieku powstało w Polsce kilkadziesiąt zaawansowanych przyrządów kosmicznych. Były to instrumenty naukowe i podsystemy elektroniczne dla satelitów geofizycznych i sond planetarnych. Aparaturę tworzyli inżynierowie Centrum Badań Kosmicznych PAN w ramach współpracy z zagranicznymi partnerami. Dzieła polskich konstruktorów stanowiły jednak zawsze tylko element większej całości (sond, satelitów). Nigdy natomiast nie powstał w naszym kraju cały satelita. Zupełnie niespodziewanie deklarację chęci budowy takowego zgłosili w 2004 r. studenci Politechniki Warszawskiej.

Inicjatywa była oddolna. Impuls dali studenci starszych lat Wydziału Mechanicznego Energetyki i Lotnictwa, zrzeszeni w Studenckim Kole Astronautycznym. Członkowie Koła mieli już za sobą udane kampanie lotów parabolicznych oraz udział w projekcie europejskiego satelity studenckiego SSETI Express. Nadszedł czas na kolejny krok — własnego satelitę, który z racji braku poprzedników stałby się siłą rzeczy „pierwszym polskim". Wyjazdy związane z dotychczasowymi przedsięwzięciami podpowiadały, iż wybrany cel był bardzo ambitny, ale w zasięgu możliwości studentów (swoje własne satelity zbudowało już wtedy kilka europejskich uczelni technicznych).

Z definicji satelita Politechniki Warszawskiej miał być „studenckim". Co to znaczy? Typowe „profesjonalne" satelity są wysyłane na orbitę, by realizować zadany program działań naukowych lub komercyjnych. Projektowanie, wytworzenie, testowanie i wystrzelenie satelity są tu jedynie środkiem do celu. W przypadku misji studenckich, celem nadrzędnym jest sam proces budowy satelity. Młodzi adepci inżynierii kosmicznej mają za zadanie zweryfikować w praktyce wiedzę teoretyczną zgromadzoną na wykładach. Zdobywają przy tym zupełnie unikalne doświadczenie, bezcenne w ich dalszych kosmicznych karierach. To, co satelita będzie robił na orbicie, jest sprawą drugorzędną.

Bardziej szczegółowe wytyczne Czytelnik znajdzie na stronie http://www.cubesat.org

W marzeniach o budowie własnego satelity studenci Politechniki nie byli odosobnieni. Podobne wyzwanie stawiają sobie dziesiątki zespołów na całym świecie. By było im łatwiej sięgnąć gwiazd, pod koniec ubiegłego stulecia profesor Jordi Puig-Suari (California Polytechnic State University, CalPoly) oraz profesor Bob Twiggs (Stanford University) zaproponowali unifikację pewnych parametrów studenckich satelitów. W wersji podstawowej miały mieć rozmiar 100×100×135 mm przy masie poniżej 1,330 kg. Na pokładzie nie mogły znajdować się żadne środki pirotechniczne i zbiorniki pod ciśnieniem. Na orbicie nie mogło się od nich nic odłączać.

Zaproponowany satelita kształtem przypominał kostkę, co znalazło odbicie w nazwie standardu: CubeSat (*cube*, ang. sześcian).

Standaryzacja pozwoliła na seryjną produkcję wszystkich podzespołów, dzięki czemu spadł ich koszt, a same podsystemy stały się osiągalne na zasadach rynkowych. Konstruktorzy zyskali większy margines działania — jeśli w szeregach zespołu brakowało np. elektronika budującego komputer pokładowy, gotowy komputer można było po prostu dokupić (np. w sklepie internetowym). Standaryzacja pomogła również w wystrzeliwaniu satelitów na orbitę. Opracowano specjalny kontener (*poly-pico-satellite orbital deployer*, P-POD), będący interfejsem między satelitami a rakietą nośną. Ponieważ P-POD także był standardowy, szybko przyswoili go liczący się operatorzy startów. Niewielka masa i rozmiary P-POD umożliwiły szybkie podczepianie studenckich CubeSatów jako ładunków drugo- i trzeciorzędnych podczas startów większych satelitów.

Standard CubeSat stał się naturalnym wyborem dla planowanego satelity z Politechniki Warszawskiej. Pozostawał jeszcze tylko wybór zadania, jakie PW-Sat miałby realizować na orbicie. Zdecydowano się przetestować system pasywnej deorbitacji, wykorzystując opór aerodynamiczny szczątkowej atmosfery.

Deorbitacja, czyli manewr zejścia z orbity, oznacza koniec życia satelity. Niektóre obiekty wysyłane w Kosmos są przystosowane do wykonywania deorbitacji kontrolowanych. W stosownym czasie odpalają silniki, zmniejszając swoją prędkość i obniżając wysokość lotu. Tak deorbitowane są statki transportowe Progress dla Międzynarodowej Stacji Kosmicznej, dawniej także amerykańskie wahadłowce. Jeśli pojazd wchodzi w atmosferę pod odpowiednim kątem i posiada do tego osłony termiczne, będzie w stanie bezpiecznie dotrzeć do powierzchni Ziemi. W przeciwnym razie rozpadnie się, a jego szczątki spłoną.

Deorbitacja może zachodzić również samoczynnie. Wyhamowanie nie jest wtedy rezultatem odpalenia silników, lecz działania oporu aerodynamicznego atmosfery, a ten jest odczuwalny do wysokości kilkuset kilometrów. Im wyższa orbita i im mniejsza powierzchnia satelity, tym hamowanie słabsze. Przykładowo, Międzynarodowa Stacja Kosmiczna (orbita 400 km) każdego dnia obniża swoją wysokość o około 100 m. Gdyby nie regularne podnoszenie orbity, stacja już dawno skończyłaby w atmosferze, a szczątki jej największych elementów na powierzchni Błękitnej Planety.

Przeciwdziałanie deorbitacji jest regularną praktyką w czasie trwania misji satelity. Jednak gdy satelita wykona powie-

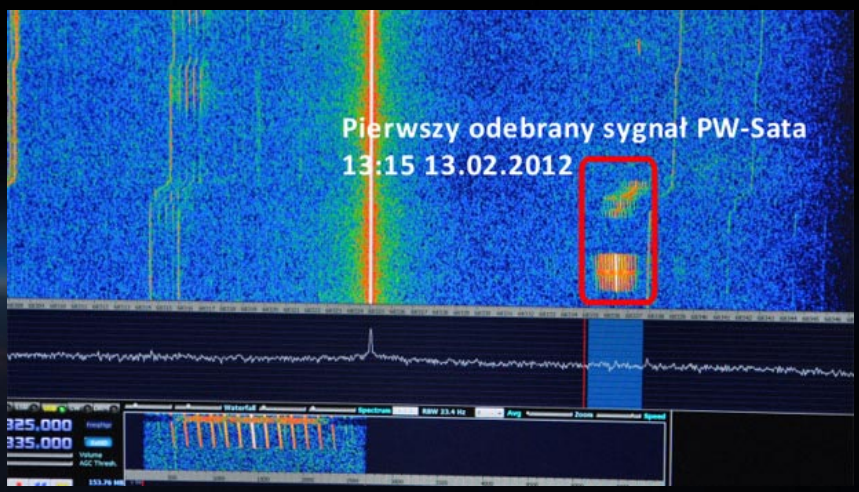
rzone mu zadania i przechodzi na emeryturę, na dobrą sprawę zostaje pozostawiony sam sobie. Tak powstają kosmiczne śmieci. Tych większych niż 10 cm (takie są katalogowane i non stop monitorowane) jest około 16 tysięcy, przy czym zużyte satelity stanowią niewiele ponad 15% całej grupy. Reszta to w ogromnej mierze (60%) pozostałości po fragmentacji nieczynnych satelitów i ostatnich stopni rakiet nośnych. Do fragmentacji dochodzi najczęściej w wyniku eksplozji resztek paliwa, baterii pokładowych oraz zderzeń obiektów. Ostatni mechanizm produkcji śmieci jest najrzadszy, jednak (niestety) bardzo efektywny.

10 lutego 2009 r. wpadły na siebie nieczynny rosyjski Kosmos-2251 i działający, telekomunikacyjny Iridium-33. Było to pierwsze bezpośrednie zderzenie dwóch satelitów na ziemskiej orbicie. W jego następstwie, w ułamku sekundy liczba kosmicznych śmieci wzrosła o około 2 tysiące obiektów. Zazwyczaj taki przyrost odnotowywano na przestrzeni dekady! Dalsze 3,5 tys. śmieci wygenerowali Chińczycy, dokonując „rozstrzelania" swojego wyeksploatowanego satelity meteorologicznego FY-1C w styczniu 2011 r.

Obydwa wydarzenia nastąpiły na orbicie niskiej (600–800 km), najcenniejszej z punktu widzenia ludzkiej eksploracji kosmicznej. Tu porusza się m.in. większość satelitów meteorologicznych i teledetekcyjnych. Każdy z nich jest narażony teraz na zderzenie z fragmentem FY-1C, Iridium-33 lub Kosmosu-2251. A zderzenie może być fatalne w skutkach — przy względnej prędkości 20–40 tys. km/h, bo z taką poruszają się kosmiczne śmieci, energia kinetyczna obiektów jest na tyle duża, iż nawet kilkucentymetrowy kawałek metalu może trwale uszkodzić dużego satelitę. Zagrożenie byłoby mniejsze (lub w ogóle by go nie było), gdyby zużyty satelita szybko opuszczał orbitę i ulegał kontrolowanemu zniszczeniu w atmosferze. I tu wracamy do PW-Sata.

Studenci Politechniki Warszawskiej postanowili zaproponować i przetestować system, który przyspieszałby deorbitację. Założenie jest proste — skoro korzystamy z oporu aerodynamicznego, wystarczy zwiększyć powierzchnię satelity — wzrośnie opór, więc satelita zacznie hamować. Pierwszym pomysłem na zwiększenie oporu był balon, który miał zostać nadmuchany na orbicie. Z czasem miejsce balonu zastąpił żagiel, podobny do słonecznego, znanego z kilku innych misji kosmicznych. Ani balon, ani żagiel nie spełniły pokładanych w nich nadziei. Konstrukcje okazały się zbyt trudne w realizacji lub zbyt zawodne.

CubeSaty Vegi podczas przelotu na Polską rankiem 14 lutego 2012 r. (Rys. A. Kotarba)



Pierwsza transmisja z PW-Sata (Fot. Grzegorz Woźniak, CAMK)

Ostatecznie zdecydowano się umieścić na PW-Sacie strukturę stworzoną w ramach współpracy Politechniki i Centrum Badań Kosmicznych PAN. Struktura ma postać metrowej sprężyny o kwadratowym przekroju. Każdy z boków sprężyny miał być pokryty folią mylarową, jednak okazało się, że jej miejsce mogą zająć elastyczne fotoogniwa. Fotoogniwa tego rodzaju pozwalają się miąć, niczym kartka papieru, a po rozprostowaniu generują prąd analogicznie, jak klasyczne ogniwa fotowoltaiczne. Technologia ta nigdy dotąd nie była testowana w warunkach kosmicznych. PW-Sat zyskał więc dodatkowy eksperyment dla swojej misji.

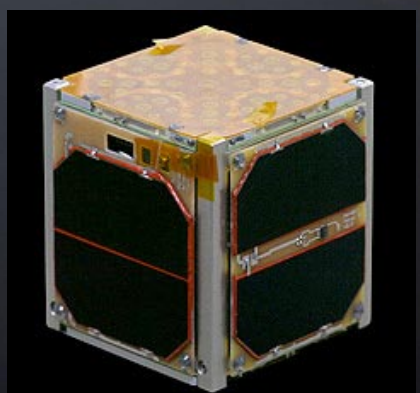
Prace projektowe nad pierwszymi wersjami satelity ruszyły w 2004 r. Jednak obiekt, który ostatecznie trafił na orbitę, to efekt prac rozpoczętych pod koniec roku 2010. Wtedy satelita został zaprojektowany na nowo, zupełnie od podstaw. W połowie roku 2011 były gotowe wszystkie podsystemy (część zakupiono, część wykonano samodzielnie) i jesienią rozpoczął się finalny etap — integracja i testowanie. Wszystkie prace montażowe zostały wykonane w CBK PAN, podobnie jak i testy termiczno-próżniowe. Te ostatnie symulowały zachowanie PW-Sata w warunkach kosmicznych. Przybliżenie środowiska startującej rakiety zapewniły testy wibracyjne — satelita był poddawany wstrząsom i drganiom w laboratoriach Instytutu Technicznego Wojsk Lotniczych.

Wszystkie testy zakończyły się pomyślnie. PW-Sat działał i mógł odbyć podróż na miejsce startu, na kosmodrom Kourou w Gujanie Francuskiej. Po drodze zawitał do centrum technologiczne-

go Europejskiej Agencji Kosmicznej (ESA) w holenderskim Noordwijk oraz laboratoriów ESA w Tuluzie. Przeszedł tam dalsze testy, jak również spotkał się z innymi CubeSatami, z którymi miał wspólne polecieć na orbitę. Wystrzelenie PW-Sata zorganizowała ESA w ramach jednego ze swoich programów edukacyjnych. Poprzez konkurs wyłoniła osiem europejskich satelitów studenckich (siedem CubeSatów) i zafundowała im darmowe miejsce na rakiecie nośnej Vega. Bez wsparcia ESA studenci musieliby pokryć koszt startu na własną rękę.

13 lutego 2012 r., punktualnie o godz. 10.00 UT, Vega oderwała się od Ziemi i bez najmniejszych problemów dotarła na wskazaną orbitę. W pierwszej kolejności uwolniła główny ładunek — włoskiego satelitę Laser Relativity Satellite (LARES), mającego badać efekty relatywistyczne w otoczeniu naszej planty. LARES trafił na orbitę kołową, o wysokości 1450 km. Satelity studenckie zostały umieszczone na orbicie eliptycznej z perygeum 350 km i apogeum równym promieniowi orbity LARES-a. To doskonała orbita dla PW-Sata — podczas każdego okrążenia będzie na chwilkę zanurzał się w górnych warstwach atmosfery, delikatnie wytrącając prędkość.

Kontakt radiowy z PW-Satem nawiązano już przy pierwszej nadarzającej się okazji. Bardzo wyraźny sygnał odebrała o 12.15 UT stacja naziemna w Centrum Astronomicznym im. Mikołaja Kopernika PAN. W tym samym momencie główny cel misji (edukacyjny) został osiągnięty — studentom udało się zaprojektować i zbudować satelitę, który został przez ESA zakwalifikowany do lotu w Kosmos, a gdy znalazł się na orbicie, pokazał, że działa zgodnie z oczekiwaniami.



Ponad 30 stron o PW-Sat, podobnych satelitach i problemie zaśmieceniu Kosmosu w najnowszym numerze AstroNautilusa http://www.astronautilus.pl/an18.pdf

Z chwilą udanego startu rozpoczęła się pierwsza, testowa, faza misji. W jej trakcie studenci poznają zachowanie satelity oraz uczą się, jak postępować z własnym obiektem na orbicie. Rejestrowane parametry pozwalają stwierdzić, jaka temperatura panuje we wnętrzu satelity, czy fotoogniwa na ściankach PW-Sata działają poprawnie i generują prąd, jaki jest stan baterii. Satelita nie posiada żadnego systemu stabilizacji, więc informacja na ten temat nie jest zawarta w przesyłanej telemetrii.

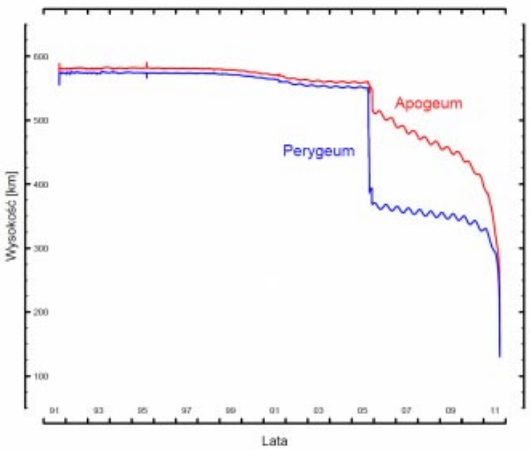
W marcu lub kwietniu do PW-Sata wysłana zostanie jedna z ważniejszych komend misji, nakazująca rozłożenie struktury deorbitacyjnej. Zwolniona zostanie blokada zasobnika ze sprężyną, a ta rozwinie się, rozkładając elastyczne fotoogniwa. Jeśli manewr powiedzie się, satelita zacznie zwalniać i po około roku wejdzie w atmosferę. Gdyby procedura zawiodła, PW-Sat powinien ulec samoczynnej deorbitacji w ciągu czterech lat. Różnica w czasie trwania misji jest więc zauważalna. Studenci mają nadzieję, że ich eksperyment również zostanie zauważony i być może przyczyni się w przyszłości do redukcji ilości kosmicznych śmieci.

Bez względu na to, kiedy PW-Sat ulegnie zniszczeniu, nastąpi ono w czasie, gdy nasz kraj będzie miał na orbicie kolejnego (lub nawet dwa!) własnego satelitę. W laboratoriach CBK PAN równolegle z PW-Satem powstawały pierwsze polskie satelity naukowe: Lem i Heweliusz — para kosmicznych teleskopów konstelacji BRITE. Lem powinien trafić na orbitę już we wrześniu tego roku, Heweliusz — w roku przyszłym. W tym samym czasie Polska stanie się w końcu pełnoprawnym członkiem Europejskiej Agencji Kosmicznej. Najbliższe miesiące zwiastują początek nowego rozdziału w historii polskich badań kosmicznych. Pierwsze zdanie tego rozdziału zostało napisane 13 lutego 2012 r. i zaczynało się od słowa „PW-Sat".

Andrzej Kotarba
Warszawa, 11 marca 2012

UARS i deorbitacja

Historia satelity Upper Atmosphere Research Satellite (UARS) doskonale ilustruje proces naturalnej i wymuszonej deorbitacji. 6-tonowy UARS trafił na orbitę w 1992 r. na pokładzie wahadłowca Discovery. Miał badać górne warstwy atmosfery (stratosferę i mezosferę) przez trzy lata, lecz działał pięć razy dłużej, do roku 2005. UARS poruszał się początkowo po niemal kołowej orbicie o wysokości 575 km. Konfigurację taką udało się utrzymać do początku obecnego stulecia. Od tego czasu orbita w sposób naturalny zaczęła się obniżać i ulegać perturbacjom. Gdyby UARS pozostał na orbicie z 2005 r., potrzebowałby co najmniej kilku dekad, by samoczynnie wejść w atmosferę. Zdecydowano jednak o przyspieszeniu deorbitacji. Wykorzystując resztki paliwa, obniżono perygeum orbity o 200 km, po czym całkowicie dezaktywowano satelitę. Nowa orbita oznaczała znacznie szybsze samoczynne wejście w atmosferę. Jak widać na wykresie, hamowanie oporem aerodynamicznym atmosfery w perygeum skróciło czas życia kosmicznego śmiecia do 6 lat. UARS spłonął w atmosferze we wrześniu 2011 r.



Od grudnia 2011 roku spółka Delta Optical posiada w ofercie zaawansowane teleskopy **PlaneWave**.

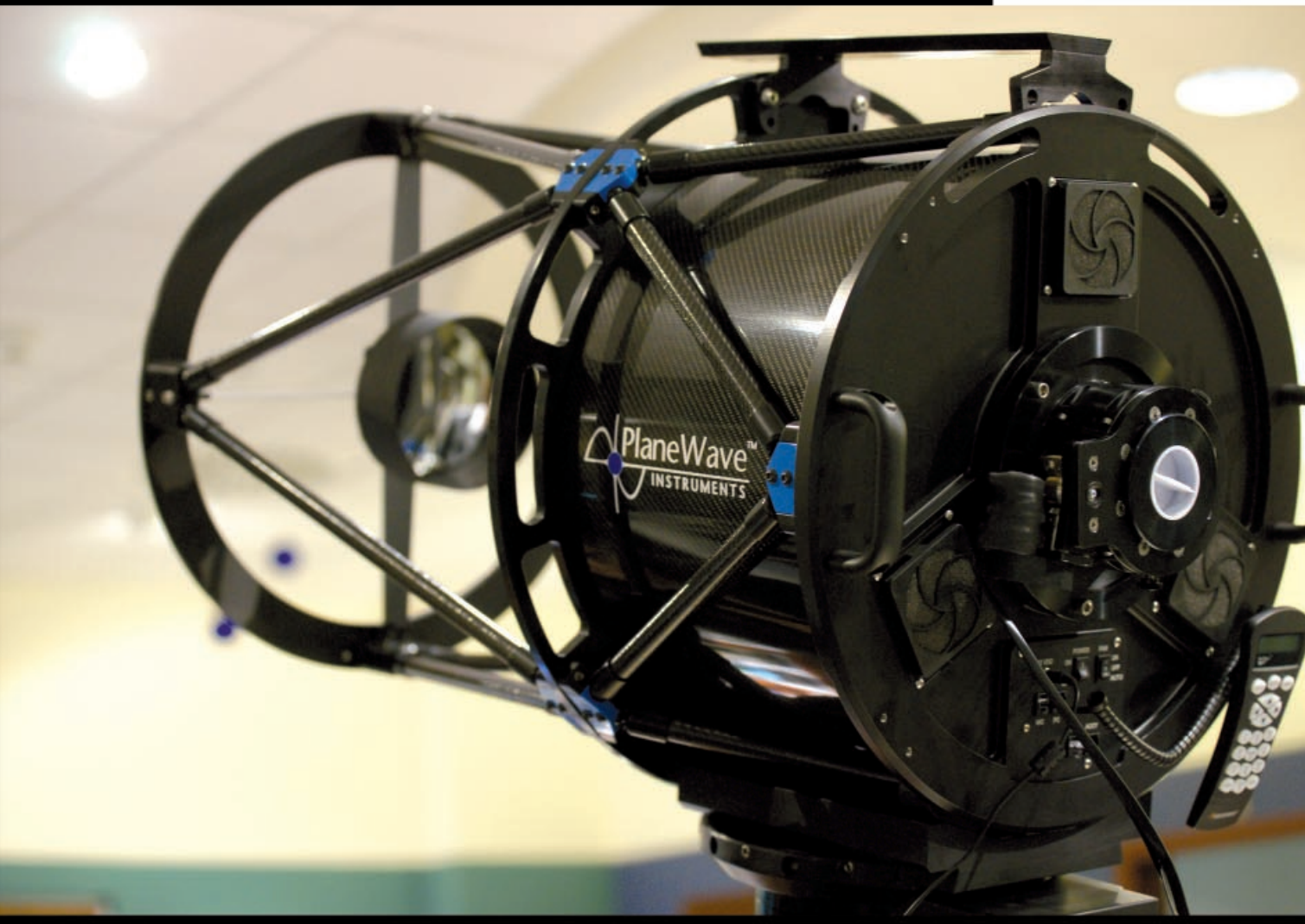
PlaneWave Instruments to amerykańska firma specjalizująca się w budowie dużych instrumentów obserwatoryjnych. Specjalnością PlaneWave są astrografy w systemie Corrected Dall-Kirkham (w skrócie CDK) budowane w średnicach 32 cm, 43 cm, 50 cm, 61 cm i nawet 70 cm. Teleskopy konstruowane są niezwykle precyzyjnie, z wykorzystaniem najnowszych technologii. Otwarte tubusy wykonane są z włókien węglowych, a zwierciadła z Sitalu.

Delta Optical posiada także w ofercie teleskopy **Officina Stellare, Takahashi, Celestron, SkyWatcher** oraz **wiele akcesoriów astronomicznych.**

Poniższe zdjęcia zostały wykonane podczas premiery PlaneWave i Officina Stellare 17. grudnia 2011.

PlaneWave INSTRUMENTS

DOSTĘPNE W POLSCE!



Największa oferta sprzętu astronomicznego oraz rzetelne porady pomogą dokonać odpowiedniego wyboru!

DELTA® optical | bliżej pasji

www.deltaoptical.pl **blog: www.deltasky.pl**

www.facebook.com/Delta.Optical.Polska

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

Salon firmowy w **Warszawie**
Al. Jana Pawła II 19, Deloitte House
(od H.Westin), tel. 25 786-05-24

Salon firmowy w **Katowicach**
ul. Uniwersytecka 13, Budynek Altus
tel. 32 60-30-150

Salon firmowy w **Gdańsku**
ul. Grunwaldzka 40/9 (od ul. Studzienki)
tel. 25 786-05-27

Od Kopernika do Borejszy: (2) …i szwedzkie dary

Inne polskie książki przepadły na zawsze. Skala wojennych grabieży i zniszczeń naszych księgozbiorów państwowych, uniwersyteckich i prywatnych w latach 1939–1945 jest przerażająca. Ministerstwo Spraw Zagranicznych szacuje liczbę utraconych woluminów na 22 miliony! Przypomnę, iż Biblioteka Aleksandryjska, najważniejsza w starożytności, zgromadziła nie więcej niż 700 tys. zwojów. Ich utrata w pożarze biblioteki przyczyniła się na pewno, choć w trudnym do wymiernej oceny stopniu, do cywilizacyjnego upadku Europy w „ciemnych stuleciach" od V do X w.

Podczas wojny uległo zagładzie 26 tys. polskich bibliotek szkolnych, 5 tys. bibliotek oświatowych i ponad tysiąc naukowych i uniwersyteckich. Nieliczni ocaleli profesorowie z Krakowa, Warszawy i Poznania, profesorowie wypędzeni ze Lwowa i z Wilna inaugurowali rok akademicki 1945 w zdewastowanych aulach, bez książek, bez aparatury, czasem bez tablic i kredy. Pomogli nam wtedy Szwedzi, drukując u siebie tysiące akademickich podręczników po polsku. Wszystkie wydał „Czytelnik" w latach 1946–1952, niektóre wznawiając (dodrukowując w Szwecji) wielokrotnie. Ich lista imponuje doborem autorów i tytułów. Nie ma tu wcale ideologii, jest natomiast rzetelna matematyka, fizyka, technika, medycyna i etyka. Banach, Hirszfeld, Ossowscy, Sierpiński… Dokładnie to, co najbardziej było potrzebne na uniwersytetach w zdruzgotanej wojną Polsce.

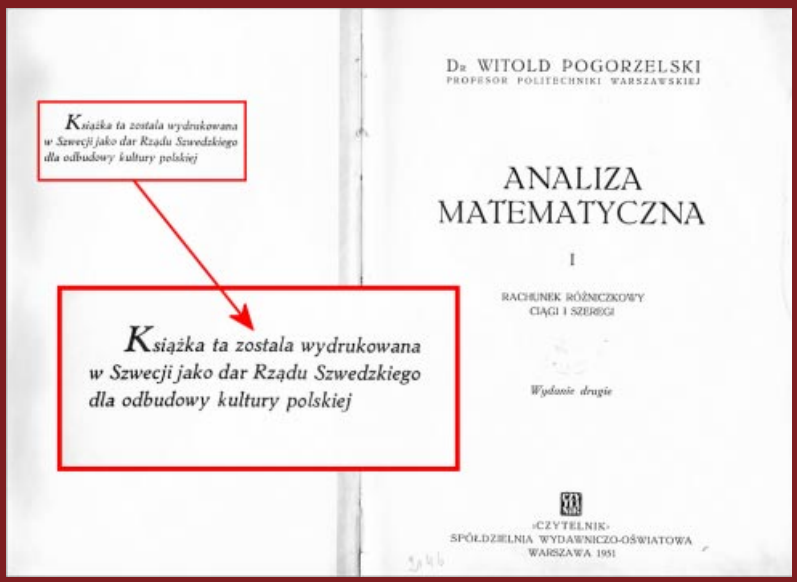
Jerzy Borejsza (ze zbiorów rodzinnych)

Szwedzkie książki docierały do Polski w latach 1946–1952, a więc także w najgorszych czasach stalinowskich. Krążyły potem długo w akademickim obiegu, wypożyczane przez uniwersyteckie biblioteki. Jeszcze pod koniec lat 60. korzystałem z nich jako student fizyki Uniwersytetu Wrocławskiego. To były bardzo dobrze napisane podręczniki. Pamiętam, że robiły także wrażenie wyróżniającym się wyglądem i jakością. Były pięknie drukowane wyraźną czcionką na białym, nieżółknącym, gładkim papierze oraz solidnie introligatorsko oprawione w półtwarde okładki. W gomułkowskiej Polsce przypominały cywilizacyjne standardy a także fakt, iż Szwecja i Polska są sąsiadami w rodzinnej Europie. To było bezcenne, krzepiące doświadczenie.

Zastanawiało mnie zawsze, komu za to dziękować? Oczywiście Szwedom, to jasne. Ale czyją inicjatywą było poproszenie Szwedów o pomoc, kto zabiegał o to w Polsce, kto ułożył listę drukowanych tytułów? Pisałem do Ambasady Szwecji w Warszawie oraz do Państwowego Archiwum w Sztokholmie. Obie instytucje odpowiedziały, dostałem od nich bardzo ciekawe materiały (np. o równoległej akcji drukowania książek dla dzieci), ale z przekazanych mi materiałów nie wynika, jak to w Polsce wszystko załatwiono. Sprawdziłem, że w archiwum PAU nie ma dokumentów, które mogłyby pomóc w wyjaśnieniu sprawy. Marek Żakowski, prezes zarządu „Czytelnika", z którym w tej sprawie najpierw korespondowałem, a potem rozmawiałem w jego gabinecie na Wiejskiej, zapewnił mnie, że w archiwach „Czytelnika" na pewno *nie ma absolutnie* żadnych *dokumentów na interesujący mnie temat.*

Napisałem też do IPN-u, skąd dostałem wyjaśnienie, jak aplikować o kwerendy i dalsze kontakty, co uświadomiło mi, że temu trudowi na pewno nigdy samodzielnie nie podołam. Odpowiedź IPN-u zawierała także uwagę: Jak Pan się zapewne orientuje, polskie realia okresu powojennego wykluczały możliwość udzielenia polskim uczelniom jakiejkolwiek pomocy bez uzyskania formalnej zgody państwa. *Bingo! Oczywiście, że się „zapewne orientowałem". Dopiero jednak po przeczytaniu tej dotykającej sedna notki zrozumiałem, jaka może być prawdziwa przyczyna braku jakiegokolwiek śladu sprawy szwedzkich książek w archiwach „Czytelnika". Niektórzy moi rozmówcy domyślali się „poza protokołem", że wiele dokumentów mogło zaginąć po roku 1948 przez niedbalstwo lub świadomą złą wolę. Być może tak było. Bardziej prawdopodobna wydaje mi się jednak inna hipoteza: dokumentów dotyczących najistotniejszych* polskich *przygotowań do druku szwedzkich książek nigdy nie umieszczono w żadnym archiwum! Komunistyczne władze, gdyby zostały zapytane, nie zgodziłyby się na pewno na druk* takich *książek. Rzecz musiała być załatwiona nieformalnie, nawet w pewnej konspiracji, przez kogoś, kto* (1) *miał własne wielkie wizje na temat polskiej kultury,* (2) *miał własne, przyjacielskie kontakty z polską profesurą i wybitnymi twórcami, mógł liczyć na ich współpracę przy układaniu listy tytułów,*

Podręczniki akademickie drukowane w Szwecji



Strona tytułowa *Analizy matematycznej* Witolda Pogorzelskiego wydanej nakładem „Czytelnika", drukowanej w Szwecji

Stefan Banach, *Mechanika*, tom 1-2
Kazimierz Białaszewicz, *Przemiany chemiczne w organizmie żywym*
Karol Borsuk, *Geometria analityczna w n wymiarach*
Marian Grotowski, *Wykłady fizyki*
Ludwik Hirszfeld, *Immunologia ogólna*
Maksymilian Tytus Huber, *Mechanika ogólna i techniczna*; *Stereomechanika techniczna*
Kazimierz Kuratowski, *Rachunek różniczkowy i całkowy*
Maria Ossowska, *Podstawy nauki o moralności*,
Stanisław Ossowski, *U podstaw estetyki*
Edward Otto, *Geometria wykreślna*
Witold Pogorzelski, *Geometria analityczna*; *Analiza matematyczna*, tom 1-3
Roman Poplewski, *Anatomia ssaków*
Stanisław Saks, *Teoria funkcji analitycznych*
Wacław Sierpiński, *Działania nieskończone*; *Rachunek różniczkowy*
Leon Stankiewicz, *Teoria prądów zmiennych*
Bohdan Stefanowski, *Chłodnictwo*
Władysław Szafer, *Zarys ogólnej geografii roślin*
Zygmunt Szymanowski, *Mikrobiologia szczegółowa*, tom 1-2
Franciszek Venulet, *Fizjopatologia ogólna*

(3) *miał kontakty wysokiego szczebla w Szwecji,* (4) *miał realne wpływy i duże środki finansowe w Polsce,* (5) *nie bał się władz, był gotów podejmować działania samodzielne i umiał działać na wielką skalę.*

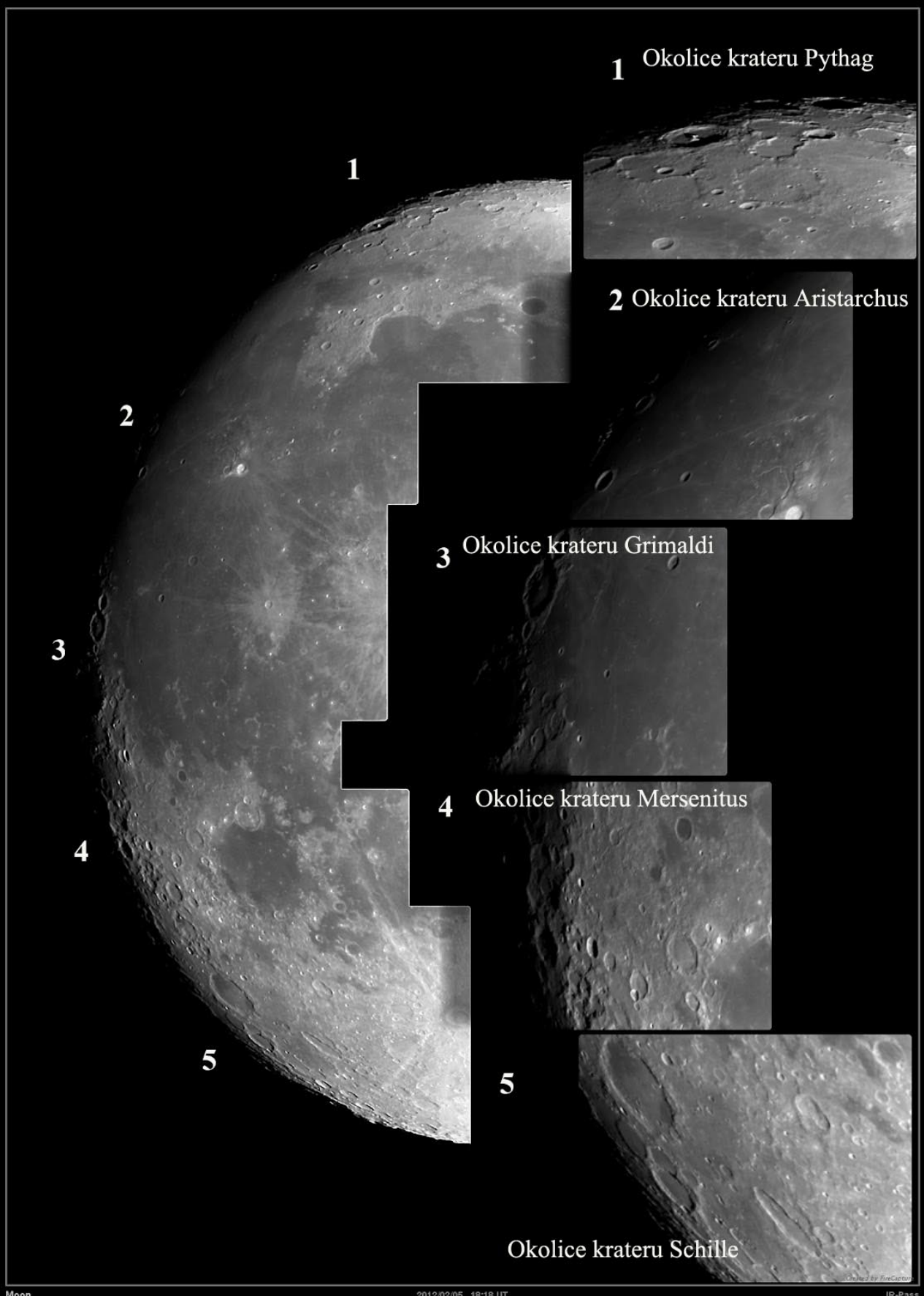
Moim zdaniem, to mógł być tylko *Jerzy Borejsza, komunista i oryginał, poliglota, erudyta i pracoholik. Przez jednych podziwiany, przez wielu innych szczerze znienawidzony, kilka lat zarządzał kulturą w powojennej Polsce. O tym legendarnym założycielu i pierwszym prezesie „Czytelnika" Czesław Miłosz tak pisał w „Alfabecie"*: Najbardziej międzynarodowy z polskich komunistów. Z niczego zbudował, poczynając od 1945 roku, swoje państwo książki i prasy. „Czytelnik" i inne domy wydawnicze, gazety, tygodniki, wszystko od niego zależało — posady, przyjęcie książek do druku, honoraria. Byłem w jego stajni, wszyscyśmy byli.

Wielki Kusiciel, jak go nazywano, gdyż starał się (często z powodzeniem) przyciągnąć do współpracy wybitnych uczonych, poetów, pisarzy i artystów, wykazywał odważną niezależność, zwłaszcza jako prezes „Czytelnika", prasowego imperium, które zatrudniało w roku 1947 ponad 5 tys. pracowników. To właśnie kłująca w oczy niezależność i skuteczność działania stała się przyczyną jego politycznego upadku. Uchwała Sekretariatu KC PPR z roku 1947 (sformułowana w charakterystycznej nowomowie) zarzucała Borejszy „wzrost niekontrolowanej inicjatywy prywatnej na odcinku wydawniczym". Odwołano go z funkcji prezesa w roku następnym. Ale druk podręczników w Szwecji szedł już wtedy pełną parą.

Na moją prośbę Profesor Jerzy Wojciech Borejsza, syn Jerzego, historyk systemów totalitarnych, autor świetnej książki „Szkoły nienawiści: historia faszyzmów europejskich 1919—1945" (którą recenzowałem dla „Latarnika" 2000/07, „Jak kusi Szatan?") przejrzał rodzinne archiwum, szukając korespondencji dotyczącej szwedzkich książek. Odnalazł dwa listy do swojego ojca, datowane 1946 i 1948, napisane przez Adama Ostrowskiego, polskiego posła, a potem ambasadora w Sztokholmie, świadczące o jego bliskiej zażyłości i współpracy z prezesem „Czytelnika". Prezes Borejsza często bywał w tym czasie w Sztokholmie. Ostatni raz spotkał się z Ostrowskim w maju 1948 r. Po powrocie ze Szwecji Ostrowski kilkanaście lat był dyrektorem PiW.

Jestem astrofizykiem, a nie historykiem lub archiwistą, historią druku szwedzkich podręczników zająłem się z prywatnej ciekawości i zupełnie po amatorsku. Ważąc wszystkie znane mi historyczne poszlaki, przypuszczam, że druk polskich podręczników w Szwecji w latach 1946–1952 był „niekontrolowaną inicjatywą prywatną" Jerzego Borejszy, skutecznie wspomożoną przez Adama Ostrowskiego, albo też pomysłem Ostrowskiego podchwyconym i z rozmachem wykonanym przez Borejszę, który zadbał o szczegóły, lawirując z właściwą sobie maestrią „na odcinku wydawniczym". Może dowiemy się kiedyś, czy tak właśnie było naprawdę. Natomiast jak w skrupulatnej i sprawiedliwej pamięci narodowej zachowamy tę historię oraz historie szwedzkich rabunków i darów, tylko od nas, czytelników książek, zależy — pro captu lectoris habent sua fata libelli…

Marek Abramowicz



Powyższe zdjęcia Księżyca z 5 lutego br. (ok. godz. 19.18 CSE) wykonane zostały za pomocą kamerki internetowej Microsoft LifeCam Cinema i teleskopu SWBKP200/1000, dodatkowo użyto filtru IR-Pass, a w jednym soczewki barlowa GSO ×2,5. Mozaikę złożono w programie iMerge1.2. Jej autorem jest Zdzisław Kołtek, autor blogu http://astronomiaamatorska.blogspot.com

poczta

Na wstępie pragnę zauważyć, że skrócenie Kalendarza w ostatniej „Uranii" 6/2011 było zrobione trochę „bez głowy". Pozostawiono niezbyt ciekawy tekst (co przyznaję), natomiast usunięto sedno, czyli ilustracje. Nie twierdzę, że wszystkie były potrzebne (np. mapy radiantów meteorów), jednak diagramy widzialności Merkurego i Wenus powinny zostać. Najgorsze, że zniknęła mapka trasy Erosa – planetoida znana, atrakcyjna i „legendarna" z wielu powodów – równie korzystnej konfiguracji nie będzie do 2056 r. W lutym będzie miała 8,6 mag., potem już w lipcu spadnie do 14 mag. i tak pozostanie do 2019 – wtedy osiągnie 9 mag., potem znowu spadnie do 14 mag. Brak mapki praktycznie uniemożliwia przeciętnemu miłośnikowi astronomii dostrzeżenie tego obiektu, a przecież wystarczy lornetka. Czy nie można było się ze mną skonsultować, co by można było usunąć? Trzeba było napisać o problemach, polecić zredukować informacje do np. 1 strony itp. W ogóle, uważam za nie w porządku fakt, że o likwidacji Kalendarza dowiaduję się z „Uranii". Zgadzam się z tym, że jego forma jest anachroniczna, nie ja ją tworzyłem, wręcz byłem do niektórych elementów zobligowany korespondencją ze śp. Profesorem, ale czy przyzwoitość nie nakazywała napisać do mnie po prostu krótkiego maila?

Tomasz Ściężor

Red. Za brak elegancji gorąco przepraszamy, dziękując jednocześnie za wieloletnią pomoc i współpracę. Mieliśmy poważny problem z kontaktem z Kolegą Tomaszem przy składaniu zeszytu 5 i 6 ubiegłego roku, stąd nerwowe poszukiwania nowych rozwiązań, nie mówiąc o stresie związanym z niespodziewanym przejęciem odpowiedzialności za pismo. O Erosie, dzięki powyższemu listowi, napisaliśmy w „Uranii" 1/2012, skracając jednocześnie wyprzedzenie czasowe nowego kalendarza. Oczywiście „Urania" jest otwarta na dalszą współpracę z Klubem Astronomicznym „Regulus", tak jak ze wszystkimi stowarzyszeniami amatorów w Polsce.

* * *

Droga „Uranio", pozwalam sobie przekazać moje uwagi na temat niedawnych zmian w numerze 6/2011. Jestem profesorem matematyki, emerytowanym z Politechniki Warszawskiej, obecnie w Uniwersytecie w Białymstoku. Jestem prenumeratorem „Uranii" od 1950 roku, przedtem „Uranię" prenumerował mój ojciec (też Maciej Mączyński), nawet przed wojną. Jako matematyk interesuję się też astronomią, dlatego zawsze z ciekawością czytam „Uranię". Znałem osobiście nieodżałowanego prof. Woszczyka, bylem z nim w kontakcie e-mailowym. Śledzę zmiany w „Uranii", ale jestem tradycjonalistą i uważam, że czasami niepotrzebnie lepsze zajmuje miejsce dobrego. Okładka i forma graficzna jest bardzo ważna, ale nie ma to być nowa VIVA! Nie tym przyciągnie się miłośników astronomii. Ostatnio bardzo mnie poruszyła zmiana polegająca na zaprzestaniu drukowania codziennego kalendarza astronomicznego. Zastąpienie kalendarza wykresem mnie nie zadawala, to nie to samo. Również codzienne zaglądanie do Internetu nie zastępuje wydrukowanego kalendarza. Np. 26 stycznia była piękna koniunkcja Księżyca z Wenus, doskonale widoczna, nie można było o tym przeczytać w „Uranii". Ja zawsze zaczynałem czytanie „Uranii" od zaglądnięcia do kalendarza, co ciekawego czeka nas na niebie. Nawet jeśli tego nie mogłem zobaczyć, to cieszyłem się, że wiem o tym, co wydarzy się na niebie każdego dnia. Drukowanie kalendarza nie jest anachronizmem, nie szkoda na to 6 stron. Kalendarz pozostaje ważnym nawet po upłynięciu daty, jako zapis historyczny. Zresztą kalendarz astronomiczny jest jedyną przepowiednią, która się na 100% sprawdza! Myślę, że nie tylko ja jestem zaskoczony brakiem kalendarza. Proszę o rozważenie możliwości przywrócenia kalendarza w dawnej formie.

Maciej Mączyński

Red. Dokładnie tak jak pisze wyżej Tomasz Ściężor, Kalendarz 6/2011 został obcięty mechanicznie i całkowicie „bez głowy". Nie mieliśmy doświadczenia, miejsca w piśmie, a przede wszystkim czasu. Jeżeli będzie wola Czytelników, powrotu do drukowania efemeryd księżyców Jowisza i minimów kilkunastu gwiazd zaćmieniowych i tyluż maksimów długookresowych mir, to postaramy się to zrobić w możliwie atrakcyjnej formie. Papier jest cierpliwy. Nie sztuka cokolwiek wydrukować, sztuka zrobić to tak, by jak najwięcej ludzi chciało to przeczytać, i żeby jeszcze im się to do czegoś przydało. Najwierniejszych Czytelników, jak Pan Profesor, prosimy o odrobinę cierpliwości i wyrozumiałości.

* * *

Zastanawia mnie to od dawna, rodzą się w głowie różne hipotezy. Zespół „2+1" śpiewał kiedyś … iść, ciągle iść w stronę Słońca… No i tak się zastanawiam, jak by to wyglądało na mapie? Załóżmy, że wędrowiec ruszyłby w stronę Słońca o świcie, a przestałby po zachodzie. Jak by wyglądała jego droga na mapie? Na własny użytek wymyśliłem, że gdyby ruszył, będąc na równiku, a Słońce by górowało nad owym właśnie, to jego droga by była linią prostą. Ale gdyby był na zwrotniku, to jego droga by przypominała połówkę serca. A gdyby był na biegunie?

No i kolejna uwaga. Jako miłośnik astronomii, chętnie bym zobaczył jakieś fotoreportaże z siedzib innych amatorów. I dalej – kiedyś w publicznej telewizji był program – „Gwiazdy świecą nocą". Współprowadzącym był Jerzy Rafalski, postać znana doskonale. Nie wiedzieć czemu, program został zdjęty z anteny. Moja reakcja była taka – co za barany!!! A może by redakcja weszła w „konszachty" z jakąś ogólnopolską anteną?

Andrzej
(nazwisko i kontakt znane redakcji)

Red. Na równiku w dniu równonocy, byłby mniej więcej odcinek: do południa dnia marsz na wschód, potem z powrotem do punktu wyjścia. Z bieguna wędrowiec ruszyłby pewnie po spirali, aż do równoleżnika, gdzie jego prędkość liniowa zrównałaby się z prędkością wirową Ziemi. Przypadek ogólny wymaga policzenia trajektorii ze stałą wzdłuż azymutu Słońca – tzn. wzdłuż cienia trzymanego przed sobą gnomonu. Ciekawe zadanie dla miłośników i studentów. Rozwiązanie opublikujemy, a Czytelnik, mamy nadzieję, ufunduje nagrodę.

Nie wszyscy miłośnicy mają siedziby, ale robimy, co możemy: odwiedziliśmy Bukowiec i Potarzycę, właśnie wracamy z Kruszwicy, wiele miejsc jeszcze przed nami. Za „konszachty" z telewizją, nawet publiczną, niestety na ogół trzeba było płacić, bo wspomniane programy traktowała jak kryptoreklamę. Ostatnie premiery Teatru Telewizji „na żywo" wskazują, że zaczyna ona wracać do właściwego pojęcia „misji" społecznej i być może wskrzesi redakcję naukową. Nie tylko „Urania", ale całe środowisko astronomów jest otwarte na propozycje.

* * *

Chapeau bas! Pragnę wyrazić słowa uznania w związku z nową, kolorową szatą graficzną mojego ulubionego czasopisma. Astronomia w kolorze, to jest to, na co od wielu lat wszyscy czekaliśmy. Bardziej jednak cieszą mnie zmiany, o których Redaktor naczelny pisał we wstępie. Na przykład, nie znalazłem tam wzorów matematycznych, które skutecznie odstraszały moich uczniów. Całość napisana jest przystępnym językiem i nawet reklamy sponsorów zachęcają do spoglądania w niebo. W bardzo ciekawe i przyjazne graficznie „Niebo nad Polską" wkradł się drobny błąd: Kometa C/2009 P1 Garradd przebywała w gwiazdozbiorze Herkulesa, który w tym czasie znajdował się na północnym wschodzie, a nie, jak napisano, (s. 54) na południowym wschodzie. Szczególne słowa podziękowania kieruję do Jacka Drążkowskiego. Kalendarze astronomiczne? I owszem… żem widział! Ale ten z Hewelianum, z takim astrożartami?! W życiu!

Janusz Zaparty

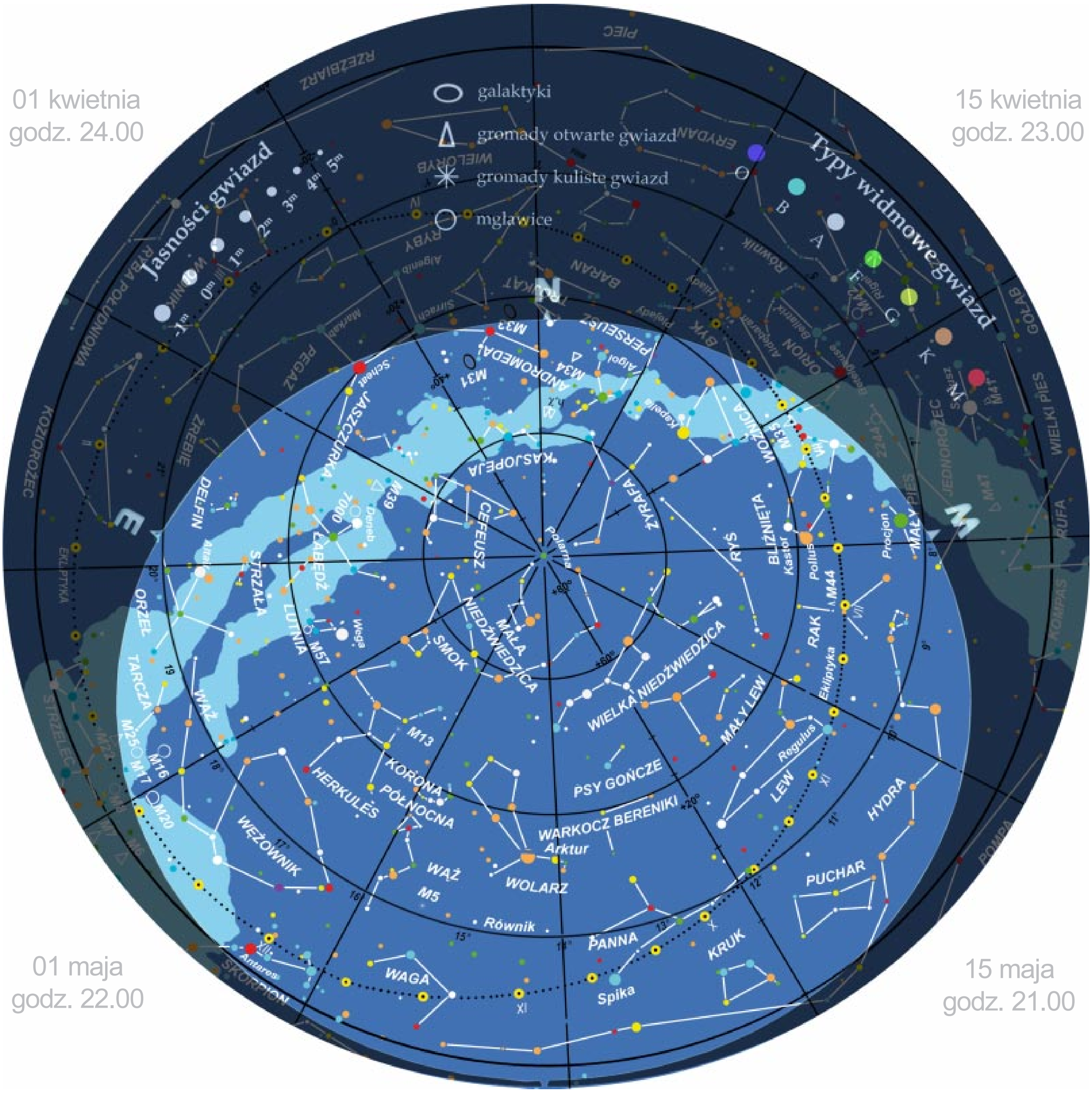
Red. E= mc^2 nikomu krzywdy nie zrobi, ale już logarytmem lub transformatą Fouriera można ciężko poranić lub nawet zabić, więc uważamy! Koledzy z Olsztyna redagujący „Niebo", dostali zakaz używania słowa „obecnie".

poczta

Niebo nad Polską

01 kwietnia
godz. 24.00

15 kwietnia
godz. 23.00



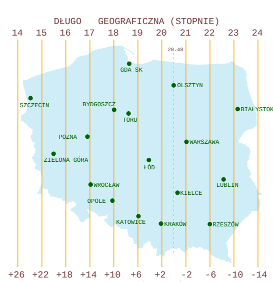
01 maja
godz. 22.00

15 maja
godz. 21.00

widziane z Olsztyna

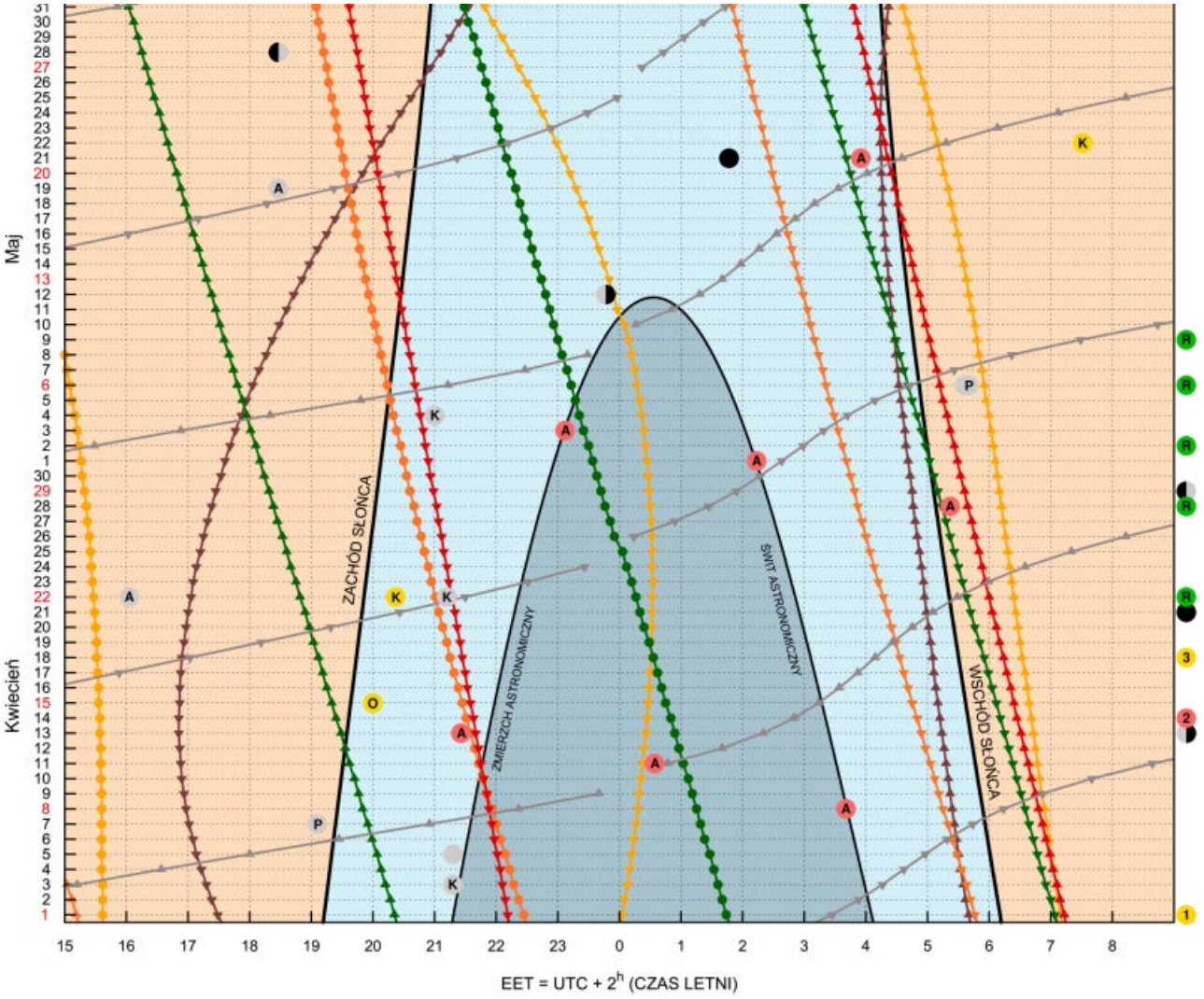
Powyższa mapa przedstawia przybliżony wygląd nieba nad Olsztynem odpowiadający wybranym datom i godzinom (w czasie urzędowym). Niemal to samo widzą wszyscy obserwatorzy na terenie Polski o godzinie różniącej się o poprawkę wynikającą z długości geograficznej (patrz mapka obok).

Na sąsiedniej stronie prezentujemy diagram pozwalający odczytać warunki widoczności (wschody, górowania, zachody) nad horyzontem w Olsztynie Księżyca i widocznych gołym okiem planet. Odpowiedni moment odczytujemy z osi poziomej w dniu wskazanym na osi pionowej. Linie wschodu i zachodu Słońca oraz linie świtu i zmierzchu astronomicznego wyodrębniają z każdej doby dzień (kolor pomarańczowy), czas występowania



poświaty słonecznej (jasnobłękitny) oraz porę nocy wolnej od rozproszonego światła słonecznego (ciemnoniebieski). Odczytane z diagramu czasy są obliczone dla Olsztyna w czasie urzędowym (w miesiącach kwiecień—maj, w Polsce obowiązuje czas wschodnioeuropejski EET). Przybliżonego przeliczenia momentów wschodów, górowań i zachodów do innych miast można dokonać, dodając do wartości odczytu poprawki na długość geograficzną (mapka).

Pod diagramem wyszczególniono najciekawsze konfiguracje planet i Księżyca oraz inne zjawiska (zaćmienia, minima



Księżyc

Pełnia	06 IV 21^h19^m, 06 V 05^h35^m
Ostatnia kwadra	13 IV 12^h49^m, 12 V 23^h47^m
Nów	21 IV 09^h18^m, 21 V 01^h47^m
Pierwsza kwadra	29 IV 11^h58^m, 28 V 22^h16^m
P Perygeum	07 IV 19^h06^m, 06 V 05^h40^m
A Apogeum	22 IV 16^h03^m, 19 V 18^h28^m

K **Złączenia z:** Marsem 03 IV 21^h18^m; Jowiszem 22 IV 21^h12^m; Saturnem 04 V 21^h00^m

Linie wschodów i zachodów

	wschód	górowanie	zachód
Merkury			
Wenus			
Mars			
Jowisz			
Saturn			
Księżyc			

Wydarzenia

1 1 IV asteroida 2012 EG5, przelatując w odległości 0,6 LD, osiągnie jasnośc około 12,8 mag.

2 14 IV Minimum jasności mirydy o Ceti (9,3 mag.)

3 18 IV Merkury - maksymalna zachodnia elongacja

K **Złączenia planet:** Merkury - Uran 22 IV 20^h22^m (2^o); Merkury - Jowisz 22 V 07^h31^m (23')

O **Opozycje:** Saturn 15 IV 20^h00^m

R **Roje meteorowe:** 15-30 IV Librydy (ZHR=5); 22 IV Lirydy (ZHR=15); 28 IV α Bootydy (ZHR=3); 2 V Ω Kaprikornidy (ZHR=2); 6 V η Akwarydy (ZHR=60); 9 V η Lirydy (ZHR=4);

A **Algol - minima:** 08 IV 03^h41^m, 11 IV 00^h34^m, 13 IV 21^h26^m, 28 IV 05^h22^m, 01 V 02^h14^m, 03 V 23^h07^m, 06 V 20^h00^m, 21 V 03^h55m, 24 V 00^h48^m, 26 V 21^h41^m

i maksima najjaśniejszych gwiazd zmiennych, roje meteorów etc.). Podane w czasie urzędowym (EET) momenty tych zjawisk, nie zależą od położenia nad horyzontem, a więc zachodzą jednocześnie niezależnie od miejsca obserwacji.

GWIAZDOZBIORY

Na wiosennym niebie wyróżniają się swą wielkością i jasnością gwiazdozbiory **Lwa**, **Panny** i **Wolarza**. Przynależące do nich bardzo jasne gwiazdy pierwszej i zerowej wielkości gwiazdowej: **Regulus**, **Kłos** (**Spika**) i **Arktur** wyznaczają na niebie rozległy trójkąt, nazywany „trójkątem wiosennym", który pomaga zorientować się na wiosennym niebie. Pomiędzy gwiazdozbiorami Lwa i Wolarza, w przybliżeniu na linii łączącej Regulusa i Arktura, znajduje się **północny biegun galaktyczny** położony w gwiazdozbiorze **Warkocza Bereniki**. Patrząc na wiosenne niebo, kierujemy więc wzrok daleko od płaszczyzny Galaktyki. Brak pochłaniającego ośrodka międzygwiazdowego pozwala spojrzeć głębiej w pozagalaktyczną przestrzeń na licznie występujące w tym kierunku galaktyki i gromady galaktyk. Podążając wzrokiem na północ od Warkocza Bereniki, natrafimy na gwiazdozbiór **Wielkiej Niedźwiedzicy**, który podczas wiosennych nocy będzie przechodzić przez moment górowania, rezydując wówczas pionowo ponad naszymi głowami w zenicie. Poniżej zaś „trójkąta wiosennego" odnajdziemy gwiazdozbiór **Hydry** – największy pod względem powierzchni i najbardziej rozległy gwiazdozbiór na niebie. W otoczeniu tych dużych gwiazdozbiorów odnaleźć można liczne grono mniejszych i mniej rzucających się w oczy: **Psy Gończe**, **Mały Lew**, **Rak**, **Sekstans**, **Puchar**, **Kruk**, **Korona Północna** oraz wyłaniające się bardzo nisko znad południowego horyzontu **Kompas** i **Pompa**.

SŁOŃCE I KSIĘŻYC

Z początkiem kwietnia Słońce zastaniemy w gwiazdozbiorze Ryb. W dniu 18 kwietnia **Słońce** przejdzie w obszar gwiazdozbioru Barana, zaś niespełna miesiąc potem, 14 maja, do gwiazdozbioru Byka, gdzie pozostanie przez resztę miesiąca. Przez cały ten okres Słońce będzie się oddalać od równika niebieskiego po marcowej równonocy wiosennej, skutkiem czego dzień się wydłuża. Pod koniec maja noc będzie już prawie o 4 godziny krótsza niż na początku kwietnia.

20 maja nastąpi pierwsze w 2012 r. **zaćmienie Słońca**, do którego dojdzie, gdy **Księżyc** będzie przechodził przez węzeł zstępujący w gwiazdozbiorze Byka. Zaćmienie o charakterze obrączkowym niestety nie będzie widoczne w Polsce. Osoby chcące podziwiać pierścień wycięty przez Księżyc w tarczy słonecznej muszą się wybrać w obszar pasa zaćmienia (szerokiego na 240—300 km), który będzie rozciągał się od południowego wybrzeża Chin poprzez japońskie wyspy Kiusiu i Honsiu i przez Pacyfik do zachodnich rejonów USA obejmujących części kilku stanów.

Bezksiężycowe noce, a więc warunki najlepsze do obserwacji nieba, wystąpią w drugich połowach kwietnia i maja.

PLANETY

Bieżąca wiosna nie sprzyja zbytnio obserwacjom planet. Wiele z nich znajdzie się w pobliżu Słońca i/lub na fragmencie ekliptyki ulokowanym na tyle nisko, że obserwacje mogą być niemożliwe lub bardzo utrudnione. Przykładowo, **Merkury** w kwietniu i maju nie będzie widoczny. Nawet gdy osiągnie maksymalną elongację wschodnią 18 kwietnia, będzie wschodzić niemal równocześnie ze Słońcem, jedynie na niecały kwa-

POLECAMY DO OBSERWACJI

Opozycja Saturna

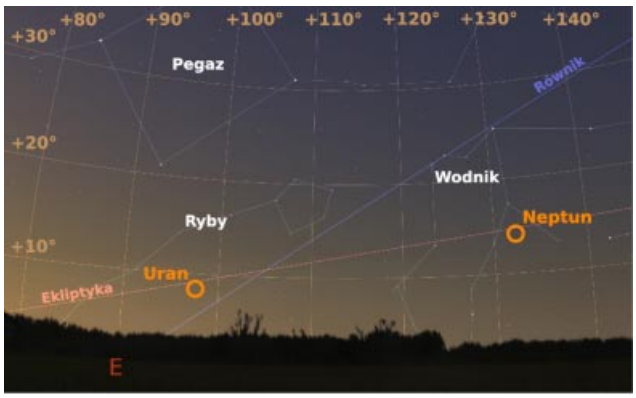
Obraz Saturna uzyskany 8 stycznia 2006 r. w Łomiankach koło Warszawy (teleskop: Celestron 8" SCT + barlow ×1,8; kamera: Philips ToUcam 840). Autor: Dominik Woś, http://www.astrophotography.pl/

Na wiosenne wieczory polecamy do obserwacji Saturna, który w dniu 15 kwietnia znajdzie się w opozycji. Planeta ulokowana na niebie po przeciwnej stronie względem Słońca będzie widoczna przez całą noc. Zmniejszony dystans wpłynie na zwiększenie rozmiarów kątowych, co znacząco ułatwi obserwacje szczegółów.

Saturn jest znany od czasów prehistorycznych, a już przynajmniej babilońscy astronomowie dokonywali systematycznych obserwacji i zapisków o jego położeniu. To niewątpliwie wyjątkowa planeta w Układzie Słonecznym. Najbardziej wyróżniającą jej cechę stanowi urzekający swym pięknem, wyjątkowo rozległy i złożony system pierścieni, otaczający ją w płaszczyźnie równika. Przydatki po bokach planety widział po raz pierwszy Galileusz w 1610 r., jednak na tyle niewyraźnie, że nie mógł ich zinterpretować prawidłowo. Około pół wieku później prawdziwą naturę pierścieni odkrył Christian Huygens, opisując obserwowany twór w formie anagramu, którego odszyfrowanie mogłoby brzmieć mniej więcej tak: „otoczony pierścieniem, cienkim i płaskim, w żadnym miejscu nie dotykającym powierzchni, nachylonym do ekliptyki". Budowa pierścienia nie wydawała się wówczas nazbyt skomplikowana. Współcześnie, za sprawą misji sond kosmicznych, obraz tego tworu radykalnie się wzbogacił i możemy już mówić o niezwykle złożonym układzie pierścieni. Przebywająca od 2004 r. w układzie Saturna sonda Cassini ukazała, że można w nim wyróżnić około 10 000 pierścieni. Ich budulcem są cząsteczki lodu wodnego i amorficznego węgla z domieszką ziaren skalnych o rozmiarach od maleńkich pyłków do dziesięciometrowych głazów i większych. Bryły o różnych rozmiarach mają tendencję do grupowania się w różnych obszarach dysku, zaś jego struktura jest dodatkowo organizowana w zbiory pierścieni o większym bądź mniejszym zagęszczeniu przez poruszające się w nim większe ciała o wielokilometrowych rozmiarach, zwane księżycami pasterskimi. Skutkiem tego w systemie można wyróżnić kilka większych części, które oglądane z dużej odległości sprawiają wrażenie odrębnych pierścieni. Zgodnie z kolejnością ich odkrywania są one oznaczane kolejnymi literami alfabetu od

drans wcześniej, zanim Słońce zacznie się wyłaniać zza horyzontu.

Uran przemieszcza się tej wiosny przez pogranicze gwiazdozbiorów Ryb i Wieloryba, które przekroczy 12 maja, zaś **Neptun** przez cały ten okres będzie rezydował w gwiazdozbiorze Wodnika. Od obu tych planet systematycznie oddala się Słońce, a więc warunki do ich obserwacji się poprawiają. Niemniej jednak pod koniec maja planety te, które będą wschodzić niedługo przed wschodem Słońca (Uran około 2 godziny wcześniej a Neptun prawie 3 godziny), na godzinę przed wschodem Słońca będą jeszcze bardzo nisko: Uran na wysokości jedynie 8° nad horyzontem, zaś Neptun 14°. W tym momencie Słońce będzie już tylko 6° pod horyzontem, a zatem to początek świtu cywilnego i niebo jest już dość jasne. W tych warunkach zaobserwowanie którejkolwiek z tych planet może być bardzo trudne, a najprawdopodobniej okaże się niemożliwe.



Uran i Neptun na tle porannego nieba nad południowo-wschodnim horyzontem w ostatni poranek maja o godzinie 3.16, godzinę przed wschodem Słońca

Jowisza można obserwować w pierwszej połowie kwietnia. Wieczorem, 1 kwietnia, godzinę po zachodzie Słońca, odnajdziemy go w gwiazdozbiorze Barana, nisko, około 16° nad zachodnim horyzontem. Będzie wówczas świecił jak gwiazda o jasności $-2{,}1^m$. Tarcza planety osiągnie rozmiar około 34". W drugiej połowie kwietnia obserwacje Jowisza staną się niemożliwe i w maju nie będzie on już w ogóle widoczny, gdyż przybliża się do Słońca, by 13 maja znaleźć się z nim w koniunkcji.

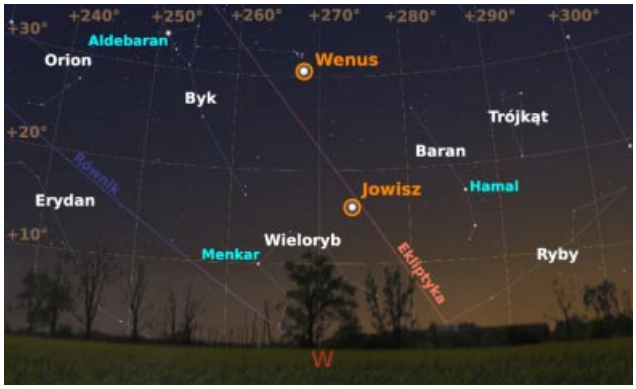
Początek kwietnia to dobry czas do obserwacji planety **Wenus**, która będzie znajdować się wciąż daleko od Słońca po maksymalnej elongacji wschodniej osiągniętej 27 marca. Wieczorem 1 kwietnia, na godzinę po zachodzie Słońca planeta będzie widoczna wysoko, 30° nad zachodnim horyzontem, świecąc jak gwiazda o jasności $-4{,}4^m$ w sąsiedztwie gromady Plejady. Tarczka planety, w fazie bliskiej kwadry, osiągnie wówczas dość duży rozmiar kątowy 25". W miarę jak Wenus na niebie zbliża się do Słońca, fizycznie zaś będzie zbliżać się do Ziemi, wzrośnie rozmiar kątowy tarczy planety, a maleje faza. W połowie maja rozmiar kątowy tarczy Wenus wzrośnie do 47", a tarcza będzie wówczas widoczna jako wąski sierp w fazie 0,14. W drugiej połowie maja Wenus nie będzie już widoczna. Znajdzie się już wówczas bardzo blisko Słońca, niedługo przed tranzytem, do którego dojdzie 6 czerwca. Dla każdego z żyjących współcześnie ludzi to ostatnia okazja, żeby obserwować to zjawisko. Do kolejnego tranzytu doj-

A do G. Stosunkowo łatwa dostępność instrumentów astronomicznych dobrej jakości sprawia, że obecnie praktycznie każdy ma szansę cieszyć się widokiem pierścieni Saturna znacznie lepszym niż Huygens 350 lat temu. Już 8-cm teleskop powinien wystarczyć, aby zaobserwować przerwę oddzielającą pierścienie A i B, nazwaną od nazwiska jej odkrywcy przerwą Cassiniego. Pierścień B jest jaśniejszy i leży bliżej planety. Z Ziemi, w warunkach amatorskich oprócz dwu wspomnianych, można zaobserwować także pierścień C położony po wewnętrznej stronie pierścienia B. W tym celu potrzebny będzie już nieco większy, przynajmniej 10 cm, teleskop i doskonała kondycja atmosfery. Uważny obserwator może także dostrzec cienie, jakie rzucają na siebie nawzajem pierścienie i planeta.

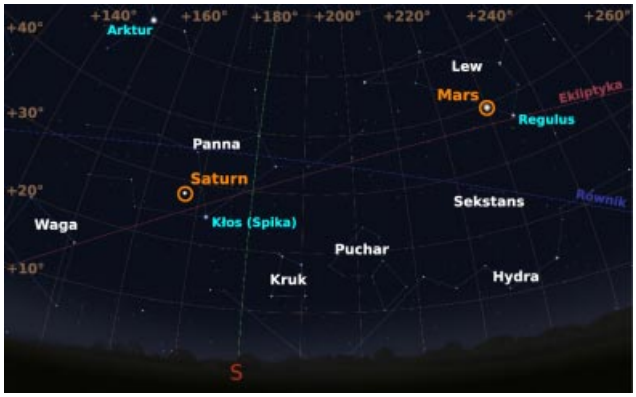
Zapewne pierwszą rzeczą, która rzuci się w oczy podczas obserwacji tarczy Saturna, będzie jej znaczne spłaszczenie. Podobnie jak inne planety gazowe, Saturn bardzo szybko rotuje, wykonując pełny obrót w zaledwie 10 i pół godziny, skutkiem czego planeta jest mocno wybrzuszona na równiku. Tarcza Saturna podzielona jest na wiele równoległych, jasnych stref i przedzielających je ciemnych pasów. Wzory na powierzchni Saturna nie są jednak tak wyraziste jak to jest w przypadku Jowisza i na pierwszy rzut oka zdają się mniej skomplikowane. Ich kolory są bardziej stonowane i bledsze. Może to dawać złudne wrażenie spokoju panującego w atmosferze Saturna. A jednak wiejące tam wiatry mają prędkości dochodzące do 1800 km/h, kilkakrotnie większe niż w przypadku Jowisza. Pomiędzy pasami na powierzchni Saturna częstokroć pojawiają się owalne zawirowania utrzymujące się od kilku dni do kilku lat. Takie struktury to układy burzowe. Największą z obserwowanych na Saturnie burz nazwano „Wielką Białą Plamą", która jest analogiem jowiszowej „Wielkiej Czerwonej Plamy". Burza ta pojawia się cyklicznie z okresem około 30-letnim, czyli raz na jeden okres obiegu. Po raz pierwszy dostrzeżono ją w 1876 r., a potem w latach 1903, 1933 i 1960. Na tej podstawie przewidywano pojawienie się plamy na rok 1990 i faktycznie, jesienią tego roku plamę zauważyli niezależnie dwaj miłośnicy astronomii. Jeśli okresowość jej występowania zostanie zachowana, kolejna burza wystąpi około roku 2020. Tak jak w przypadku Jowisza, struktury na powierzchni Saturna mogą ulegać radykalnym zmianom. Widoczność stref i oddzielających je pasów może się nasilać lub słabnąć bądź też mogą znikać całkowicie na tygodnie lub nawet miesiące. Można więc wykonać ciekawe obserwacje zmian w wyglądzie tarczy planety. Do obserwacji jasnych stref potrzebny będzie instrumentu o aperturze 10 cm, oferujący 100—150-krotne powiększenie. Aby obserwować białe plamy oraz ciemne pasy przedzielające strefy, niezbędny jest już nieco większy, przynajmniej 20-cm teleskop.

Artystyczne przedstawienie sondy Cassini z podwieszonym próbnikiem Huygens podczas zbliżania się do Saturna i jego wspaniałych pierścieni. Błysk widoczny u końca magnetometru to odbicie światła słonecznego (NASA, http://www.nasaimages.org/)

Saturn posiada bogaty układ ponad 60 księżyców. Siedem z nich to duże sferyczne globy, z których najmniejszy Mimas ma średnicę 400 km, zaś największy Tytan to prawdziwy gigant o promieniu



Jowisz i Wenus na tle wieczornego nieba nad zachodnim horyzontem w pierwszy wieczór kwietnia o godzinie 20.14, godzinę po zachodzie Słońca



Saturn i Mars na tle nieba nad południowym horyzontem 15 kwietnia o północy, w noc opozycji Saturna

dzie za 105 lat a do najbliższego widocznego z terenów Polski za 235(!) lat.

Mars całą wiosnę spędzi w gwiazdozbiorze Lwa. Miesiąc kwiecień będzie stanowić kontynuację okresu sprzyjającego obserwacjom tej planety, która po opozycji z 3 marca jest wciąż na tyle blisko Ziemi, żeby rozmiar jej tarczy był wystarczająco duży, aby można dostrzec szczegóły na powierzchni za pomocą sprzętu amatorskiego. Na początku kwietnia Mars będzie świecił z jasnością $-0{,}7^m$, a jego tarcza osiągnie rozmiar 12,7". Jasność i rozmiar tarczy maleją z dnia na dzień. Pod koniec kwietnia rozmiar kątowy tarczy planety spadnie poniżej 10" i dostrzeżenie jakichkolwiek struktur powierzchni będzie już bardzo utrudnione. Pod koniec maja planeta już świeci znacznie słabiej, z jasnością $+0{,}5^m$, a tarczka planety „skurczy się" do niecałych 8".

W kwietniu i maju **Saturna** odnajdziemy w gwiazdozbiorze Panny w bliskiej odległości, zaledwie kilku stopni, od gwiazdy Kłos. W momencie górowania będzie widoczny na wysokości około 28° nad horyzontem. Planeta zbliża się do opozycji, do której dojdzie 15 kwietnia. Oznacza to najlepsze w tym roku warunki do jej obserwacji. W opozycji Saturn świeci z jasnością $+0{,}4^m$. Jego tarcza osiągnie rozmiar kątowy 19". Razem z układem pierścieni będzie miał rozmiar kątowy 43". Po opozycji jasność i rozmiar tarczy planety maleją powoli i pod koniec maja planeta świeci z jasnością $+0{,}6^m$, a rozmiar kątowy tarczy będzie wciąż większy od 18".

5150 km, nieznacznie przewyższający swymi rozmiarami Merkurego. Tytan jako jedyny księżyc w Układzie Słonecznym posiada atmosferę. Został odkryty przez Christiana Huygensa w 1655 r. W niespełna 350 lat od tej daty, w 2004 r. sonda Cassini zawitała do systemu Saturna i przeprowadziła serię przelotów w pobliżu Tytana, wykonując obrazy radarowe powierzchni, ujawniające istnienie na niej jezior węglowodorowych, licznych gór i wysp. W styczniu 2005 r., uwolniony miesiąc wcześniej przez sondę Cassini próbnik Huygens wszedł w atmosferę Tytana i zbadał skład chemiczny, warunki panujące w atmosferze oraz uzyskał serię zdjęć jego powierzchni. Warunki, jakie panują w atmosferze na Tytanie, są prawdopodobnie zbliżone do panujących w atmosferze Ziemi we wczesnych fazach jej rozwoju. Tytana łatwo jest dostrzec nawet przy użyciu naprawdę małych teleskopów amatorskich lub lornetek ze względu na jego dużą jasność. W okolicach bieżącej opozycji będzie świecił z jasnością $8{,}5^m$. Cztery kolejne duże globy: Rea ($9{,}9^m$), Tetyda ($10{,}4^m$), Dione ($10{,}5^m$) i Japetus ($11{,}1^m$), o promieniach w przedziale od około 1000 do 1500 km, są na tyle jasne, że do ich odszukania powinien wystarczyć 7—10 cm teleskop. Japetus jest wśród nich obiektem szczególnym, gdyż na skutek zmian albedo powierzchni jego jasność może się zmieniać w dużym zakresie od $9{,}5^m$ do $11{,}1^m$. Posiadacze nieco większych, kilkunastocentymetrowych teleskopów mogą odszukać Enceladusa. Mimo że ma on mały, zaledwie 500-km promień, to jego powierzchnię charakteryzuje na tyle duże albedo, że osiąga on dość dużą jasność $11{,}9^m$. W przypadku tego księżyca misja Cassini dokonała szczególnie interesującego odkrycia. Na zdjęciach z marca 2006 r. ujawniły się czynne gejzery na powierzchni tego księżyca, co może świadczyć o występowaniu tam oceanu płynnej wody znajdującego się zaledwie kilkadziesiąt metrów pod powierzchnią.

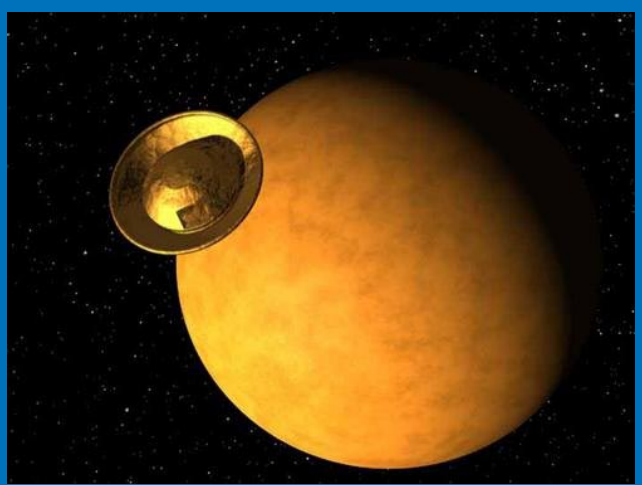
Cezary Gałan

Więcej:

Olsztyński Miesięcznik Astronomiczno-Astronautyczny (http://sun.planetarium.olsztyn.pl/obserwacje-opioa/OMAA/OMAA-2012-04.pdf)

Rady, jak obserwować Saturna (http://urania.pta.edu.pl/po8.html) i planety w ogólności (http://urania.pta.edu.pl/po12.html) znajdziemy w Poradniku Obserwatora UPA.

O pierścieniach i księżycach Saturna było w „Uranii-PA" 2/2005: http://urania.pta.edu.pl/upa2_2005a.html



Artystyczna wizja przedstawiająca próbnik Huygens w drodze ku gęstej atmosferze Tytana (NASA, http://www.nasaimages.org/)

WYBRANE PLANETY KARŁOWATE I PLANETOIDY

Planeta karłowata (134340) **Pluton** znajduje się w gwiazdozbiorze Strzelca. Można próbować odszukać ją w drugiej połowie nocy, nad ranem, na wysokości kilkunastu stopni nad południowo-wschodnim horyzontem. Planetka będzie świecić słabo, jak gwiazda 14 wielkości, więc do jej poszukiwań trzeba dysponować dużym teleskopem o aperturze przynajmniej 25 cm.

4 maja w opozycji znajdzie się planetoida (7) **Iris**, osiągając wówczas jasność 9,5 m.

KOMETY I METEORY

W kwietniu i maju najjaśniejszą kometą na niebie pozostanie **C/2009 P1 Garradd**. Spodziewana jasność tej komety na początek kwietnia wynosi +7,5m, więc w sprzyjających warunkach powinno dać się ją dostrzec za pomocą lornetki. Będzie się wówczas znajdowała w gwiazdozbiorze Wielkiej Niedźwiedzicy w odległości 1,52 j.a. od Ziemi i 2,05 j.a. od Słońca. Kometa ucieka obecnie ku zewnętrznym obszarom Układu Słonecznego, zwiększając swą odległość, w związku z czym jej jasność będzie szybko spadać. Pod koniec maja powinna już świecić z jasnością jedynie około +9,7m. Będzie się wówczas znajdować w gwiazdozbiorze Raka w odległości 2,95 j.a. od Ziemi i 2,59 j.a. od Słońca.

Wśród dużej liczby rojów meteorowych, z których większość wykazuje jedynie szczątkową aktywność, można wyróżnić dwa o oczekiwanych całkiem dużych godzinnych liczbach zjawisk (ZHR).

W kwietniu będzie aktywny rój **Lirydów** związany z kometą C/1861 G1 (Thatcher), która obiega Słońce z okresem 415 lat. Radiant roju jest ulokowany na pograniczu gwiazdozbiorów Lutni i Herkulesa. Przewidywany okres aktywności zawiera się między 16 a 25 kwietnia. Maksimum aktywności ma wystąpić 22 kwietnia. Podczas maksimów tego roju obserwuje się typowo kilkanaście do dwudziestu kilku zjawisk na godzinę, aczkolwiek nie można też wykluczyć wystąpienia nieoczekiwanego wybuchu aktywności. Np. podczas ostatniego silnego maksimum w 1982 r. odnotowano ZHR = 90.

W kwietniu rozpocznie również swą aktywność rój η **Akwarydów** związany z kometą Halleya. Radiant roju znajduje się w gwiazdozbiorze Wodnika. Okres aktywności roju jest dość długi i trwa prawie półtora miesiąca, od 19 kwietnia do 28 maja. W okolicach 5 maja jest spodziewane wystąpienie maksimum, podczas którego można oczekiwać liczby ZHR na poziomie sześćdziesięciu kilku zjawisk na godzinę.

Cezary Gałan, Piotr Wychudzki, Janusz Liżewski

Więcej informacji:

OLSZTYŃSKI MIESIĘCZNIK ASTRONOMICZNO-ASTRONAUTYCZNY
http://www.planetarium.olsztyn.pl/kalendarz/

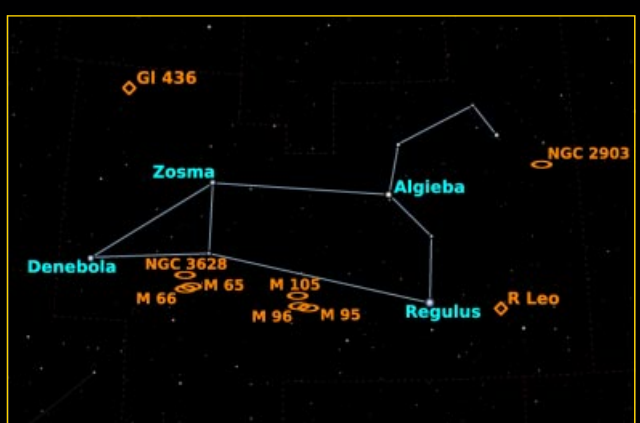
ALMANACH ASTRONOMICZNY TOMASZA ŚCIĘŻORA
http://regulus.astrohobby.pl/

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

Spójrz w niebo — gwiazdozbiory

Formacja jasnych gwiazd, tworząca gwiazdozbiór Lwa, w której jedni rozpoznają kształt żelazka inni zaś egipskiego sfinksa, wyróżnia się wyraźnie na tle wiosennego, południowego nieboskłonu. Łatwo odnajdziemy go na niebie na południe od jednego z najlepiej rozpoznawanych układów gwiazd, zwanego Wielkim Wozem. Gwiazdozbiór Lwa będzie w okresie wiosennym górował w pierwszej połowie nocy na wysokości około 50°—60° nad horyzontem. Lew jest jednym z gwiazdozbiorów zodiakalnych. Jako konstelacja gwiazdowa był wyodrębniany już w starożytności, w kulturach sumeryjskiej i babilońskiej. Według mitologii greckiej gwiazdozbiór ten miał zostać umieszczony przez bogów na niebie, aby uczcić heroiczne dokonania Herkulesa, który pokonał olbrzymiego lwa nemejskiego tyranizującego okolice starożytnego miasta Mykeny.

Najjaśniejszymi gwiazdami konstelacji są Regulus (α Leo, 1,4m), Algieba (γ Leo, 2,0m), Denebola (β Leo, 2,1m) i Zosma (δ Leo, 2,6m). Każda z nich jest inna i na swój sposób interesująca. **Regulus** jest odległym o ~24 pc układem wielokrotnym gwiazd składającym się z czterech składników. Główny składnik układu – masywna, szybko rotująca gwiazda ciągu głównego typu B7 jest obiegana z okresem około 40 dni przez białego karła. Układ ten jest z kolei obiegany przez układ podwójny mało masywnych karłów ciągu głównego (typów K2 i M4) z okresem ~2000 lat. **Algieba** to układ podwójny odległy o ~39 pc. Dwa olbrzymy o typach widmowych K0 i G7 obiegają wspólny środek masy z okresem ~500 lat. Na niebie można je obserwować w dużej separacji, ponad 4" kątowe, a zatem w dobrych warunkach można ten układ rozdzielić na-



Gwiazdozbiór Lwa. (Stellarium, gimp, inkscape)

wet przy użyciu lornetki. **Denebola** odległa o ~11 pc jest gwiazdą zmienną typu δ Scuti, wykazującą nieznaczne zmiany blasku o charakterze pulsacyjnym z okresem kilku godzin. To młody karzeł typu A3, prawdopodobnie otoczony przez dysk protoplanetarny. **Zosma** odległa o ~18 pc jest gwiazdą ciągu głównego typu A4 podobną do Deneboli i wykazującą zmienności prawdopodobnie tego samego typu. Gwiazda ta może przynależeć do grupy ruchomej Wielkiej Niedźwiedzicy.

W gwiazdozbiorze Lwa możemy też odnaleźć jedną z lepiej znanych gwiazd zmiennych typu mira – **R Leo**. Zmienia ona blask z okresem 313 dni, w maksimum blasku osiągając często jasność wyższą niż 5^m, a w minimum spadając nawet poniżej 11^m. W pierwszych dniach kwietnia powinna się znajdować w maksimum blasku, a więc łatwo będzie ją odszukać nieuzbrojonym okiem. Wśród gwiazd pola wyróżnia się intensywnie czerwoną barwą. Do końca maja jej blask powinien osłabnąć o około 2^m i wówczas do obserwacji potrzebna już przynajmniej lornetka. Mapkę do obserwacji można wygenerować np. za pomocą internetowego narzędzia VSP Amerykańskiego Stowarzyszenia Obserwatorów Gwiazd Zmiennych (http://www.aavso.org/vsp) lub wydrukować z zestawu map Tomasza Ścieżora (http://regulus.astrohobby.pl).

Triplet Lwa. M 65 (u góry), M 66 (po prawej) oraz NGC 3628 (po lewej). Autor: Piotr Sadowski http://www.astrofotografia.com.pl/

W Lwie, w odległości 10 pc, znajduje się niepozorny czerwony karzeł **Gliese 436** (jasność widoma $10{,}7^m$) o masie i promieniu w przybliżeniu 2,5-krotnie mniejszych niż słoneczne. W sierpniu 2004 r. Paul Butler i Geoffrey Marcy, zastosowawszy metodę spektroskopową do badań tej gwiazdy, odkryli planetę orbitującą wokół niej z okresem 2,6 dni. Kilka miesięcy później, w styczniu 2005 r. stwierdzono, że planeta dokonuje tranzytów przed tarczą gwiazdy. Trwają one około godziny, a wtedy gwiazda przygasa o około $0{,}05^m$. Planeta ma masę i rozmiar podobne do Neptuna.

Gwiazdozbiór Lwa leży z daleka od wstęgi Drogi Mlecznej, w pobliżu północnego bieguna galaktycznego, który znajduje się w sąsiednim gwiazdozbiorze Warkocza Bereniki. Stąd też w gwiazdozbiorze tym nie znajdujemy gromad gwiazd i mgławic, lecz licznie występujące galaktyki.

Chyba najpopularniejszymi wśród miłośników astronomii galaktykami gwiazdozbioru Lwa są członkinie tzw. **Tripletu Lwa**, który stanowi małą grupę trzech galaktyk spiralnych: M 65, M 66 oraz NGC 3628. Są to duże galaktyki, rozmiarami i masą zbliżone do naszej Drogi Mlecznej. Grupa jest odległa o około 30 mln lat świetlnych. M 65 oraz M 66 posiadają poprzeczki. NGC 3628 jest ustawiona w stosunku do nas niemal dokładnie krawędzią, dlatego widzimy ją jako bardzo rozciągnięty obiekt, rozcinany ciemnym pasem pyłowym. Ze względu na silną ekstynkcję zachodzącą w pyle i gazie gromadzącym się wokół płaszczyzny tej galaktyki, NGC 3628 jest postrzegana jako świecąca dużo słabiej od swych towarzyszek. Zapewne właśnie dlatego nie znalazła się w katalogu Messiera.

M 95. Autorzy: Jim Misti i Robert Gendler

Z pewnością większość z nas chciałaby zobaczyć, jak wyglądałaby nasza Droga Mleczna z zewnątrz. Realizacja takiego marzenia wydaje się być nieosiągalna. Jednak można je częściowo zrealizować, bowiem w gwiazdozbiorze Lwa znajdziemy dość bliskie i jasne galaktyki, które są bliźniaczkami naszej Galaktyki. Obserwując je, możemy czuć się tak, jakbyśmy byli gdzieś w bezkresnej głębi Kosmosu i oglądali naszą Drogę Mleczną. Jednym z tych obiektów jest odległa o około 40 mln lat świetlnych galaktyka **M 95**, która tak jak nasza Galaktyka ma formę wieloramiennej spirali logarytmicznej i posiada poprzeczkę osadzoną w centralnym pierścieniu. Dziwnym zrządzeniem losu w miesiącu poprzedzającym ukazanie się bieżącego numeru „Uranii", dnia 16 marca 2012 r., zaobserwowano pierwszą jak dotychczas gwiazdę supernową w tej galaktyce, która zabłysła w wyniku eksplozji masywnej gwiazdy. Galaktyka ta wraz z dwiema innymi dużymi spiralami: **M 96** i **M 105** oraz kilkoma mniejszymi galaktykami satelitarnymi tworzą grupę galaktyk Lew I. Kolejną galaktyką, która do złudzenia może przypominać naszą Drogę Mleczną, jest **NGC 2903**, znajdująca się w odległości ~30 mln lat świetlnych, zaś na niebie usytuowana o kilka stopni na zachód od głowy Lwa.

Cezary Gałan

NGC 2903. Autor: Robert Gendler

Zakrycie obiektu transneptunowego

Sekcja Obserwacji Pozycji i Zakryć PTMA (SOPiZ PTMA) pragnie zachęcić wszystkich do rejestracji zjawiska zakrycia gwiazdy UCAC2 26033679 (11,4^m) przez obiekt typu TNO o nazwie (50000) Quaoar.

Do zjawiska dojdzie 17 kwietnia o godz. 02.21:46 UT. W centrum pasa zakryciowego szacowany czas zakrycia wynosi aż 105 s, czyli dużo dłużej niż w przypadku większości zakryć przez małe ciała naszego układu planetarnego.

Należy zaznaczyć, że ze względu na bardzo małą ilość pomiarów pozycyjnych tego ciała (do sporządzenia efemerydy użyto 306 pomiarów), niedostateczne dane o jego wielkości i innych parametrach fizycznych czas zakrycia ciała może się różnić o ±11 min! Dodatkowo Quaoar posiada towarzysza o nazwie Weywot, którego średnica szacowana jest na ok. 95 km (±25 km).

To wszystko sprawia, że chociaż szacowany pas zakrycia nie przebiega przez teren Polski, to rejestracja wykonana z terenu naszego kraju może mieć kluczowe znaczenie!

Jak we wszystkich obserwacjach zakryciowych, istotą rejestracji jest wyznaczenie dokładnego czasu zniknięcia i ponownego pojawienia się gwiazdy. Oczywiście, by obserwacja miała znaczenie, czas musi być zanotowany w oparciu o wzorzec. Ze względu na to, że gwiazda jest jasna — najbardziej pożądane są obserwacje CCD z użyciem insertera czasu wzorcowego GPS lub DCF 77 i minimalnym zapisem 6 obrazów na sekundę — a idealnie 25 obrazów na sekundę.

Jest to najciekawsze tego typu zjawisko w Polsce w bieżącym roku. W przypadku innych zakryć przez ciała transneptunowe, zakrywane gwiazdy będą dużo słabsze, co sprawia, że rejestracja jest nie tylko dużo trudniejsza, ale i efemeryda mniej dokładna.

Korzystając z okazji, pragnę zwrócić uwagę obserwatorów z terenu Polski na zjawisko zakrycia gwiazdy TYC 5557-00698-1 (9,8 mag.) przez planetoidę pasa głównego (149) Medusa. Do zakrycia dojdzie 4 maja o godz. 01.35:25 UT. Pas zakrycia, mający 78 km szerokości, przechodzi równoleżnikowo przez centrum kraju na linii Brześć, Warszawa, Płock aż do Szczecina, w szerokości sięgając od północy Torunia a od południa Konina. Warto podjąć się rejestracji również i tego zjawiska.

Obserwatorzy z terenu Polski wszelkie informacje mogą uzyskać w Sekcji Obserwacji Pozycji i Zakryć, gdzie należy również kierować raporty z obserwacji. By skontaktować się z Sekcją, można pisać na adres piszącego te słowa: astromax@poczta.onet.pl .

Paweł Maksym
Przewodniczący SOPiZ PTMA
Obserwatorium Astronomiczne
im. Papieża Sylwestra II w Bukowcu

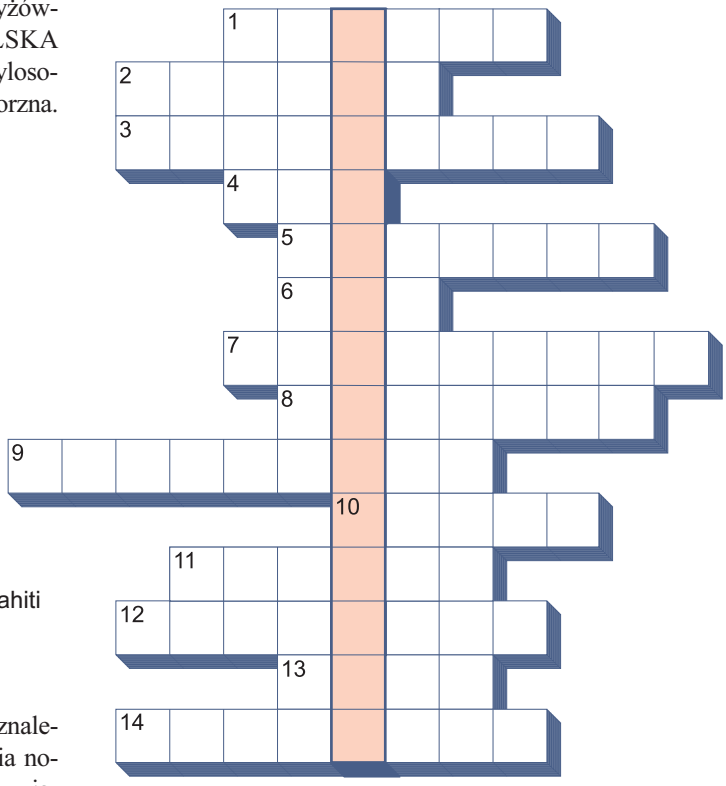
```
50000 Quaoar occults UCAC2 26033679 on 2012 Apr 17 from  2h  9m to  2h 29m UT
Star:                          Max Duration =105.7 secs          Asteroid:
  Mv = 11.4                       Mag Drop =  7.7                  Mag =19.1
  RA = 17 34 59.4820 (J2000)   Sun :   Dist = 123 deg              Dia =1260km,   0.041"
Dec = -15 31 32.711            Moon:   Dist = 76 deg          Parallax = 0.207"
[of Date: 17 35 44, -15 32  0]        :  illum = 16 %         Hourly dRA =-0.091s
  Prediction of 2012 Jan 10.0  E 0.254"x 0.098" in PA 91          dDec =  0.47"
TNO object  Asteroid has 1 moon(s). 95km at 11000km
```

Kupon konkursowy Uranii-PA 2/2012

W „Uranii–PA” nr 6/2011 zamieściliśmy krzyżówkę, której rozwiązaniem jest hasło POLSKA DROGA DO ESO. Nagrody książkowe wylosowali **Piotr Dudek** z Wrocławia i **Maciej Palka** z Jaworzna. Nagrody zostaną wysłane pocztą.

1. Plamę słoneczną wziął za Merkurego
2. W kwietniu w opozycji
3. Poradziła sobie ze schodami do nieba
4. Towarzyszą Orionowi
5. Jasna podwójna we Lwie
6. Mierzony na niebie
7. Żaglowiec kapitana Cooke´a
8. Alfa Leonis
9. Może być geocentryczna
10. Przejdzie przed Słońcem
11. Łowca niskoczęstotliwościowych emisji magnetosfery
12. Jeden z obserwatorów przejścia Wenus na Tahiti
13. Marka teleskopów słonecznych
14. Darmowy program do stertowania

Dla uważnych czytelników tego zeszytu „Uranii” znalezienie słów pomocniczych potrzebnych do rozwiązania nowej krzyżówki nie powinno stanowić problemu. Na rozwiązania czekamy do końca maja 2012 r. Osoby nie będące prenumeratorami „Uranii–PA” muszą dołączyć do rozwiązania kupon umieszczony w lewym górnym rogu tej strony. Prenumeratorzy mogą przesyłać rozwiązania drogą elektroniczną. Wśród autorów poprawnych odpowiedzi rozlosujemy dwie książki o tematyce astronomicznej.

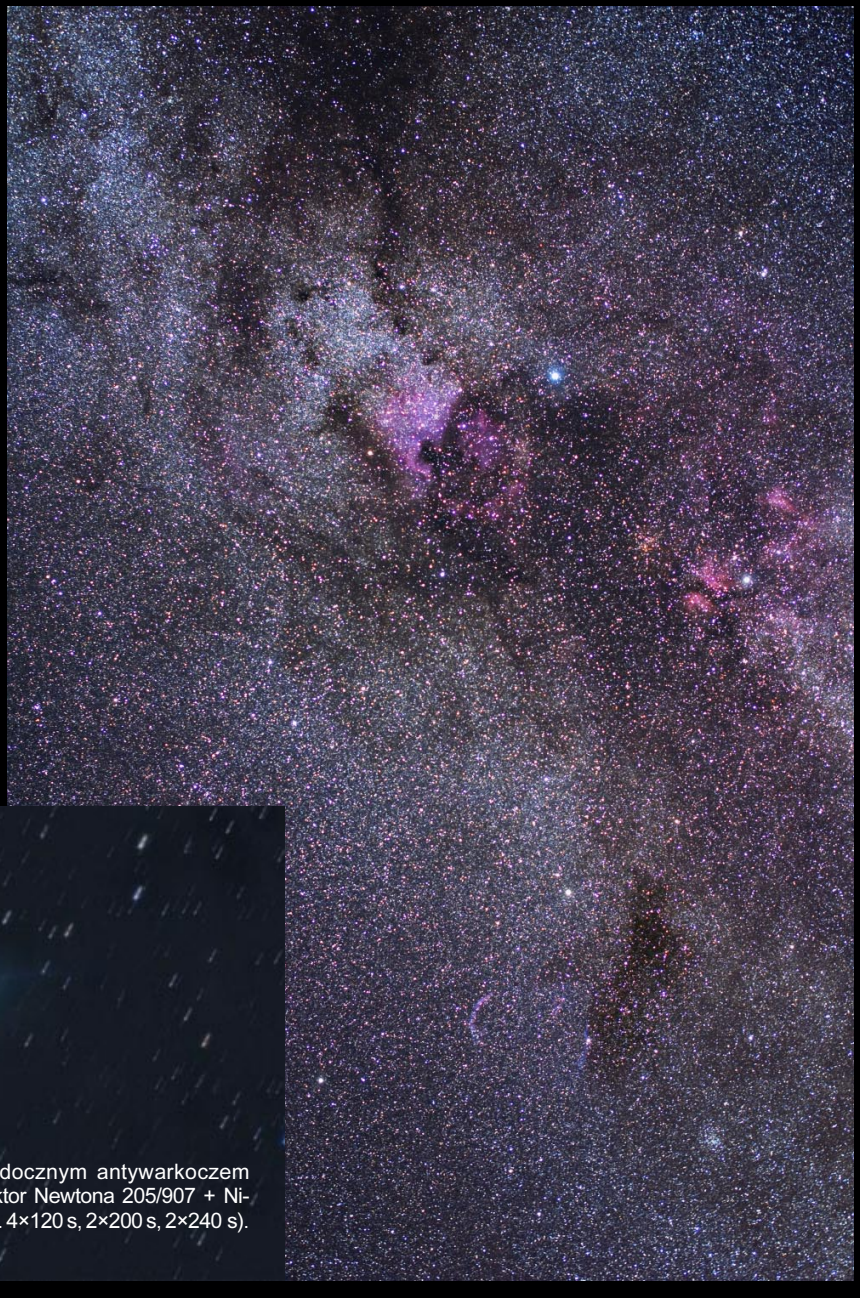


Słowa kluczowe do rozwiązania krzyżówki zamieszczonej w „Uranii–PA” 6/2011: 1. Kepler, 2. Pomierny, 3. Stellarium, 4. GranSasso, 5. Lisicki, 6. HARPS, 7. Sonda, 8. Perlmutter, 9. Neutronowe, 10. Swings, 11. Sitarski, 12. Zjazd, 13. Głębocki, 14. Czerny, 15. Herschel, 16. Giotto.

astrożarty Jacka D.

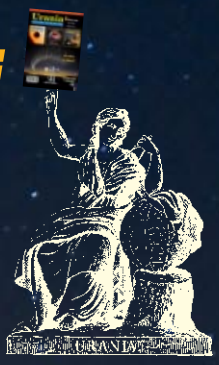
Wyżej: klasyka głębokiego Kosmosu, czyli para galaktyk M81 i M82 (2012.01.29–30, godz. 23.09–00.03 CSE, reflektor Newtona 205/907+Nikon D300 w ognisku głównym, eksp. 9×270 s. ISO1600). Obok: Droga Mleczna w okolicy gwiazdozbioru Łabędzia wraz z kolekcją mgławic licznie występujących w tym obszarze nieba. Fotografia wykonana na Przełęczy Szklarskiej w Beskidzie Niskim (2011.10.16.19.06–20.00 CSE, obiektyw Sigma EX DG 1.4/50, (f2.8) + Nikon D300, eksp. 5×240 s, 5×190 s, ISO1600). Fot. Mariusz Świętnicki

Klucz ptaków wędrownych na tle tarczy słonecznej 16 marca br. Fot. Tomasz Barański



Kometa C/2009 P1 Garradd z ładnie widocznym antywarkoczem (2012.03.01, godz. 00.51–01.19 CSE, reflektor Newtona 205/907 + Nikon D300 w ognisku głównym, ISO1600, eksp. 4×120 s, 2×200 s, 2×240 s). Fot. Mariusz Świętnicki

Urania – Postępy Astronomii



dwumiesięcznik dla szkół, uczelni oraz miłośników astronomii i amatorów nocnego nieba do nabycia w:
– księgarniach EMPiK na terenie całego kraju
– salonach Delta Opical (Warszawa, Gdańsk, Katowice)
– salonie Astrokrak – Mogilska 51, Kraków
– planetariach w Chorzowie, Fromborku, Grudziądzu, Olsztynie i Toruniu
– siedzibie PTMA w Krakowie, ul. Miodowa 13/35
– Ksiegarni Skarbnica – Krakow, Nowa Huta, Osiedle Centrum C bl.1, www.skarbnica.krakow.pl
– Ksiegarni Exlibris – Legnica, ul Złotoryjska 23, http://exlibris.osdw.pl

W prenumeracie taniej — Urania za 10 zł!

Cena bieżących numerów Uranii bezpośrednio u wydawcy wynosi 10 zł.
Prenumerata roczna na rok 2012 (6 numerów) kosztuje 60 zł. Numery archiwalne dostępne aż do wyczerpania.
Wpłaty prosimy kierować na konto:

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

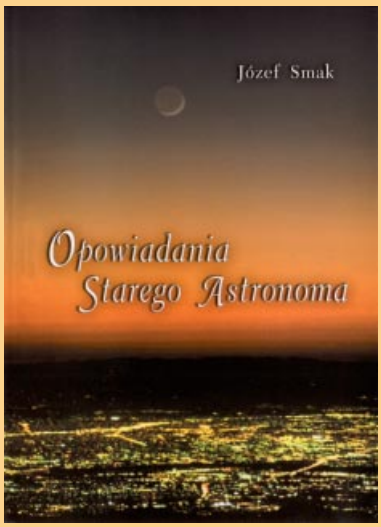
Numery archiwalne „Postępów Astronomii" 1992–1997 oraz „Uranii" 2001–2011 można zamawiać w cenie 2,50 zł za egzemplarz. Roczniki 1991, 1998, 1999 i 2000 oraz numer 5/2011 są wyczerpane.

OFERTA SPECJALNA DLA SZKÓŁ

Bibliotekom szkolnym proponujemy przesłanie wszystkich dostępnych archiwalnych numerów „Postępów Astronomii" oraz „Uranii" z lat 1992–2011 NIEODPŁATNIE za pokryciem kosztów przesyłki. W pierwszej kolejności obsługiwane będą szkoły posiadające szkolne obserwatoria astronomiczne, legitymujące się laureatami i finalistami Olimpiady Astronomicznej w Chorzowie i Ogólnopolskiego Młodzieżowego Seminarium Astronomicznego w Grudziądzu. Prosimy szkoły o kontakt listowny bądź mailowy pod: urania@astri.umk.pl lub tel. 698 55 61 61

Sylwia Frąckowiak
Centrum Astronomii UMK
ul. Gagarina 11, 87-100 Toruń

W następnych numerach:
- ***Genialna idea Paczyńskiego – 20 lat OGLE!***
- ***Międzygwiazdowe początki życia***
- ***Astronomia młoda – od Chorzowa do Grudziądza***
- ***VT-2012 – na stanowiska!***



Opowiadania Starego Astronoma

Wyd. „Dom Organizatora" w Toruniu i Polskie Towarzystwo Astronomiczne, s. 190, Toruń 2010

Książka „Opowiadania starego astronoma" autorstwa Józefa Smaka. do nabycia w cenie 35 zł (w tym koszt wysyłki) po wysłaniu maila na adres: hania@camk.edu.pl i opłaceniu książki przelewem na konto PTA z dopiskiem „książka J. Smaka".

Książka jest zbiorem felietonów o tematyce astronomicznej, których treść i charakter są dość zróżnicowane. Są wśród nich artykuły popularnonaukowe poświęcone wybranym problemom współczesnej astronomii oraz specyfice i osobliwościom obserwacji astronomicznych. Czytelnik dowie się z nich m.in. jak powstało słynne Obserwatorium Licka w Kalifornii, jak i dlaczego Pluton przestał być planetą, a także jak zagadka słonecznych neutrin przyczyniła się do rozwoju fizyki cząstek elementarnych.