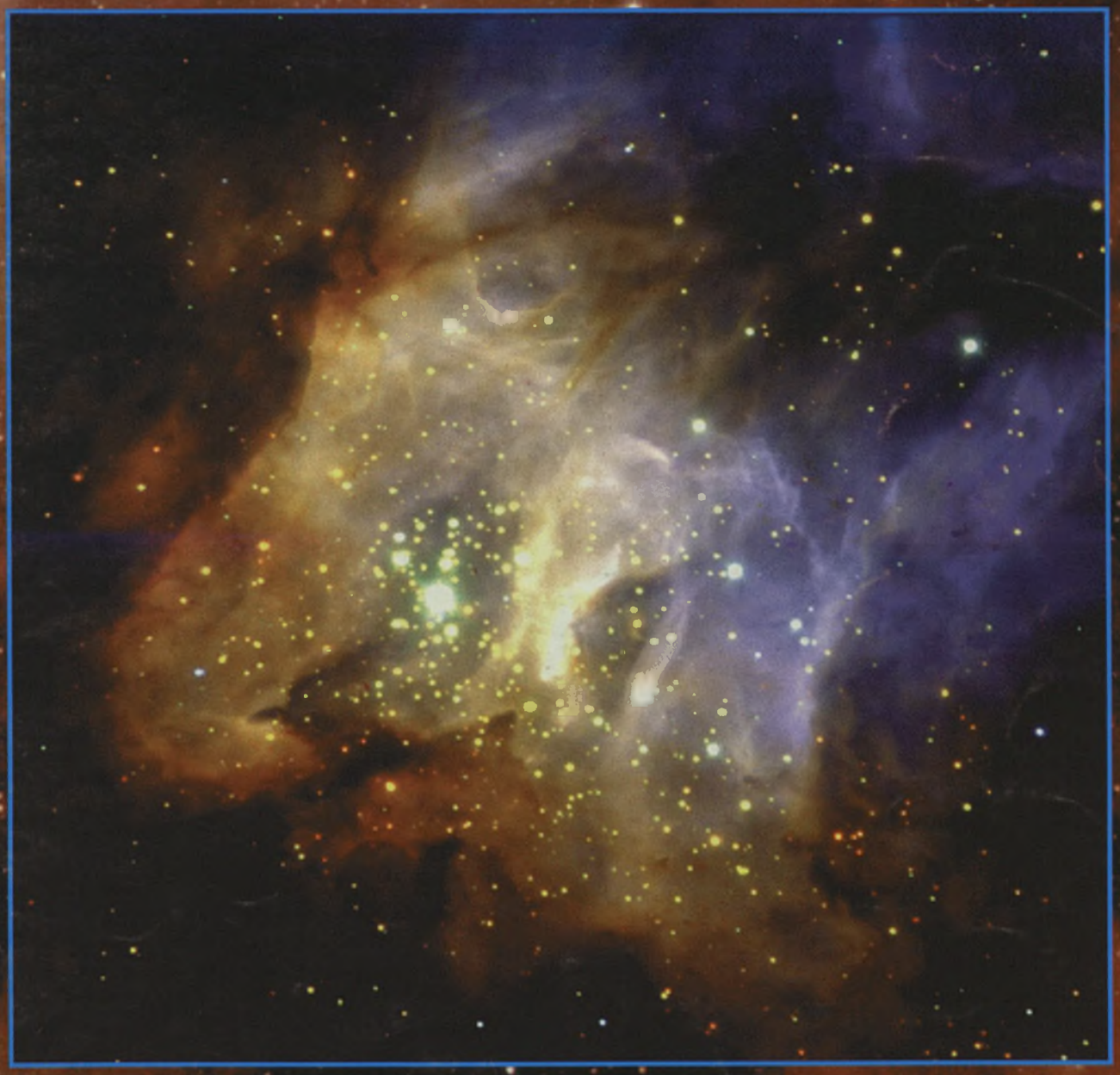
# Urania

## Postępy Astronomii

2/99 (680)

tom LXX

marzec–kwiecień



- Rola astronomii w edukacji i kulturze społeczeństwa
- Czarne dziury w promieniach Roentgena (cz. I)
- Magnetary – ultramagnetyczne gwiazdy neutronowe
- Baza satelitarna ALFA

# Kolejne wpisy do planetarnej kartoteki

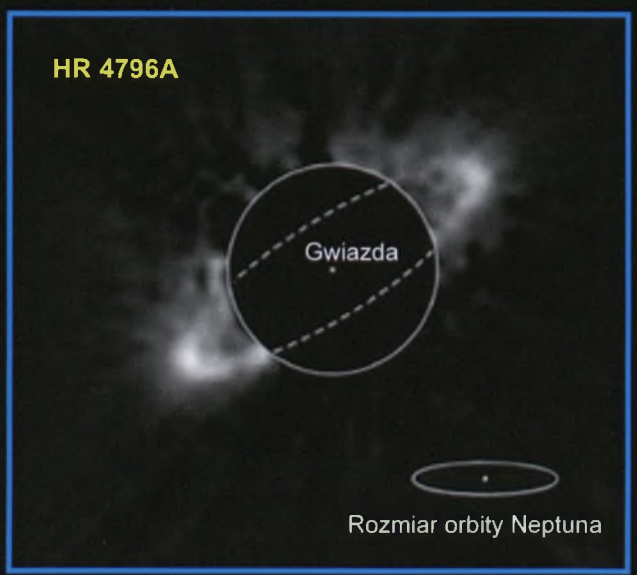
W 1991 roku, na gwiazdę noszącą katalogowe oznaczenie HR 4796A, zwrócił uwagę Michael Jura. Na podstawie obserwacji podczerwonych wykonanych w 1984 roku przez satelitarne obserwatorium IRAS, stwierdził on niezwykłą nadwyżkę pyłu występującego wokół gwiazdy. W zeszłym roku, David Koerner i inni, posiłkując się danymi podczerwonymi z naziemnych teleskopów uściślili tę wiadomość — pył jest w kształcie dysku, choć rozdzielczość uzyskanych obrazów nie pozwalała na uzyskanie zbyt obszernych informacji o jego naturze. Dopiero Brad Smith z Uniwersytetu Hawajskiego, Glenn Schneider z Uniwersytetu w Arizonie ze współpracownikami, kiedy zaprzęgli do pracy Teleskop Kosmiczny Hubble'a, mogli zaprezentować światu pierwsze wyraźne zdjęcie pyłowego dysku .

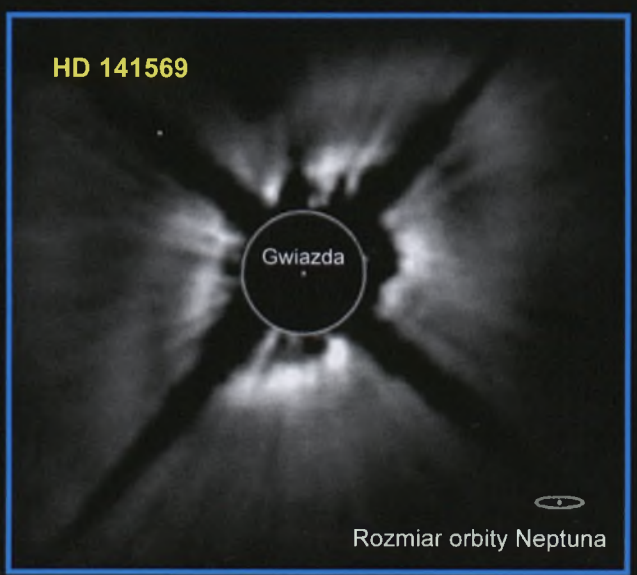
Sama HR 4796A, odległa od nas o 220 lat świetlnych mieszkanka Centaura, jest około 70% większa niż Słońce, za to jej wiek nie przekracza najprawdopodobniej 10 milionów lat — gdyby uznać Układ Słoneczny za będący w średnim wieku, to nasza bohaterka to po prostu kosmiczne niemowlę! Jak widać na zdjęciu, dysk przypomina nieco pierścień Saturna i ma to podobieństwo swoje fizyczne podłoże. Takie bowiem pierścienie, otaczające „nasze" planety, są utrzymywane w ryzach przez krążące po sąsiedzku wokół macierzystej planety księżyce. Gdyby nie ich „ścieśniające" owe pierścienie oddziaływanie grawitacyjne, już dawno „rozpierzchłyby" się one na skutek zderzeń pomiędzy tworzącymi je cząsteczkami, jak również pod wpływem ciśnienia promieniowania i innych rozpraszających — dosłownie — czynników. Płyną stąd zatem od razu dwa wnioski: HR 4796A najwyraźniej również posiada przynajmniej dwie niewidoczne planety (lub protoplanety) położone po obu stronach pyłowego pierścienia i co być może ważniejsze — zdążyły się one uformować pomimo, jak już zaznaczyliśmy, niemowlęcego wieku gwiazdy. Ich masa raczej nie przekracza 10 mas Jowisza; w przeciwnym razie powinny być widoczne na zdjęciach z HST.

Nie jest to pierwszy pyłowy twór towarzyszący gwieździe, lecz w odróżnieniu od zazwyczaj rozległych okołogwiazdowych dysków, opisywany pierścień ma szerokość zaledwie 17 jednostek astronomicznych (czyli mniej więcej odległość dzieląca orbity Marsa i Urana). HR 4796A jest widoczna gołym okiem; pierścień wszakże, odległy od niej o jakieś 10 miliardów kilometrów, świeci już tysiąc razy słabiej. By móc go w ogóle zarejestrować, trzeba było wykorzystać koronograf instrumentu NICMOS pracującego w podczerwieni, który wycinał światło gwiazdy, co pozwoliło pierścieniowi pyłowemu zaprezentować się w pełnej krasie. Niesie on ze sobą dodatkowo zagadkę materii go tworzącej. Czerwonawo–szary odcień wskazuje na to, iż nie jest on „skonstruowany" z ziaren pyłu międzygwiazdowego; podejrzewa się, że powstał w wyniku zderzeń planetezymali, czyli kometopodobnych pozostałości po formacji samej gwiazdy.

Nieco odmienny, acz równie fascynujący jest przypadek obiektu HD 141569. To również jeden z rezultatów programu badawczego, w którym zainteresowania ogniskują się na środowiskach wokół młodych gwiazd ciągu głównego. Ta leżąca w odległości 320 lat świetlnych w konstelacji Wagi gwiazda, już od 1986 roku była poważną kandydatką — z racji wyraźnej nadwyżki promieniowania podczerwonego, diagnozowanej przez IRASa — do wciąż powiększającego się grona „szczęśliwych" posiadaczy dysków pyłowych. Dzięki zdjęciom z HST okazał się on bardzo rozległy. Jego średnica dorównuje trzynastokrotnej rozciągłości orbity Neptuna, wynosząc około 120 miliardów km! Wewnętrzna krawędź dysku wypada na odległości niecałych 34 mld kilometrów od gwiazdy. Najciekawsza jest wszakże łatwo widoczna przerwa — prawie 6 miliardów km szerokości — tnąca dysk na dwie mniej więcej równe składowe: jasną część wewnętrzną i wyraźnie ciemniejsze zewnętrzne połacie — w sumie coś na kształt przerwy Cassiniego w pierścieniach Saturna. A jak z satysfakcją podkreśla Alycia Weinberger, najbardziej oczywistym czynnikiem stwórczym takiej struktury dysku jest działalność planety. Która, co ciekawsze, nawet niekoniecznie musi rezydować w obrębie samej przerwy — takie spustoszenie może czynić jej ruch orbitalny i oddziaływanie grawitacyjne. HD 141569 jest już „pełnokrwistą" gwiazdą — trzy razy masywniejszą od Słońca i 22–krotnie jaśniejszą, choć ze swej przewidywanej długości życia, „uszczknęła" ledwie jeden procent.

Warto przy okazji zauważyć, że oba opisane odkrycia są niejako podwójne — nie dość, że potwierdzono ponad wszelką wątpliwość istnienie wokół tych dwóch gwiazd dysków pyłowych, to jeszcze na podstawie mocnych przesłanek stwierdzono istnienie wokół nich planet! (*mag*)



# *Szanowni i Drodzy Czytelnicy,*

*Przeżywamy wielkie reformowanie różnych dziedzin naszego życia. My też chcemy zabrać głos i przedstawiamy w przededniu reformy naszej Edukacji Narodowej refleksję* ***Astronoma Królewskiego Martina J. Rees'a*** *z Cambridge na temat roli astronomii w edukacji i kulturze społeczeństwa. Sir Martin wygłosił ten wykład na międzynarodowym kongresie dotyczącym nowych trendów w nauczaniu astronomii. Stanowisko i opinie tu przedstawione podzielane są przez Międzynarodową Unię Astronomiczną, a wygłoszenie ich przez jednego z najwybitniejszych astronomów współczesnej doby tylko dodaje im wagi. Niestety nie mamy wrażenia, aby w kolejnych reformach polskiego szkolnictwa astronomia i fizyka znajdowały należne im miejsce. Jako środowisko astronomiczne musimy dążyć do szerszego wśród naszego społeczeństwa rozumienia praw przyrody. A do tego droga wiedzie przez odpowiednie miejsce astronomii i fizyki w powszechnych programach edukacyjnych. Ojczyzna Kopernika, to powinno coś znaczyć!*

*Czasy, w których żyjemy, są bardzo bogate w różnorakie wydarzenia astronomiczne. Odkrywane są nowe obiekty, modyfikowane dotychczasowe interpretacje obserwowanych faktów, powstają nowe hipotezy i teorie. Za znakomitym poetą Leopoldem Staffem i jego wierszem „Niebo w nocy" możemy powiedzieć, że to, co się dzieje na niebie, to „przechodzi ludzkie pojęcie". „Urania" jest w stanie przybliżać Państwu tylko niektóre z tych wydarzeń, przede wszystkim te, które, według nas, mają istotne znaczenie dla rozumienia otaczającego nas Świata. W bieżącym zeszycie podejmujemy m.in. zagadnienie natury czarnych dziur, nowych obiektów zwanych magnetarami, bazy satelitarnej Alfa i sierpniowego zaćmienia Słońca. W następnym numerze będziemy przedstawiali stworzenie Wszechświata według najnowszych koncepcji kosmologicznych oraz mówili o pracy toruńskiego 32-metrowego radioteleskopu i o ekscentrycznej orbicie Ziemi w układzie planetarnym Kopernika.*

*O naturze i tajemnicach czarnych dziur ujawnianych w promieniowaniu rentgenowskim piszą w tym zeszycie* ***Marek Gierliński i Andrzej Zdziarski*** *z Warszawy. Będą kontynuowali ten temat jeszcze w następnym zeszycie. Magnetary to nowa klasa radiowo cichych pulsarów i obiekty powiązane ze zjawiskiem błysków gamma. Przedstawia je* ***Tadeusz Jarzębowski*** *z Wrocławia. Te młode gwiazdy neutronowe o polach magnetycznych 10 miliardów razy większych niż najsilniejsze pola magnetyczne wytwarzane na Ziemi, czerpią swą energie z anihilacji pola magnetycznego. To też jest nowa klasa źródeł energii w Kosmosie.*

*Wydarzeniem astronautycznym ubiegłego roku był początek montażu międzynarodowej bazy satelitarnej ALFA. Po załogowych wyprawach na Księżyc w ramach programu Apollo, zaczęła się więc realizacja największego technicznego przedsięwzięcia kosmonautycznego w dziejach ludzkości. O historii, dotychczas zrealizowanym etapie i dalszym programie realizacji tego projektu pisze* ***Andrzej Marks*** *z Warszawy, autor świeżo wydanej książki „Baza satelitarna ALFA".*

*Wydarzeniem astronomicznym roku bieżącego będzie w Europie całkowite zaćmienie Słońca. Szczegółowy opis zjawiska wraz z mapami jego przebiegu przedstawia w „Elementarzu Uranii"* ***Krzysztof Rochowicz*** *z Torunia. Ten sam Autor kontynuuje prezentację obiektów katalogu mgławic Messiera. Tym razem dominują mgławice gwiazdozbioru Strzelca z przepiękną M20 (NGC 6514) zwaną Trójlistną Koniczyną.*

*W „Rozmaitościach" głównym tematem jest spotkanie sondy kosmicznej NEAR z planetoidą Eros. Niestety NEAR nie wszedł na orbitę wokół Erosa. Mówimy też o zamknięciu Królewskiego Obserwatorium w Greenwich po 323 latach działalności oraz o powstających planetach. O pięcioletniej pracy Toruńskiego Planetarium pisze w naszej rubryce relacjonującej wydarzenia krajowe* ***Jerzy Rafalski****, jeden z astronomów tam pracujących. „Pięć lat minęło..., a jednak się kręci!" to tytuł tego rocznicowego artykułu.*

*Miłośnicze obserwacje meteorów roju Perseid zostały podsumowane przez* ***Arkadiusza Olecha*** *z Warszawy. Pracownia Komet i Meteorów, której członkowie dokonywali tych obserwacji, jest jednym z najaktywniejszych zespołów obserwacyjnych wśród polskich miłośników astronomii. Intencją regularnego publikowania „Kalendarza astronomicznego", opracowanego przez* ***Tomasza Ściężora,*** *jest właśnie powiększenie kręgów miłośników astronomii i zachęcenie wszystkich naszych Czytelników do świadomego spoglądania na niebo.*

*Niestety, z wielkim smutkiem musimy pożegnać naszego Kolegę współpracującego z Uranią od przeszło 40 lat,* ***śp. Stanisława Roberta Brzostkiewicza****. Robimy to piórem Krzysztofa Ziołkowskiego, długoletniego Redaktora „starej" „Uranii". Pan Stanisław zmarł w dniu 2 grudnia 1998 roku. Będzie nam Go bardzo brakowało.*

*Życzę Państwu przyjemnej lektury*

*Andrzej Woszczyk*

UNIWERSYTET
w Toruniu

*Toruń, w lutym 1999*

Szanowna Redakcjo!

Prenumeruję czasopismo „Urania-Postępy Astronomii" od numeru 1/98, a więc od chwili połączenia się obu wydawnictw. Uważam, że zaletą powstałego w ten sposób pisma jest jego uniwersalność. Każdy znajdzie w nim coś dla siebie. „Urania-PA" jest przeznaczona dla wszystkich miłośników astronomii — od początkujących, zupełnych laików (takich jak ja), do profesjonalistów.

Tak jak wielu czytelnikom, także i mnie podoba się Wasza kolorowa wkładka, na której umieszczacie najbardziej interesujące zdjęcia. Myślę, że ciekawym urozmaiceniem byłoby drukowanie „od czasu do czasu" plakatu przedstawiającego najpiękniejsze obiekty wszechświata. Jedna strona tego dodatku mogłaby być pusta, tak aby zdjęcia można było przykleić, np. na ścianie.

Bardzo ciekawym pomysłem jest konkurs „Czy znasz Układ Słoneczny?". Proponowałabym więcej takich rubryk.

Chętnie czytam artykuły poświęcone historii polskiej astronomii i najwybitniejszym jej przedstawicielom. To bardzo dobrze, że propagujecie naszą polską naukę. Myślę jednak, że dobrym pomysłem byłoby drukowanie biografii i artykułów o wybitnych astronomach z innych państw. Dobrze byłoby przybliżyć czytelnikom sylwetkę zmarłego niedawno Carla Sagana – świetnego astronoma i wspaniałego człowieka. Kolejnym, zmarłym niedawno wybitnym naukowcem, był Eugene Shoemaker. To bardzo smutne, że opuszczają nas tak niezwykli ludzie. Myślę, że warto im poświęcić kilka kart „Uranii-PA".

Z szacunkiem

***Małgorzata Michalak***
*Rawicz*

***Red.:*** *Dziękujemy za miłe słowa i ciekawe propozycje. O niektórych z nich już myśleliśmy w ubiegłym roku (np. plakat, kalendarz ścienny), ale nie starczyło środków na realizację tych pomysłów. Sylwetki astronomów od lat kreśliły „Postępy Astronomii" i stara „Urania" i dalej to robimy (vide nr 1 i 2 br). „Postępy Astronomii" z sylwetkami Carla Sagana (PA t.45 z.1 s.40) i Eugene Schoemakera (PA t.45 z.3 s.47) przesyłamy naszej Czytelniczce pocztą.*

***

Szanowna Redakcjo!

Proponuję utworzenie w „Uranii-PA" rubryki, która zawierałaby adresy ciekawych stron internetowych o tematyce astronomicznej wraz z krótkim opisem ich zawartości. Adres NASA zna chyba każdy, ja natomiast proponuję zajrzeć na stronę dotyczącą misji sondy NEAR, która w najbliższych dniach dotrze do celu, czyli planetoidy Eros.

Adres jest następujący: http://near.jhuapl.edu/

***Rafał Kosturek***
*Rzeszów*

***Red.:*** *Przy różnych okazjach podawaliśmy już ciekawe adresy internetowe, ale spodobała nam się idea utworzenia odpowiedniej rubryki i zaczynamy to robić już od tego numeru (s. 95 oraz 89 )*

***

Szanowny Panie Redaktorze,

Jestem czytelnikiem „Uranii-PA" za granicą i pragnę umieścić kilka moich uwag na Waszych stronach. (...)

Obecnie jestem emerytem i mam 61 lat. Szkoły ukończyłem w Polsce. We Francji przebywam od 30 lat. Należę tutaj do klubu astronomicznego, który jest jednym z najbardziej aktywnych w naszym regionie.

Od kilku lat astronomia stała się dla mnie pasją do tego stopnia, że przystąpiłem do budowy teleskopów. Nie do sprzedania, lecz dla własnej przyjemności.

Dowiaduję się o problemach „Uranii", ale kto ich dzisiaj nie ma! Tutaj również niektóre czasopisma mają problemy. (...) Czytając piąty numer „Uranii-PA" i jego rubrykę „Czytelnicy piszą" muszę stwierdzić, że niektórzy mają bardzo dobre propozycje i ja również pragnę dołączyć swoje.

W obecnym czasie wszyscy opierają się na zasadzie, że nie trzeba czekać na klienta, lecz należy wyjść mu naprzeciw. Jedynym sposobem jest reklama. Należy przedstawić czytelnikom w największej ilości punktów sprzedaży prasy w Polsce jakość tego czasopisma i do kogo jest adresowane (...) Właśnie Pan Jerzy Zagrodnik z Krosna pisał, że aby przyciągnąć większą rzeszę czytelników, nie należy zamieszczać artykuły tylko na wysokim poziomie, lecz również dla początkujących. Zadaję sobie pytanie, dlaczego wydawnictwo „Uranii-PA" nie sprzedaje niektórych przedmiotów potrzebnych do uprawiania astronomii, aby polepszyć swoją sytuację finansową? Na przykład mapy obrotowe nieba, które są tak potrzebne początkującym. Wystarczy taka mapa i dobra lornetka, aby zobaczyć dużo ciekawych rzeczy na niebie.

(...) Wysyłam artykuł w odpowiedzi na list Pana Adama Mierzejewskiego z Chorzowa na temat zwierciadeł do teleskopów, myślę, że o to Mu chodzi.

Przygotowuję artykuł pt. „Mistyka i rzeczywistość kamery CCD", w którym przedstawię to, co usłyszałem na ten temat na dużym zjeździe astronomów zawodowych i amatorów w Zachodniej Francji tego roku.

Pragnę również napisać o typach teleskopów – opisać ich wady i zalety.

***Edward Gac***
*Trelaze (Francja)*

***Red.:*** *Bardzo dziękujemy naszemu Czytelnikowi z Francji za interesujący list i zawarte w nim uwagi. Nasi Czytelnicy zauważyli zapewne publikowane wcześniej zdjęcia różnych obiektów niebieskich wykonane przez p. Edwarda oraz jego zdjęcie z własnoręcznie wykonanym teleskopem („Urania-PA" 2/98 s.91). Nadesłany tekst o zwierciadłach teleskopów już przekazaliśmy Panu Mierzejewskiemu. Czekamy na zapowiedziane artykuły i nowe zdjęcia.*

***

Дорогие друзья – любители астрономии с Polska!

Поздровляем Вас Всех с Новым Годом!

Желаем Вам каждую ночь много звёзд в глазах, а каждый день – солнце в руках!

Успех великолепной Uranie!

***Веселка Радева***
*Warna (Bułgaria)*

***Red.:*** *Serdecznie dziękujemy za miłe życzenia z Bułgarii i wzajemnie serdecznie pozdrawiamy naszą Czytelniczkę i całą miłośniczą brać z bliskiej nam Bułgarii. Przysłane „Słońca w rękach (Veselki?)" prezentujemy w „Galerii Uranii".*

**Tu może być reklama Twojej Firmy!**

Nasz cennik jest następujący:
cała strona kolorowa: 1000.00 zl
cała strona czarno-biała: 400.00 zl
Przy mniejszych formatach dla stron czarno-białych:
1/2 str.: 300.00 zł
1/4 str.: 200.00 zł
1/8 str.: 100.00 zł — ten rozmiar traktujemy jako najmniejszy „moduł". Podobnie jest ze stroną kolorową.
Istnieje możliwość negocjowania warunków.

**Zapraszamy na nasze łamy!**

**Zapraszamy na nasze internetowe strony!**

**http://urania.camk.edu.pl**

Reklamodawcom proponujemy miejsce dla reklamy ich produktów na dogodnych warunkach!

# Urania
POSTĘPY ASTRONOMII

(PL ISSN 0032-5414/ 0042-07-94)

Dwumiesięcznik poświęcony upowszechnianiu wiedzy astronomicznej. Czasopismo powstałe poprzez połączenie się **„Uranii"** — dotychczasowego miesięcznika PTMA, ukazującego się od 1922 roku i **„Postępów Astronomii"** — dotychczasowego kwartalnika PTA, wychodzącego od 1953 roku. Patronat: Polskie Towarzystwo Astronomiczne i Polskie Towarzystwo Miłośników Astronomii. Zachowana zostaje dotychczasowa numeracja „Uranii". Pismo jest częściowo finansowane przez KBN i Komitet Astronomii PAN.

**Redaktor Naczelny:**
Andrzej Woszczyk, CA UMK Toruń

**Zespół Redakcyjny:**
Marek Gołębiewski, CA UMK Toruń
Magdalena Kożuchowska, CAMK W-wa
Krzysztof Rochowicz, CA UMK Toruń
Roman Schreiber, CAMK Toruń

**Opracowanie graficzne i skład komputerowy:**
Jacek Drążkowski

**Korekta:**
Bożena Wyrzykowska

**Adres Redakcji:**
Uniwersytet M.Kopernika
ul.Chopina 12/18
87-100 TORUŃ
tel. (0-56) 611 30 52, 611 34 50
fax. (0-56) 62 19 381

**Poczta elektroniczna** (E-mail adress):
aw@astri.uni.torun.pl

**Adres WWW:**
http://urania.camk.edu.pl

**Druk:**
Zakład Poligraficzno-Wydawniczy
POZKAL, Inowrocław

**Dystrybucja:**
Barbara Gertner, CA UMK,
ul. Gagarina 11, 87-100 TORUŃ
tel. (0-56) 611 30 14
E-mail: basia@astri.uni.torun.pl

Prenumerata w roku 1999 kosztuje 36 zł. Można również zamawiać pojedyncze zeszyty w cenie 7.50 zł.

**Numer zamknięto w lutym 1999**



*** Materiałów nie zamówionych Redakcja nie zwraca, a wykorzystując zastrzega sobie prawo do ich redagowania i skracania * Przedruk materiałów i zdjęć tylko za zgodą Redakcji. * Opinie i poglądy formułowane przez Redakcję i Autorów nie reprezentują oficjalnego stanowiska obu patronujących nam Towarzystw ***


## W NUMERZE


52 ***Rola astronomii w edukacji i kulturze społeczeństwa***
Martin J. Rees
*Astronomia jest nauką podstawową, ale jest także najobszerniejszą z nauk o środowisku. Ma ona do odegrania — zwłaszcza w obecnych czasach oszałamiającego postępu technicznego — kluczową rolę w edukacji na wszystkich poziomach nauczania i w powszechnym rozumieniu praw przyrody.*

56 ***Czarne dziury w promieniach Roentgena (cz. I)***
Marek Gierliński, Andrzej A. Zdziarski
*Czarne dziury narodziły się w umysłach uczonych na długo przed tym, nim komukolwiek przyszło do głowy szukać ich na niebie. Już w roku 1783 brytyjski miłośnik astronomii, wielebny John Michell zauważył, że równania grawitacji Newtona przewidują istnienie gwiazd, których nie widać. Dziś coraz częściej stają się one dla nas koniecznym argumentem dla lepszego rozumienia otaczającego nas świata.*

62 ***Magnetary — ultramagnetyczne gwiazdy neutronowe***
Tadeusz Jarzębowski
*Magnetary — to nowy termin astrofizyczny określający młode gwiazdy neutronowe o potężnych polach magnetycznych. Ujawniają one naturę pulsarów, ale tylko w dziedzinie rentgenowskiej, a energię swą czerpią nie z rotacji ani akrecji materii, lecz z energii pola magnetycznego, z jego anihilacji. To one są odpowiedzialne za zjawisko wielokrotnych błysków gamma.*

68 ***Baza satelitarna ALFA***
Andrzej Marks
*Zaczęła się faza konkretnej, technicznej realizacji największego w dziejach ludzkości przedsięwzięcia kosmonautycznego. 20 listopada 1998 r. został wysłany na orbitę okołoziemską przez Rosjan podstawowy moduł międzynarodowej bazy satelitarnej ALFA, a 3 grudnia tzw. Węzeł 1 tej bazy wysłali Amerykanie.*

**teleskop kosmiczny Hubble'a obserwuje:** *Kolejne wpisy do planetarnej kartoteki (okł.II); Galaktyka NGC253 (wkł.I); Mgławica planetarna NGC3132 (wkł.I); Pozostałość supernowej SN1987A (okł.IV)*

**rozmaitości:** *Królewskie Obserwatorium Greenwich zamknięte (76); Krótkie spotkanie z Erosem (77)*

72 **PTA informuje:** *Komunikat PTA nr 3*

73 **poradnik obserwatora:** *Rosyjskie obiektywy–giganty*

74 **Galeria Mgławic Messiera:** *W ramionach Strzelca (M19 – M24)*

78 **w kraju:** *Pięć lat minęło..., a jednak się kręci!*

82 **In Memoriam:** *Stanisław Robert Brzostkiewicz (1930–1998)*

85 **elementarz Uranii:** *Letni spektakl na niebie*

90 **P.T. Miłośnicy Astronomii obserwują:** *Perseidy 1998*

93 **kalendarz astronomiczny '99:** *maj – czerwiec*

95 **ciekawe adresy internetowe...**

96 **konkurs:** *Czy znasz Układ Słoneczny? (cz. VI)*

96 **krzyżówka**


## NA OKŁADCE

*Położony w Drodze Mlecznej w odległości 5 tys. lat światła od nas obszar formowania się gwiazd RCW38 „sfotografowany" przy pomocy podczerwonego spektrografu obrazowego ISAAC (w pierwszą noc jego pracy) i teleskopu nr 1 VLT ESO w Chile w nocy 16/17 listopada 1998 r. Pole widzenia wynosi 2.5'×2.5', a rozdzielczość 0.4". Efekt barwny uzyskano przez złożenie obrazów otrzymanych w długościach fali Z (0.9 μm), H (1.65 μm) i Ks (2.16 μm). Widoczne promieniowanie jest mieszaniną światła gwiazd rozproszonego przez pyły oraz świecenia atomowego i molekularnego wodoru.*

Materiały dotyczące wyników obserwacji teleskopu kosmicznego Hubble'a uzyskano dzięki uprzejmości doktora F. Duccio Macchetto, przedstawiciela Europejskiej Agencji Kosmicznej (ESA) w *Space Telescope Science Institute* w Baltimore (USA)

Martin J. Rees

# Rola astronomii w edukacji i kulturze społeczeństwa

*Niniejszy artykuł jest spolszczonym tekstem wykładu jaki Sir Martin J. Rees wygłosił na zakończenie Kolokwium nr 162 Międzynarodowej Unii Astronomicznej na temat „Nowe trendy w nauczaniu astronomii", które odbyło się w lipcu 1996 roku na Uniwersytecie Londyńskim. Jak podkreśla Autor, nie jest to podsumowanie konferencji, ale spojrzenie na rolę astronomii w edukacji i kulturze współczesnego społeczeństwa z perspektywy naukowca-astronoma pracującego w Zjednoczonym Królestwie. Sprawozdanie z tej konferencji ukazało się drukiem w serii wydawnictw kongresowych MUA*. Polską wersję tego wykładu (z niewielkimi skrótami) publikujemy za zgodą organizatorów Kolokwium.*

### *Astronomia i młodzież.*

Przywrócenie właściwej rangi nauczaniu przedmiotów ścisłych jest ważne nie tylko dla przyszłych naukowców i inżynierów, ale dla każdego, kto będzie żył i pracował w świecie wprost naszpikowanym nowinkami technicznymi, coraz bardziej uzależnionym od zdobyczy techniki, korzystającym z jej dobrodziejstw i narażonym na ich kaprysy. Wybór kierunku kształcenia w starszych klasach szkoły średniej nie powinien być nieodwołalny. Wielu naukowców podkreśla potrzebę poszerzenia programów nauczania 16–18-latków, aby nie skazywać na izolację od nauk ścisłych i wiadomości technicznych młodzieży wybierającej klasy o kierunkach humanistycznych.

Zmiana nastawienia społecznego do nauk ścisłych będzie możliwa, jeśli uda nam się zachęcić dostatecznie wielu młodych ludzi do wybierania klas o kierunkach ścisłych. Nie uczynią tego, jeśli nie będą przekonani o atrakcyjności takiego wyboru. Rozczarują ich wykłady, które nie pobudzają wyobraźni, zniechęci świadomość, że ich nauczyciel zarabia mniej niż księgowy. Muszą odczuć, że nauki ścisłe trafiają w potrzeby ludzkości, wychodzą naprzeciw rozterkom etycznym naszego wieku. Inną sprawą jest rozpaczliwie niski odsetek dziewcząt wybierających klasy matematyczne i technika. Pozostanie on tak niski, dopóki nie stworzy się możliwości zmiany kierunku kształcenia wybranego w wieku 16 lat.

Astronomia szczególnie łatwo może przyciągać młodych ludzi. Wzbudza zainteresowanie szerokiej publiczności, nie straszy konsekwencjami swoich badań. Ma pod tym względem przewagę nad genetyką i nad fizyką jądrową. Pobudza wyobraźnie błyskotliwych uczniów i studentów. Niedawno przeprowadzono interesujące badania wśród tych, którzy wybrali w I semestrze studiów na brytyjskich uniwersytetach wykład z fizyki. Zapytano, co wpłynęło na ich wybór. Fascynacja astronomią i przestrzenią kosmiczna zajęły wysokie miejsca w tym „rankingu". Na wybory młodzieży mieli wpływ ich nauczyciele, przeczytane książki popularne i czasopisma. Podręczniki szkolne nie odegrały większej roli.

Astronomia powinna stanowić część oficjalnego programu nauczania w szkołach. Młodzi ludzie mają chłonne umysły, żywo reagują i są doskonałymi adresatami inicjatyw nieformalnych. Jest wiele nowych dróg wspomagających i indywidualizujących kontakty naukowców z młodzieżą szkolną. Lista możliwości wciąż się poszerza: rozwój telekomunikacji umożliwił zdalny dostęp do nowoczesnego oprzyrządowania, do komputerów w dużych ośrodkach naukowych, tak że indywidualni odbiorcy — zarówno miłośnicy astronomii, jak i młodzież szkolna — mogą za pośrednictwem Internetu uczestniczyć w bieżących odkryciach naukowych.

Rzeczywistość wirtualna stwarza instytucjom naukowym nowe możliwości. Powstaje jednak pytanie, czy ta „rzeczywistość" ma uzupełniać i wspomagać proces edukacji, czy też miałaby zostać bardzo powierzchownym substytutem tradycyjnej, namacalnej rzeczywistości? Naukowcy spędzają już często większość czasu pracy w przestrzeni cybernetycznej, mając niemal natychmiastowy kontakt z kolegami i współpracownikami na całym świecie, wymieniając informacje i przygotowując publikacje do druku. (Nie znaczy to wcale, że konferencje naukowe są niepotrzebne!) Błyskawiczny dostęp do informacji zmienia nasz sposób uprawiania nauki, zmienia hierarchię celów i wartości. W najgorszym

* *New Trends in Astronomy Teaching, Ed. L. Gouguenheim, D. McNally and J. R. Percy, Cambridge University Press, 1998*

razie szybki przepływ informacji tylko ułatwia żmudną pracę, w najlepszym — może dać nadzwyczaj silne narzędzie pracy do ręki, zwłaszcza naukowcom w krajach rozwijających się, o ile zdołają zdobyć fundusze potrzebne, by sfinansować dostęp do globalnej sieci komputerowej.

### *Społeczny odbiór nauk ścisłych*

Jako przewodniczący istniejącego od 1830 roku Brytyjskiego Towarzystwa Krzewienia Wiedzy zetknąłem się bezpośrednio z problemami popularyzacji nauki .

Gdy patrzymy na propagowane wówczas osiągnięcia naukowców i wynalazców z czasów wiktoriańskich, to według dzisiejszych standardów wydają się one niewielkie. A jednak wpływ Brytyjskiego Towarzystwa Krzewienia Wiedzy na poziom wiedzy społeczeństwa był znaczny. Wspaniałe muzea narodowe i miejskie tworzone w XIX wieku, będące świątyniami odkryć i wynalazków, pochłaniały znaczne jak na owe czasy sumy. **Nasi przodkowie wierzyli, że nauka i technika zasługują na szersze zainteresowanie, że nauka jest częścią naszej kultury, a jej zastosowania powinny wszystkich obchodzić**. Nauka i technika cieszyły się dużym poważaniem. Większość ludzi słyszała o wielkich budowniczych, pamiętała ich nazwiska, podczas gdy obecnie trudniej byłoby wymienić żyjących współcześnie inżynierów, chociaż ich dzieła są o wiele wspanialsze od tych z ubiegłych wieków.

Nie tylko praktycy, ojcowie dobrobytu, zaskarbiali ogólny podziw. Wspomnijmy Darwina: jego wizjonerskie badania nie miały zastosowania praktycznego, a tymczasem zdobył on społeczny szacunek, gdyż zmienił przekonania ludzi co do ich miejsca w przyrodzie. Szerokim zainteresowaniem w czasach wiktoriańskich cieszyły się ekspedycje naukowe i odkrycia dokonywane w najodleglejszych zakątkach Ziemi. Być może to właśnie astronomia i kosmologia odgrywają we współczesnej kulturze rolę podobną do tej, jaką darwinizm i ekspedycje do odległych krain odgrywały 100 lat temu. Możemy badać Kosmos i poszukiwać źródeł życia. Eksploracja przestrzeni międzyplanetarnej przy pomocy teleskopów i sond kosmicznych odbywa się praktycznie na oczach całego świata. Tak jak kiedyś Darwin przyciągał zainteresowanie społeczne, tak teraz przyciągają uwagę odkrycia astronomiczne, które umiejscawiają początek Naszej Planety na skali historii całego Wszechświata.

Załogowe loty kosmiczne stanowią najbardziej widowiskową i najkosztowniejszą formę badań Kosmosu. Program Apollo był olśniewającym produktem ubocznym wyścigu zbrojeń w dobie zimnej wojny. Tymczasem obecnie stacja kosmiczna NASA ani nie wzbudza takiego podziwu, ani nie jest stopniem pośrednim w dążeniu do porywającego wyobraźnię mas odległego celu. Uderzające, jak zmienia się odbiór programu Apollo. Podobnie jak inne osoby będące obecnie w wieku średnim, wzrastałem w przekonaniu, że „człowiek na Księżycu" to koncepcja futurystyczna. Stała się ona rzeczywistością w 1969 roku, zaś ostatnie lądowanie na Księżycu odbyło się w 1972 roku. Nikt w wieku poniżej 35 lat tego nie pamięta. Dla współczesnej młodzieży, dla moich studentów, jest to odległy epizod historyczny. **Oni wiedzą, że Amerykanie wylądowali na Księżycu, tak samo jak wiedzą, że to Egipcjanie wybudowali piramidy**. Patriotyzm jako motyw działania jest dla nich niezrozumiały w obu przypadkach. Ostatni film o Apollo 13, o misji, która omal nie zakończyła się katastrofą, opisuje według nich świat równie zacofany pod względem technicznym i rządzący się równie niedzisiejszymi wartościami moralnymi, co tradycyjne westerny.

Jaki jest więc stosunek społeczeństwa do nauki, do inżynierii, do techniki? Widzieliśmy wszyscy różne quizy, które sprawdzają stan wiedzy uczestników. Niekiedy takim testom bywają poddawane, ku ich niezmiernemu zawstydzeniu, osoby znane z życia publicznego. **Smutno stwierdzić, że poglądy astronomiczne naszych prominentów bywają przedkopernikowskie, a czasem nie odróżniają oni protonu od proteiny**. Mogą się usprawiedliwiać twierdząc, że takie fakty same w sobie nie są istotne. Ważne jest, aby każdy z nas miał umiejętność poruszania się w otaczającym nas świecie, korzystania ze zdobyczy techniki i, choćby przybliżonego, rozumienia zjawisk, jakie obserwuje i podziwia, bez odwoływania się do zabobonów. Abyśmy umieli współuczestniczyć w kształtowaniu kierunków rozwoju nowych technologii i ich zastosowań.

Pewien podstawowy zasób wiedzy potrzebny jest każdemu, aby ocenić, czy różne głośne osiągnięcia naukowe są wiarygodne czy nie. Podczas hałaśliwych dyskusji nie zawsze używa się wyważonych argumentów. Z jednej strony większość tematów, które dotyczą wprost naszej codzienności, wzbudza także szczere zainteresowanie naukowców poprzez swoją złożoność i konieczność optymalizacji wpływu wielu wzajemnie ze sobą powiązanych czynników. Z drugiej strony na przykład etyczne i społeczne konsekwencje zniszczenia środowiska powinny być szeroko omawiane i dyskutowane nawet przez ludzi, którzy nauki nie rozumieją i nie są nauką jako taką specjalnie zainteresowani. To samo dotyczy także np. etycznych implikacji badań biomedycznych.

### *Środki masowego przekazu*

Długa jest tradycja popularyzowania nauki w Wielkiej Brytanii. Pierwszymi popularyzatorami astronomii byli Eddington i Jeans, a dziś ich następcami są słynni na całym świecie Stephen Hawking i Patrick Moore. Autorzy o podobnie silnych osobowościach popularyzują też inne dziedziny nauki. Mamy także długą tradycję dziennikarstwa naukowego. Jednak dziennikarze-zapaleńcy napotykają na przeszkodę: gdy chodzi o teksty dotyczące nauk ścisłych, wydawcy uparcie traktują swoich czytelników jak świeżo upieczonych absolwentów szkoły podstawowej. Ci sami wydawcy nie wahają się publikować profesjonalne teksty dotyczące sztuki lub ekonomii, a tłumaczenie terminów muzycznych uznają za obraźliwe dla czytelników. Ponad połowa czytelników tych szacownych dzienników to osoby o wykształceniu ścisłym i inżynierowie. Niestety, wydawcy i politycy, którym często brak podstawowej wiedzy technicznej, mają decydujący wpływ na media. Należałoby lepiej wykorzystać nieoczekiwane powodzenie „stron komputerowych" wielu gazet, powodzenie, które tak zaskoczyło wielu wydawców. Podobne zadziwienie wzbudził zapał w przeprowadzaniu domowych ćwiczeń z komputerem, wskazujący na wrodzone talenty młodzieży nie „obciążonej" jeszcze formalnym nauczaniem informatyki. ☞

Organizacje rządowe w Wielkiej Brytanii, towarzystwa naukowe, stowarzyszenie inżynierów różnych zawodów i inne gremia zachęcają oficjalnie do popularyzacji nauki. Jest to jeden z elementów ich działalności statutowej. Zachęcają nawet do podejmowania inicjatyw tego typu, oferując skromne wsparcie finansowe. Komitet Badań Naukowych Fizyki Cząstek Elementarnych i Astronomii, organ finansujący badania naukowe, traktuje popularyzację bardzo poważnie i zachęca wszystkich astronomów i fizyków cząstek elementarnych do wykorzystania każdej sposobności w celu popularyzacji wyników ich pracy. Komitet ten traktuje upowszechnianie wyników prac naukowych jako spłatę swoistego długu wobec społeczeństwa finansującego kosztowne eksperymenty, których wyniki stosunkowo trudno spożytkować w codziennym życiu. Z drugiej strony stosunkowo łatwo popularyzować te dziedziny, bo cieszą się szerokim zainteresowaniem. Wyrażenie „społeczny odbiór nauk ścisłych" nie brzmi najlepiej. Fałszywie też sugeruje istnienie linii podziału między nauką i ogółem społeczeństwa, między wtajemniczonymi i niewtajemniczonymi. Społeczeństwo ludzi dorosłych jest bardzo zróżnicowane. My wszyscy stanowimy jego część. Pracownicy naukowi specjalizujący się w jednej dziedzinie wiedzy są jednocześnie laikami w innych dziedzinach. Astronomowie, jak wszyscy, domagają się popularnego przedstawienia np. tematów biomedycznych. I odwrotnie, wielu odbiorców popularnonaukowej literatury astronomicznej może posiadać szeroką wiedzę w innych dziedzinach.

Audycje radiowe i artykuły w prasie dotyczące astronomii wzbudzają mój podziw dla dziennikarzy, którzy z powodzeniem piszą o wielu dziedzinach i to piszą pośpiesznie, aby w krótkich terminach dostarczyć swe teksty do redakcji. Wiem sam z doświadczenia, znanego zapewne większości z obecnych tu na konferencji osób, jak trudno jest wytłumaczyć bez szczegółów technicznych nawet coś z dziedziny, w której jest się specjalistą. Na ogół nauka zasługuje sobie tylko na nagłówek albo miejsce w wiadomościach telewizyjnych, prędzej jako tło niż jako wiadomość sama przez się. W rzeczywistości informacje dotyczące nowych odkryć i streszczenia wyników, dające się łatwo podsumować

jakimś chwytliwym zdaniem, mają szansę przebić się na antenę. Naukowcy nie mogą jednak uskarżać się na złe traktowanie, podobnie jak powieściopisarze i kompozytorzy, których utwory nie są materiałem do nowinek dziennikarskich. Miejsce nauki jest raczej w czasopismach naukowych niż w wiadomościach. Opisy odkryć astronomicznych i z innych dziedzin nauki bywają też zniekształcane, stąd niektóre instytucje, jak np. NASA, szczególnie dbają o kontakt z prasą. Niestety, naukowcy sami nie są obiektywni w stosunku do swych dokonań, stąd też dziennikarze muszą być w stosunku do nich równie sceptyczni, jak w stosunku do polityków.

W ubiegłorocznej ankiecie redakcja „Daily Telegraph" zapytywała swych czytelników, jakie tematy powinny być szerzej omawiane na łamach prasy. Na pierwszym miejscu była „medycyna" oraz „nauka i wynalazki", a zaraz potem „zbrodnie". Często mówimy, że nauka ma być związana z życiem codziennym. Jest to słuszne, ale tylko do pewnego stopnia, gdyż często to właśnie absolutnie oderwane od życia codziennego problemy najbardziej fascynują ludzi. Dinozaury są ciągle popularnym tematem, odkąd zostały odkryte przez Richarda Owena w 1841 roku. Kosmologia i astronomia wzbudzają powszechne zainteresowanie na równi z badaniami nad początkami ludzkości. A wszystko to jest jednakowo fascynujące, choć pozornie zupełnie oderwane od życia codziennego.

Jak już podkreślałem, odczuwam głęboki podziw dla zawodowych popularyzatorów. Ale wielu z nas, zawodowych astronomów (lub przedstawicieli innych gałęzi nauki) poświęca sporo czasu na popularyzację, przedstawiając naszą pracę szerokiej publiczności. Ja sam odczuwałbym znacznie mniejsze zadowolenie z mojej pracy, gdyby interesowała ona tylko paru innych specjalistów. **Popularyzacja to pewne intelektualne wyzwanie, które podobnie jak nauczanie, bywa znacznie trudniejsze na poziomie podstawowym niż na bardziej zaawansowanym.**

Jaka by nie była reakcja słuchaczy, takie doświadczenie jest na pewno ważne dla nas, wykładowców. Pomaga nam nabrać dystansu do własnej pracy. Pracownicy naukowi — z dziedziny astronomii czy innej — zazwyczaj nie mają określonego bezpośrednio wielkiego celu. O ile nie są geniuszami (lub oszustami), ograniczają się do niewielkich problemów, które wydają się osiągalne i są na czasie. To jest strategia, która się opłaca. Ale zawiera ona także ryzyko: możemy zapomnieć, że nasze wysiłki tylko wtedy mają sens, gdy stanowią krok w kierunku zrozumienia jakiegoś

zagadnienia fundamentalnego, podstawowego. Arno Penzias, współodkrywca wraz z Wilsonem promieniowania tła, dokonał rzeczywiście wielkiego odkrycia. Ale powiedział, że sam nie doceniał w pełni jego wagi, zanim nie przeczytał popularnego opisu w „New York Times". Nie powinniśmy zbytnio upraszczać, ale nie powinniśmy też być zbyt dogmatyczni. **Niels Bohr mówił, że powinno się mówić tak jasno, jak się myśli, ale nie bardziej.** Jest to dobra zasada, chociaż sam Bohr jej nie przestrzegał, pomrukując cicho i niezrozumiale!

Często ludzie zadają nam podstawowe pytania, jak np. czy istnieje życie we Wszechświecie? Czy Wszechświat będzie istniał wiecznie? Czemu Wielki Wybuch nie nastąpił wcześniej? To nam przypomina o naszej niewiedzy. Ale gdy specjalista nie wie, co ma odpowiedzieć, to wtedy zmniejsza się przepaść pomiędzy nim a jego audytorium.

Oczekiwanie, aby wczesne etapy rozwoju Wszechświata były dokładnie znane, może wydawać się wygórowane. Trzeba jednak pamiętać, że kosmologia jest bardzo wdzięczną do popularyzacji dziedziną wiedzy. Wewnątrz gwiazdy (a także we wczesnych stadiach rozwoju Wszechświata) warunki są tak ekstremalne, że wszystko jest sprowadzone do składników atomowych, którymi rządzą proste prawa fizyki. To nie rozmiary ciał niebieskich, a złożony charakter zagadnień występujących w badanych obiektach utrudnia nam ich rozumienie. **Zrozumienie żaby jest znacznie trudniejszym intelektualnym wyzwaniem niż zrozumienie gwiazdy czy wczesnego etapu rozwoju Wszechświata.** Atomy, które utworzyły młodą Ziemię, pochodzą z pyłu gwiezdnego, a zrozumienie tego faktu stało się tryumfem nauki XX wieku. A tymczasem wyjaśnienie, jak te atomy musiały się zmieniać, poprzez darwinowską selekcję w bardziej złożone formy, a dalej stworzenia, jest nie kończącym się pytaniem, na które dopiero zaczęliśmy udzielać odpowiedzi. Taka perspektywa powinna ustrzec nas przed zbyt wczesnym triumfalizmem, przed przesadnym twierdzeniem, że wiele zagadnień w przyrodzie już dobrze rozumiemy. Przy okazji — w kosmologii, jak i w innych dziedzinach wiedzy, należy odróżnić problemy dobrze znane, jak np. ogólna ewolucja gwiazd czy ekspansja Hubble'a, od mniej znanych, jak fizyka najwcześniejszych stadiów Wszechświata. Podobnie jak kosmologia, istnieją także inne bardziej „dostępne" problemy w astronomii.

## *Astronomia na poziomie uniwersyteckim*

Na obecnej konferencji zajmowaliśmy się wieloma aspektami nauczania astronomii na poziomie uniwersyteckim. Wstępny, ogólny wykład astronomii w USA jest wielce wartościowym wykładem, gdyż podaje współczesną wiedzę i wyniki bieżących badań na elementarnym poziomie. Mamy tu też przewagę nad kursami fizyki, chemii czy też biologii molekularnej, gdyż istnieją już doskonałe podręczniki podstaw astronomii. W Wielkiej Brytanii sytuacja jest inna, wykłady na uniwersytetach są bardziej specjalistyczne. Na kierunkach humanistycznych nie ma wykładów z nauk ścisłych. Rozpoczęto jednak nauczanie astronomii w połączeniu z fizyką na studiach magisterskich. Wiele uniwersytetów (jednym z pierwszych był Uniwersytet w Londynie) daje dyplom łączony: fizyka i astronomia. Astronomia wzbogaca studia fizyki, a jej włączenie do programu studiów fizycznych zwiększyło ilość kandydatów na ten kierunek studiów.

## *Uwagi socjologiczne*

Astronomowie mają także, jak sądzę, pewną misję do wypełnienia wobec kolegów z innych dyscyplin naukowych: powinni im przekazywać, w jaki sposób rozumieją istotę badań naukowych.

Droga, jaką zbliżamy się do rozwiązania postawionego problemu, to, jakie problemy bardziej przykuwają naszą uwagę, jakiego rodzaju tłumaczenia bardziej przemawiają, jakie pola badań bardziej przyciągają finansowanie, zależy od szeregu czynników: politycznych, socjologicznych i psychologicznych. Niektóre projekty badawcze, zwłaszcza wielkie przedsięwzięcia międzynarodowe, stanowią na ogół produkt uboczny działań prowadzonych w innym celu. Badanie przestrzeni kosmicznej jest produktem ubocznym rywalizacji supermocarstw i związane jest z szerokim programem zastosowania techniki. Superkomputery też powstawały trochę obok naszych głównych zainteresowań, ale zmieniły bardzo wiele w naszej rzeczywistości badawczej.

Docenienie roli spełnianej przez społeczne i polityczne czynniki w rozwoju nauki może wiele wyjaśniać. Pracownicy naukowi mogą stanowić też interesującą grupę do badań w dziedzinie antropologii kulturowej. Dla nas, znajdujących się w tym środowisku, produkcja naukowa wydaje się być niezależna od uwarunkowań kulturowych. Nie udało nam się jeszcze ustalić, jak to w USA przypomina nam Gerard Holton w swych elokwentnych dziełach, roli nauk ścisłych w środowisku intelektualistów innych specjalności.

Steven Weinberg w swej książce „Sny o Teorii Ostatecznej" przytoczył taką metaforę: ***„Grupa osób wspinających się na szczyt może toczyć spór na temat najlepszej drogi, a ich argumenty będą związane z historią i strukturą społeczną całej ekspedycji; w końcu albo znajdą właściwą drogę na szczyt, albo nie, ale gdy tam się znajdą, to już ją znają".*** Może podam jeszcze inną analogię. Fascynującym zagadnieniem jest badanie, jak na rozwój muzyki (np. stosunek muzyki operowej do liturgicznej czy wzrost ilości kompozycji orkiestrowych, które wzięły się z przejścia od finansowania prywatnego do koncertów publicznych) wpływały czynniki społeczne i ekonomiczne. Jest to już jednak zagadnienie uboczne w stosunku do istoty samej muzyki.

## *Wnioski*

Astronomia jest nauką podstawową, ale jest także najobszerniejszą z nauk o środowisku. Ma ona do odegrania — zwłaszcza w obecnych czasach oszałamiającego postępu technicznego — kluczową rolę w edukacji na wszystkich poziomach nauczania i w powszechnym rozumieniu praw przyrody, a głównie fizyki. Zapewne wszyscy opuścimy konferencję ze świadomością radości, jaką daje zdobywanie wiedzy. I z odnowionym przekonaniem o potrzebie szerokiego, coraz szerszego, propagowania zdobytej wiedzy i rozumienia otaczającego nas świata.

*(tłumaczyła C. Iwaniszewska)*

***Prof. Martin J. Rees, Astronom Królewski, pracuje w Instytucie Astronomii w Cambridge, Anglia. Jego zainteresowania badawcze koncentrują się wokół struktury Galaktyki i kosmologii.***

Marek Gierliński
Andrzej A. Zdziarski

część I

# Czarne dziury w promieniach Roentgena

***Czarne dziury narodziły się w umysłach uczonych na długo przed tym, nim komukolwiek przyszło do głowy szukać ich na niebie. Już w roku 1783 brytyjski miłośnik astronomii, wielebny John Michell zauważył, że równania grawitacji Newtona przewidują istnienie gwiazd, których nie widać. Jego rozumowanie było niezwykle proste: jeżeli prędkość ucieczki z powierzchni gwiazdy przekracza prędkość światła, to nawet światło uciec nie może i gwiazda dla oddalonego obserwatora pozostanie czarna. Dziś wiemy, że równania Newtona nie opisują poprawnie bardzo silnej grawitacji, jednak dziwnym zrządzeniem losu rezultat otrzymany przez Michella jest jak najbardziej prawidłowy. Przyjrzyjmy się mu bliżej.***

## Co to jest czarna dziura?

Rozważmy gwiazdę (albo planetę) o masie $M$ i promieniu $R$. Prędkość ucieczki jest to minimalna prędkość, jaką należy nadać danemu ciału, aby na zawsze wyrwało się z grawitacyjnych objęć gwiazdy. By tego dokonać, energia kinetyczna ciała ($mv^2/2$) musi przekroczyć energię potencjalną ($GMm/R$) niezbędną do przeniesienia go z powierzchni gwiazdy do nieskończoności. Porównując te dwie energie, otrzymamy znany ze szkoły wzór na prędkość ucieczki:

$$v_u = \sqrt{\frac{2GM}{R}}$$

Jak widać, $v_u$ zależy wyłącznie od masy i promienia gwiazdy (albo planety), nie zależy natomiast od masy uciekającego obiektu. Tabela 1 pokazuje prędkość ucieczki dla kilku przykładowych obiektów.

Światło ma prędkość... światła, czyli $c$. Jeżeli prędkość ucieczki przekracza $c$, to nawet światło nie zdoła się wydostać z gwiazdy. Porównując prędkość ucieczki z prędkością światła, $v_u = c$, otrzymujemy wzór na maksymalny promień gwiazdy, z której światło nie jest w stanie uciec:

$$R_S = \frac{2GM}{c^2} \qquad (1)$$

Zauważmy, że ów promień zależy wyłącznie od masy obiektu, żadne inne własności fizyczne nie mają znaczenia. Każda materia o masie $M$ ściśnięta do kuli o promieniu mniejszym od $R_S$ staje się niewidoczna dla obserwatora zewnętrznego: zamienia się w czarną gwiazdę albo — jak to mówimy dzisiaj — *czarną dziurę*. Elementarne rachunki przekonują nas, że promień $R_S$ jest niezwykle mały. Spójrzmy do tabeli 2. Aby nasze Słońce zamienić w czarną dziurę, należałoby jakimś cudem całą jego masę ścisnąć w kuli o promieniu ledwie trzech kilometrów.

W początkach dwudziestego wieku Albert Einstein sformułował nowoczesną teorię grawitacji, daleko wykraczającą poza fizykę Newtona. Równania, które podał,

$$R_{\mu\nu} - \frac{1}{2} R g_{\mu\nu} = \kappa T_{\mu\nu}$$

mówią mniej więcej tyle, że geometria czasoprzestrzeni (lewa strona równań) jest zdeterminowana przez rozkład materii (prawa strona). Równania Einsteina są paskudnie nieliniowe i potrafimy je analitycznie rozwiązać tylko w pewnych szczególnych przypadkach. Rozwiązania między innymi wyjaśniły niezrozumiały przedtem ruch peryhelium Merkurego oraz przewidziały soczewkowanie grawitacyjnie i promieniowanie grawitacyjne, potwierdzone późniejszymi obserwacjami. W roku 1916 niemiecki astronom Karl Schwarzschild, przebywając jako ochotnik na froncie rosyjskim, rozwiązał równania Einsteina dla prostego przypadku symetrii sferycznej, otrzymując czarne dziury.

Czarna dziura, paradoksalnie, jest najprostszym ciałem niebieskim we Wszechświecie: jej własności są całkowicie określone przez masę, moment

pędu i ładunek elektryczny, choć ten ostatni jest równy zeru w przypadku rzeczywistych ciał niebieskich. Nie ma większego sensu mówić o składzie chemicznym czy strukturze wnętrza, czarna dziura nie ma atmosfery, magnetosfery, ba, nie ma nawet powierzchni w powszechnym rozumieniu tego słowa. W jej centrum znajduje się rzecz dla wielu ludzi niepojęta — *osobliwość*, w której krzywizna czasoprzestrzeni jest nieskończona. Sfera o promieniu $R_S$ wokół osobliwości wyznacza tak zwany *horyzont zdarzeń*, spod którego nic nie może uciec, nawet światło. Horyzont zdarzeń nie jest żadnym fizycznym obiektem, którego można dotknąć. Jest to jedynie matematyczna, abstrakcyjna granica, rozdzielająca dwa światy: nasz zewnętrzny od tego w środku. Łączność między nimi może być tylko jednokierunkowa. Do czarnej dziury wpaść całkiem łatwo, wydostać się z niej nie sposób.

Najciekawsze w tym wszystkim jest, że wzór na promień czarnej dziury, zwany dziś *promieniem Schwarzschilda*, wyprowadzony przy użyciu starej, dobrej — szkolnej, chciałoby się rzec — fizyki Newtona jest dokładnie taki sam, jak promień horyzontu zdarzeń wynikający z nowoczesnej i skomplikowanej Ogólnej Teorii Względności (OTW). Jego podstawowa własność jest także identyczna: masa ściśnięta do rozmiarów swego promienia Schwarzschilda przestaje świecić i staje się czarną dziurą. A wydawałoby się, że równania Newtona zupełnie załamują się w przypadku silnej grawitacji...

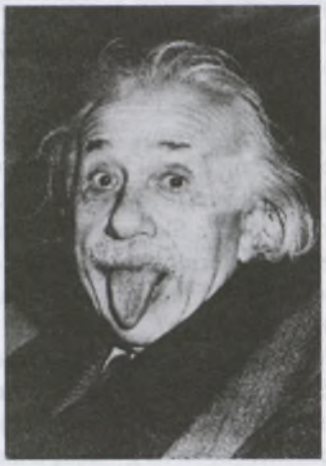
Warto na marginesie skomentować pewien mit, dość powszechnie pokutujący pośród niezorientowanych w tej dziedzinie. Otóż czarna dziura nie jest, jak to się często sugeruje, żadnym kosmicznym potworem, gotowym wessać i połknąć co najmniej całą galaktykę albo i najchętniej cały Wszechświat razem z naszą starą Ziemią, z ludźmi, psami, kotami, drzewami, dziennikarzami i czytelnikami prasy brukowej włącznie. Owszem, jeśli co spadnie bezpośrednio na czarną dziurę, zostanie pochłonięte na zawsze, ale wcale nie tak łatwo trafić w gwiazdę o promieniu kilkudziesięciu kilometrów. Z większej odległości czarna dziura zachowuje się jak każda inna masa. Gdyby w miejscu naszego Słońca umieścić czarną dziurę o takiej samej masie, to nic szczególnego by się nie stało. No, może z taką różnicą, że zrobiłoby się ciemno, zimno, atmosfera na Ziemi by zamarzła i ludzkość wymarła. Ale planety Układu Słonecznego niewzruszenie krążyłyby po swych orbitach, jak dawniej.

## Jak zobaczyć czarną dziurę?

Wiele zjawisk, przewidywanych przez Ogólną Teorię Względności, potwierdzono empirycznie. Na przykład obserwowany ruch peryhelium Merkurego znakomicie zgadza się z prognozami teoretycznymi, a światło odległych gwiazd ugina się nieco w pobliżu Słońca, co dostrzeżono w trakcie całkowitego zaćmienia. Czy wobec tego czarne dziury — również wywiedzione z OTW — naprawdę istnieją gdzieś tam we Wszechświecie? Zanim spróbujemy odpowiedzieć na to pytanie, zastanówmy się, czy czarną — nomen omen — dziurę można w ogóle zobaczyć? Co prawda angielski fizyk Steven Hawking wykazał, że efekty kwantowe prowadzą do tak zwanego parowania czarnej dziury, dzięki któremu nie jest ona tak całkiem czarna i ociupinę świeci. Aliści promieniowanie Hawkinga jest wyjątkowo nikłe. Czarna dziura o masie $M$ świeci jak ciało doskonale czarne o temperaturze

$$T = \frac{\hbar c^3}{8\pi k G M}.$$

Łatwo policzyć, że czarna dziura o masie dziesięciu Słońc wysyłać będzie fotony o temperaturze ledwie $6\times10^{-9}$ K, a im większa masa, tym temperatura niższa. W praktyce jest to emisja niemożliwa do jakiejkolwiek detekcji. Potencjalny poszukiwacz czarnych dziur staje wobec sytuacji — zdawałoby się — beznadziejnej.



Albert Einstein (1879–1955)

Karl Schwarzschild (1873–1916)

Skoro samej poszukiwanej nie widać, probierzem jej obecności może się stać okoliczna materia. Co więcej, dzięki silnej grawitacji może ona wyświecać niebywałe wręcz ilości energii. Aby się o tym przekonać, porównajmy kilka procesów produkcji energii. Zdefiniujmy *wydajność energetyczną* jakiegoś procesu jako stosunek wyzwolonej

**Tab. 1.** Prędkość ucieczki z różnych ciał niebieskich.

| Obiekt | Prędkość ucieczki |
|---|---|
| Księżyc | 2.4 km/s |
| Ziemia | 11.2 km/s |
| Jowisz | 60 km/s |
| Słońce | 600 km/s |
| Gwiazda neutronowa | ok. 200 000 km/s |

**Tab. 2.** Promień Schwarzschilda dla różnych obiektów.

| Obiekt | $R_S$ |
|---|---|
| Giewont | 0.001 Å |
| Księżyc | 0.1 mm |
| Ziemia | 9 mm |
| Jowisz | 2.8 m |
| Słońce | 3 km |
| $10^8$ Słońc | 300 min km = 2 j.a. |

w nim energii do energii spoczynkowej zużytego paliwa:

$$\eta = \frac{\text{Energia wyzwolona z masy } m}{mc^2}$$

Bardzo efektywny, zdawałoby się, proces chemiczny, jakim jest spalanie wodoru w tlenie, ma wydajność około $1.6\times10^{-9}$. Nasze Słońce świeci dzięki przemianie termojądrowej wodoru w hel. Reakcja ta osiąga wydajność 0.007. Czy to dużo?

Policzmy, ile energii można wyciągnąć z pola grawitacyjnego. Wyobraźmy sobie ciało o masie $m$, spadające z nieskończoności na gwiazdę o masie $M$ i promieniu $R$. W praktyce nie trzeba uciekać aż tak daleko, wystarczy oddalić się w miejsce, gdzie przyciąganie gwiazdy jest słabe w porównaniu z tym na powierzchni. Energia spadającego ciała wyniesie

$$E_p = \frac{GMm}{R}.$$

Gdyby ją w całości odzyskać, dostalibyśmy źródło energii o wydajności

$$\eta = \frac{E_p}{mc^2} = \frac{GM}{Rc^2} = \frac{1}{2}\frac{R_S}{R},$$

gdzie $R_S$ to znany nam już promień Schwarzschilda. Widać więc, że im bardziej zwarta jest gwiazda, im mniejszy jest jej promień w porównaniu z $R_S$, tym więcej energii można uzyskać z jej pola grawitacyjnego. Dla naszego Słońca stosunek $R_S/R$ jest bardzo mały i wynosi około $4\times10^{-6}$. Jednak czarna dziura, o promieniu $R_S$, może się stać potężnym źródłem energii. Ścisłe obliczenia pokazują, że dla nie obracającej się czarnej dziury wydajność wynosi około 0.06, czyli mniej więcej dziesięć razy tyle, co dla przemiany wodoru w hel. Jeżeli czarna dziura rotuje, wydajność wzrasta nawet do 0.42.

W istocie opadanie materii na czarną dziurę (lub inny zwarty obiekt, na przykład gwiazdę neutronową), czyli *akrecja* (od łacińskiego słowa *accretio*, oznaczającego wzrost, przybywanie), jest ważnym astrofizycznym źródłem energii. W jaki sposób? Kamień rzucony wprost na czarną dziurę zniknie pod jej horyzontem zdarzeń i nie przyniesie nam wielkiego pożytku. Inaczej będzie w przypadku opadającego gazu. Ma on zwykle pewien moment pędu, co sprawia, że opadając zaczyna krążyć wokół centrum po spirali, tworząc płaski *dysk akrecyjny*. W pobliżu czarnej dziury, gdzie grawitacja jest bardzo silna, gaz rozpędza się do niebagatelnej prędkości rzędu połowy prędkości światła. Dysk rotuje różnicowo, co oznacza, że prędkość kątowa pierścieni bliższych centrum jest większa od prędkości kątowej tych dalszych. Na skutek tarcia między kolejnymi pierścieniami gaz się rozgrzewa. Duża wydajność akrecji sprawia, że temperatura gazu w pobliżu czarnej dziury sięga milionów stopni. W tak wysokiej temperaturze gaz świeci w promieniach rentgenowskich.

## W poszukiwaniu czarnych dziur[1]

Nim spojrzymy na czarne dziury w promieniach rentgenowskich (inaczej zwanych promieniowaniem X), rozejrzyjmy się po niebie i zastanówmy, gdzie należy ich szukać. Okazuje się, że obserwacje optyczne (a także w podczerwieni i w ultrafiolecie) mogą dostarczyć nam cennych wskazówek, ba — wręcz przekonywujących dowodów na istnienie czarnych dziur w kosmosie. Podejrzewamy dziś występowanie przynajmniej dwóch klas tych obiektów. Pierwsza zawiera czarne dziury o masach od kilku do kilkudziesięciu $M_\odot$ (mas Słońca), związane w układach podwójnych z normalnymi, świecącymi gwiazdami. Druga grupa obejmuje olbrzymie czarne dziury o masach rzędu $10^6$–$10^9$ $M_\odot$, występujące w jądrach galaktyk.

### *Układy podwójne*

Układ podwójny gwiazd jest podejrzany o obecność czarnej dziury, jeżeli emituje silne promieniowanie rentgenowskie. Podobne własności mogą również przejawiać układy z *gwiazdą neutronową*, czyli dość egzotycznym obiektem złożonym z materii jądrowej o masie około 1–2 $M_\odot$, ale o wyjątkowo małym promieniu rzędu 10 km. Kryterium rozstrzygającym, z jakim obiektem mamy do czynienia, okazuje się jego masa. Równania stanu materii, z której złożona jest gwiazda neutronowa, mówią, że istnieje górna granica jej masy, powyżej której staje się niestabilna i musi się zapaść do czarnej dziury. Granicę tę oceniamy na około 2 $M_\odot$. Jeżeli więc mamy wątpliwości co do tożsamości podejrzanej, należy zmierzyć jej masę, by przekonać się, czy jest gwiazdą neutronową, czy też czarną dziurą.

Z pomocą przychodzą nam obserwacje optyczne. Od dawien dawna w astronomii znana jest metoda, pozwalająca na badanie układu podwójnego gwiazd, nawet gdy jego składników nie sposób rozdzielić w najsilniejszym teleskopie. Obserwując cykliczne przesunięcia linii w widmie układu, wywołane efektem Dopplera, można prześledzić ruch jego składników. Metoda jest skuteczna również — choć w mniejszym stopniu — gdy jednego ze składników w ogóle nie widać, co będzie miało miejsce w przypadku gwiazdy neutronowej bądź czarnej dziury. Niestety, pomiar masy nie jest wówczas taki prosty. W praktyce jedyną wielkością, którą jesteśmy w stanie bezpośrednio zmierzyć, jest tak zwana funkcja mas[2]:

$$f = \frac{M_1 \sin^3 i}{(1+M_2/M_1)^2},$$

gdzie $M_1$ i $M_2$ to masy składników układu, a $i$ jest kątem nachylenia płaszczyzny orbity do obserwatora. Problem polega na tym, że mamy tu trzy wielkości do rozwikłania i do ich wyznaczenia trzeba się posiłkować dodatkowymi, często niepewnymi informacjami. Masę widocznej gwiazdy możemy oszacować, znając jej typ widmowy, natomiast kąt nachylenia orbity daje się czasem określić z krzywej zmian blasku układu. Niestety, są to z reguły bardzo niedokładne oceny. Co gorsza, nie zawsze jesteśmy w stanie zmierzyć funkcję mas. Tym niemniej w chwili obecnej znamy jedenaście układów podwójnych, w których funkcja mas wskazuje na istnienie czarnej dziury (tabela 3).

Czarne dziury w układach podwójnych powstają jako końcowy etap ewolucji gwiazd o masach wielokrotnie przekraczających masę Słońca. Za swego aktywnego żywota taka gwiazda jest stabilna tylko dzięki temu, że jej własny niebotyczny ciężar, usiłujący ją zgnieść, jest podtrzymywany przez

[1] Polecamy również do przeczytania artykuł Bożeny Czerny o podobnej tematyce, który ukazał się w PA 1/1991, str. 24.

[2] O funkcji mas i jej zastosowaniach Czytelnik znajdzie więcej w artykule Macieja Mikołajewskiego w PA 2/1991, na stronie 62.

energię wyzwalaną w reakcjach jądrowych we wnętrzu. Dzięki przemianie wodoru w hel, a później helu w cięższe pierwiastki, gwiazda może przeżyć miliony lat. Jednak w pewnym momencie paliwo się wyczerpuje i równowaga we wnętrzu zostaje zachwiana. Nie podparty niczym ciężar gwiazdy wali się ku środkowi, a zewnętrzna otoczka jest odrzucana w spektakularnym wybuchu supernowej. Teraz wszystko zależy od masy gwiazdy. Jeżeli nie jest ona naprawdę bardzo masywna, siły jądrowe są w stanie zahamować dalszy kolaps i końcowym etapem ewolucji będzie gwiazda neutronowa. Powyżej pewnej granicy masy nic już nie jest w stanie powstrzymać zapadania się materii i gwiazda dokonuje żywota jako czarna dziura. Dzisiaj sądzimy, że gwiazda musi mieć na początku swego istnienia ponad 40 $M_\odot$, by stać się czarną dziurą. Nasze Słońce ma masę na tyle małą, że zakończy swą ewolucję jako biały karzeł.

Rysunek 1 pokazuje geometrię układu podwójnego z czarną dziurą (lub z gwiazdą neutronową). Materia wypływa z gwiazdy bądź poprzez przepełnioną powierzchnię Roche'a, bądź przez intensywny wiatr gwiazdowy. Następnie zaczyna opadać po spirali na obiekt zwarty, tworząc gorący dysk akrecyjny. Centralne obszary dysku świecą jasno w promieniach X. Warto uzmysłowić sobie kolosalną różnicę rozmiarów obu składników. Dla przykładu, silne źródło rentgenowskie Cygnus X-1 składa się z nadolbrzyma typu widmowego O9 i czarnej dziury o masie rzędu 10 $M_\odot$. Promień gwiazdy przekracza $10^7$ km, natomiast promień horyzontu czarnej dziury wynosi około 30 km. Gdyby stworzyć model tego układu, w którym nadolbrzym ma średnicę jednego metra, czarna dziura okaże się niewidoczną gołym okiem kropką o średnicy 3 mikrometrów. Mimo dramatycznej różnicy w rozmiarach, masy obu składników są podobne. Z drugiej jednak strony dysk akrecyjny wokół czarnej dziury ma średnicę porównywalną z nadolbrzymem.

**Tabela 3.** Układy podwójne gwiazd, prawdopodobnie zawierające czarną dziurę, dla których zmierzono funkcję mas. $M_1$ oznacza masę niewidocznego składnika.

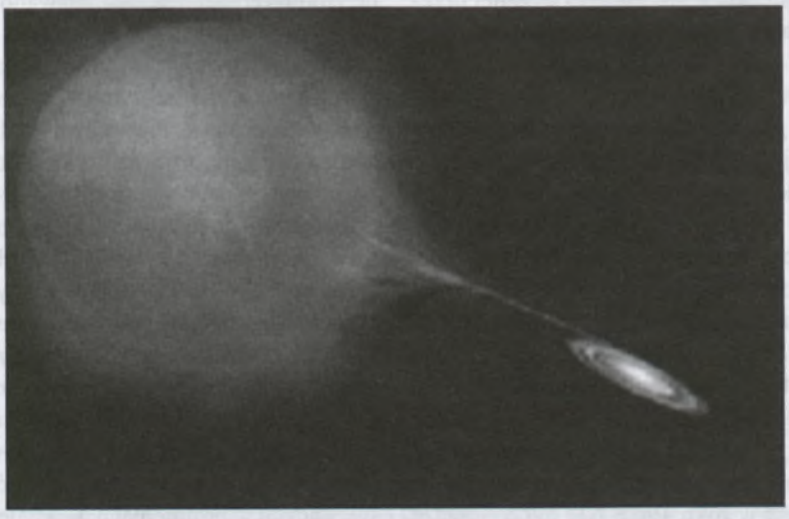
| Oznaczenia źródła | | $M_1$ ($M_\odot$) | Okres obiegu |
|---|---|---|---|
| Cyg X-1 | | >5 | $5^d.6$ |
| LMC X-1 | | >2.6 | $4^d.22$ |
| LMC X-3 | | >4.5 | $1^d.7$ |
| Nova Mon 1975 | A 0620-00 | >3.8 | $7^h.75$ |
| Nova Mus 1991 | GS 1124-68 | >4.6 | $10^h.4$ |
| Nova Sco 1994 | GRO J1655-40 | 7±0.2 | $2^d.62$ |
| Nova Vul 1988 | GS 2000+25 | >5.8 | $8^h.26$ |
| Nova Cyg 1989 | GS 2023+34 | >10.3 | $6^d.47$ |
| Nova Oph 1977 | H 1705-25 | >4.6 | $12^h.5$ |
| Nova Per 1992 | GRO J0422+32 | >3.4 | $5^h.09$ |
| | 4U 1543-47 | >2.7 | $1^d.12$ |

## *Jądra galaktyk*[3]

Pośród mnogości obserwowanych galaktyk na szczególną uwagę zasługują tak zwane *galaktyki aktywne*. Należą do nich galaktyki Seyferta i kwazary. Ich cechą charakterystyczną jest niewielkie, za to bardzo jasne jądro, emitujące więcej energii niż cała galaktyka. Duże zmiany jasności jądra w krótkim czasie — rzędu godzin lub nawet minut — świadczą o małym rozmiarze źródła energii. Proste oszacowania prowadzą do niezwykłego rezultatu — obszar o wielkości Układu Słonecznego ma jasność całej galaktyki. Jedynym znanym nam źródłem tak potężnej energii jest pole grawitacyjne czarnej dziury.

Podobnie jak to ma miejsce w przypadku układów podwójnych gwiazd, argumentów za istnieniem czarnych dziur w aktywnych jądrach galaktyk dostarczają obserwacje ruchów materii w pobliżu centrum. W roku 1994 Japończyk Makoto Miyoshi wraz ze swoimi współpracownikami obserwował — na falach radiowych — emisję maserową cząsteczek wody w centrum galaktyki NGC 4258 (M 106). Prędkości gazu, wyznaczone dzięki efektowi Dopplera, sięgają 1000 km/s (rys. 2). Japońscy uczeni sądzą, że udało im się zaobserwować kołowy ruch materii w odległościach rzędu połowy roku świetlnego wokół jądra galaktyki. Ruch po orbicie o takich parametrach wskazuje na istnienie w jądrze galaktyki NGC 4258 monstrualnej czarnej dziury o masie $3.6\times10^7$ $M_\odot$.

Ostatnio dwaj niemieccy badacze, Reinhard Genzel i Andreas Eckhard, dokonali bardzo precyzyjnych pomia-

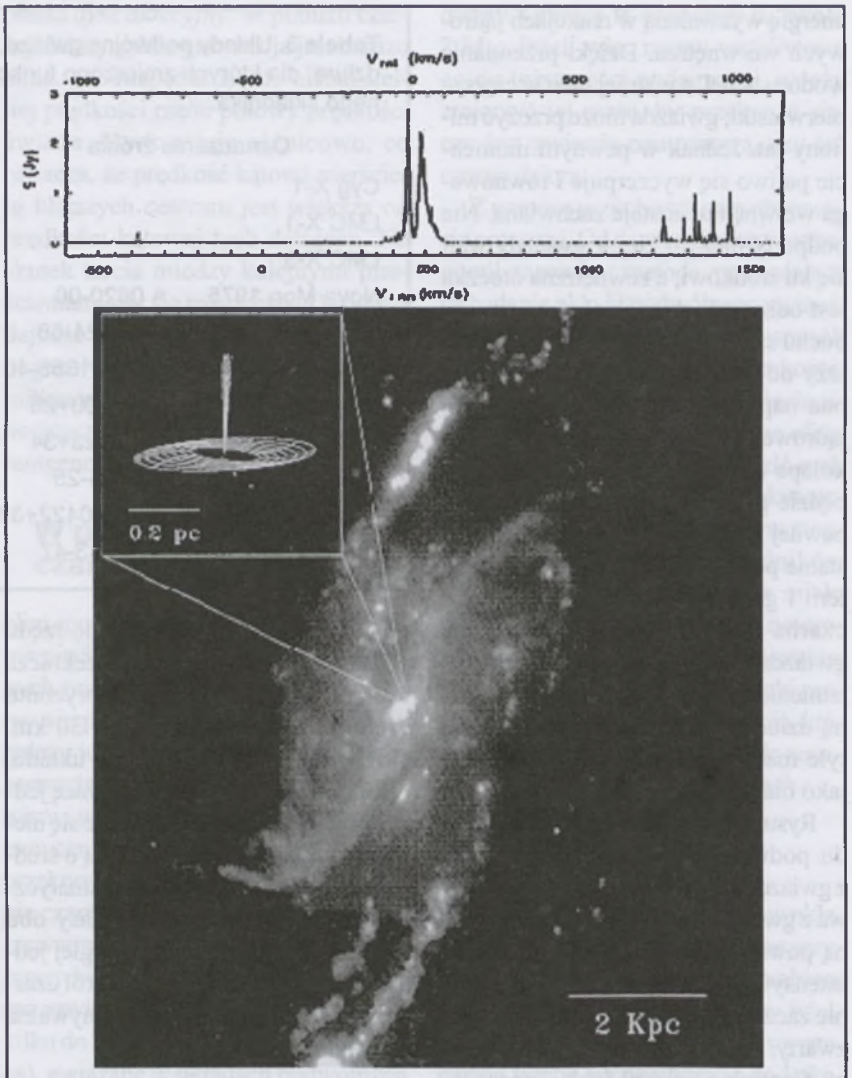


Rys. 1. W ciasnym układzie podwójnym materia przepływa z „normalnej" gwiazdy na czarną dziurę bądź gwiazdę neutronową, tworząc gorący dysk akrecyjny, widoczny w promieniach X.

[3] Temat aktywnych jąder galaktyk był obszernie wyłożony w artykule Piotra Życkiego, PA 4/1994, str. 162.

rów ruchów gwiazd wokół centrum naszej Galaktyki. Udało im się wykazać, że znajduje się tam niewidoczny obiekt o masie $2.6\times10^6$ $M_\odot$ i rozmiarach nie większych niż 0.03 roku świetlnego (około 2000 jednostek astronomicznych). Wiemy, że gwiazdy nie mogą utworzyć aż tak gęstej gromady i jedynym rozsądnym wytłumaczeniem takiej koncentracji masy wydaje się być czarna dziura. Mimo to Droga Mleczna nie przejawia aktywności typowej dla galaktyk Seyferta.

Dzisiaj uważamy, że w centralną czarną dziurę o masie między $10^6$ a $10^9$ $M_\odot$ zaopatrzona jest większość galaktyk. Prawdopodobnie powstały one z zapadającego się gazu w procesie formowania galaktyki, dawno temu, gdy Wszechświat był jeszcze bardzo młody. Jest możliwe, że każda galaktyka przeszła w swym życiu etap kwazara, gdy obfitość gazu zapewniała stały dopływ materii do centrum, wyzwalając olbrzymie ilości energii w polu grawitacyjnym czarnej dziury. Z czasem gazowe paliwo się wyczerpało, grawitacyjny „silnik" stanął, a galaktyka się uspokoiła. Rysunek 3 przedstawia schematyczny model jądra galaktyki aktywnej. Gros energii wytwarzane jest w wewnętrznej części dysku akrecyjnego. Obszar o rozmiarze porównywalnym z Układem Słonecznym może emitować wręcz niewyobrażalną moc $10^{46}$ erg/s, co odpowiada jasności około $10^{12}$ Słońc.




Rys. 2. Fotografia galaktyki NGC 4258. Wykres powyżej obrazuje zaobserwowane prędkości radialne materii w bezpośrednim pobliżu jądra. Na górnej skali wykresu zaznaczono prędkość materii względem jądra galaktyki, $v_{rel}$. Po prawej i po lewej stronie wykresu widzimy prążki odpowiadające ruchom materii z prędkościami sięgającymi 1000 km/s, do i od obserwatora. W jądrze galaktyki prawdopodobnie znajduje się ogromna czarna dziura o masie $3.6\times10^7$ $M_\odot$.

## Astronomia rentgenowska

Światło widzialne tworzą fale elektromagnetyczne o długości około $5\times10^{-5}$ centymetrów, czyli 5000 Å. Promieniowanie rentgenowskie — czasem zwane promieniowaniem X — również jest falą elektromagnetyczną, tyle że znacznie krótszą. Nie ma ścisłej definicji fal rentgenowskich. Różni autorzy używają różnych zakresów energii, na dokładkę wyodrębniając tak zwane miękkie i twarde promienie X i uzupełniając je w wyższych energiach promieniowaniem gamma. Dla potrzeb tego artykułu przyjmiemy, że fotony rentgenowskie mają energię pomiędzy 0.2 a 500 keV (czym jest keV, wyjaśniamy w ramce „Kiloelektronowolt"). Poniżej 0.2 keV nasza Galaktyka staje się praktycznie nieprzezroczysta — fotony są pochłaniane w procesie absorpcji fotoelektrycznej przez materię międzygwiazdową. Powyżej — jakby nie było — umownej cezury 500 keV rozciąga się domena promieni gamma. Czasem o fotonach powyżej 100 keV mówimy, że należą do miękkiego promieniowania gamma.

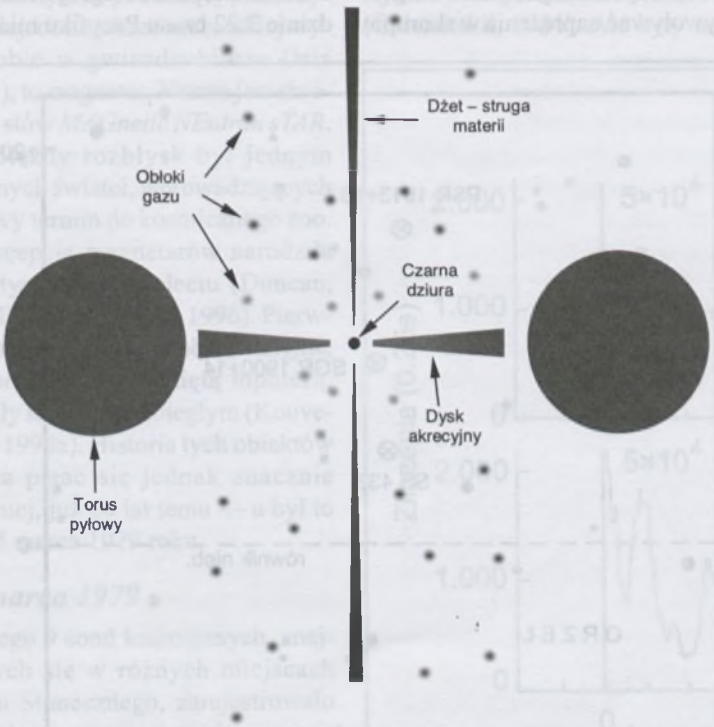
Ku utrapieniu astronomów nasza atmosfera całkowicie pochłania promieniowanie rentgenowskie, uniemożliwiając obserwacje z powierzchni Ziemi. Aby cokolwiek dojrzeć na niebie w tym zakresie widma, trzeba opuścić naszą planetę. Po raz pierwszy detektor promieni X został wyniesiony w kosmos przez niewielką amerykańską rakietę w roku 1962. Nie był to jeszcze lot orbitalny, jedynie krótki skok ponad atmosferę. Odkryto wówczas w gwiazdozbiorze Skorpiona pierwsze kosmiczne źródło rentgenowskie i nazwano je Scorpius X-1. Dziś wiemy, że jest to układ podwójny, składający się z gwiazdy neutronowej i „zwykłej" gwiazdy o niewielkiej masie. Pierwszym satelitą rentgenowskim, obserwującym źródła kosmicznego pochodzenia był *OSO-3*, przeznaczony przede wszystkim do obserwacji Słońca i wystrzelony na orbitę w marcu 1967 roku. Atoli pierwszym obserwatorium rentgenowskim z prawdziwego zdarzenia był satelita *Uhuru*, działający od grudnia 1970 do marca 1973. Dokonał on wielu obserwacji w zakresie od 2 do 20 keV, których owocem stał się katalog 339 obiektów świecących w promieniach X. My jednak zajmiemy się wynikami z satelitów najnowszej generacji, obserwujących rentgenowskie niebo w ostatnich latach.

*Ginga* po japońsku znaczy galaktyka. Tak nazwany satelita wystrzelony został z Centrum Kosmicznego Kagoshima w Japonii 5 lutego 1987 roku, a skończył swą misję, płonąc w ziemskiej atmosferze 1 listopada 1991 roku. Najważniejszy z trzech instrumentów umieszczonych na pokładzie, licznik proporcjonalny, odbierał fotony w zakresie od 1 do 37 keV. *Ginga* dokonał ponad 1000 niezwykle wartościowych obserwacji około 350 różnych obiektów. *ROSAT*, czyli Roentgen Satellit, jest efektem współpracy uczonych z Niemiec, Stanów Zjednoczonych i Wielkiej Brytanii. W kosmos poleciał 1 czerwca 1990 roku i działa po dziś dzień. Jego detektor pracuje w zakresie od 0.2 do 2 keV. Japońsko-amerykański *ASCA* (skrót od The Advanced Satellite for Cosmology and Astrophysics; jednocześnie *asuka* po japońsku oznacza lecącego ptaka), który wystartował 20 lutego 1993 roku, wyposażony jest w cztery teleskopy pracujące w zakresie od 0.4 do 10 keV. Mogą one wykonywać obrazy o rozdzielczości około 3 minut kątowych. Głównym atutem detektorów *ASCA* stała się wysoka — jak na możliwości instrumentów rentgenowskich — rozdzielczość widmowa: 120 eV dla fotonów o energii 6 keV. Dzięki niej po raz pierwszy wyznaczono profil linii fluorescencyjnej żelaza, powstającej w pobliżu czarnych dziur. Co z tego wynikło, opiszemy w dalszej części artykułu. *RXTE* (czyli Rossi X-ray Timing Explorer, nazwany ku czci człowieka, który — wraz z kolegami — odkrył wspomniane wcześniej źródło Scorpius X-1) został umieszczony na orbicie 30 grudnia 1995 roku. *RXTE* potrafi mierzyć zmienność źródeł rentgenowskich w bardzo krótkich skalach czasowych, rzędu mikrosekund. Jego dwa główne detektory obejmują zakres od 2 do 250 keV. Najnowszym obserwatorium rentgenowskim jest włosko-holenderski *BeppoSAX* (Satellite per Astronomia X), wystrzelony 30 kwietnia 1996 roku. Przedrostek „Beppo" nadano ku czci włoskiego astronoma Giuseppe Occhialiniego (Beppo, czyli Józio, jest zdrobnieniem włoskiego imienia Giuseppe, czyli Józef). Głównym zadaniem tego satelity są obserwacje widmowe w szerokim zakresie energii od 0.1 do 200 keV. I wreszcie *CGRO* (Compton Gamma Ray Observatory), 17-tonowy olbrzym, wyniesiony na orbitę przez prom kosmiczny Atlantis 5 kwietnia 1991 roku. Prowadzi on obserwacje w promieniach X i gamma. My wspomnimy o wynikach pochodzących z jednego spośród instrumentów na pokładzie *CGRO*, noszącego nazwę OSSE (Oriented Scintillation Spectrometer Experiment). Detektor ten umożliwia obserwacje widmowe w zakresie od 50 do 1000 keV.

## Kiloelektronowolt

Astrofizycy rentgenowscy na co dzień używają jednostki energii keV, czyli kiloelektronowolt, równej w przybliżeniu $1.6\times10^{-9}$ erg albo 0.016 J. Jak łatwo się domyślić, 1 keV = 1000 eV, czyli tysiąc elektronowoltów. Foton o energii 1 keV ma długość fali 12 Å i częstotliwość $2.4\times10^{17}$ Hz. Promienie rentgenowskie mają około 500 razy krótszą falę niż światło widzialne. Jednocześnie foton rentgenowski niesie 500 razy więcej energii niż foton optyczny.

W kiloelektronowoltach można też podawać temperaturę, korzystając z zależności $E = kT$, gdzie $k = 8.6\times10^{-8}$ keV/K to stała Boltzmanna. Formuła ta wyznacza charakterystyczną energię cząstek w gazie o danej temperaturze. W ten sposób energia 1 keV odpowiada temperaturze $1.2\times10^{7}$ K. Dla prostoty – choć niezbyt ściśle – mówimy wówczas, że gaz ma temperaturę 1 keV.




Rys. 3. Model aktywnego jądra galaktyki. Wokół czarnej dziury o masie setek milionów Słońc krąży gazowy dysk akrecyjny otoczony gorącą koroną. Nieco dalej znajduje się chłodny torus złożony z pyłu i gazu. Obszary centralne wypełnione są obłokami gazu, gorącymi w pobliżu czarnej dziury, chłodniejszymi na zewnątrz. Czasem prostopadle do dysku strzelają tak zwane dżety, czyli wąskie strugi materii rozpędzonej do prędkości bliskiej światłu. Przedstawiony na schematycznym rysunku obszar obejmuje samo centrum – mniej niż setną część rozmiaru całej galaktyki. Rysunek nie zachowuje skali.

*Ciąg dalszy w następnym numerze.*

***Marek Gierliński jest astrofizykiem krakowskim pracującym w CAMK w Warszawie. Na co dzień zajmuje się promieniowaniem rentgenowskim czarnych dziur.***

***Andrzej Zdziarski jest profesorem w CAMK w Warszawie. Głównym tematem jego badań są procesy promieniste wokół czarnych dziur.***

Tadeusz Jarzębowski

# Magnetary — ultramagnetyczne gwiazdy neutronowe

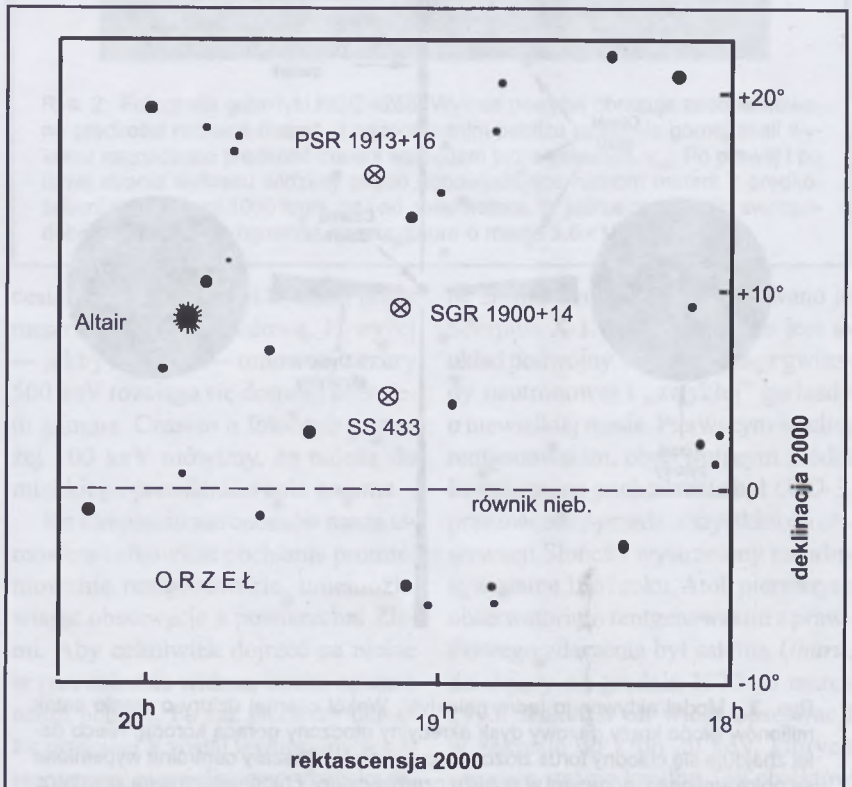
***Od odkrycia gwiazd neutronowych minęły już trzy dziesięciolecia, a te egzotyczne twory nie przestają dostarczać stale nowych, fascynujących tematów.***
***Dość głośnym stal się ostatnio nowy stosunkowo termin: magnetary.***
***Byłyby to młode gwiazdy neutronowe o potężnych polach magnetycznych, $10^{14} - 10^{15}$ gausów*.***
***Ujawniają one również naturę pulsarów, ale tylko w dziedzinie rentgenowskiej; natomiast źródłem zasilania nie jest tu ani rotacja, ani akrecja materii — lecz energia pola magnetycznego, jego anihilacja.***

Tematyka magnetarów wiąże się ze zjawiskiem błysków gamma. Związek ten dotyczy niewielkiej tylko grupki, mianowicie obiektów będących źródłami błysków wielokrotnych. Byłyby one emitowane przez te ultramagnetyczne gwiazdy neutronowe na wcześniejszym etapie ich ewolucji. Natomiast wywołującym je mechanizmem są najprawdopodobniej zjawiska tektoniczne, podobne do trzęsień na naszej planecie. Potężne pole magnetyczne mogłoby wywoływać naprężenia w skorupie gwiazdy, jej pękanie i w konsekwencji „trzęsienia gwiazdowe", powodujące błysk.

Z magnetarami spokrewniona jest grupa tzw. anomalnych pulsarów rentgenowskich, stanowiąca przypuszczalnie ich późniejszy etap ewolucji. Cała ta rodzinka jest jednak niewielka. Do policzenia ich wystarczyłyby palce obu rąk.

### *Ingerencja z kosmosu*

Dnia 27 sierpnia ubiegłego roku o godzinie 2:22 czasu Pacyfiku miał miej-




Rys. 1. Miejsce ubiegłorocznego rozbłysku SGR 1900+14. Trzeba przyznać, że uplasował się w znakomitym towarzystwie: z jego jednej strony relatywistyczny pulsar PSR 1913+16, z odkryciem którego wiąże się Nagroda Nobla, z drugiej zaś jakże znany kosmiczny „enfant terrible" SS 433.

*1 Gs = $10^{-4}$ T

sce swego rodzaju „kosmiczny atak"; z kierunku przeciwległego do Słońca w planetę naszą uderzył strumień wysokoenergetycznego promieniowania rentgenowskiego i gamma. Czujniki pomiarowe na sondach kosmicznych uległy przeładowaniu, atmosfera w rejonie Oceanu Spokojnego doznała silnej jonizacji. Dolna granica jonosfery, przypadająca w porze nocnej na wysokości około 85 km, obniżyła się tam nagle do poziomu 60 km. Nastąpiły też zaburzenia w radiotelekomunikacji, jako że fale odbijały się na tych zaniżonych wysokościach. Po około sześciu minutach wszystko wróciło do normy (S&T, 1999).

Do interwencji Słońca w sprawy ziemskie jesteśmy przyzwyczajeni, ale tak spektakularna ingerencja w stan jonosfery naszej planety z oddali, spoza Układu Słonecznego, jest wydarzeniem rzadkim. A źródło tych niepokojów — w zestawieniu z odległością Słońca — znajdowało się rzeczywiście daleko, dzieliło nas dobre 20 tysięcy lat świetlnych.

„Agresorowi", o którym tu mowa, na imię SGR 1900+14. To obiekt naszej Galaktyki, z pobliża jej płaszczyzny; miejsce na sferze niebieskiej wybrał sobie w gwiazdozbiorze Orła (Rys. 1), to magnetar. Nazwa jest skrótem od słów *MAGnetic NEutron sTAR*. Ów potężny rozbłysk był jednym z zielonych świateł, wprowadzających ten nowy termin do kosmicznego zoo.

Koncepcja magnetarów narodziła się w tym dziesięcioleciu (Duncan, 1992; Thompson, 1995, 1996). Pierwsze bezpośrednie dane obserwacyjne, potwierdzające wysuniętą hipotezą, pojawiły się w roku ubiegłym (Kouveliotou, 1998a). Historia tych obiektów zaczęła pisać się jednak znacznie wcześniej, już 20 lat temu — a był to dzień 5 marca 1979 roku.

### *5 marca 1979*

Dnia tego 9 sond kosmicznych, znajdujących się w różnych miejscach Układu Słonecznego, zarejestrowało rozbłysk gamma o potężnej mocy, porównywalnej z tym ubiegłorocznym. Ale tu stwierdzono też coś więcej, coś zupełnie unikatowego: po błysku pojawiły się bowiem oscylacje o wyraźnej, 8-sekundowej okresowości; ujawniła się zatem i natura pulsara. Interpretacja, jaka tu mogła od razu się nasunąć, była dość jednoznaczna: rozbłysk wydarzył się na gwieździe neutronowej, obracającej się wokół osi w okresie 8 sekund.

Na rysunku 2 zapis przebiegu tego zjawiska, przekazany z pobliża Wenus przez sondy Wenera 11 i Wenera 12 (Mazets, 1979).

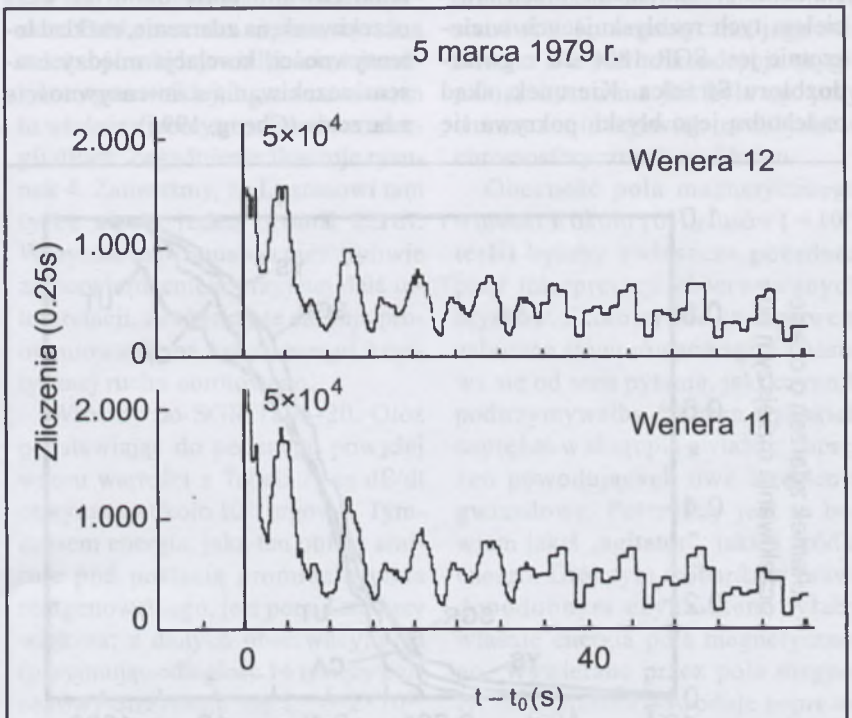
Skoro moment rozbłysku odnotowany został w kilku odległych od siebie miejscach, stwarzało to możliwość dokładnej lokalizacji na sferze niebieskiej (z błędem zaledwie kilku sekund łuku: Evans, 1980, Cline 1982). Stwierdzono przy tym coś bardzo istotnego: kierunek, skąd nadbiegało promieniowanie, wskazywał wyraźnie na pozostałość po supernowej, N49, w Wielkim Obłoku Magellana.

Ów błysk z 5 marca '79 stanowił wydarzenie precedensowe również i w innym aspekcie. Wszystkie bowiem błyski gamma, jakie do tego czasu obserwowano, były zjawiskami jednorazowymi, niepowtarzalnymi. I oto stwierdzono, że z tego kierunku, z mgławicy N49 LMC, błyski się powtarzają. Pierwsza powtórka miała miejsce już dnia następnego, później rejestrowano ich średnio kilka rocznie (Golenetskii, 1984). Ale były to błyski znacznie słabsze i w bardziej miękkim zakresie widma gamma. Natomiast tych tak rewelacyjnych ośmiosekundowych pulsacji więcej — jak dotąd — nie dostrzeżono.

### *Źródła błysków wielokrotnych (SGRs)*

Wobec faktu wielokrotnego nadchodzenia błysków z jednego i tego samego kierunku, źródła tych powtarzających się zaliczone zostały do odrębnej populacji. W terminologii angielskiej są to *Soft Gamma-ray Repeaters*, skrót SGR (w liczbie mnogiej SGRs). Przy określaniu obiektu, po skrócie SGR podaje się wartość rektascensji i deklinacji. Na przykład ów z Wielkiego Obłoku Magellana, który ujawnił się 5 marca '79, to SGR 0525–66.

Do ubiegłego roku znane były trzy takie źródła wielokrotnych błysków miękkiego promieniowania gamma. Jednym z nich jest wspomniany SGR 1900+14, który to jonizował niedawno naszą atmosferę. Z najświeższych danych wynika, że doszedłby tu jeszcze jeden przedstawiciel (Kouveliotou, 1998b). Wymienia je Tabela 1. Sądzi się, że w naszej Galaktyce i otoczeniu tego typu obiektów, obecnie




Rys. 2. Niezwykły rozbłysk sprzed dwudziestu laty, SGR 0525-66; rejestracje przekazane przez dwie sondy kosmiczne. Po potężnym błysku — trwającym ok. 200 ms — przez blisko trzy minuty aparatury rejestrowały słabnące stopniowo oscylacje o okresie 8 sekund. Dla sondy Wenera 11 początek błysku głównego odpowiadał $t_0$ = $15^h51^m39^s14$ TU, natomiast Wenera 12 zarejestrowała to o ponad pięć sekund później, $t_0$ = $15^h51^m44^s35$.

aktywnych, być może nie będzie wiele więcej.

Ta nieliczna grupka odróżnia się wyraźnie od błysków jednorazowych, nie powtarzających się (których zarejestrowano już blisko dwa tysiące). Tamte — jak od niedawna już wiemy — winny znajdować się bardzo daleko, podczas gdy natura ich zawiera jeszcze wiele znaków zapytania. Natomiast te z Tabeli 1 to obiekty bliskie; a co do ich natury, to są to niewątpliwie gwiazdy neutronowe. Za niewielkimi ich rozmiarami przemawiałoby i to, że czas trwania błysku wynosi tu średnio około 0.1 sekundy, podczas gdy w tamtych jest to około 10 sekund.

Jednym z kolejnych, bezpośrednich już dowodów przemawiających za koncepcją gwiazd neutronowych była identyfikacja protoplasty tej grupy obiektów, SGR 0525–66, z punktowym źródłem promieniowania rentgenowskiego. Był to zresztą pierwszy przypadek identyfikacji jakiegokolwiek błysku gamma ze stałym obiektem na niebie. (Rothschild, 1994).

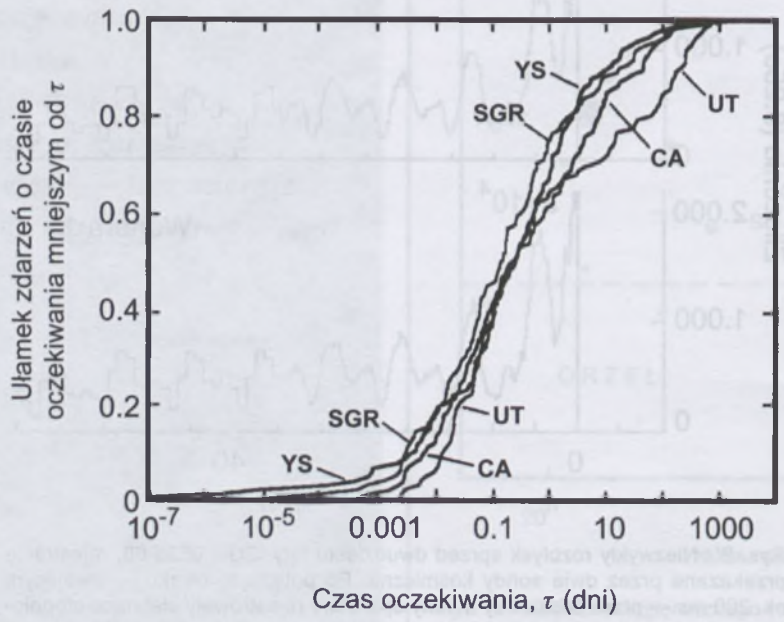
### *SGR 1806–20 — trzęsienia Ziemi*

Najbardziej znanym dziś przedstawicielem tych rozbłyskujących wielokrotnie jest SGR 1806–20 z gwiazdozbioru Strzelca. Kierunek, skąd nadchodzą jego błyski, pokrywa się prawie z kierunkiem ku centrum Galaktyki.

Obiekt ten wyróżnia się rekordową aktywnością. W latach 1979–1985 zarejestrowano tu ponad sto błysków, a w jednym tylko roku 1997 wyemitował on ich około czterdzieści. Tak wielka liczba zdarzeń stanowi bogaty materiał do badań statystycznych nad istotą zjawiska. A chodzi tu o pytanie zasadnicze: jaki mechanizm mógłby stanowić podłoże obserwowanych wybuchów promieniowania?

Gwiazdy neutronowe winny mieć trwałą skorupę — skorupę, która mogłaby podlegać aktywności tektonicznej, podobnej do znanych nam zjawisk geotektonicznych, tj. do trzęsień Ziemi. Otóż przypuszczano, że tego typu zaburzenia równowagi na gwieździe neutronowej (po angielsku „*starquakes*") mogłyby być odpowiedzialne za pojawiające się błyski. Chcąc wykazać zasadność takiego założenia, szukano podobieństw między tymi zdarzeniami a wstrząsami na naszej planecie.

Jako materiał porównawczy służyły tu dane z trzech sejsmicznie aktywnych rejonów w USA, miejsc o częstej powtarzalności wstrząsów. Analizowano takie dane jak czas oczekiwania na zdarzenie, rozkład intensywności, korelacja między czasem oczekiwania a intensywnością zdarzenia (Cheng, 1996).




Rys. 3. Błyski SGR 1806-20 i wstrząsy w trzech miejscach na Ziemi: CA — rejon płd. Kalifornii, YS — Yellowstone, UT — Utah.

**Tabela 1**

Źródła wielokrotnych błysków miękkiego promieniowania gamma (SGRs)

| | Pierwszy błysk |
|---|---|
| SGR 1806–20 | 7.01.1979 |
| SGR 0525–66 (oznaczany też: SGR 0526–66) | 5.03.1979 |
| SGR 1900+14 | 24.03.1979 |
| SGR 1627–41 | 15.06.1998 |

Na rysunku 3 dane dotyczące czasu oczekiwania na zdarzenie.

Jak widać, rozkład zmiennych dla danych ziemskich i gwiazdowych jest bardzo podobny. Analogia występuje także przy rozpatrywaniu zależności miedzy liczbą zdarzeń a intensywnością zdarzenia. Co się natomiast tyczy czasu oczekiwania i intensywności zdarzenia, to — zarówno dla Ziemi, jak i SGR 1806–20 — żadnej wyraźnej korelacji nie stwierdza się*.

Przedstawione wyniki badań statystycznych przemawiałyby na korzyść hipotezy o tektonicznym rodowodzie tych powtarzalnych błysków miękkiego promieniowania gamma.

A jak wygląda to z punktu widzenia możliwości energetycznych? Czy energia wyzwalana w trakcie takich zaburzeń w skorupie gwiazdy byłaby wystarczająca do zasilania obserwowanych błysków?

Odległość SGR 1806–20 szacowana jest na jakie 14 tysięcy parseków. Przeliczając rejestrowane dane, otrzymuje się tu liczby od $10^{40}$ do $10^{42}$ ergów. Gdy zaś chodzi o ten potężny błysk z marca '79, SGR 0525–66, jaki pochodził z Wielkiego Obłoku Magellana, to tu wyemitowanych zostało $4\times10^{44}$ ergów. Otóż w skorupie ziemskiej, w rejonach uskoków, energia naprężeń dochodzić może do $10^{26}$ ergów, z czym wiązałyby się trzęsienia o natężeniu M ~ 9 (w skali Mercallego-Cancaniego-Sieberga). Natomiast

* Zupełnie inaczej wygląda to w tzw. bersterach — wybuchowych źródłach promieniowania rentgenowskiego. Intensywność rozbłysku jest tam proporcjonalna do poprzedzającego dany rozbłysk czasu oczekiwania. Odmienny jest tu bowiem mechanizm zjawiska.

w gwieździe neutronowej, gdzie gęstość skorupy jest około sto bilionów razy większa, a pole grawitacyjne sto miliardów razy silniejsze, występujące deformacje skorupy pociągałyby za sobą naprężenia o energiach $10^{44}$–$10^{46}$ ergów (w tejże skali odpowiadałoby to M ~22). Bilans energetyczny zgadza się.

I jeszcze uwaga innej natury. Planowane odbiorniki fal grawitacyjnych VIRGO czy LIGO zarejestrują być może w przyszłości błyski fal grawitacyjnych, jednoczesne z błyskami gamma. Z aktywnością tektoniczną na tak skondensowanych obiektach winna bowiem wiązać się intensywna emisja fal grawitacyjnych (de Freitas Pacheco, 1998).

### *Pole magnetyczne siłą napędową*

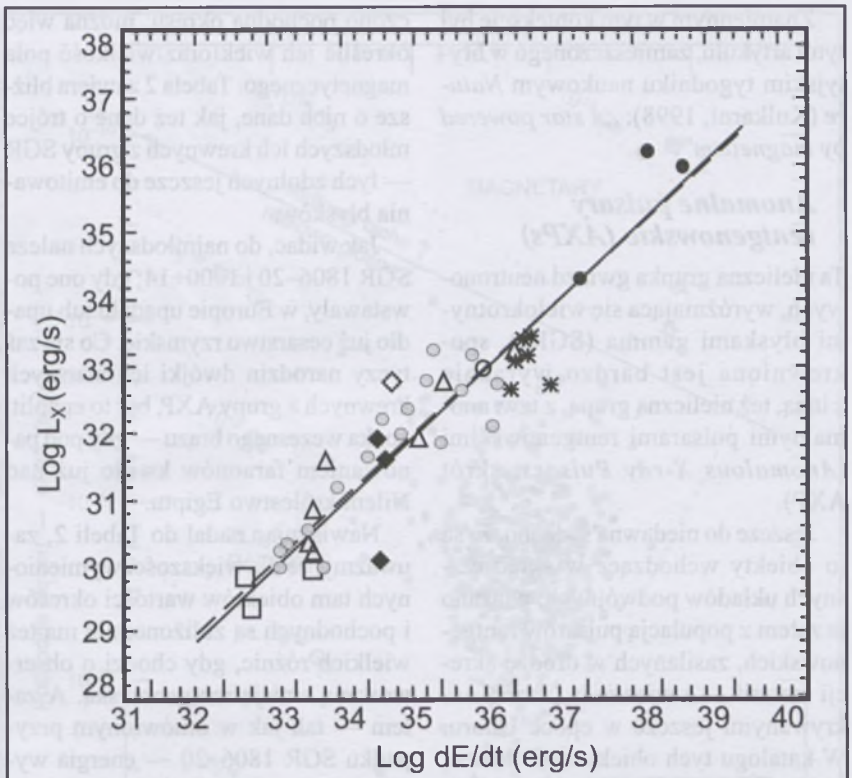
Pozostajemy nadal przy tym najczęściej rozbłyskującym obiekcie, SGR 1806–20. Tak jak ów z 5 marca '79, ten też zanurzony jest w pozostałości po supernowej. Podobnie jak tamten, zidentyfikowany też został z obiektem rentgenowskim (Murakami, 1994). Ale to nie wszystko: okazało się, że obiekt ten co siedem i pół sekundy kieruje ku nam wzmocnioną wiązką promieniowania. Jest to zatem stały pulsar, pulsar rentgenowski. Jest to też wreszcie pierwszy obiekt z tej grupki SGR, dla którego wyznaczono pochodną okresu pulsacji, tj. poznano tempo zwalniania ruchu wirowego (Kouveliotou, 1998a).

Okres P i pochodna okresu dP/dt stanowią te podstawowe dane, pozwalające na oszacowanie wieku pulsara $\{ = P/2\ (dP/dt)\}$, jak też pola magnetycznego $\{ = 6.4\times10^{19}\ (P\times dP/dt)^{1/2}$ gausów$\}$.

Te dwie wielkości — okres i jego pochodna — wskazują również na inny, istotny dla zagadnienia szczegół. Spowalnianie rotacji związane jest oczywiście ze zmniejszaniem się energii kinetycznej ruchu obrotowego gwiazdy. Dla obiektu o parametrach gwiazdy neutronowej ów ujemny przyrost energii, dE/dt, określa zależność

$$dE/dt = \frac{4\times10^{45}\ dP/dt}{P^3}\ (erg/s).$$

Krótka dygresja. Gros znanych gwiazd neutronowych to pulsary radiowe. Od niektórych młodszych z nich, szybko wirujących, odbieramy też promieniowanie rentgenowskie. Otóż stwierdza się tam wyraźną zależność między wielkością tej emisji rentgenowskiej, $L_x$, a omawianym tu właśnie ujemnym przyrostem energii dE/dt. Zagadnienie ilustruje rysunek 4. Zauważmy, że $L_x$ stanowi tam tylko około jeden promil dE/dt. Wszystko to przemawia niewątpliwie za potwierdzeniem przyjętej dziś interpretacji, że obiekty te emitują promieniowanie na koszt energii kinetycznej ruchu obrotowego.




Rys. 4. Na wykresie pulsary radiowe, które emitują również promieniowanie rentgenowskie. Na osi rzędnych obserwowana energia rentgenowska, $L_x$ na osi odciętych wynikająca z obliczeń wartość energii dE/dt, jaka wyzwala się w następstwie spowalniania ruchu wirowego (Becker, 1997).

Wróćmy do SGR 1806–20. Otóż podstawiając do podanego powyżej wzoru wartości z Tabeli 2, na dE/dt otrzymamy około $10^{33}$ ergów/s. Tymczasem energia, jaką ten obiekt emituje pod postacią promieniowania rentgenowskiego, jest ponad sto razy większa; z danych obserwacyjnych (przyjmując odległość 14 tysięcy parseków) otrzymuje się $L_x = 2\times10^{35}$ ergów na sekundę.

Wniosek stąd jednoznaczny, że w magnetarach energia kinetyczna ruchu obrotowego nie może być brana pod uwagę jako źródło zasilania. Dla tych obiektów mechanizm pulsarów radiowych nie pasuje; tu trzeba rozglądać się za alternatywnym źródłem energii. Otóż możliwość taką stanowi pole magnetyczne, jego anihilacja. Nie jest to koncepcja oryginalna, wysuwana już była np. przy tłumaczeniu zjawisk rozbłysków chromosferycznych na Słońcu.

Obecność pola magnetycznego o indukcji około $10^{15}$ gausów ( = $10^{11}$ tesli) byłaby zwłaszcza pożądana przy interpretacji obserwowanych błysków. Skoro są one następstwem zaburzeń stanu równowagi, to nasuwa się od razu pytanie, jaki czynnik podtrzymywałby ów stan wysokich naprężeń w skorupie gwiazdy, naprężeń powodujących owe trzęsienia gwiazdowe. Potrzebny jest tu bowiem jakiś „agitator", jakieś źródło energii. Otóż tym najbardziej prawdopodobnym czynnikiem byłaby właśnie energia pola magnetycznego. Wywierane przez pole magnetyczne ciśnienie powoduje naprężenia, prowadzące do pękania skorupy gwiazdy; anihilacja pola w uskokach, przetwarzanie energii magnetycznej w promienistą — byłyby bezpośrednim źródłem obserwowanych błysków gamma. ☞

Znamiennym w tym kontekście był tytuł artykułu, zamieszczonego w brytyjskim tygodniku naukowym *Nature* (Kulkarni, 1998): „*A star powered by magnetism*".

### *Anomalne pulsary rentgenowskie (AXPs)*

Ta nieliczna grupka gwiazd neutronowych, wyróżniająca się wielokrotnymi błyskami gamma (SGRs), spokrewniona jest bardzo wyraźnie z inną, też nieliczną grupą, z tzw. anomalnymi pulsarami rentgenowskimi (*Anomalous X-ray Pulsars*, skrót AXP).

Jeszcze do niedawna sądzono, że są to obiekty wchodzące w skład ciasnych układów podwójnych; wiązano je zatem z populacją pulsarów rentgenowskich, zasilanych w drodze akrecji materii — a więc m.in. z tymi odkrywanymi jeszcze w epoce Uhuru. W katalogu tych obiektów (Bildsten, 1997) wyodrębnionych było pięć pulsarów o kilkusekundowych okresach, dla których nie udało się zidentyfikować gwiazdy towarzyszącej. Sporo było wokół tej piątki dyskusji, aż trzeba było uznać, że zaszła tu pomyłka, że z zasilanymi akrecją nie mają one związku. Obecnie przyjmuje się, że byliby to też przedstawiciele tych ultramagnetycznych gwiazd neutronowych, tylko znajdujących się w późniejszej nieco fazie ewolucji.

Kandydatów do tej grupy AXP jest już ośmiu. Dla czterech z nich wyznaczono pochodną okresu; można więc określić ich wiek oraz wielkość pola magnetycznego. Tabela 2 zawiera bliższe o nich dane, jak też dane o trójce młodszych ich krewnych z grupy SGR — tych zdolnych jeszcze do emitowania błysków.

Jak widać, do najmłodszych należą SGR 1806–20 i 1900+14; gdy one powstawały, w Europie upadało lub upadło już cesarstwo rzymskie. Co się zaś tyczy narodzin dwójki ich starszych krewnych z grupy AXP, był to eneolit, epoka wczesnego brązu — gdy pod panowaniem faraonów kwitło już nad Nilem królestwo Egiptu.

Nawiązując nadal do Tabeli 2, zauważmy, że dla większości wymienionych tam obiektów wartości okresów i pochodnych są zbliżone; nie ma też wielkich różnic, gdy chodzi o obserwowaną emisję rentgenowską. A zatem — tak jak w omówionym przypadku SGR 1806–20 — energia wynikająca ze zwalniania ruchu wirowego byłaby niewystarczająca do zasilania emisji. Wniosek stąd jednoznaczny, że tym upatrywanym źródłem energii wszystkich tych obiektów winno być też pole magnetyczne.

Przypuszcza się dzisiaj, że jakie 10% powstających w trakcie kolapsu grawitacyjnego gwiazd neutronowych (a zatem jedna na około tysiąc lat) mogłoby zaczynać swą karierę pod postacią obiektu o tak potężnym polu magnetycznym. Ceną za takie wyróżnienie jest jednak krótkie życie. Na etapie SGR byłoby to może nie więcej niż kilka tysięcy lat. Następnym etapem byłaby tu faza anomalnego pulsara rentgenowskiego, AXP, trwająca do około stu tysięcy lat. I na tym koniec. Galaktyka nasza zaludniona jest zapewne milionami wymarłych magnetarów.

### *Magnetary: pulsary radiowo ciche*

Od żadnego obiektu z Tabeli 2 — SGR czy AXP — nie odebrano sygnałów radiowych, są one radiowo ciche. Pytanie: dlaczego? Otóż istota problemu tkwić tu może właśnie... w polu magnetycznym.

Największe wartości pól, jakie stwierdza się w pulsarach radiowych, przekraczają nieco $10^{13}$ gausów. Zastanawiano się, czy jest to już ta górna granica magnetyzacji gwiazdy neutronowej? Z punktu widzenia fizyki żadnych takich ograniczeń jednak nie ma. Potwierdzałoby to zresztą spojrzenie na Tabelę 2 — figurują tam pulsary o polach wyraźnie większych. W związku z tym wysuwane są sugestie, iż pole takie zmienia już na tyle fizykę zagadnienia, że obiekty te nie mają szans pojawienia się na niebie radiowym (Heyl, 1998).

Fale radiowe, jakie odbieramy od pulsarów, emitowane są z magnetosfery gwiazdy neutronowej. Nie wnikając w bliższe szczegóły tego nie w pełni jeszcze rozwikłanego mecha-

**Tabela 2. Główni przedstawiciele rodziny magnetarów**

| | SGR 1806–20 | SGR 1900+14 | SGR 0525–66 | AXP 1841–04 | AXP 1848–59 | AXP 0142+61 | AXP 2259+58 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Okres puls. P (s) | 7.47 | 5.16 | 8.0 | 11.77 | 6.45 | 8.69 | 6.98 |
| dP/dt (s/s) | $8\times10^{-11}$ | $6\times10^{-11}$ | | $5\times10^{-11}$ | $2\times10^{-11}$ | $2\times10^{-12}$ | $7\times10^{-13}$ |
| Wiek (lata) | 1400 | 1500 | | 4000 | 4600 | 60000 | 150000 |
| Pole magnet. (Gs) | $2\times10^{15}$ | $1\times10^{15}$ | | $2\times10^{15}$ | $8\times10^{14}$ | $3\times10^{14}$ | $1\times10^{14}$ |
| Odległość (pc) | 14000 | 6000 | 50000 | 7000 | 3000 | 2000 | 4000 |
| Lx (erg/s) | $2\times10^{35}$ | | $8\times10^{35}$ | $5\times10^{34}$ | $2\times10^{34}$ | $2\times10^{35}$ | $\sim10^{35}$ |
| Związek z SNR | G10.0–0.3 | G42.8+0.6 | N49; LMC | Kes 73 | | | |

Dla SGR 1900+14 okres i pochodną wyznaczono niedawno (Hurley, 1998). W przypadku SGR 0525–66 okresowość ujawniła się tylko raz, przez około trzy minuty, w roku 1979.

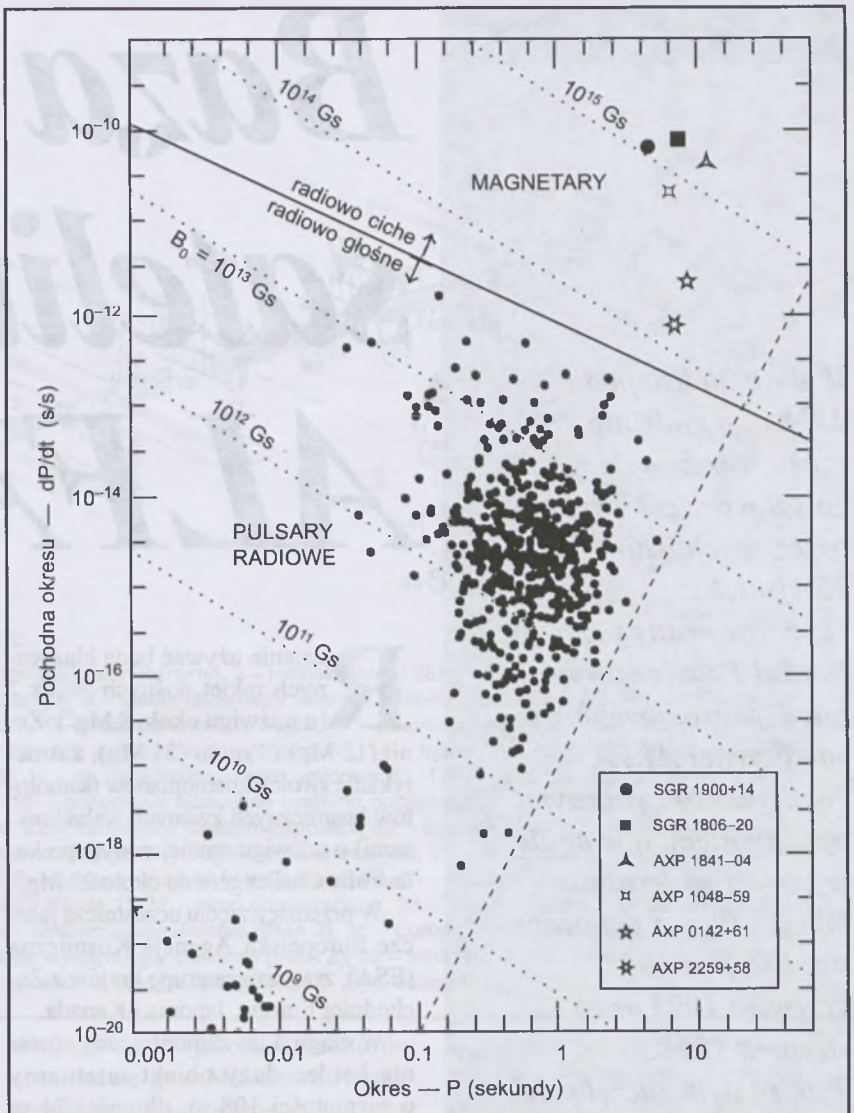
nizmu, podkreślmy tylko, że istotną rolę odgrywałaby tu lawinowa produkcja par elektron-pozyton.

Cząstki te kreowane są w rejonach czap polarnych przez wysokoenergetyczne fotony gamma. Otóż przypuszcza się, że w warunkach ultrasilnych pól magnetycznych, przekraczających $4\times10^{13}$ gausów, to kreowanie par byłoby tłumione; w zamian przeważałby natomiast inny proces elektrodynamiki kwantowej, w którym foton rozszczepiany jest na dwa o niższej energii. A więc w miejsce procesu $\gamma \longrightarrow e^- e^+$ zachodziłby proces $\gamma \rightarrow \gamma\gamma$.

Jak wiadomo, nie obserwuje się pulsarów radiowych o okresach przekraczających 5 sekund. W magnetosferze gwiazdy neutronowej o tak wolnej rotacji, mechanizm dynamo — warunkujący emisję fal radiowych — nie działałby już. Stąd na wykresie okres-pochodna okresu pojawia się tzw. *death line*, „linia śmierci", której przebieg określony jest warunkiem $(dP/dt)/P^3 = \text{const}$. Otóż wraz z tematyką magnetarów na tymże wykresie pojawiła się swego rodzaju „druga linia śmierci". Przebiega ona w przybliżeniu prostopadle do tej pierwszej, odcinając pulsarom radiowym prawo goszczenia na prawej, górnej części tego wykresu (Baring, 1998). Zagadnienie przedstawione jest na rysunku 5. Linia ta ograniczałaby rejon, w którym powstawanie par $e^- e^+$ tłumione już jest przez pole magnetyczne, przekraczające tę krytyczną wartość $4\times10^{13}$ Gs. Zatem gwiazdy neutronowej o tak silnym polu nie dostrzeżemy już na niebie radiowym (ale w dziedzinie rentgenowskiej może ona ujawniać swą obecność). W literaturze, pod adresem magnetarów, spotyka się w związku z powyższym określenie: nowa klasa pulsarów radiowo cichych.

* * *

Kończąc, zauważmy, że największe pola magnetyczne, jakie homo sapiens jest w stanie wytworzyć na tej planecie, to zaledwie $10^5$ Gs. W magnetarach mielibyśmy $10^{15}$ Gs — Natura przewyższa nas tu o dziesięć rzędów wielkości. Obiekt o tak potężnym polu magnetycznym, znajdujący się w odległości do dwudziestu średnic Ziemi, wyciągałby nam klucze z kieszeni, zacierałby dane na kartach kredytowych.




Rys. 5. Pulsary radiowe oraz magnetary (dla których znana jest pochodna okresu pulsacji, tj. tempo zwalniania ruchu wirowego). Obie populacje rozdzielałaby linia, powyżej której mechanizm emisji fal radiowych byłby tłumiony. Skośne linie kropkowane wskazują na wartości pola magnetycznego.

Skrót SGR dotyczy obiektów, znanych z wielokrotnych błysków miękkiego promieniowania gamma; skrót AXP określa tzw. anomalne pulsary rentgenowskie.

**Literatura**


M. Baring i in.,1998, ApJ **507**, 55
W. Becker i in., 1997, A&A **326**, 682
L. Bildsten i in., 1997, ApJ Suppl. **113**, 367
B. Cheng i in., 1996, Nature **382**, 518
T. Cline i in., 1982, ApJ **255**, L45
J. de Freitas Pacheco, 1998, A&A **336**, 397
R. Duncan i in. , 1992, ApJ **392**, L9
W. Evans i in., 1980, ApJ **237**, L7
S. Golenetskii i in., 1984, Nature **307**, 41
J. Heyl i in., 1998, ApJ **506**, L61
K. Hurley, 1998, IAU Circ. 7001
C. Kouveliotou i in., 1998a, Nature **393**, 235
C. Kouveliotou i in., 1998b, IAU Circ. 6944
S. Kulkarni i in., 1998, Nature **393**, 215
E. Mazets i in., 1979, Nature **282**, 587
T. Murakami i in. , 1994, Nature **368**, 127
R. Rothschild i in., 1994, Nature **368**, 432
Sky & Telescope, 1999, January, str. 22
C. Thompson i in., 1995, MNRAS **275**, 255
C. Thompson i in., 1996, ApJ **473**, 322



***Docent Tadeusz Jarzębowski jest autorem artykułu przeglądowego o pulsarach, zamieszczonego w numerze 3 „Uranii-PA" z ubiegłego roku. Relatywistyczne aspekty tematyki pulsarów omawiał na łamach „Postępów Astronomii" 3/96 i 4/96.***

Andrzej Marks

# Baza satelitarna ALFA

***W dniu 20 listopada 1998 r., o godzinie 7:40 czasu warszawskiego, został wreszcie wysłany przez specjalistów rosyjskich, skonstruowany przez nich Moduł Podstawowy międzynarodowej bazy satelitarnej ALFA. Nastąpiło to z rocznym opóźnieniem, a w ogóle w czwartym terminie. (Wcześniejsze opiewały na: listopad 1997, czerwiec 1998 oraz sierpień 1998.) Tym samym zaczęła się faza konkretnej — technicznej realizacji największego, po załogowych wyprawach na Księżyc, przedsięwzięcia kosmonautycznego w dziejach ludzkości, o znaczeniu epokowym. Realizacja jego trwać będzie do 2004 roku i wymagać będzie ogółem 45 wzlotów rosyjskich i amerykańskich środków nośnych.***

Rosjanie używać będą klasycznych rakiet nośnych Sojuz 2 (o udźwigu około 8 Mg*), Zenit (12 Mg) i Proton (21 Mg), a Amerykanie swoich kosmoplanów (samolotów kosmicznych zwanych wahadłowcami) o udźwigu zmniejszonym po katastrofie Challengera do około 22 Mg.

W przedsięwzięciu uczestniczą jeszcze Europejska Agencja Kosmiczna (ESA), zrzeszająca grupę krajów z Zachodniej Europy, Japonia i Kanada.

W ciągu 5 lat zamontowany zostanie bardzo duży obiekt satelitarny o rozpiętości 108 m, długości 74 m i masie 415 + 460 Mg — a więc około trzy razy masywniejszy od krążącej obecnie wokół Ziemi rosyjskiej bazy satelitarnej MIR. Jest to liczba robiąca wrażenie, gdyż masę bazy ALFA można porównać z masą pociągu pasażerskiego złożonego z lokomotywy i 8–9 wagonów.

Po zmontowaniu cały obiekt ma być eksploatowany przez przynajmniej 15 lat. Przedsięwzięcie jest bardzo kosztowne, pierwotny preliminarz opiewał na 17 mld dolarów, ale już obecnie mówi się jednak o 60... Natomiast eksploatacja ma pochłonąć 50 mld dolarów. Większość tych kosztów pokryją Stany Zjednoczone. W czasie eksploatacji bazy kosmonauci (z różnych krajów) mają na niej przepracować ogółem około 40000 osobodni, czyli przeszło... 100 lat!

Czy to jednak dotyczy nas, astronomów?

No cóż, człowiek tworzy autentyczne sztuczne ciało niebieskie o rozmiarach porównywalnych z rozmiarami najmniejszych małych planetek czy największych meteoroidów (ciał meteorowych).

Oprócz tego, wśród bardzo bogatego programu badawczego, jaki będzie realizowany na bazie satelitarnej ALFA, znajdują się także różnorodne obserwacje astronomiczne.

Obecny ramowy program badań astronomicznych obejmuje:

1) charakter pyłu międzyplanetarnego i jego pochodzenie,

2) poszukiwanie materii ciemnej w Kosmosie,

3) poszukiwanie źródeł promieniowania kosmicznego,

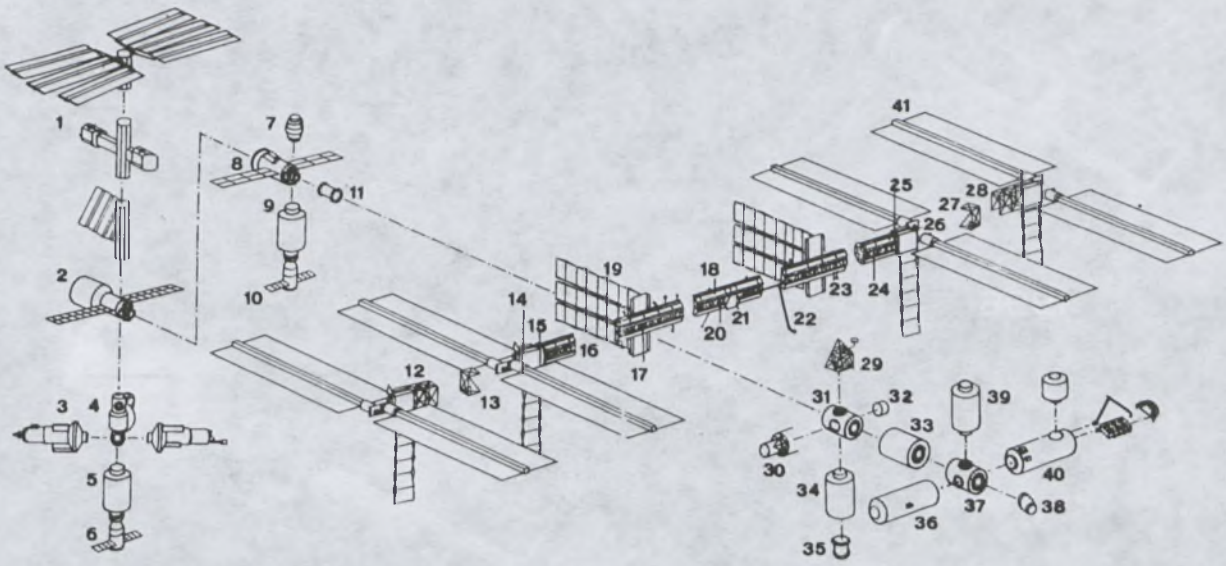
4) morfologię magnetosfery ziemskiej, jej zmiany i powiązanie z aktywnością słoneczną,

5) zmiany intensywności promieniowania słonecznego i jego związek z Ziemią.

Ponieważ płaszczyzna orbity bazy ALFA będzie nachylona do płaszczyzny równika ziemskiego pod kątem 51°.6, więc przelatywać ona będzie nad południową częścią naszego kraju (ograniczoną równoleżnikiem 51°.6 N), ale oczywiście doskonale widoczna będzie też z pozostałej części Polski. Biorąc zaś pod uwagę geometryczne rozmiary obiektu, będzie on okazałym ciałem na nieboskłonie.

Rosyjski Moduł Podstawowy bazy satelitarnej ALFA ma postać cylindra o długości 12.5 m, grubości 4.1 m i pokaźnej masie 24 Mg. (Po bokach

* 1 Mg = $10^6$ g = 1 tona.



Rys. 1. Architektura bazy satelitarnej ALFA:

1- źródła energii elektrycznej (płyty z fotoogniwami słonecznymi), 2 – rosyjski Moduł Służbowy, 3 – Moduł Badawczy, 4 – Moduł Cumowniczy i łączący, 5 – Moduł Klimatyzacyjny, 6 – statek ratowniczy Sojuz, 7 – Moduł Cumowniczy, 8 – Moduł Podstawowy (FGB), 9 – Uniwersalny Moduł Cumowniczy,10 – statek ratowniczy Sojuz, 11 – adapter wyrównujący ciśnienie (PMA 1), 12 – łącząca struktura kratownicowa S6, 13 – łącząca struktura kratownicowa S5, 14 – łącząca struktura kratownicowa S4, 15 – obrotnica płyt z fotoogniwami słonecznymi, 16 – łącząca struktura kratownicowa S3, 17 – łącząca struktura kratownicowa S1, 18 – łącząca struktura kratownicowa S0, 19 – generatory słoneczne systemu ogrzewczego, 20 – ruchomy transporter, 21 – struktura kratownicowa modułu łączącego, 22 – kanadyjski dźwig-manipulator, 23 – łącząca struktura kratownicowa P1, 24 – łącząca struktura kratownicowa P3, 25 – obrotnica płyty z fotoogniwami słonecznymi, 26 – łącząca struktura kratownicowa P4, 27 – łącząca struktura kratownicowa P5, 28 – łącząca struktura kratownicowa P6, 29 – łącząca struktura kratownicowa Z1, 30 – śluza powietrzna, 31 – Węzeł Cumowniczy (Node 1), 32 – okno obserwacyjne, 33 – Amerykański Moduł Laboratoryjny US-Labor, 34 – Moduł Mieszkalny, 35 – adapter wyrównujący ciśnienie (PMA 3), 36 – Europejski Moduł Laboratoryjny (COF), 37 – Węzeł Cumowniczy 2 (Node 2), 38 – adapter wyrównujący ciśnienie (PMA 2), 39 – wirówka, 40 – Japoński Moduł Badawczy z otwartą platformą (JEM), 41 – generatory słoneczne (płyty z fotoogniwami). Rys. Julian Malejko

znajdują się dwie otwierane płyty z fotoogniwami słonecznymi o rozpiętości 10.6 m). Kosztujący 238 mln dolarów Moduł został wprawiony w ruch przez wielką rosyjską rakietę nośną Proton, o masie startowej przeszło 720 Mg.

Rakieta wystartowała z kosmodromu Bajkonur. Start był transmitowany przez Program Pierwszy Telewizji Polskiej, która z tej okazji zaprosiła do swojego studia jako komentatorów kosmonautę gen. Mirosława Hermaszewskiego i astronoma dr inż. Andrzeja Marksa.

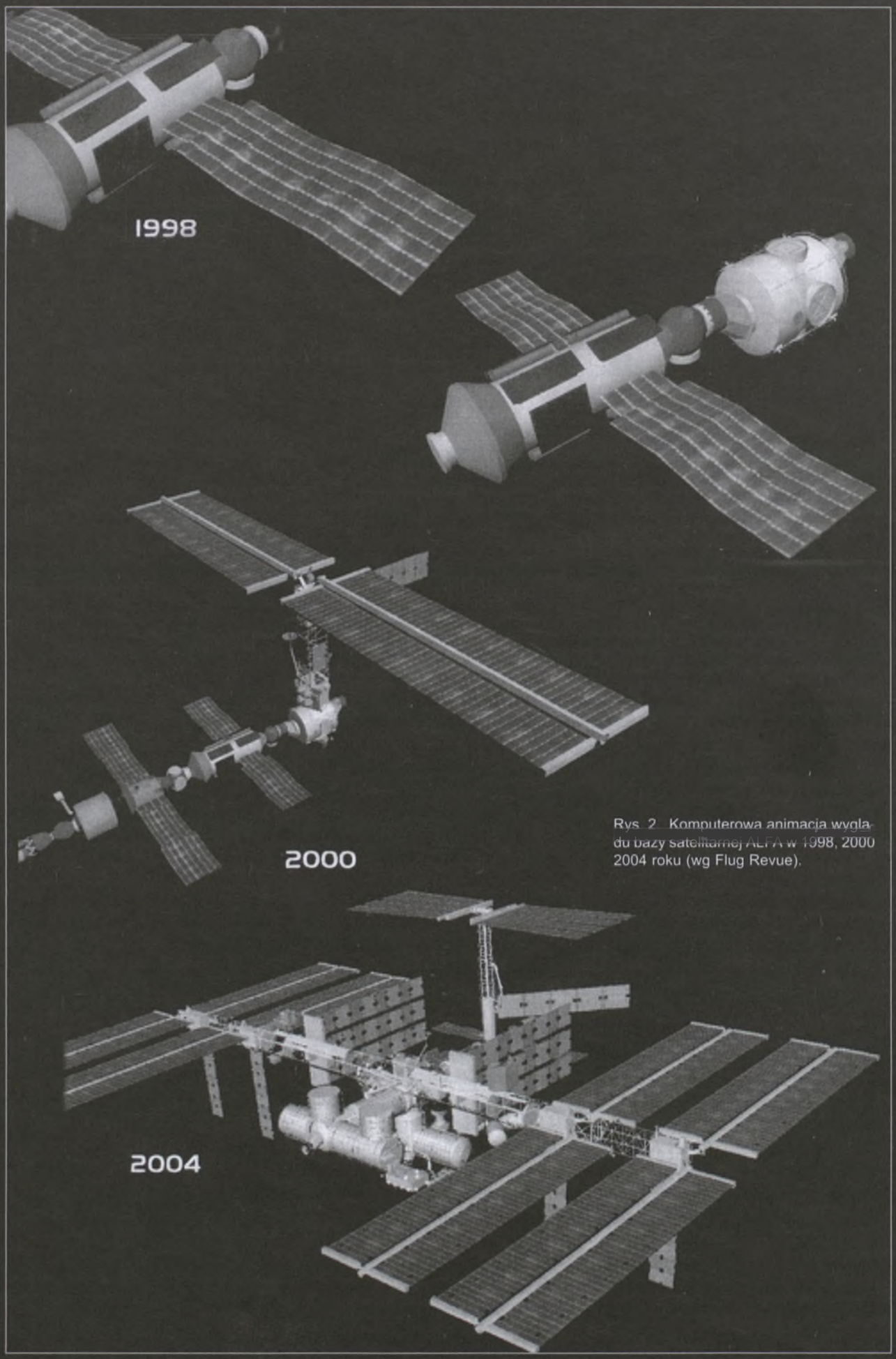
W związku z rozpoczęciem konkretnej realizacji przedsięwzięcia opublikowany został ostateczny program 12 pierwszych wzlotów (tab. 1).

Różni się on od poprzednio kilkakrotnie podawanych. Tym razem nie należy się już jednak spodziewać dalszych istotnych zmian, gdyż względy techniczne uniemożliwiają już ich wprowadzanie.

No cóż, zobaczymy, jak to będzie wyglądać w praktyce... Biorąc pod uwagę skalę przedsięwzięcia, autentycznie międzynarodowy jego charakter, trzeba stwierdzić, że jest to nadzwyczaj złożone i ambitne przedsięwzięcie i spodziewać się można wielu trudności...

**Tabela 1.** Program pierwszych dwunastu wzlotów w ramach realizacji programu ALFA.

| Data | Kryptonim | Kraj | Co zostanie wysłane |
|---|---|---|---|
| 20 listopada 1998 | 1 A/R | Rosja | Moduł podstawowy |
| 3 grudnia 1998 | 2 A | USA | Węzeł 1 (Node 1) |
| Maj 1999 | 2 A1 | USA | Moduł Spacehab |
| Lipiec 1999 | 1 R | Rosja | Moduł służbowy |
| Sierpień 1999 | 2 A2 | USA | Moduł Spacehab |
| Listopad 1999 | 3 A | USA | Kratownice podtrzymujące i różnego rodzaju wyposażenie techniczne |
| Grudzień 1999 | 4 A | USA | Płyty z fotoogniwami słonecznymi |
| Styczeń 2000 | 2 R | Rosja | Pierwsza załoga |
| Luty 2000 | 5 A | USA | Moduł USA Lab |
| Marzec 2000 | 5 A1 | USA | Moduł Spacehab |
| Kwiecień 2000 | 6 A | USA | Dźwig manipulator (kanadyjski) |
| Lipiec 2000 | 7 A | USA | Śluza powietrzna i różnego rodzaju wyposażenie techniczne |




Rys. 2. Komputerowa animacja wyglądu bazy satelitarnej ALFA w 1998, 2000 i 2004 roku (wg Flug Revue).

**Tabela 2.** Program siedmiu pierwszych lotów załogowych na bazę satelitarną ALFA (stan na koniec roku 1998).

| Nr | Środek nośny | Czas lotu | Środek powrotny | Załoga |
|---|---|---|---|---|
| 1 | Sojuz TM | 5 miesięcy | Kosmoplan Atlantis | William Shephertd, Jurij Gidzienko, Siergiej Krikaliew |
| 1 A | Sojuz TM | 1 tydzień | Sojuz TM | Tałgat Musabajew, Nadieżda Kuszielnaja |
| 2 | Kosmoplan | 6 miesięcy | Sojuz TM Atlantis | Jurij Usaczow, James Voss, Susan Helms |
| 3 | Sojuz TM | 2 miesiące | Kosmoplan Discovery | Kenneth Boversox, Władimir Deskurow, Michaił Tiurin |
| 4 | Kosmoplan | 4 miesiące | Sojuz TM Discovery | Jurij Onufrienko, Carl Walz, Daniel Bursch |
| 5 | Sojuz TM | ? | Kosmoplan | Walierij Korsun, Paweł Winogradow, Amerykanin |
| 6 | Kosmoplan | ? | Sojuz TM | Jurij Malienczienko |

Ustalono już także 7 kolejnych lotów załogowych na bazę satelitarną ALFA (tab. 2).

Pierwsza załoga wystartuje dopiero w styczniu 2000 roku w rosyjskim statku kosmicznym Sojuz TM z rosyjskiego kosmodromu Bajkonur w Kazachstanie. Dowódcą będzie astronauta amerykański.

W związku ze startem Modułu Podstawowego bazy ALFA warto wspomnieć, że Rosjanie chcieli go opóźnić o około 10 godzin, gdyż wówczas znalazłby się on we względnej bliskości ciągle istniejącej i funkcjonującej jeszcze bazy satelitarnej MIR. Amerykanie jednak stanowczo na to się nie zgodzili, a ponieważ pokrywają większość kosztów, więc chcą odgrywać główną rolę decyzyjną. Nie zgadzają się jednak na to Rosjanie, którzy chcą być traktowani jako równorzędni partnerzy, a nie tylko swojego rodzaju „podwykonawcy", zwłaszcza że główne centrum kontrolne dla bazy ALFA zostało zlokalizowane w znanym amerykańskim ośrodku w Houston w Teksasie.

Mówiąc o międzynarodowym aspekcie przedsięwzięcia, należy zwrócić uwagę, że jest to przedsięwzięcie wspólne tylko dla „wybranych". Nie biorą w nim na przykład udziału Chiny, które liczą — bądź co bądź — 20% ludności świata, mają własną kosmonautykę i mogą swoimi siłami wysłać kosmonautę (którego zresztą już szkolą!). Pominięto też niewiele mniejsze Indie, które także dysponują własną techniką astronautyczną...

Nie uczestniczy też w przedsięwzięciu, choćby w najmniejszej mierze, Polska... (Nie przystępujemy też do ESA, choć miejsce dla nas w tej organizacji jest „zarezerwowane" od lat (!) No cóż, nie interesuje nas widać udział w największym przedsięwzięciu astronautycznym ludzkości, obliczonym na przynajmniej dwa dziesięciolecia...

W związku z rozpoczęciem montażu bazy ALFA ukazuje się sporo informacji prasowych. Nie zawsze są one jednak poprawne. Najbardziej rażące jest, że zaczyna się u nas upowszechniać przekonanie, że jakoby w przestrzeni kosmicznej „nie ma grawitacji" i że „nie będzie grawitacji" na bazie ALFA. To bardzo niedobrze, że w 40 lat po wysłaniu pierwszego Sputnika mogą być rozpowszechniane tego rodzaju horrendalne nonsensy fizyczne (!)... Chodzi przecież o brak **ciężaru**.

W doniesieniach prasowych można też spotkać się z informacją, że baza ALFA zostanie wykorzystana do załogowej wyprawy na Marsa. To nieporozumienie. Bezpośredniego związku bowiem tutaj nie ma. (Prowadzić się tylko będzie badania wpływu długotrwałego lotu kosmicznego na organizm ludzki, a technologia budowy bazy satelitarnej ALFA zostanie prawdopodobnie wykorzystana do budowy marsjańskiego statku kosmicznego.) Celem budowy bazy ALFA nie jest więc realizacja załogowej wyprawy na Marsa. Takiego przedsięwzięcia nie tylko nikt i nigdzie jeszcze w sposób konkretny nie realizuje, ale nawet nie zostały jeszcze podjęte żadne decyzje w tej dziedzinie...

Najlepszy pogląd na temat tego, jak baza satelitarna będzie wyglądać, daje schematyczny jej rysunek (narysowany przez Juliana Malejkę). Ogólna objętość hermetycznych modułów mieszkalnych i laboratoryjnych ma wynieść około 1400 $m^3$, czyli tyle, ile kilku niedużych domków jednorodzinnych. Energii elektrycznej dostarczać będą fotoogniwa słoneczne zdolne do wyprodukowania prądu elektrycznego o mocy 150 kW. Stała załoga ma liczyć siedem osób, a nominalny czas jej pobytu ma wynosić 3 miesiące. Hermetyczne moduły mieszkalne i laboratoryjne budują wszyscy uczestnicy przedsięwzięcia (za wyjątkiem Kanady, która dostarczy tylko ogromny dźwig-manipulator). Do japońskiego modułu mieszkalno-laboratoryjnego domontowana będzie odkryta platforma badawcza. Istotne niebezpieczeństwo dla bazy stanowią tzw. „śmieci kosmiczne". Dla zabezpieczenia się przed nimi moduł japoński (JEM) otoczony będzie aż 4 warstwami specjalnego pancerza. Konstruktorzy japońscy uważają, że zabezpieczy to przed uderzeniami bryłek materii o średnicy do 1 cm!

Według obecnych planów jako środek załogowego transportu na bazę ALFA służyć będą amerykańskie kosmoplany (wahadłowce), a także rosyjskie statki kosmiczne Sojuz o zmodyfikowanej konstrukcji. (Dwa lub trzy rosyjskie statki Sojuz będą też domontowane na stałe do bazy ALFA i służyć będą jako ewentualne „szalupy" ratunkowe, umożliwiające natychmiastowy powrót załogi na Ziemię.) Do transportu ładunków służyć będą amerykańskie kosmoplany i nowego typu rosyjski bezzałogowy statek transportowy M1.

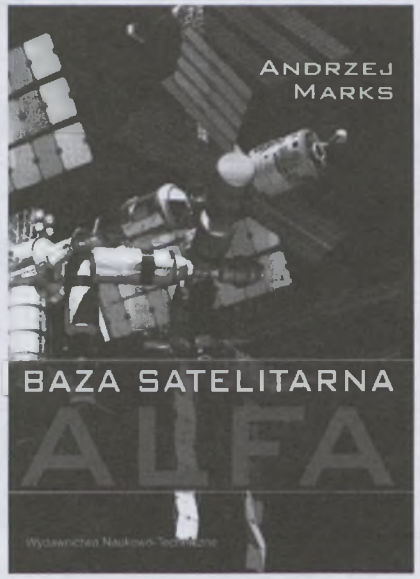
W związku z montażem bazy ALFA stała się aktualna sprawa dalszych losów rosyjskiej stacji MIR. Otóż, według obecnych planów, ma ona być eksploatowana do końca 1999 roku, po czym zostanie planowo skierowana do atmosfery 3000 km na wschód od Nowej Zelandii. (Uprzednio odbędą jednak jeszcze na nią lot dwie trzyosobowe załogi, w składzie pierwszej poleci kosmonauta słowacki Iwan Bella,

a drugiej kosmonauta francuski Jean Pierre Haignere.) Ostatnio pojawiły się jednak oficjalne doniesienia, że baza satelitarna MIR jest w lepszym stanie technicznym niż na to wskazują alarmujące doniesienia prasowe i że w związku z tym mogłaby jeszcze być użytkowana przez około 5 lat.

Na zakończenie chciałbym dodać, że w związku z Programem ALFA ukazała się w listopadzie 1997 r. nakładem Wydawnictw Naukowo-Technicznych w Warszawie moja niewielka monografia na temat bliskoziemskich baz satelitarnych pt. „Baza satelitarna ALFA".

Chciałbym też dodać, że wykorzystując olbrzymi międzynarodowy potencjał naukowy, techniczny i ekonomiczny, jaki uruchomiono dla realizacji Programu ALFA, warto byłoby pokusić się o wysłanie stałej załogowej bazy satelitarnej w sąsiedztwie Księżyca. Posługując się rosyjską rakietą nośną Energia, można by wysłać obiekt o masie ok. 20 Mg, czyli taki, jak rosyjskie bazy satelitarne Salut. Natomiast jako statku transportowego można by używać rosyjskiego statku kosmicznego typu Zond, wprawianego w ruch przez rosyjską rakietę nośną Proton.

*Dr inż. Andrzej Marks jest astronomem — absolwentem Politechniki Warszawskiej, autorem wielu książek i artykułów popularyzujących zdobycze badawcze i techniczne wypraw kosmicznych.*




Rys. 3. Okładka książki Andrzeja Marksa pt. „Baza satelitarna ALFA".

## Polskie Towarzystwo Astronomiczne informuje:

# Komunikat PTA nr. 3

1. Uprzejmie Państwa informuję, że od 1 października 1998 funkcję Sekretarki PTA podjęła Pani Magdalena Jórkiewicz-Gos. Jej adres e-mailowy: **hania@camk.edu.pl**
2. Składka członkowska za rok 1999 (i za lata zaległe) wynosi 40 zł, którą powinniśmy uiścić w Sekretariacie PTA (Biblioteka CAMK) lub wpłacić na konto PTA:
   BIG Bank Gdański, IV Oddział w Warszawie, nr 10401019-6536-132.
3. Czeka nas nadzwyczajny Zjazd PTA w sprawie zmian statutowych. Według wstępnych ustaleń Zarządu Głównego PTA, Zjazd taki odbyłby się w CAMK-u w Warszawie, wraz z otwartym Zebraniem Komitetu Astronomii. Termin jeszcze nie jest ustalony i zostanie Państwu podany.
4. XXIX Zjazd Polskiego Towarzystwa Astronomicznego.

Na posiedzeniu Zarządu Głównego PTA w dniu 10 grudnia 1998, po otrzymaniu zaproszenia od Akademii Rolniczo-Technicznej w Olsztynie, ustalono, że XXIX Walny Zjazd Towarzystwa odbędzie się w Olsztynie w dniach 13–16 września 1999 roku. Hasłem Zjazdu będzie: „Astronomia końca tysiąclecia". W programie przewiduje się m.in.:

Otwarcie Zjazdu w poniedziałek 13 września, w godzinach południowych, Walne Zebranie w środę 15 września, a po nim spotkanie towarzyskie na Zamku, Sesję Dydaktyczną na temat „Elementy astronomii w fizyce — miejsce astronomii w nowym programie edukacyjnym", sesje referatowe i sesje plakatowe.

Lokalnemu Komitetowi Organizacyjnemu będzie przewodniczył prof. Włodzimierz Baran z Akademii Rolniczo-Technicznej.

*Adam Michalec*
*Sekretarz PTA*

**INFORMACJE O PRENUMERACIE URANII-PA**

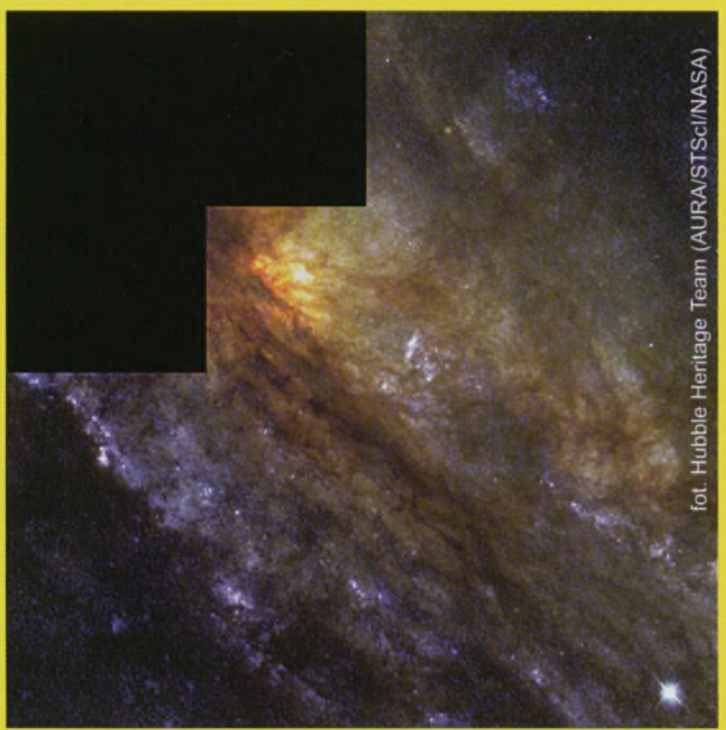
**Prenumerata na rok 1999 (6 zeszytów) kosztuje 36 zł (zagraniczna 50 zł). Cena pojedynczego zeszytu 7.50 zł. Wpłaty prosimy kierować na konto:**

**Polskie Towarzystwo Astronomiczne**
**BIG Bank Gdański S.A. o/Toruń**
**Nr 11601612-6347-132**

**Wszelkich informacji o prenumeracie i zakupie numerów archiwalnych „Postępów Astronomii" i „Uranii-PA" udziela:**

**Barbara Gertner**
**Centrum Astronomii UMK**
**ul. Gagarina 11, 87-100 Toruń**
**E-mail: basia@astri.uni.torun.pl**
**tel/fax (0-56) 611 30 14 / 611 30 08**

# Galaktyka NGC 253




**Wielka spiralna galaktyka NGC 253 jest jedną z najbliższych nam galaktyk. Dzieli nas od niej odległość niespełna 10 min. lat św. Położona jest na południowym niebie i została odkryta przez Karolinę Herschel w roku 1783 w czasie poszukiwań komet. Stanowi obecnie wdzięczny cel zarówno obserwacji miłośniczych, jak i zawodowych astronomów. Widzimy w niej skłębione chmury świecącego gazu, ciemne „gościńce" pyłu i jasne gromady młodych gwiazd, zwane też super gromadami. Te struktury, typowe dla galaktyk spiralnych, są miejscami rodzenia się gwiazd. Prezentowany obraz przedstawia część centralną galaktyki obejmującą ok. 5800 l. św. (cała galaktyka mierzy 60 tys. l. św.) i jest kompilacją szeregu obrazów uzyskanych przez teleskop kosmiczny Hubble'a i jego kamerę WFPC2. Opublikowano je w dniu 3 grudnia 1998. Te obserwacje, przeprowadzone z dużą zdolnością rozdzielczą, potwierdziły fakt, że gwiazdy często rodzą się w gęstych gromadach i że występujący wśród nich gaz o dużej gęstości razem z gorącym pyłem przesłania gwiezdne mateczniki. (*aw*)**

# Mgławica planetarna NGC 3132

**NGC 3132 to piękna mgławica planetarna południowego nieba, zwana też „Pierścieniem Południa". Jest to rozszerzająca się chmura gazowa otaczająca umierającą gwiazdę. Jest ona odległa od nas o 2000 lat świetlnych, a z jednego jej krańca na drugi światło biegnie pół roku. W każdej sekundzie jej rozmiary rosną o 15 km. W środku widzimy 2 gwiazdy: jaśniejszą bliżej środka i znacznie słabszą od niej, położoną lekko w prawo i wyżej. To właśnie ta słabsza gwiazda odrzuciła swą powłokę tworzącą obecnie mgławicę. Ta gwiazda jest obecnie mniejsza od Słońca, ale niezwykle gorąca. Strumień promieniowania ultrafioletowego z jej powierzchni powoduje, że poprzez wzbudzenie fluorescencyjne, pobliski gaz świeci (tak samo jak świecą nasze „neony" i świetlówki). Kolory zostały tak dobrane, aby reprezentowały temperaturę gazów: niebieski jest najgorętszym, a czerwony najchłodniejszym obszarem mgławicy. Nasze Słońce może wyrzucić podobną mgławicę planetarną za jakieś 6 miliardów lat. (*aw*)**

# Mgławica Trójlistna Koniczyna (M 20)

Kolejne zbliżenia mgławicy. W jej centrum znajduje się zwarta gromada młodych, gorących gwiazd, pobudzających do świecenia otaczający je gaz w obszarze o promieniu 40 lat świetlnych.

Fot. David Malin, Anglo-Australian Observatory

M20 bardzo wyraźnie dzieli się na część emisyjną, świecącą własnym światłem (barwa czerwona) i refleksyjną (odbijającą promieniowanie gwiazd, barwa niebieska). Ten piękny obraz powstał przez nałożenie trzech czarno-białych zdjęć uzyskanych 3.9-metrowym teleskopem AAT (Australia). Po prawej obraz uzyskany po zastosowaniu specjalnych technik przetwarzania (m.in. tzw. nieostrej maski). Wyodrębnione zostały słabo świecące zewnętrzne obszary mgławicy.

Urania
Postępy Astronomii

## PORADNIK OBSERWATORA

Powyżej, dwa przykłady zdjęć wykonanych za pomocą teleobiektywu MTO 1000 i telekonwertera zwiększającego dwukrotnie efektywną ogniskową układu optycznego do 2000 mm. Zdjęcie Księżyca wykonane zostało na filmie Scotch 400 ASA z czasem ekspozycji 1/15 sekundy. Drugie zdjęcie wykonane zostało w czasie częściowego zaćmienia Słońca 10.05.94 na filmie Fuji 100 ASA z czasem 1/250 s.

Zdjęcia Księżyca prezentowane niżej zostały nadesłane na konkurs „Wakacyjne zdjęcie nieba" i oba wykonano z pomocą teleskopu 150/900 firmy »Uniwersał« zwanego popularnie szukaczem komet Zdjęcie po lewej wykonał Jarosław Malec (projekcja okularowa, film Kodak Gold Ultra 400, texp = 1/4 s). Autorem zdjecia po prawej jest Krzysztof Wiórkiewicz (telekonwerter ×2, film Kodak 200 ASA, $t_{exp}$ = 1/25 s).

Porównując prezentowane tu zdjęcia Księżyca warto zwrócić uwagę na tzw. efekt libracji w długości powodujący, że widzimy z Ziemi więcej niż 50% powierzchni naszego satelity.

## WAKACYJNE ZDJĘCIE NIEBA

# ROSYJSKIE OBIEKTYWY – GIGANTY

Na polskim rynku fotograficznym dostępnych jest szereg obiektywów o konstrukcji soczewkowo-lustrzanej (tzw. obiektywy lustrzane). Są to układy optyczne bazujące na teleskopie Maksutowa. Leningradzki optyk D.D. Maksutow po raz pierwszy zaprezentował swój system w 1940 roku. W przypadku kamer Maksutowa mamy do czynienia z płaską powierzchnią ogniskową, a nie — jak w przypadku kamer Schmidta — zakrzywioną. Płaska powierzchnia ogniskowa, dwukrotnie mniejsza długość tubusu, a także łatwość wykonania menisku (niższa cena) w porównaniu do płyty korekcyjnej Schmidta sprawia, iż to właśnie system Maksutowa znalazł szerokie zastosowanie w fotografii.

Układ Maksutowa wykorzystuje sferyczne zwierciadło główne, którego aberracja sferyczna korygowana jest przez sferyczny menisk umieszczony przed zwierciadłem. System Maksutowa, podobnie jak i Schmidta, wykazuje szczątkową aberrację chromatyczną. Światło po przejściu przez menisk i odbiciu od zwierciadła głównego trafia na zwierciadło wtórne (również sferyczne), które kieruje wiązkę na zewnątrz teleskopu (obiektywu) poprzez kołowy otwór wycięty w zwierciadle głównym. Pierwszy obiektyw fotograficzny o budowie soczewkowo-lustrzanej wyprodukowała w 1950 roku szwajcarska firma PIGNONS AG — **Delf Fototel 6.3/500** (ogniskowa 500 mm, a światłosiła 6.3).

Najczęściej jako konstrukcje lustrzane wykonuje się obiektywy o ogniskowych 500 mm i dłuższych. Powód wielkiej popularności obiektywów lustrzanych jest dość prozaiczny — cena. Na przykład, lustrzany obiektyw Rubinar 5.6/500 kosztuje około 500 zł, natomiast soczewkowy obiektyw o analogicznych osiągach 2500–4500 zł (ceny giełdowe) w zależności od firmy. W przypadku ogniskowych 1000 mm dysproporcje te są jeszcze większe. Drugorzędnym powodem skłaniającym nas do kupowania obiektywów lustrzanych jest mniejsza waga i rozmiary, co zwiększa komfort pracy. Jednak pomimo swych ogromnych zalet obiektywy lustrzane nie są w stanie konkurować pod względem jakości uzyskiwanych obrazów ze swymi soczewkowymi odpowiednikami.

Warto nadmienić, że obiektywy lustrzane nie mają zmiennej przesłony. Toteż ilość światła docierającego do kliszy możemy regulować tylko poprzez zmianę czasu ekspozycji lub zakładając na obiektyw szary filtr, który czasami jest dołączony w komplecie z obiektywem.

Poniżej skupimy się na obiektywach lustrzanych najczęściej wykorzystywanych w astrofotografii, a mianowicie rosyjskich obiektywach o ogniskowej 1000 mm, dających pole widzenia 2.5°. Obiektywy te służą głównie do fotografowania powierzchni Księżyca, Słońca lub tarcz najbliższych planet (poprzez użycie telekonwertera lub projekcji okularowej). W chwili obecnej rynek fotograficzny oferuje nam trzy takie obiektywy: MTO-1000, MC MTO-1000 S.A. oraz MC Rubinar 10/1000. Pomimo długiej ogniskowej fizyczna długość tych obiektywów nie przekracza 25 cm (ogniskowa jest ustawiona na Y), co daje zwartą konstrukcję. Światłosiła obiektywów lustrzanych o ogniskowej 1000 mm na ogół wynosi 10, co jest optymalną wartością zarówno w fotografii, jak i astrofotografii. W przypadku tych obiektywów producent podaje analogiczne wartości. Obiektyw MTO-1000 jest najstarszym obiektywem, obecnie już coraz rzadziej spotykanym na rynku. Jego ogniskowa wynosi 1100 mm, a światłosiła (podana przez producenta) 10.5. Specjalnie piszę „światłosiła podana przez producenta", gdyż w rzeczywistości zdecydowana większość obiektywów lustrzanych ma mniejszą światłosiłę aniżeli ta, jaką podaje producent. Dzieje się tak, gdyż światłosiła wyznaczana jest w sposób analogiczny jak w przypadku obiektywów soczewkowych — jako stosunek ogniskowej do średnicy obiektywu (F/D). Obiektywy lustrzane posiadają zwierciadło wtórne, które nie przepuszcza światła, a zatem niecała powierzchnia menisku jest powierzchnią czynną. W rzeczywistości dochodzi do kliszy mniej światła, co powinno być rekompensowane zwiększeniem średnicy wejściowej. Tak jest w przypadku obiektywu Rubinar, dla którego światłosiła wynosi nieznacznie więcej aniżeli podaje producent. Wielkość lustra wtórnego nie tylko wpływa na jasność obiektywu, ale także na kontrast obrazu. Im lustro wtórne ma mniejsze rozmiary, tym kontrast obrazu będzie większy. Ma to zasadnicze znaczenie w przypadku fotografowania powierzchni Księżyca i planet. Z omawianych obiektywów najmniejsze zwierciadło wtórne ma MTO-1000. Bardzo istotna jest również jakość samej optyki jak i powłok przeciwodblaskowych (MC). Miernikiem jakości optyki jest zdolność rozdzielcza podawana jako największa ilość linii na milimetr obrazu, przy której linie te widoczne są jeszcze oddzielnie. Niekwestionowanym liderem w tej klasie został Rubinar. Także i ten obiektyw posiada najlepsze (wielowarstwowe) powłoki MC. Porównując parametry testowanych obiektywów, a także zdjęcia przez nie wykonane, można stwierdzić, iż najlepszą jakość obrazów daje Rubinar. Należy jednak powiedzieć, iż ten obiektyw ma fatalnie rozwiązane mocowanie do statywu, które można i należy samemu „poprawić". Wszystkie obiektywy wyposażone są w skórzany futerał oraz komplet trzech filtrów nakręcanych na obiektyw. Szczegółowe dane dotyczące omawianych obiektywów zawarte są w tabeli poniżej.

*Wiesław Skórzyński*

| Nazwa obiektywu | Ogniskowa [mm] | Średnica menisku [mm] | Średnica lustra wtórnego [mm] | Światłosiła [zmierzona] | Zdolność rozdzielcza centrum/brzeg | Waga [kg] |
|---|---|---|---|---|---|---|
| MTO-1000 | 1100 | 104.8 | 33.5 | 11.08 | 28/18 | 3.6 |
| MC MTO-11 CA | 1000 | 101 | 37.8 | 10.68 | 35/28 | 1.95 |
| MC Rubinar 10/1000 | 1000 | 107.5 | 38 | 9.95 | 50/35 | 2.15 |

***Fragment nieba obejmujący centralne obszary Galaktyki obfituje w obiekty mgławicowe, stąd też dziś raz jeszcze powędrujemy w te okolice.***

# W ramionach Strzelca

## M 19 (NGC 6273) w Wężowniku

**M 19** to gromada kulista o najbardziej eliptycznym kształcie pośród do tej pory zaobserwowanych. Znajduje się stosunkowo blisko centrum Galaktyki (w odległości 4600 l.św.). William Herschel jako pierwszy zauważył, że składa się ona z „niezliczonej liczby gwiazd o jasności 14, 15 i 16 magnitudo".

| | |
|---|---|
| Rektascensja ..... | $17^h\,02^m.6$ |
| Deklinacja ..... | –26° 16′ |
| Odległość ..... | 27 100 l.św. |
| Jasność obserw. ..... | 6.8 mag |
| Rozmiary kątowe .... | 13′.5 |

## M 20 (NGC 6514) w Strzelcu

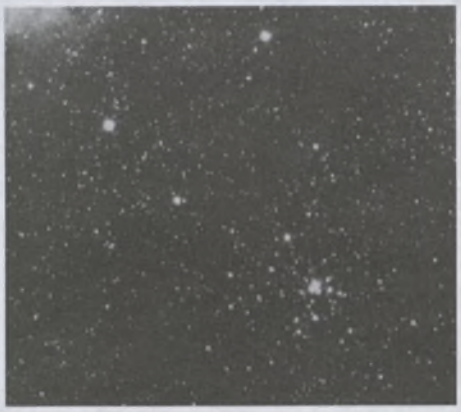
**Mgławica Trójlistna Koniczyna** jest jednym z najwdzięczniejszych motywów astronomicznych ilustracji (poświęcamy jej rozkładówkę). Messier przedstawiał ją jako „gromadę gwiazd", jej rzeczywistą naturę dostrzegł dopiero William Herschel (który wprowadził nawet własne oznaczenia jej fragmentów, nie zyskały one jednak uznania), zaś popularną nazwę nadał John Herschel. Czerwona mgławica emisyjna z leżącą w pobliżu jej środka grupką młodych gwiazd, otoczona jest świecącą niebiesko mgławicą refleksyjną, widoczną najwyraźniej w pobliżu północnego krańca obiektu.

Odległość M 20 jest kwestią sporną: jej oceny mieszczą się w przedziale 2200 – 7600 l.św. Również wyznaczenia jasności są kontrowersyjne: od 6.8 do 9.0 magnitudo. Wiąże się to z faktem, że gwiazda pobudzająca mgławicę do świecenia (ADS 10991) to układ potrójny o całkowitej jasności 7 magnitudo; wszystkie składniki są bardzo gorące, a ich obecność utrudnia pomiar jasności samej mgławicy.

M 20 leży około dwa stopnie na północ od Mgławicy Laguna (M 8), można je więc odpowiednim obiektywem sfotografować na jednym zdjęciu (por. rozkładówka n-ru 5/98 „Uranii-PA").

| | |
|---|---|
| Rektascensja ..... | $18^h\,02^m.6$ |
| Deklinacja ..... | –23° 02′ |
| Odległość ..... | 5200 l.św. |
| Jasność obserw. ..... | 9.0 mag |
| Rozmiary kątowe .... | 28′.0 |

## M 21 (NGC 6531) w Strzelcu



**M 21** to gromada otwarta wykazująca dość silną koncentrację w kierunku środka. S.N. Svolopoulos w roku 1953 ustalił przynależność do niej 57 gwiazd, z których najjaśniejsze to olbrzymy typu widmowego B0. Wiek gromady ustalono na 4.6 miliona lat i uważa się ją za część asocjacji Sagittarius OB 1. Na niebie znajduje się w sąsiedztwie Trójlistnej Koniczyny i często towarzyszy jej na fotografiach (co można sprawdzić na naszej rozkładówce). Wciąż nie jest do końca jasne, który z obiektów — M 20 czy M 21 — jest bliżej nas; oceny odległości do M 21 mieszczą się w przedziale 2200 – 4250 l.św.

| | |
|---|---|
| Rektascensja ..... | $18^h 04^m.6$ |
| Deklinacja ..... | –22° 30′ |
| Odległość ..... | 4250 l.św. |
| Jasność obserw. ..... | 6.5 mag |
| Rozmiary kątowe .... | 13′.0 |

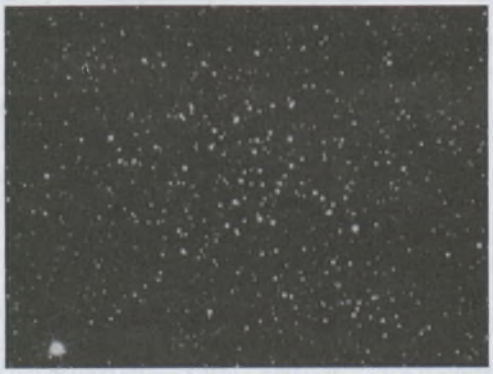
## M 22 (NGC 6656) w Strzelcu

**M 22** to najdawniej odnotowana gromada kulista — jej obserwację opisał A. Ihle w roku 1665, choć przypuszczalnie mógł ją już wcześniej widzieć Heweliusz. W zasadzie jest ona widoczna nawet gołym okiem na południowym niebie, stąd też kwestia „autorstwa" odkrycia nie może być ostatecznie rozstrzygnięta. W każdym razie przed Messierem oglądali ją bodaj wszyscy zapisani w historii odkryć mgławicowych obiektów — Halley, De Cheseaux, Le Gentil, de la Caille.

M 22 jest jaśniejsza od słynnej M 13 w Herkulesie, ale na niebie południowym przewyższają ją blaskiem dwie inne gromady kuliste, które nie znalazły się w katalogu Messiera: w Centauri (NGC 5139) i 47 Tucanae (NGC 104). Jest jednym z najbliższych tego rodzaju obiektów. Shapley i Pease oszacowali liczbę gwiazd w gromadzie na 70 tysięcy (najjaśniejsze świecą jasnością 11 magnitudo), wśród nich zidentyfikowano 32 zmienne. Gwiazdy zajmują w rzeczywistości obszar o rozmiarach ok. 200 l.św. Warto dodać, że M 22 leży w niewielkiej (poniżej jednego stopnia) kątowej odległości od ekliptyki, stąd też można „zapolować" na jej koniunkcje z planetami.

| | |
|---|---|
| Rektascensja ..... | $18^h 36^m.4$ |
| Deklinacja ..... | –23° 54′ |
| Odległość ..... | 10 100 l.św. |
| Jasność obserw. ..... | 5.1 mag |
| Rozmiary kątowe .... | 24′.0 |

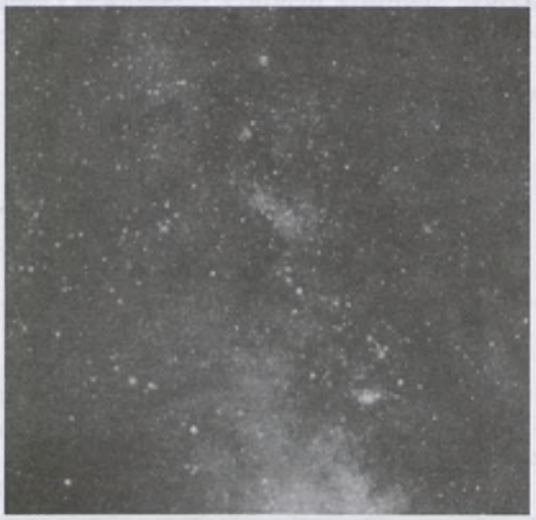
## M 23 (NGC 6494) w Strzelcu



Gromada otwarta M 23 — jedno z oryginalnych odkryć Messiera — to dobry cel do obserwacji małym teleskopem. W obszarze o rozmiarach 15 – 20 l.św. leży ok. 150 gwiazd, z których najjaśniejsze świecą blaskiem 9.2 magnitudo. Najgorętsze gwiazdy są typu widmowego B9. Wiek gromady ocenia się na 220 – 300 mln lat.

| | |
|---|---|
| Rektascensja ..... | $17^h 56^m.8$ |
| Deklinacja ..... | –19° 01′ |
| Odległość ..... | 2150 l.św. |
| Jasność obserw. ..... | 6.9 mag |
| Rozmiary kątowe .... | 27′.0 |

## M 24 (zawiera NGC 6603) w Strzelcu



M 24 nie jest tak naprawdę żadnym odrębnym obiektem, lecz mglistym zbiorowiskiem gwiazd w Drodze Mlecznej, rozrzuconych na dystansie tysięcy lat świetlnych wzdłuż kierunku widzenia, w swego rodzaju „tunelu" ubogim w międzygwiazdowy pył. Ta identyfikacja odpowiada opisowi Messiera („jasna mgławica, w której znajduje się wiele gwiazd o różnych jasnościach") oraz podawanym przez niego parametrom. Niektórzy oznaczają przez M 24 słabą gromadę otwartą NGC 6603, która leży w tym obszarze. Jednak nawet sama jasność tej gromady (zaledwie 11 magnitudo) wyklucza taką interpretację obiektu z listy Messiera. Ponadto gromada NGC 6603 składa się z około 30 gwiazd zajmujących na niebie niewielki obszar o średnicy 5 minut łuku. Do jej obserwacji należałoby użyć co najmniej 10-cm teleskopu, najjaśniejsze wchodzące w jej skład gwiazdy 14 wielkości nie wyróżniają się bowiem niczym szczególnym spośród otaczających je gwiazd tła.

Tak więc M 24 to przypadkowe zagęszczenie gwiazd leżących w tym samym kierunku na niebie. Na prezentowanym obok zdjęciu Mlecznej Drogi w konstelacji Strzelca odnajdujemy je nieco powyżej środka; warto dodać, że obok M 24 na tymże zdjęciu znalazło się aż 10 innych obiektów z katalogu Messiera (M 8, M 16 – M 18, M 20 – M 25, M 28). *(kr)*

| | |
|---|---|
| Rektascensja ..... | $18^h\ 16^m.9$ |
| Deklinacja ..... | –18° 29′ |
| Odległość ..... | 10 000 l.św. |
| Jasność obserw. ..... | 4.6 mag |
| Rozmiary kątowe .... | 90′.0 |

# Królewskie Obserwatorium Greenwich zamknięte

Królewskie Obserwatorium Astronomiczne w Greenwich (RGO) zostało powołane do życia przez króla Karola II w roku 1675. Było to drugie, po paryskim, założonym w 1666 roku, obserwatorium o charakterze „ogólnokrajowym".* W tym czasie posiadanie obserwatorium było kwestią prestiżu narodowego (czy raczej władców), ale ani w Paryżu, ani w Greenwich nie były gwarantowane środki na zakup wyposażenia i na działalność tych placówek. I tak pierwszy Astronom Królewski Flamsteed musiał z własnego uposażenia opłacać instrumenty i asystenta. Kolejny Astronom Królewski Halley musiał się zapożyczyć u przyjaciół i dopiero interwencja królowej spowodowała wypłatę jego pensji.

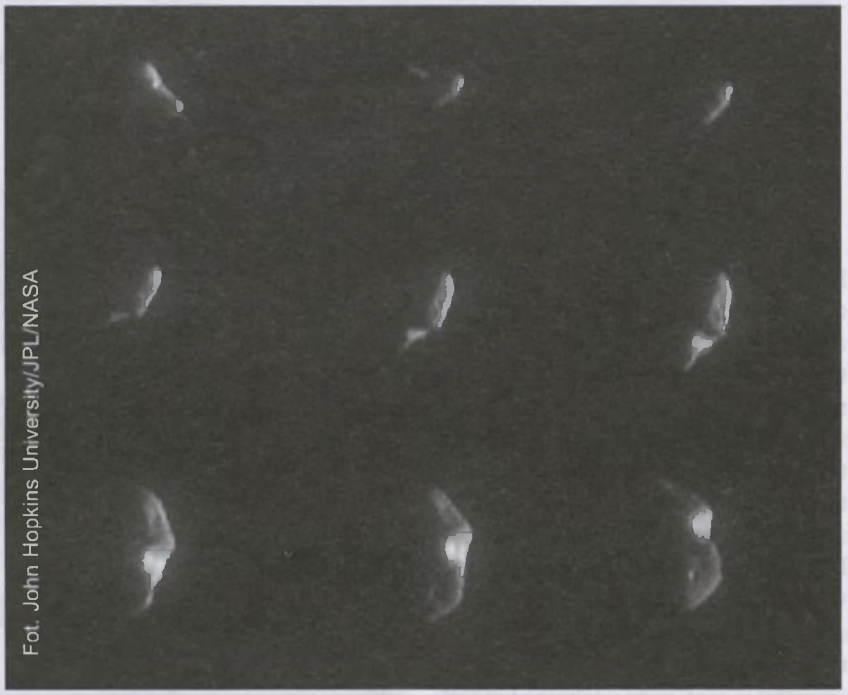
Położone u ujścia Tamizy Obserwatorium Królewskie miało wspomagać nawigację poprzez dostarczanie danych o pozycjach gwiazd i efemeryd Słońca, Księżyca i planet i rzeczywiście przez przeszło 300 lat to robiło. Do dziś opracowuje i wydaje Nautical Almanac, bez którego nie tylko nie wyobrażało sobie żeglowania po morzach i oceanach kilka pokoleń wilków morskich, ale też nie mogły się obejść, aż do połowy XX wieku, obserwatoria astronomiczne. Od lat dwudziestych XX wieku południk przechodzący przez instrument przejściowy Greenwich stał się południkiem zerowym, czyli południkiem, na którym mierzymy słoneczny czas uniwersalny UT. W latach sześćdziesiątych główny teleskop Obserwatorium Królewskiego Anglii, teleskop o średnicy 2.5 m nazwany imieniem Izaaka Newtona, został ustawiony w Herstmonceux w hrabstwie Sussex i tam też została przeniesiona siedziba RGO. Po kilkunastu latach teleskop ten został przeniesiony na Wyspy Kanaryjskie, gdzie też ulokowano inne teleskopy Zjednoczonego Królestwa. Misja RGO polegała wtedy głównie na organizowaniu pracy tych teleskopów i utrzymaniu ich właściwego stanu technicznego. RGO zostało przeniesione w 1990 r. do Cambridge. Ale w 1997 roku Brytyjski Komitet Badań Cząstek Elementarnych i Astronomii (brytyjski organ rządowy finansujący badania astronomiczne) zdecydował o przeniesieniu zarządzania teleskopami brytyjskimi i uprawiania na nich astronomii do Szkockiego Obserwatorium Królewskiego w Edynburgu. I z dniem 31 października 1998 roku, Królewskie Obserwatorium Astronomiczne w Greenwich, po 323 latach działalności, zostało zamknięte. Rząd ma nadzieję zaoszczędzić 4 mln dolarów rocznie do 2002 roku. Oświatowa działalność RGO będzie jednak dalej kontynuowana w Greenwich, które jest obecnie częścią Londynu, a biuro, ciągle użytecznego i wydawanego Nautical Almanac będzie się teraz mieściło poza Rutherford Appleton Laboratory. *(aw)*

* Pierwszym instytucjonalnym obserwatorium astronomicznym z instrumentami optycznymi było obserwatorium uniwersyteckie w Lejdzie (Holandia) założone w 1633 roku.

# Krótkie spotkanie z Erosem

Nie powiodło się planowane na 10 stycznia wprowadzenie amerykańskiej sondy NEAR (*Near Earth Asteroid Rendezvous*) na orbitę wokół Erosa. Zbliżająca się do planetoidy sonda miała wykonać 4 korekty trajektorii, jednak bezpośrednio przed pierwszą z nich w dniu 20 grudnia 1998 roku z sondą utracono kontakt radiowy. Udało się go odzyskać dopiero po 27 godzinach, ale było już za późno na manewrowanie; sonda minęła Erosa 23 grudnia w odległości 3800 km. Na szczęście w porę przeprogramowano komputer pokładowy na realizację programu badawczego. W efekcie uzyskano ponad 1100 zdjęć planetoidy, wykonanych kamerą multispektralną, a także dane ze spektrometru podczerwieni i magnetometru. Opublikowano dziewięć zdjęć wykonanych w trakcie zbliżania: pierwsze z nich z odległości 11100 km, ostatnie z odległości 5300 km. Na najdokładniejszym z nich rozdzielczość wynosi 500 m. Pomiędzy pierwszym a ostatnim zdjęciem upłynęły 2 godziny, sekwencja ukazuje zatem nieco mniej niż połowę pełnego obrotu Erosa, wynoszącego 5 godzin 16 minut.

Obecnie sonda i planetoida poruszają się po zbliżonych orbitach wokół Słońca, możliwe są zatem kolejne spotkania.

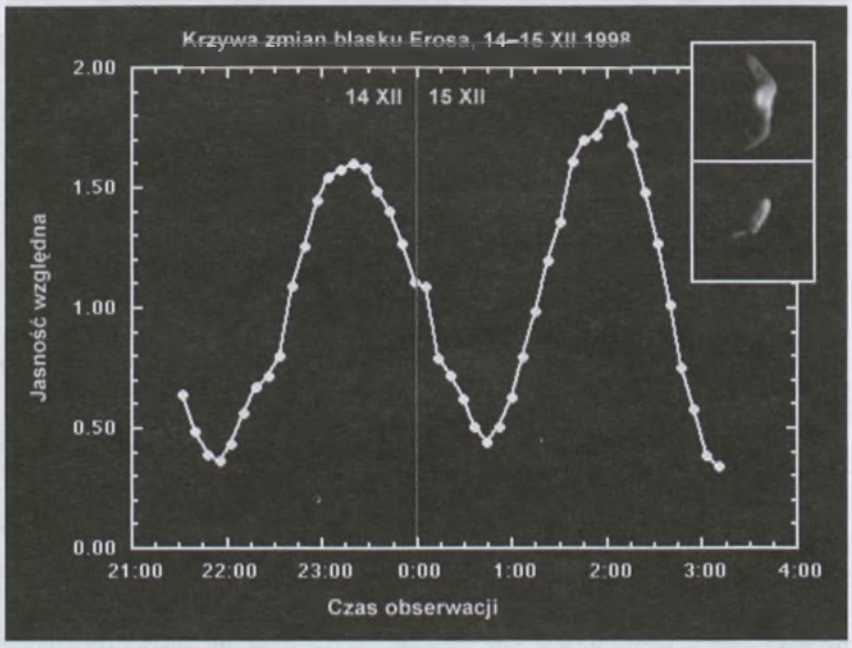



3 stycznia 1999 roku dokonano włączenia silnika głównego NEAR na 24 minuty, które powinno doprowadzić do spotkania z Erosem w lutym 2000 roku. Zostanie wówczas podjęta kolejna próba wprowadzenia sondy na orbitę wokół planetoidy. Pierwotnie planowano jej perycentrum na 200 km, zaś apocentrum na 401 km, a kąt nachylenia do „równika" planetoidy 137 stopni. Oznacza to, że NEAR obiegałaby Erosa ruchem wstecznym. W toku kilkudziesięciu manewrów orbitalnych sonda stopniowo zbliżałaby się do powierzchni planetoidy, zmieniając kąt nachylenia w szerokim zakresie. Przewidziano nawet możliwość łagodnego zetknięcia z powierzchnią i ponowny wzlot, choć NEAR nie ma specjalnych łap czy amortyzatorów, w jakie zazwyczaj wyposaża się lądowniki sond kosmicznych.

Ta pierwsza sonda przeznaczona wyłącznie do badania planetoid wyruszyła z Ziemi 17 lutego 1996 roku, a 27 czerwca 1997 roku przeleciała w odległości 1212 km od planetoidy Matylda. 23 stycznia 1998 roku powróciła ku Ziemi, mijając ją w odległości 500 km. Właśnie ten manewr pozwolił na późniejsze zbliżenie z Erosem.

***Jacek Kruk***

***Red.*** *O Erosie stale napływają ciekawe dane. 8 lutego wprowadzono do sieci skorygowane rozmiary planetoidy (33×13×13 km), podano średnią gęstość (2.7 g/cm³) oraz opisano rozpoznane na zdjęciach szczegóły powierzchni (dwa kratery 8.5 i 6.5 km średnicy, bruzdy długości do 20 km).*




Krzywa zmian blasku Erosa, wykonana przez sondę NEAR w dniach 14–15 grudnia 1998 r. Z prawej fotografie Erosa w chwili największego i najmniejszego blasku.

# A JEDNAK SIĘ KRĘCI!

- ponad 200 projektorów
- ekran o powierzchni 350 $m^2$
- kilkaset km przewodów
- nagłośnienie 1200 W

Czy to Centrum Kontroli Lotów NASA? Disneyland? Nie! Tak w skrócie można opisać toruńskie planetarium, które właśnie obchodzi swoje piąte urodziny. Powszechnie wiadomo, że nie ocenia się filmów na podstawie ilości efektów pirotechnicznych, tak i nie technika tworzy dobre seanse w planetarium. Jednak różnica polega na tym, że w kinie można wyświetlić doskonały film na byle jakim projektorze, w planetarium natomiast, każdy wizualny i dźwiękowy element seansu tworzony jest każdorazowo z osobnego urządzenia. Tak więc, technika nie jest celem, lecz środkiem służącym szerokiej popularyzacji astronomii i to nie tylko pod kopułą planetarium.

*Planetarium toruńskie jest jednym z 13 w Polsce. Mieści się w dawnym, XIX wiecznym zbiorniku gazu, który doskonale harmonizuje z pobliskimi zabytkami Starego Miasta. Wewnątrz budynku znajduje się sala planetarium mieszcząca prawie 200 gości, oraz sala konferencyjna na 110 miejsc. W oczekiwaniu na seans, przy małej kawiarence i sklepiku z pamiątkami widzowie oglądają wystawę astronautyczną oraz zegar wskazujący strefy czasowe na świecie. Ze względu na wielkość, planetarium toruńskie należy do trzech największych w kraju.*

## Trochę wspomnień

Planetarium rozpoczęło oficjalnie swą działalność 17 II 1994 pokazem „A jednak się kręci". Tytuł, oprócz podstawowej funkcji, miał odzwierciedlać przede wszystkim stan naszej firmy. Wcześniej odbyło się kilka przedpremierowych projekcji, które, jak się dzisiaj okazuje, miały ogromny wpływ na charakter naszej obecnej działalności. Gdy w grudniu '93 gościliśmy pierwszą publiczność, którą była grupa przewodników PTTK, już wtedy okazało się, że jesteśmy w stanie dokonać rzeczy nieprawdopodobnej — przeprowadzić seans w planetarium bez planetarium! Nie było wówczas jeszcze głównego projektora gwiazd, ani nagłośnienia. Każdy z nas przyniósł więc z domu to co miał — magnetofon, filmy, slajdy... Dzisiaj wspominamy to przedstawienie jako jedno z najbardziej udanych. Niedługo później odbyło się spotkanie z władzami wojewódzkimi i miejskimi. Postanowiliśmy tym razem przygotować prezentację bardziej profesjonalnie, opierając się już na montowanym właśnie projektorze gwiazd. Była to opowieść o Gwieździe Betlejemskiej. Spodobało się tak bardzo, że po roku postanowiliśmy powtórzyć spotkanie — w noc Wigilijną o godz 2:00! Znów się udało. Wtedy zrozumieliśmy, że do stworzenia dobrego planetarium, od szalonych pieniędzy ważniejszy jest szalony zapał młodych ludzi. Już po roku widzowie mogli oglądać 5 seansów, z których większość skierowana była do grup szkolnych. Równolegle z projekcjami astronomicznymi powstawały seanse z cyklu „Muzyka pod gwiazdami". W piątkowe wieczory sala planetarium zamieniała się w niezwykły pałac światła i dźwięku. Wówczas muzyka klasyczna, elektroniczna czy nawet rockowa nabierała nowego wymiaru. W otoczeniu wielu obrazów, gry świateł przecinających salę, przestrzennego dźwięku, kreowany był nowy świat nauki i magii. Zwykle podkładem była muzyka z płyt, lecz w podobnej atmosferze miały już miejsce także koncerty na żywo.

Pierwszą rocznicę planetarium uświetnił Józef Skrzek, grając pod sztucznym niebem, lecz niedługo później odbył się koncert Daniela Blooma, tym razem pod prawdziwymi gwiazdami. Nasz okrągły placyk przed wejściem stał się amfiteatrem, a budynek planetarium — zewnętrznym ekranem, na którym pojawiały się obrazy i efekty świetlne, wykorzystywane zwykle na seansach. Ukoronowaniem występu stała się kaseta magnetofonowa ze ścieżką dźwiękową koncertu.

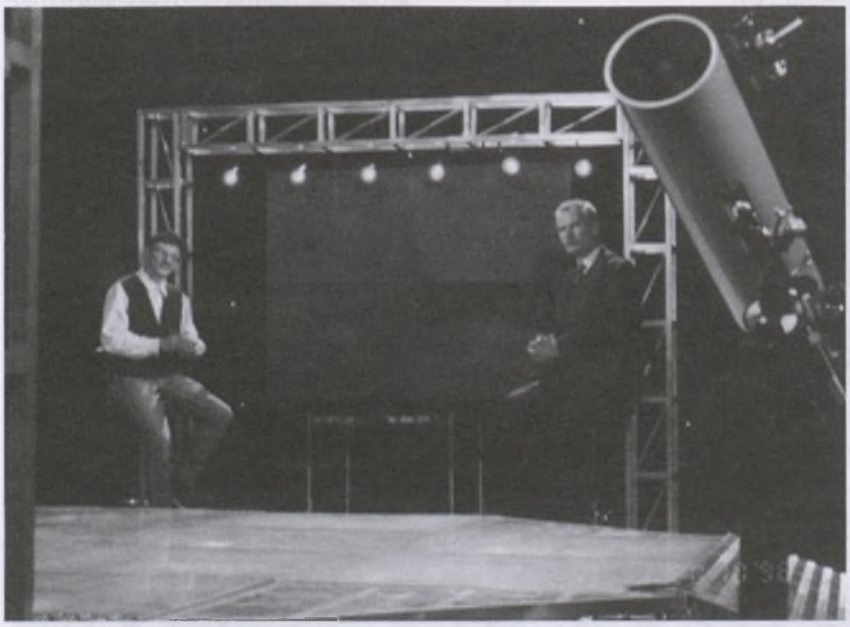
W naszej krótkiej historii zdarzały się i inne wyzwania z pogranicza astronomii, charakterem zupełnie przeciwne koncertowi. Pewnego razu miało być cicho, ciemno i nastrojowo... Czekało nas zorganizowanie spotkania poetów pod gwiazdami. Jakże pięknie zabrzmiała ich twórczość na tle delikatnych szmerów strumyka, świerszczy, wiatru i głębi rozgwieżdżonej nocy.

Dzięki coraz szerszej działalności planetarium, samoistnie zwiększało się zainteresowanie prasy, radia i telewizji. Podczas rozmów z dziennikarzami, oprócz merytorycznych informacji, prawie zawsze poruszano problem — jak to możliwe, by jednostka kulturalna z garstką pracowników wzbudzała tak wielkie zainteresowanie bez komercyjnej reklamy i wsparcia finansowego z zewnątrz? A to właśnie reportaże o naszej działalności były reklamą planetarium. Wielokrotnie gościliśmy na łamach TVP, Polsatu, Polonii, I programu Polskiego Radia i wielu innych. Jednak największą i najważniejszą dla nas produkcją był cykl programów „Planetarium", prezentowany co miesiąc w telewizyjnej „Jedynce". Jego dalszym echem jest dzisiaj cykliczny program na żywo „Jak znaki na niebie" w telewizji edukacyjnej, gdzie toruńskie planetarium ma także swój stały kącik.

*Koncert Józefa Skrzeka pod kopułą planetarium*

Zainspirowani spotkaniami z „gwiazdami polskiej astronomii i astronautyki" podczas przygotowywania programów, wraz z wydawnictwem Prószyński i S-ka, postanowiliśmy współorganizować wieczór z Robertem Zubrinem — amerykańskim autorem książki „Czas Marsa". Jako wprowadzenie przed wykładem, przygotowaliśmy seans o Czerwonej Planecie. Publiczność jak zwykle dopisała i jak zwykle w przypadku takich imprez zabrakło miejsc. To utwierdzało nas w przekonaniu, że planetarium nie tylko jest atrakcją turystyczną, lecz coraz silniej wrasta w świadomość mieszkańców Torunia. Zresztą przekonaliśmy się o tym już podczas zaćmienia Słońca w październiku 1996. By podzielić się tym niezwykłym zjawiskiem ze spacerowiczami, przed planetarium ustawiliśmy kilka teleskopów. Były też tradycyjne, okopcone kawałki szyb z pobliskiego zakładu szklarskiego, jako filtry słoneczne do bezpośredniej obserwacji. Równocześnie w budynku prezentowaliśmy krótki film o Słońcu i jego zaćmieniach. Liczyliśmy na 100 – 200 osób, tymczasem odwiedziło nas prawie tysiąc!

I jak tu mówić o braku zainteresowania astronomią? Dlatego zbliżającego się zaćmienia Księżyca nie wolno było nam przegapić! I znów pojawiło się kilka teleskopów, filmy wideo wyświetlane na białej ścianie budynku i jak zwykle, mimo wieczornej pory, tłumy widzów. Odwiedziła nas nawet ekipa telewizji bydgoskiej, by po chwili umieścić relację w lokalnych wiadomo-

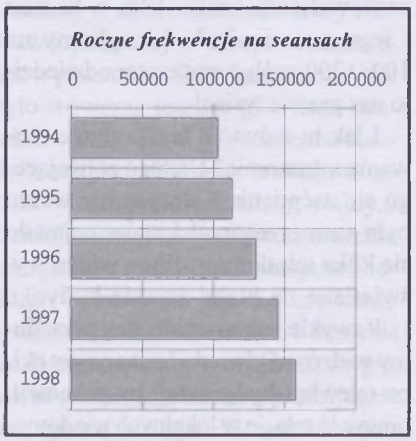


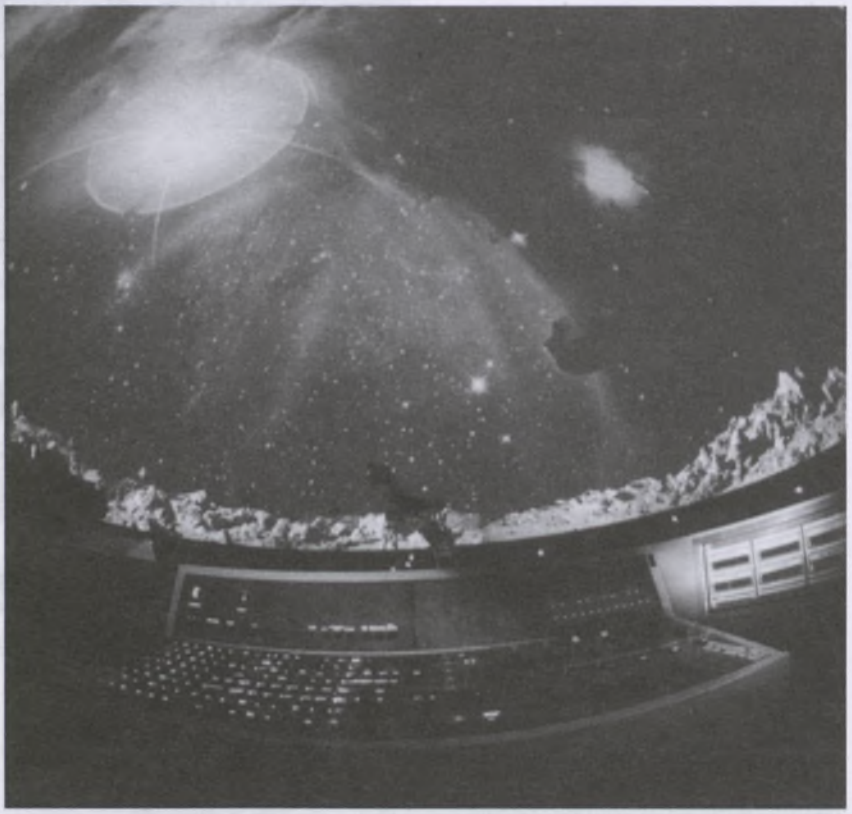
*Jerzy Rafalski i Roman Kanciruk na planie programu TVP 1 — „Jak znaki na niebie"*

ściach. Na szczęście, po raz drugi dopisała pogoda. Trzeci raz mieliśmy mniej szczęścia. W marcu '97 obchodziliśmy rocznicę pierwszej obserwacji Kopernika — zakrycia Aldebarana przez Księżyc. Wraz z mieszkańcami miasta mieliśmy podziwiać identyczne zjawisko z dziedzińca ratusza, niemal dokładnie 500 lat po słynnym Toruninaninie. Niestety, chmury zasnuły całe niebo. Cóż było robić — odwołać tak ważną imprezę? Nie! W Sali Mieszczańskiej ratusza postawiliśmy jak zwykle wideoprojektor, by tym razem podziwiać na dużym ekranie aktualny wygląd nieba, generowany z komputera. Obok replik przyrządów obserwacyjnych Wielkiego Astronoma ustawionych pod najsłynniejszym portretem, pojawił się sam Kopernik! Wielką Postać zagrał wiernie ucharakteryzowany kolega z planetarium — wówczas student astronomii, w dodatku w ówczesnym wieku Mikołaja! Nie tylko zaprezentował astrolabium, kwadrant i trikwetrum, lecz nawet rozdawał piórem autografy — oczywiście wiernie odtworzone. Punktualnie o 20:06 komputerowy Aldebaran zniknął za komputerową tarczą Księżyca. Owacja była już prawdziwa. I spontaniczna. W tym czasie za oknami Sali Mieszczańskiej deszcz stukał w szyby.

## Trochę o seansach

Powyższe przygody z astronomią są oczywiście tylko dodatkiem do podstawowej działalności planetarium, które żyje przecież z seansów astronomicznych prezentowanych pod kopułą. Dotychczas odbyło się ponad 6000 projekcji, które obejrzało 650 tys. widzów, w większości z okręgów ponad 100 km.



*Być może tak właśnie wygląda niebo z planety w mgławicy Koński Łeb*

Podobno jesteśmy najbardziej obleganą instytucją kulturalno-oświatową w okolicy. W „gorących okresach" pracujemy 7 dni w tygodniu, odtwarzając nawet 11 seansów dziennie!

Z roku na rok ilość widzów systematycznie wzrasta, dlatego już dzisiaj przygotowujemy plany zwiększenia ilości miejsc w sali z obecnych 154 do około 200.

Przez pięć lat przygotowaliśmy kilkanaście projekcji, z których 7 jest prezentowanych obecnie.

**Cudowna Podróż** to seans dla dzieci w każdym wieku. Jest to opowieść o tym, jak wygląda niebo w dzień, co widać po zachodzie Słońca, gdzie znaleźć niedźwiedzie wśród gwiazd i, oczywiście, dlaczego mają ogony. To także wycieczka na Księżyc, Marsa, Jowisza, Saturna a nawet poza Układ Słoneczny.

**Wirująca Ziemia** to odkrywanie ruchu obrotowego i obiegowego Ziemi i Księżyca, szerokości geograficznej, kierunków świata tylko na podstawie systematycznych obserwacji nieuzbrojonym wzrokiem.

**Śladami Voyagerów** ukazuje podróż do planet olbrzymów — Jowisza, Saturna, Urana i Neptuna oraz ich niezwykłych księżyców.

**Sąsiedzi Ziemi** jest poszukiwaniem drugiego domu dla naszych przyszłych pokoleń. Seans oparty na historycznych, obecnych i przyszłych badaniach Merkurego, Wenus i Marsa.

**Światła Kosmosu** to opowieść o życiu gwiazd i ich badaniu — od mikroświata, rządzącego reakcjami termojądrowymi do potężnych galaktyk.

**Niebo za oknem** — krótki seans opisujący aktualny wygląd nieba i jego ciekawostek widocznych ponad dachami Torunia. Prowadzony jest na żywo przez astronoma, dzięki czemu istnieje możliwość bezpośredniego kontaktu z widzami.

**Gwiazda Betlejemska** to pełna ciepła próba połączenia nauki, wiary i tradycji na temat zjawisk niebieskich sprzed 20 wieków oznaczających narodziny Chrystusa. Seans prezentowany jest w okresie świątecznym.

Każdy seans to niezapomniana przygoda z Kosmosem, oparta przede wszystkim na ukazywaniu jego piękna, potęgi i niezwykłości. Staramy się, by każde przedstawione na kopule zjawisko było nie tylko wiernie odtworzo-

ne, lecz przenosiło także ładunek emocjonalny, stając się głębokim przeżyciem. Dydaktyka oczywiście także istnieje, lecz zwykle jest ukryta. Dlatego wybuch supernowej jest porażający, opis planet to wirtualny lot nad ich powierzchniami z kosmiczną prędkością, a wejście na orbitę okołoziemską czasami przyprawia o mdłości.

### Trochę o technice naszego planetarium

Nie lada wyczucie mieli konstruktorzy ZEISSA, by nazwać projektor, którym się dzisiaj posługujemy — Planetarium Lotów Kosmicznych. Co prawda, nasz ponad 25-letni model umożliwiał początkowo ukazanie nieba tylko z Ziemi i Księżyca lub co najwyżej z granic Układu Słonecznego, lecz robiliśmy wszystko, by uratować mu honor. Dzięki własnej rozbudowie dodatkowych systemów projekcji, dzisiaj jesteśmy w stanie zwiedzić praktycznie każdy zakątek Wszechświata. Gdy odrywamy się od Ziemi, nasza przestrzeń nabiera nowych wymiarów, umożliwiając podróże w czasie i przestrzeni. Jest to możliwe dzięki wielu projektorom wyświetlających obrazy na 15 m średnicy kopule. Sercem, podobnie jak w innych planetariach, jest projektor gwiazd. Obok niego jednak równie ważne są projektory efektów specjalnych. Ogromną rolę na seansach gra 40 rzutników przezroczy, skonfigurowanych w system 360° panoram wzdłuż linii horyzontu, a także pokrywających pojedynczym obrazem całą kopułę. Dodatkowo, specjalna wideoprojekcja umożliwia prezentację animacji komputerowych. Tak więc, łącząc wszystkie systemy zwiedzamy niezwykłe krajobrazy odległych planet, księżyców, poruszamy się wyimaginowanym statkiem kosmicznym ponad ich powierzchniami, obserwujemy ewolucje gwiazd i galaktyk z bliska, stajemy się świadkami początku i końca Wszechświata... Jednak równie prosto podziwiamy rozgwieżdżone niebo ponad Toruniem lub zachwycamy się wnętrzem Katedry we Fromborku! A wszystko to ubarwione przestrzennym dźwiękiem, który rozlega się z 20 głośników, umieszczonych za kopułą. Ze względu jednak na ilość efektów wizualnych i dźwiękowych, pełna, ręczna synchronizacja wszystkich systemów na seansach jest już dzisiaj niemożliwa, dlatego koniecznością stało się wprowadzenie automatyki komputerowej, którą, podobnie jak całą resztę, opracowaliśmy i przygotowaliśmy we własnym zakresie.

*Bartosz Dąbrowski jako Mikołaj Kopernik*

Toruńskie planetarium działa dopiero pięć lat. Ku zaskoczeniu wielu, jego kondycja jest w stanie rozkwitu. Wiemy jednak, że opierając się tylko na dochodach z biletów, stąpamy po cienkim lodzie. Najważniejsze jednak jest, by nie tylko wejść na jego powierzchnię, ale i utrzymać się na niej jak najdłużej, budując coraz więcej oparć i chwytów. Jak to robić? Chyba poprzez to, co dotychczas — nieustannie przybliżając głębię i piękno Wszechświata, upowszechniając astronomiczną tradycję miasta i mając zawsze głowę pełną marzeń, bo przecież to one były pierwsze.

***Jerzy Rafalski***

*Stanisław Rokita prezentuje zaćmienie Słońca 12 X 1996*

***Red.*** *Starania o budowę Planetarium w Toruniu trwały prawie 40 lat. O trudnych i długich jego narodzinach oraz uroczystej inauguracji w dniu 17 lutego 1994 pisały „Postępy Astronomii" piórem Andrzeja Woszczyka w 1994 r. (nr 2, str. 82-87), a o pierwszych latach działalności „Urania" z 1997 r. (nr 4, str. 98) w artykule Bartosza Dąbrowskiego "Trzy świeczki na urodzinowym torcie toruńskiego planetarium".*

*In Memoriam*

# Stanisław Robert Brzostkiewicz

## (1930–1998)

***„Urania" straciła jednego z najwierniejszych przyjaciół: 2 grudnia 1998 roku zmarł w Dąbrowie Górniczej śp. Stanisław Robert Brzostkiewicz. Od kilkudziesięciu lat niemal w każdym numerze naszego pisma można było znaleźć teksty pisane przez Niego; należał niewątpliwie do najpoczytniejszych autorów „Uranii". Od dzieciństwa był zapalonym miłośnikiem astronomii, a swym żarliwym umiłowaniem nieba chciał się dzielić ze wszystkimi. To było treścią Jego życia.***

Jako świadkowi tej niezwykłej przyjaźni i zażyłości S.R. Brzostkiewicza z „Uranią" niech mi będzie wolno właśnie teraz ukazać mało znane i niewidoczne dla czytelnika jej wątki. Z Panem Stanisławem znaliśmy się właściwie tylko korespondencyjnie; osobiście zetknęliśmy się kilkakrotnie, po raz ostatni podczas Zjazdu Delegatów Polskiego Towarzystwa Miłośników Astronomii w Puławach w 1997 roku. Ale stosunkowo częsty kontakt listowy i oczywiście bardzo bliskie — z racji redagowania przeze mnie „Uranii" — obcowanie z twórczością Brzostkiewicza, wytworzyły więzi, z których zdałem sobie sprawę właściwie dopiero po przeczytaniu w jednym z listów Pana Stanisława z 1987 roku zobowiązujących słów: „Pana Doktora uważam za jednego z najbliższych mi ludzi". To uzasadnia moje autorstwo tego wspomnienia i usprawiedliwia oparcie go na fragmentach listów zmarłego Przyjaciela.

S.R. Brzostkiewicz urodził się 4 stycznia 1930 roku (w którymś z listów w 1996 roku nie bez satysfakcji odnotował: „Urodziłem się akurat w tym czasie, gdy C.W. Tombaugh odkrywał Plutona"). Z wykształcenia był ekonomistą, a z zamiłowania astronomem. Jego droga do astronomii wydaje się typowa: jeszcze w latach chłopięcych zbudował lunetę, przez którą z zapałem poznawał niebo, m.in. prowadził systematyczne obserwacje plam słonecznych, by wreszcie (po przejściu w stosunkowo młodym wieku na rentę inwalidzką) poświęcić się bez reszty pisarstwu astronomicznemu.

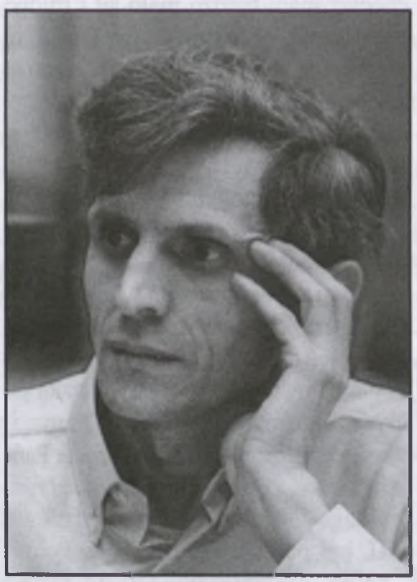
W 1949 roku wstąpił do Polskiego Towarzystwa Miłośników Astronomii, z którym przez całe życie bardzo silnie był związany. W 1987 roku podkreślał, że „...nasze Towarzystwo traktuję niemal jak swoją rodzinę, bo przecież Towarzystwu i w ogóle astronomii bardzo dużo zawdzięczam". PTMA wyróżniało go wszystkimi swoimi odznaczeniami, by wreszcie w 1997 roku nadać S.R. Brzostkiewiczowi bardzo rzadko przyznawaną godność Członka Honorowego. Najbardziej jednak cieszyło Go uznanie nie ze strony władz czy instytucji, ale kolegów — miłośników astronomii. Gdy w 1996 roku dr Jerzy Giergielewicz ze Szczecina zbudowany przez siebie teleskop nazwał imieniem S.R. Brzostkiewicza („jako maleńki gest — jak uzasadniał w «Uranii» nr 7-8/96 — uznania i wdzięczności za to wszystko, czym od wielu lat przez swoje publikacje, tak wytrwale wzbogaca nasze życie i życie naszego Towarzystwa"), Pan Stanisław z zażenowaniem komentował to w liście z 15 lipca 1996 roku: „O zamiarze dra Giergielewicza wiedziałem parę miesięcy temu, pisał mi o tym i pytał o zgodę. Nie wiedziałem jak postąpić, ale skłamałbym, gdybym twierdził, że te zamiary były mi obojętne. Sprawiło mi to dużą przyjemność, choć nie jestem pewny, czy faktycznie na to wyróżnienie zasłużyłem. Znam sporo członków naszego Towarzystwa, którzy z pewnością na coś takiego zasługują. Mam jednak nadzieję, że gest dra Giergielewicza nic w moim życiu nie zmieni, że nie «uderzy mi woda sodowa do głowy»!".

S.R. Brzostkiewicz zadebiutował na łamach „Uranii" krótką notatką w 1957 roku, ale jego pierwszy artykuł pt. „Polacy na Księżycu" ukazał się w numerze lipcowym w 1959 roku. Odtąd coraz częściej pojawiają się opracowania Brzostkiewicza i to nie tylko w „Uranii", ale także w „Młodym Tech-

niku", „Problemach", „Wiedzy i Życiu", „Wszechświecie" i innych czasopismach. Droga od początkowych mozolnie i pieczołowicie wypracowywanych tekstów do późniejszych lekko i ze swadą tworzonych przekazów ciekawych treści budzi szacunek i imponuje, tym bardziej, że Autor był przecież samoukiem. Na drodze tej kryło się wiele niebezpieczeństw i trudności, ale Brzostkiewicz pokonywał je, nie poddając się pokusie pójścia na łatwiznę, gonienia za tanią sensacją, trywializowania problemów. Świadomy swych możliwości, do popularyzacji wybierał tylko takie zagadnienia, o których rzeczywiście miał coś do powiedzenia. Pisał bardzo starannie, dbając równie troskliwie o treść, jak i o formę. Z wielką pokorą i wdzięcznością przyjmował wszystkie uwagi dotyczące jakichś niezręczności czy potknięć i zawsze umiał je spożytkować w pracy nad doskonaleniem swych umiejętności, stale się rozwijając.

W 1972 roku w „Uranii" ukazał się poświecony Kopernikowi cykl artykułów S.R. Brzostkiewicza, który w środowisku polskich miłośników astronomii poniekąd przygotowywał rocznicę 500-lecia urodzin wielkiego astronoma, uroczyście obchodzoną na całym świecie w następnym roku. Opracowania te stały się podstawą pierwszej książki Brzostkiewicza zatytułowanej „Mikołaj Kopernik i jego nauka", wydanej w roku kopernikowskim 1973 przez wydawnictwo Nasza Księgarnia. Została ona bardzo dobrze przyjęta przez czytelników, osiągając nawet sukces międzynarodowy w postaci wyróżnienia na Biennale w Padwie w 1976 roku (VI Premio Europeo di Letteratura Giovanile „Provincia di Trento" 1976). Otworzyło to możliwości i zachęciło początkującego Autora do dalszego pisania. Blisko współpracując z Naszą Księgarnią, opracował uzupełnienia i przygotował do druku pośmiertne wydanie książki Jana Gadomskiego „Luna, Księżyc, Moon" (1970 r.) oraz drugie wydanie jego książki „Poczet wielkich astronomów" (1976 r.).

W 1976 roku Nasza Księgarnia wydała książkę Brzostkiewicza o Marsie pt. „Czerwona Planeta". Była to jedyna publikacja książkowa w naszym kraju, która wyszła naprzeciw wzmożonym zainteresowaniom Marsem, wywołanym pamiętnym lądowaniem na jego powierzchni sond Viking i ich pełną sukcesów kilkuletnią misją. W latach osiemdziesiątych Nasza Księgarnia wydała aż pięć następnych książek Brzostkiewicza: „Przez ciernie do gwiazd — opowieść o Janie Keplerze" (1982 r.), „W kręgu astronomii" (1982 r.), „Komety — ciała tajemnicze" (1985 r.), „Obserwujemy nasze niebo" (1988 r.), „Wenus — siostra Ziemi" (1989 r.). Będąc u szczytu możliwości twórczych, Pan Stanisław potrafił jednak trzeźwo patrzeć na ten wspaniały dorobek i oceniać swoją kondycję. W liście z 14 lipca 1988 roku pisał: „Ostatnio jestem niespodziewanie nadzwyczaj aktywny, z czego jednak wcale nie wynika, aby z moim zdrowiem było tak dobrze. Ale na to jestem przygotowany, ćwierć wieku temu nie liczyłem, że uda mi się dożyć tylu lat (za półtora roku będę miał przecież 60 lat!).



Jestem za to bardzo wdzięczny Opatrzności i usilnie proszę o dalsze lata! Przy żadnej dolegliwości nie wpadam w panikę, dotychczasowe życie mnie zahartowało ani przez moment nie rezygnuję ze... stu lat. A zresztą już w przyszłym roku obchodził będę kilka pięknych jubileuszów (40-lecie pożycia małżeńskiego, 40-lecie członkostwa PTMA, 30-lecie opublikowania pierwszego artykuliku na łamach „Uranii"). Przed laty nawet o tym nie mogłem marzyć!"

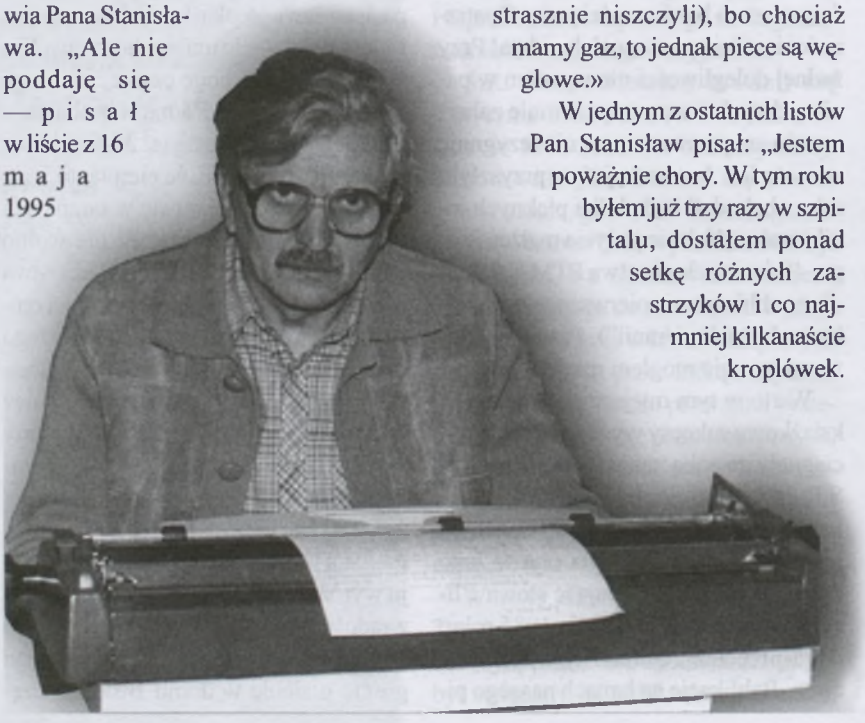
Warto w tym miejscu podkreślić, że książkowe sukcesy wydawnicze nie pociągnęły za sobą zaniedbania „Uranii". S.R. Brzostkiewicz nadal pozostaje najbardziej płodnym i najchętniej czytanym jej autorem. A czym była ona w Jego życiu, świadczą następujące słowa z listu datowanego 27 stycznia 1985 roku: «...ja przecież „Uranii" tyle zawdzięczam. Publikacje na łamach naszego pisma zawsze sprawiają mi największą radość... Wiele satysfakcji dają oczywiście publikacje książkowe, lecz „Urania" to jednak zupełnie coś innego. Jest przede wszystkim jakimś sprawdzianem moich możliwości."

Niewielu czytelników książek i artykułów S.R. Brzostkiewicza zdawało sobie sprawę z tego, jak wiele wysiłku i samozaparcia kosztowały one Autora. Przezwyciężać musiał przede wszystkim słabości swego organizmu. Trudności w poruszaniu się znacznie ograniczały możliwości bezpośredniego kontaktu z ośrodkami astronomicznymi, a więc dostęp do źródeł i materiałów. Częste choroby nieraz powodowały okresy depresji czy załamania; np. w liście z 27 stycznia 1985 roku tak tłumaczył opóźnienie w nadesłaniu jakiejś recenzji: „Przede wszystkim muszę odzyskać dawną wiarę w siebie. Teraz nic mi się nie podoba, cokolwiek napiszę, wydaje mi się złe. Męczę się z tym już od dłuższego czasu. Swego czasu byłem bardziej chory, a mimo to mogłem pisać. No, ale wówczas człowiek był młodszy..." A do tego dochodziły jeszcze problemy peerelowskiej rzeczywistości: „Mam kłopoty z papierem do maszyny. Kupić nie można i muszę korzystać z uprzejmości znajomych, którzy po prostu «kradną» dla mnie papier z zakładów pracy." — żalił się w liście z 18 lutego 1987 roku. Później też nie było łatwo; oto fragment listu z 8 października 1996 roku: „Proszę sobie wyobrazić, że przyczepił się do mnie «półpasiec» lewego oka i od kilku tygodni jestem całkowicie unieruchomiony. Nie mogę pisać, nie mogę czytać, nie mogę w ogóle nic robić... Żadna choroba jeszcze mi tak nie dokuczyła! Jestem bliski załamania. Nie dość, że cierpię, to jeszcze do tego znalazłem się w tarapatach finansowych. Dziś przecież nie wolno chorować, to kosztuje... Same lekarstwa pochłonęły już prawie połowę mojej renty." Pisarstwo S.R. Brzostkiewicza i Jego działalność popularyzatorska przynosiły Mu wiele dowodów uznania. Oprócz wspomnianych już wyżej wymieńmy jeszcze: nagrodę Prezesa Rady Ministrów za twórczość dla dzieci i młodzieży uzyskaną w 1985 roku, o czym informowała prasa oraz szczególnego rodzaju wyróżnienie, o którym Pan Stanisław z radością donosił w liście z 21 grudnia 1987 roku: «...wczoraj miałem zaszczyt gościć u siebie w domu Biskupa Czę-

stochowskiego, który dowiedział się o mojej skromnej działalności i przy okazji pobytu w naszej parafii odwiedził mnie. Sprawił mi tym wielką radość, Dostojnemu Gościowi wręczyłem jedną ze swych książek („W kręgu astronomii") i parę numerów „Uranii".» Ale najwyżej — co często podkreślał — cenił sobie Medal im. Włodzimierza Zonna za upowszechnianie wiedzy o Wszechświecie, którym uhonorowało go Polskie Towarzystwo Astronomiczne w 1983 roku. S.R. Brzostkiewicz był pierwszym laureatem tej prestiżowej nagrody środowiska astronomicznego. Gdy dwa lata później drugim jej laureatem został prof. Jan Mergentaler, Pan Stanisław pisał (w liście z 14 października 1985 roku): „Cieszę się bardzo (...), że Nagroda im. W. Zonna dostała się nareszcie w godne ręce. Dopiero teraz ma przecież ona odpowiednią rangę i w związku z tym mam jeszcze większą satysfakcję, że jestem pierwszym jej laureatem. (...) Być może lepiej by się stało, gdyby pierwszym jej laureatem został prof. J. Mergentaler! Piszę to nie ze skromności, lecz z pozycji człowieka, który się nigdy nie spodziewał tak wysokiego wyróżnienia i który zdaje sobie sprawę, że prof. J. Mergentaler bezapelacyjnie na nie zasłużył. Ja zresztą Profesorowi dużo zawdzięczam, swego czasu swymi problemami zajmowałem Mu wiele czasu. Nigdy nie odmówił mi swojej pomocy."

Ostatnie lata przyniosły znaczne pogorszenie się stanu zdrowia Pana Stanisława. „Ale nie poddaję się — pisał w liście z 16 maja 1995 roku — chciałbym jeszcze coś zrobić, doczekać, gdy moje wnuczki rozpoczną samodzielne życie, a także dowiedzieć się czegoś więcej o Marsie, od którego rozpocząłem swoje związki z astronomią. Nie wiem, co by ze mną było, gdyby nie to zainteresowanie?" Zafascynowany niedawnymi sukcesami w sondowaniu Marsa, S.R. Brzostkiewicz jeszcze raz powrócił do swych młodzieńczych pasji i — mimo wszystkich przeciwności — rozpoczął pracę nad nową książką. W liście datowanym 15 czerwca 1998 roku dzielił się swymi troskami: «Książkę o Marsie piszę zresztą „dla siebie" i raczej „muzom". Po prostu nie mam kontaktu z żadnym wydawnictwem, które zajmuje się wydawaniem literatury popularnonaukowej. (...) Ale chociaż mam bardzo mało sił i trudno powiedzieć, co będzie ze mną dalej, to ja przecież muszę czymś żyć... Lekarze zalecają mi bardzo oszczędny tryb życia, niepodejmowanie pracy wymagającej wysiłku fizycznego, (...) Mieszkam w przedwojennym, odziedziczonym po rodzicach domu (...) nikt tu nie chce mieszkać, ani syn, ani spadkobiercy po zmarłym w dość młodym wieku bracie. (...) Teraz wszystko spadło na barki żony, a przecież ona też ma już swoje lata (...) Pocieszamy się, że starsza wnuczka po ukończeniu studiów (pisze pracę magisterską z astrofizyki pod opieką p. dr Pańków) chce z nami zamieszkać. Dom wymaga jednak remontu (w czasach PRL był pod tzw. „gospodarką komunalną" i zamieszkujący go ludzie strasznie niszczyli), bo chociaż mamy gaz, to jednak piece są węglowe.»

W jednym z ostatnich listów Pan Stanisław pisał: „Jestem poważnie chory. W tym roku byłem już trzy razy w szpitalu, dostałem ponad setkę różnych zastrzyków i co najmniej kilkanaście kroplówek. Najdramatyczniejszy dla mnie był drugi pobyt w szpitalu, który rozpoczął się parę dni po odesłaniu do Torunia artykułu o Tytanie (mam nadzieje, że zostanie wykorzystany, chociaż pisałem go już w chorobie). Niestety, któregoś dnia nad ranem, idąc do łazienki (...), zemdlałem pośrodku pokoju. Żona jakoś wciągnęła mnie na tapczan (...) i czekała, aż wszystko powróci do normy. To jednak nie następowało, wobec czego wezwała pogotowie. (...) Jak dotarliśmy do szpitala, co tam ze mną robiono, tego nie wiem. Odzyskałem świadomość dopiero na trzeci dzień, parę razy podobno spadałem z łóżka, pokaleczyłem się przy tym, a co najgorsze straciłem mowę. (...) Mówię nadal bardzo cicho, lecz nieco lepiej niż w szpitalu. Byłem więc przygotowany na najgorsze, wyspowiadałem się i czekałem spokojnie końca. Żal mi się zrobiło życia dopiero wtedy, gdy uprzytomniłem sobie, że wszyscy są dla mnie tak dobrzy. Znajomi, dalsza i bliższa rodzina żony, syn i synowa, a przede wszystkim wnuczki i małżonka. (...) Widząc tyle dobroci wokół siebie, zacząłem wierzyć, że muszę wszystko przetrzymać. Mam zaś wspaniałą żonę, która włożyła i nadal wkłada wiele wysiłku, by jakoś przetrwać najgorsze. (...) Trzeci pobyt w szpitalu nie był już tak dramatyczny, choć też traciłem przytomność. (...) Jestem już w domu i nawet zabrałem się do pisania artykułu dla „Uranii". Zabrałem się też do wykończenia nowej książki o Marsie..."



Na list ten odpowiedziałem: „Ogromnie wzruszył mnie Pana list i zmartwiła ciężka choroba. Po kilkakrotnym przeczytaniu tego pięknego opisu Pańskich przeżyć i doświadczeń nieodparcie nasuwa mi się refleksja, że jest Pan bardzo szczęśliwym człowiekiem. Szczęśliwym dlatego, że potrafi Pan widzieć wokół siebie tak wiele dobra i to pomimo tak wielkiego cierpienia; że potrafi Pan tak pięknie o ludziach mówić i pisać; no i że tyle życzliwych osób Pana otacza. Ta pogoda ducha może bierze się stąd, że umie Pan widzieć tyle piękna na niebie, w przyrodzie? I umie Pan to piękno innym przekazywać. Obcując z pięknem, człowiek musi stawać się coraz lepszy, nieprawdaż?" Wierzę, że S.R. Brzostkiewicz, przyjaciel „Uranii" i krzewiciel wiedzy o niebie, po trudach pracowitego życia odpoczywa w blasku Prawdy, Dobra i Piękna.

***Krzysztof Ziołkowski***

***Już prawie 40 lat większą część Europy omijał pas całkowitego zaćmienia Słońca. Ta posucha zostanie wreszcie przerwana. We środę 11 sierpnia br. miliony ludzi będą świadkami ostatniego tego typu zjawiska w drugim tysiącleciu n.e.***

# Letni spektakl na niebie

Zaćmienie całkowite rozpocznie się na Północnym Atlantyku, około 300 km na południe od wybrzeży Nowej Szkocji (rys. 1) o godzinie 9:30:57 czasu uniwersalnego (UT). Pas całkowitego zaćmienia dla wschodzącego Słońca liczy zaledwie 49 km szerokości, a czas trwania w jego środku to 47 sekund. Pierwszymi skrawkami lądu, które obejmie wspomniany pas, będą dopiero wyspy Scilly leżące u południowo-zachodnich wybrzeży Wielkiej Brytanii. Będzie godzina 10:10 UT, Słońce świecić tam będzie już na wysokości 45° nad horyzontem. Pas zaćmienia całkowitego zdąży się rozszerzyć do 103 km, a czas trwania zjawiska w jego środku wzrośnie do 2 minut. Poruszając się przy powierzchni Ziemi z prędkością 0.91 km/s na wschód, minutę później cień Księżyca ogarnie wybrzeża Kornwalii.

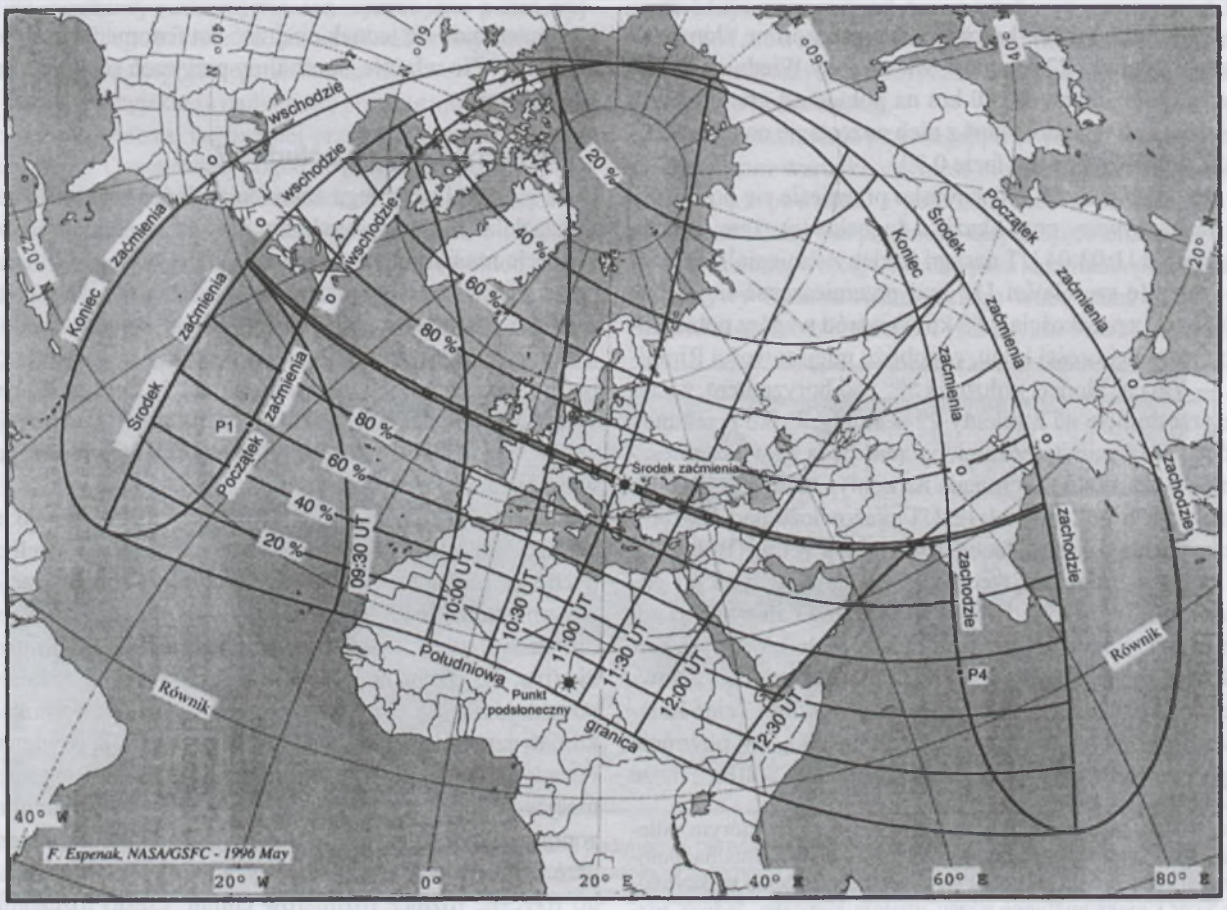
Przez następne cztery minuty cień omiecie południowe wybrzeże półwyspu z największym angielskim miastem na swej drodze — Plymouth (rys. 2). Mieszkańcy Londynu będą musieli się zadowolić zaćmieniem częściowym o fazie 0.97.

Zahaczywszy wcześniej o Cherbourg, pas całkowitego zaćmienia ogarnie Normandię o 10:20 UT. Południowy jego kraniec zaledwie o 30 km minie Paryż (z centrum miasta widać będzie zaćmienie o fazie 0.99). Kilka minut później w zasięgu cienia znajdą się południowy kraniec Belgii i Luksemburg oraz największe z francuskich „miast — szczęśliwców": Strasbourg.

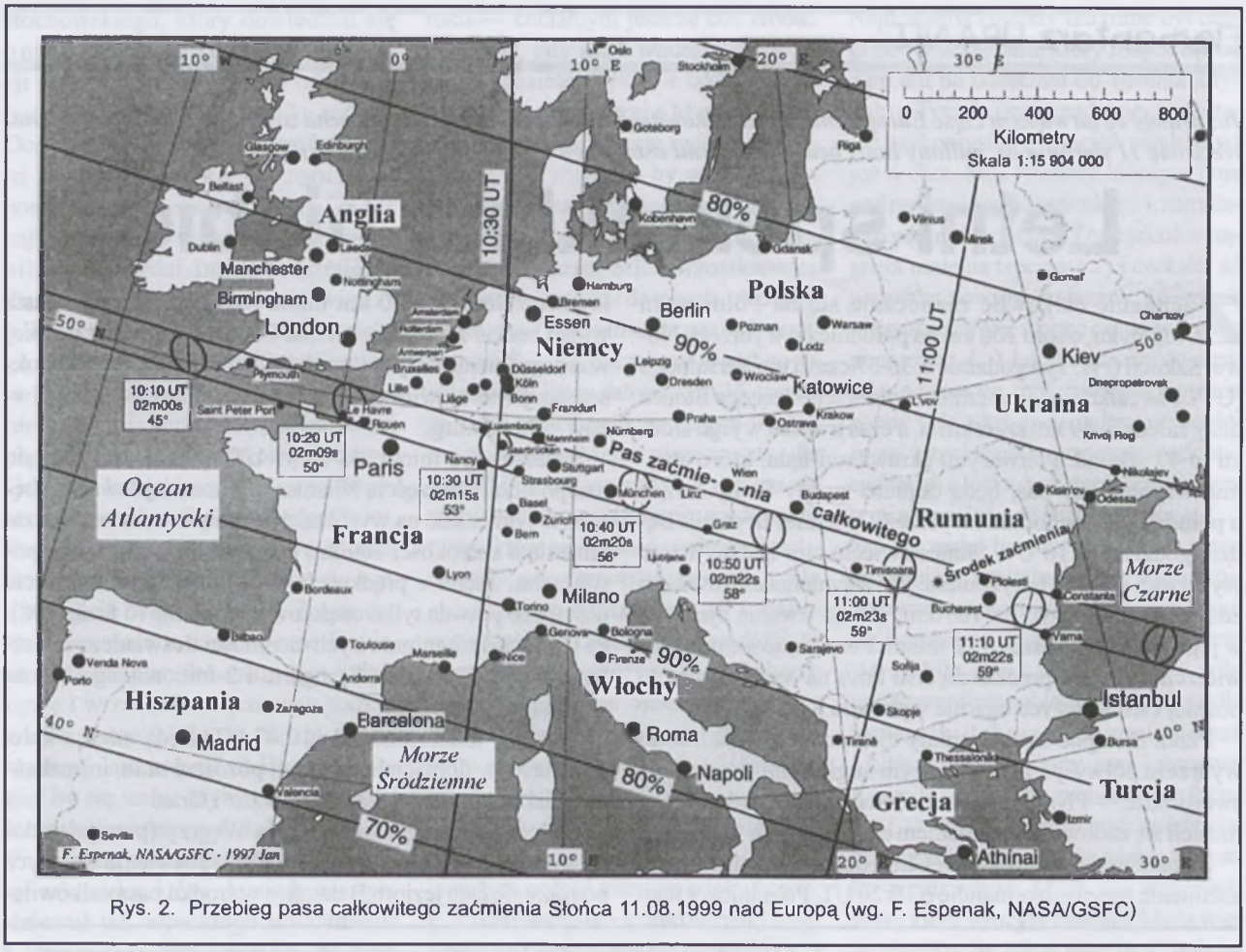
Przez ok. 10 minut, do 10:41 UT, zjawisko rozegra się nad południową częścią Niemiec. Słońce znajdować się będzie w tym czasie na wysokości 55°, a pas całkowitego zaćmienia o szerokości 109 km poruszać się będzie przy powierzchni Ziemi z prędkością 0.74 km/s. We Frankfurcie nastąpi co prawda tylko częściowe zaćmienie (o fazie 0.98), za to przeszło 2-minutowych ciemności doświadczą mieszkańcy m.in. Karlsruhe, Stuttgartu i 2-milionowego Monachium (patrz tabelka).

„Swoje" kilka minut (do 10:47 UT) będą mieli z kolei Austriacy; w domach będą mogli pozostać m.in. mieszkańcy Salzburga oraz miejscowości Linz i Graz.

Kolejnymi szczęśliwcami będą Węgrzy (pomijając dosłownie skrawek Słowenii). O 10:50 UT w cieniu Księżyca pogrąży się całe jezioro Balaton, a w środku pasa całkowite-




Rys. 1. Przebieg całkowitego zaćmienia Słońca w dniu 11 sierpnia 1999 r. (wg. F.Espenak, NASA/GSFC)




Rys. 2. Przebieg pasa całkowitego zaćmienia Słońca 11.08.1999 nad Europą (wg. F. Espenak, NASA/GSFC)

go zaćmienia można będzie podziwiać koronę słoneczną przez 2 minuty i 22 sekundy. Mieszkańcy Wiednia i Budapesztu, położonych ok. 40 km na północ od granicy pasa, obejrzą (jeśli tego dnia ktoś z nich pozostanie na miejscu...) zaćmienie częściowe o fazie 0.99.

O godzinie 10:55 UT zjawisko przeniesie się do Rumunii (zahaczywszy przy okazji o Jugosławię). Tam właśnie o godzinie 11:03:04 UT nastąpi środek zaćmienia[1]. Oś stożka cienia (o szerokości 112 km) przemieszczać się będzie wówczas (z prędkością 0.68 km/s) wśród wzgórz południowo-centralnej części kraju, w pobliżu miejscowości Rimnicu — Vilcea. Słońce, położone 59° nad horyzontem, zostanie przesłonięte na 2 minuty 23 sekundy. Tylko o sekundę krócej, zaś 4 minuty później, oglądać będą zjawisko mieszkańcy Bukaresztu. Zaćmienie na kontynencie europejskim pożegnają o godzinie 11:12 UT plażowicze nad Morzem Czarnym między Konstancą (Rumunia) a Warną (Bułgaria).

Opisany fragment wędrówki cienia Księżyca po powierzchni Ziemi to jedynie wycinek pasa całkowitego zaćmienia, z punktu widzenia naszych Czytelników chyba jednak najbardziej interesujący. Zjawisko widoczne będzie również w Azji (Turcja, Irak, Iran, Pakistan i Indie — cień Księżyca opuści Ziemię nad Zatoką Bengalską, by powrócić dopiero w następnym tysiącleciu: 21 czerwca 2001 r.); może tym razem uda się jednak obejrzeć ten fenomen natury bliżej domu? No właśnie, spróbujmy przyjrzeć się krytycznie letniej aurze...

### Na zachód czy na południe?

O ile rachunki przebiegu zaćmienia Słońca wykonają dziś z dużą dokładnością nawet komputery osobiste, planując obserwacje musimy mieć na uwadze kaprysy pogody. Analizując archiwalne dane meteorologiczne, spróbujemy pokusić się o przedstawienie pewnych statystycznych trendów, niemniej oczekiwaniu na zjawisko do końca towarzyszyć będzie dreszcz emocji związany z tym, że aura może nam sprawić niespodziankę. Zdaniem niektórych „zaćmieniowych" wyjadaczy, dodaje to tylko podejmowanym wyprawom pikanterii...

Kanadyjski meteorolog Jay Anderson zebrał dane o zachmurzeniu w sierpniu na podstawie obserwacji satelitarnych z ośmiu lat (1983–1990). Uśredniając je w obszarach o rozmiarach 5° na 5° (szerokości i długości geograficznej), otrzymał statystyczny wielkoskalowy rozkład zachmurzenia (rys. 3). Trzeba od razu zaznaczyć, że takie uśrednianie powoduje zacieranie istotnych niekiedy różnic w warunkach klimatycznych, związanych z lokalną cyrkulacją powietrza. Poza tym średnie zachmurzenie to tylko przybliżona informacja: chmury przesłaniają niebo bardziej w pobliżu horyzontu niż w zenicie; jest to z jednej strony efekt patrzenia przez grubszą warstwę atmosfery, a z drugiej — powodują go fizyczne różnice rozmiarów chmur, często rozciągniętych w kierunku pionowym. Biorąc pod uwagę średni pułap

[1] za środek zaćmienia przyjmujemy moment, w którym odległość osi cienia Księżyca od środka Ziemi jest minimalna; położenie środka zaćmienia różni się nieco od położenia maksymalnej fazy i maksymalnego czasu trwania zjawiska, jednak rozbieżność ta jest minimalna i nie ma praktycznego znaczenia

**Tab. 1.** Przebieg zjawiska w wybranych miastach pasa całkowitego zaćmienia; wszystkie momenty podane są w czasie uniwersalnym UT (hh:mm:ss), czas trwania fazy całkowitej w minutach i sekundach (m:ss). Obowiązujący w Polsce „czas letni" uzyskamy, dodając do czasu uniwersalnego 2 godziny (czas letni = UT + 2 godz.)

| Miasto, kraj | Pierwszy kontakt | Drugi kontakt | Trzeci kontakt | Czwarty kontakt | Długość fazy całkowitej |
|---|---|---|---|---|---|
| Penzance, Anglia | 08:56:39 | 10:10:39 | 10:12:41 | 11:31:41 | 2:02 |
| Plymouth, Anglia | 08:58:17 | 10:12:54 | 10:14:33 | 11:33:54 | 1:39 |
| Hawr, Francja | 09:02:02 | 10:18:49 | 10:20:20 | 11:41:14 | 1:31 |
| Reims, Francja | 09:06:32 | 10:24:36 | 10:26:36 | 11:47:56 | 1:59 |
| Metz, Francja | 09:09:13 | 10:27:56 | 10:30:09 | 11:51:35 | 2:13 |
| Luksemburg, Luksemburg | 09:09:30 | 10:28:21 | 10:29:41 | 11:51:13 | 1:20 |
| Saarbrucken, Niemcy | 09:10:23 | 10:29:18 | 10:31:27 | 11:52:52 | 2:09 |
| Strasbourg, Francja | 09:11:02 | 10:30:59 | 10:32:23 | 11:54:40 | 1:24 |
| Stuttgart, Niemcy | 09:13:09 | 10:32:55 | 10:35:12 | 11:56:54 | 2:17 |
| Monachium, Niemcy | 09:16:21 | 10:37:12 | 10:39:20 | 12:01:26 | 2:08 |
| Salzburg, Austria | 09:18:28 | 10:39:56 | 10:41:58 | 12:04:11 | 2:02 |
| Gmunden, Austria | 09:19:42 | 10:41:04 | 10:43:24 | 12:05:18 | 2:20 |
| Steyr, Austria | 09:20:42 | 10:42:16 | 10:44:13 | 12:06:08 | 1:57 |
| Graz, Austria | 09:22:09 | 10:44:57 | 10:46:09 | 12:08:56 | 1:12 |
| Szombathely, Węgry | 09:24:06 | 10:46:23 | 10:48:45 | 12:10:38 | 2:22 |
| Siofok, Węgry | 09:26:28 | 10:49:09 | 10:51:31 | 12:13:18 | 2:22 |
| Szeged, Węgry | 09:30:04 | 10:53:22 | 10:55:43 | 12:17:22 | 2:21 |
| Timisoara, Rumunia | 09:32:00 | 10:55:52 | 10:57:54 | 12:19:42 | 2:02 |
| Petrosani, Rumunia | 09:35:58 | 10:59:52 | 11:02:15 | 12:23:21 | 2:23 |
| Bukareszt, Rumunia | 09:41:25 | 11:05:48 | 11:08:10 | 12:28:44 | 2:22 |

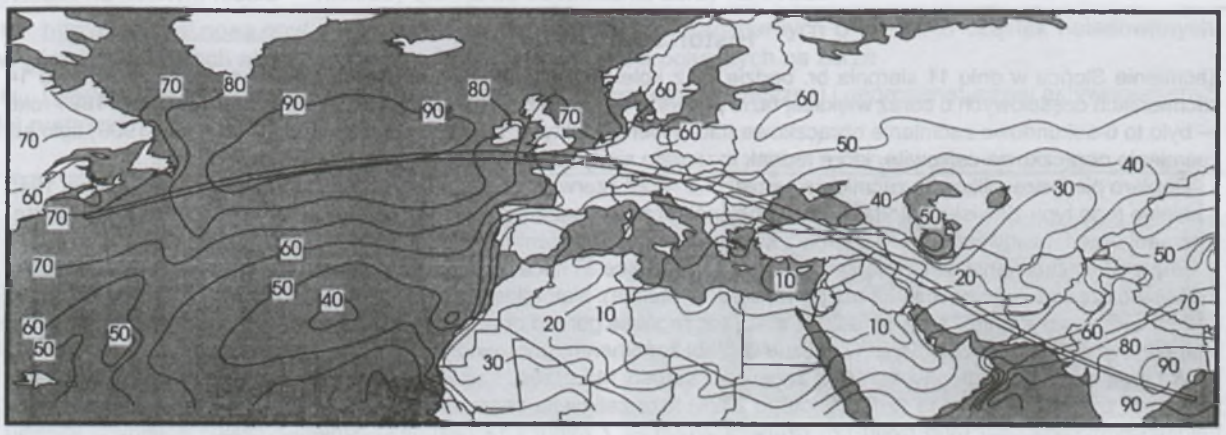
chmur, średnie zachmurzenie i wysokość Słońca nad danym miejscem, można pokusić się o obliczenie „prawdopodobieństwa zobaczenia zaćmienia" (rys. 4). Raz jeszcze podkreślmy, że dane te należy traktować z rezerwą; znacznie bardziej wiążące będą prognozy pogody w przeddzień zjawiska. Niemniej potraktujemy ten wykres jako punkt wyjścia do krótkiego przeanalizowania charakterystycznych dla aury letniego, sierpniowego dnia zjawisk.

Wyspy Brytyjskie są najbardziej podatne na wpływ atlantyckiego powietrza, najczęściej przynoszącego ze sobą zachmurzenie. O angielskiej pogodzie powstają dowcipy i przysłowia, ale i tak szczęśliwie się składa, że nadchodzące zaćmienie widoczne będzie w najpogodniejszym o tej porze roku obszarze Królestwa. Zwłaszcza gdy na północ od archipelagu Azorów lub w zachodniej Francji powstanie ośrodek rozbudowującego się wyżu, można spodziewać się tam kilku dni suchej, słonecznej pogody. Morska bryza faworyzuje zwykle obserwatorów rozlokowanych na nadmorskich plażach. Średnio rzecz biorąc, w Kornwalii większe jest jednak prawdopodobieństwo... niezobaczenia zaćmienia.

Niewiele lepiej wygląda statystyka dla Francji. Tu też możemy liczyć na wyż znad Azorów lub... przenieść się dalej na wschód, bowiem napływające znad północnego Atlantyku chłodne fronty atmosferyczne z pewnością będą się kumulować u podnóża Alp.

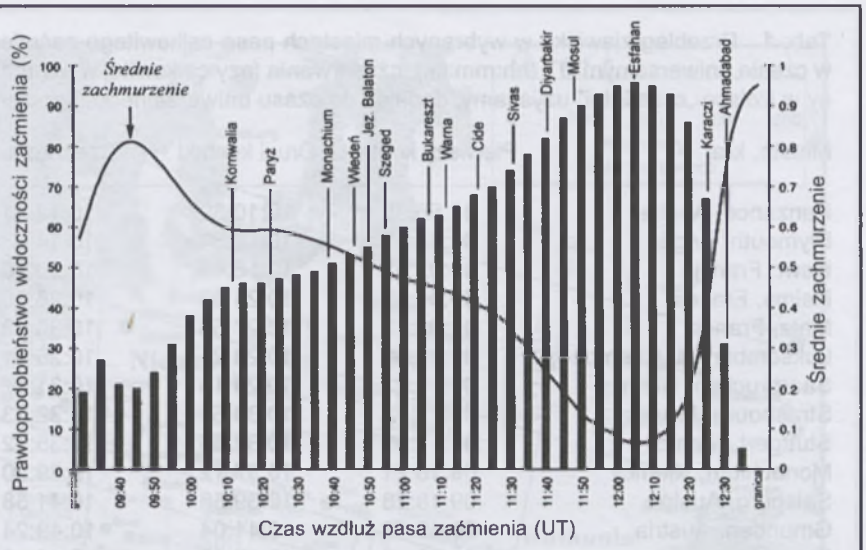
Dla pasa zaćmienia przebiegającego przez Niemcy i Austrię korzystne warunki przynieść może stosunkowo rzadziej napływające powietrze z południa, choć w centralnej Austrii wspomniany pas przebiega niepokojąco blisko Alp.

W tym mniej więcej obszarze pasa zaćmienia przełamują się wpływy Oceanu Atlantyckiego wobec mas powietrza znad Morza Śródziemnego i Adriatyku. Jest to wyraźnie




Rys. 3. Średnie zachmurzenie (w procentach) wzdłuż pasa zaćmienia, określone na podstawie zdjęć satelitarnych z sierpnia, uzyskanych w latach 1983–1990. Zdjęcia uzyskano z różnych satelitów w ramach programu International Satellite Cloud Climatology Project. Dane uśredniono w obszarach o rozmiarach 5°×5°, uzyskując globalny, wielkoskalowy rozkład zachmurzenia (wg. J.Anderson, Environment Canada)

widoczne na rys. 4 — generalnie: im dalej od oceanu, tym korzystniejsze do obserwacji warunki meteorologiczne; prawdopodobieństwo widoczności zaćmienia wzrasta od 53% w Austrii do 63% we wschodniej Rumunii. Warto też nadmienić, że charakterystyczny dla tej części Europy proces rozwoju chmur burzowych — o ile nastąpi — będzie tego dnia wolniejszy ze względu właśnie na zaćmione Słońce, nie nagrzewające w tak znacznym stopniu mas powietrza.




Rys. 4. Prawdopodobieństwo zobaczenia zaćmienia obliczone z uwzględnieniem wysokości Słońca nad horyzontem, pory dnia i dokładnej daty zjawiska. Dane zaprezentowano w 5-minutowych odstępach, zaznaczając charakterystyczne miasta i miejsca wzdłuż pasa całkowitego zaćmienia. Krzywa ciągła reprezentuje średnie zachmurzenie — jak na rys. 3. (wg. J.Anderson, Environment Canada)

Dla większości czytelników „Uranii — PA" najkrótszą wyprawą na całkowite zaćmienie będzie wyjazd na Węgry, stąd też zapewne jesteście Państwo zainteresowani, jakiej pogody można tam oczekiwać. Dr Szecsenyi-Nagy, analizując dane z ostatnich 20 lat twierdzi, że najbardziej charakterystyczna dla Węgier letnia pogoda to długie (3–4 tygodniowe) okresy pogodnego wyżu i suchego powietrza. Zestawiając pomiary z pasa całkowitego zaćmienia dla pierwszej połowy sierpnia, zauważył, że tylko 3 (!) spośród 300 dni nie były słoneczne; z pozostałych prawie dwie trzecie charakteryzowało się przeszło 10-godzinnymi okresami słonecznej pogody. Według podobnych, niezależnych statystyk, miasto Keszthely na zachodnim wybrzeżu Balatonu konkuruje pod względem najkorzystniejszych tego dnia warunków meteorologicznych w Europie z wyróżniającymi się miejscowościami Rumunii i Bułgarii. W ogóle otoczone wzgórzami jezioro Balaton ma z pewnością o wiele lepsze rokowania niż wynikałoby to z przedstawionej na rys. 4 krzywej (raz jeszcze podkreślmy, że jest ona wynikiem zastosowanej procedury uśredniania) — ma ono szansę stać się „mekką" polskich astronomów i miłośników w dniu 11 sierpnia br. Nieco korzystniejsze warunki ma bowiem do zaproponowania w Europie tylko bardziej odległe wybrzeże Morza Czarnego.

Wybierając się jeszcze dalej, np. w niektóre rejony południowego Iranu, mielibyśmy prawie 100% pewności, że pogoda dopisze, tylko pytanie, czy udałoby się nam samo zaćmienie zobaczyć, pozostaje aktualne — po drodze i na miejscu czekałyby nas przecież innego rodzaju przygody...

Pisanie o pogodzie pół roku naprzód to karkołomne zadanie i powyższe rozważania stanowią w dużym stopniu zabawę. Tak naprawdę trzeba będzie śledzić rozwój sytuacji barycznej od początku sierpnia. A w ostatecznym rozrachunku decydować może refleks i mobilność. Oglądając prognozę pogody na następny dzień 10 sierpnia, gdzieś przy południowej granicy naszego kraju, można się przecież jeszcze zdecydować, w którym kierunku wyruszyć — na zachód czy na południe. Życzymy właściwego wyboru!

Warto pamiętać, że tylko podejmując ryzyko mamy szansę przeżyć niezwykłe dwie minuty. Bo w końcu nawet gdyby (odpukać!) stało się to najgorsze i znaleźlibyśmy się pod grubą warstwą chmur, to i tak będziemy świadkami krótkiej nocy w środku upalnego, letniego dnia — a któż może się pochwalić takim doświadczeniem? (*kr*)

## Historia sarosu nr 145

Zaćmienie Słońca w dniu 11 sierpnia br. będzie 21 z kolei zjawiskiem w cyklu rozpoczętym 4 stycznia 1639 r. Po 14 zaćmieniach częściowych o coraz większej fazie pierwsze zjawisko typu centralnego miało miejsce 6 czerwca 1891 roku — było to 6-sekundowe zaćmienie obrączkowe nad Syberią i Arktyką. Następnym w tej serii (17 czerwca 1909) było już zaćmienie obrączkowo-całkowite, które jednak rozegrało się tylko nad Arktyką.

Dopiero pierwsze całkowite zaćmienie sarosu 145 — 29 czerwca 1927 r. — objęło Anglię i Skandynawię. 9 lipca 1945 r. kolejne tego typu zjawisko oglądali mieszkańcy północnych obszarów Ameryki, Europy i Azji. Największe bodaj zainteresowanie mediów towarzyszyło piątemu z kolei zaćmieniu typu centralnego tej serii — 20 lipca 1963 r. nad Kanadą.

Poprzednie zaćmienie całkowite sarosu 145 miało miejsce 31 lipca 1981 r. nad Rosją i Pacyfikiem (w Polsce widoczny był koniec częściowego zaćmienia tuż po wschodzie Słońca). Natomiast następnym (po tegorocznym) zjawiskiem cyklu będzie zaćmienie w dniu 21 sierpnia 2017 roku; szczególnie gorąco powitają je mieszkańcy USA, będzie to bowiem dla nich pierwsze całkowite zaćmienie widoczne w głębi kontynentu, począwszy od 26 lutego 1979 roku.

W ciągu czterech następnych stuleci zaćmienia sarosu 145 przesuwać się będą na południe, stopniowo wydłużając swój czas trwania. W połowie serii (25 lutego 2324) faza całkowita obserwowana będzie przez ponad 4 minuty, zaś w najdłuższym zaćmieniu tego cyklu (25 czerwca 2522) — 7 minut i 12 sekund. Później, w czasie kolejnych sześciu zaćmień czas trwania fazy całkowitej gwałtownie zmaleje, choć i tak przekroczy 3 minuty w ostatnim (z 43) zjawisku typu centralnego 9 września 2648 r.

Saros 145 zwieńczy seria 20 częściowych zaćmień o coraz mniejszej fazie. Cykl zakończy się definitywnie w okolicach południowego bieguna Ziemi 17 kwietnia 3009 roku. (*kr*)

# Słońce w pajęczynie, czyli... przewodnik internauty

Zainteresowanym nadchodzącym zaćmieniem Słońca i — ogólniej — tematyką słoneczną pragniemy polecić szereg interesujących witryn w internecie

### Pomoc dla planujących wyjazd i obserwacje całkowitego zaćmienia

- http://umbra.nascom.nasa.gov/eclipse/990811/rp.html — biuletyn NASA poświęcony nadchodzącemu zaćmieniu w wersji on-line, ze szczegółowymi mapkami, tabelami, prognozami i poradami
- http://planets.gsfc.nasa.gov/eclipse/TSE1999/TSE1999.html — oficjalna witryna zaćmienia redagowana przez NASA, zawartość· jw. rozszerzona o dodatki dla wtajemniczonych i profesjonalistów
- http://www.hermit.org/Eclipse1999/links.html — doskonałe „drogowskazy" dla poszukujących ofert, informacji o przebiegu zjawiska i przygotowaniach prowadzonych w krajach pasa całkowitego zaćmienia
- http://www.tvweather.com — dobry punkt wyjścia dla zainteresowanych zjawiskami atmosferycznymi i pogodą na całym świecie
- http://www.nottingham.ac.uk/meteosat — witryna satelity śledzącego aktualną sytuację meteorologiczną na całej kuli ziemskiej; zdjęcia Europy z ostatnich 6 godzin można też obejrzeć· na rodzimym serwerze: http://www.astro.uni.torun.pl/html/weather/meteosat.ir.html
- http://www.balaton.net — informacja turystyczna okolic jeziora Balaton — hotele, pensjonaty, campingi etc.

### Miłośnicze obserwacje zaćmień Słońca

- http://www.skypub.com/eclipses/eclipses.shtml — informacje o niedawnych i nadchodzących zaćmieniach Słońca i Księżyca
- http://sunearth.gsfc.nasa.gov/eclipse/eclipse.html — przewodnik po zaćmieniach eksperta tej tematyki Freda Espenaka; liczne raporty z obserwacji, zdjęcia, sekwencje wideo
- http://www.comet-track.com/eclipse/secl.html — galeria pracowitego fana zaćmień i innych okazjonalnych zjawisk astronomicznych Boba Yena; wspaniała dokumentacja poprzedniego całkowitego zaćmienia Słońca

### Wademekum dla „słoneczników"

- http://www.exploratorium.edu/eclipse/links.html — kompendium internetowych połączeń do miejsc związanych z szeroko pojętą tematyką słoneczną
- http://www.nso.noao.edu/svnoptic/svnoptic.html; http://vtt.sunspot.noao.edu/vtt-home.html; http://www.bbso.njit.edu/ — codzienne obrazy Słońca z naziemnych obserwatoriów astronomicznych
- http://sohowww.nascom.nasa.gov/ — oficjalna witryna ultrafioletowego satelity SOHO badającego Słońce; bogate archiwum obrazów, m.in. komet trafiających samobójczym lotem w Dzienną Gwiazdę
- http://www.sunspotcycle.com/ — aktualne i archiwalne dane o plamach słonecznych; można uczestniczyć w tworzeniu wykresu liczb Wolfa w zbliżającym się do maksimum 23 cyklu aktywności
- http://dac3.pfrr.alaska.edu/aurora/ — cotygodniowe prognozy zórz polarnych oraz animacje i obrazy aktualnej sytuacji na nocnym niebie — niekiedy okazja do podziwiania zorzy na żywo!
- http://www.sel.noaa.gov/ — graficzna prezentacja danych satelitarnych o nasileniu cząstek naładowanych w górnych warstwach atmosfery; swego rodzaju podgląd dla polujących na zorze
- http://www.spaceweather.com/ — codzienne raporty na temat słonecznej i geomagnetycznej aktywności oraz jej prognozy


**OGŁOSZENIE**

Oddział PTMA w Puławach organizuje zjazd (spotkanie) obserwatorów gwiazd zmiennych w obserwatorium w Puławach. Orientacyjny termin to koniec maja lub początek czerwca 1999. Prosimy zainteresowanych o kontakt listowny na adres:

**Oddział PTMA Puławy**
**ul. Filtrowa 50**
**24-100 PUŁAWY**

lub kontakt telefoniczny z p.Ryszardem Cnotą tel. (0-81) 886-34-10

**ASTRO-BIT**
Oprogramowanie i materiały astronomiczne

Ireneusz Włodarczyk
ul. Rewolucjonistów 15/13
42-500 Będzin

tel.:(0-32) 761-29-46 e-mail: astrobit@ka.onet.pl

**P.T. Miłośnicy Astronomii obserwują:**

# Perseidy 1998 — wyniki PKiM

Od roku 1988 Perseidy są pod bacznym okiem miłośników astronomii na całym świecie. Wtedy to bowiem zaobserwowano pojawienie się nowego maksimum aktywności, które jak się później okazało, zapowiadało pojawienie się na naszym niebie twórczyni roju Perseid — komety 109P/Swift-Tuttle. W latach 1988–89 ten nowy pik pod względem aktywności porównywalny był jeszcze ze starym maksimum, ale w latach 1991–94 przewyższał je dwu- lub nawet trzykrotnie. Modele teoretyczne skonstruowane na podstawie tych obserwacji powiedziały nam, że nowe maksimum związane jest z bardzo świeżym materiałem naniesionym przez kometę podczas jej dwóch-trzech ostatnich powrotów w najbliższe okolice Słońca, natomiast stare, występujące kilka-kilkanaście godzin później maksimum powstaje na skutek spotkania Ziemi z cząstkami wyrzuconymi z komety w bardziej zamierzchłych czasach. Te same modele mówiły nam, że już w latach 1997–98 nowy pik powinien ponownie zniżyć się do aktywności starego maksimum, a w latach następnych zaniknąć. Rzeczywistość, przynajmniej w roku 1997, okazała się trochę bardziej optymistyczna. Maksymalną aktywność roju Perseid w roku 1997 odnotowano w momencie o długości ekliptycznej Słońca $\lambda$=139.71° z Zenitalną Liczbą Godzinną ZHR = 137 ± 5. Stare maksimum pojawiło się w momencie $\lambda$=140.03° z ZHR = 94 ± 2.

Niestety żaden z powyżej opisywanych momentów nie pokrywał się z czasem trwania nocy w Polsce, więc Perseidy w roku 1997 nie były dla nas zbyt spektakularnym widowiskiem. Maksymalna aktywność nie przekroczyła bowiem poziomu ZHR ≈ 60. Pomimo tego 28 obserwatorów Pracowni Komet i Meteorów (PKiM) przeleżało pod nocnym niebem 937 godzin i 23 minuty, odnotowując pojawienie się 8273 Perseid. Była to najbardziej obfita w dane akcja obserwacyjna w całej historii PKiM.

Pomimo tego, że tegoroczna lipcowo-sierpniowa pogoda nie rozpieszczała naszych obserwatorów, także i w tym roku otrzymaliśmy całkiem spory zestaw danych. W dniach 15 lipca – 25 sierpnia 1998 roku 35 obserwatorów PKiM wykonało w sumie 896 godzin i 57 minut obserwacji, odnotowując pojawienie się 3342 meteorów z roju Perseid. Widać więc, że tegoroczny wynik niewiele ustępuje zeszłorocznemu. Spora jest natomiast różnica, jeśli chodzi o liczbę zaobserwowanych meteorów. Dziwi ona tym bardziej, jeśli weźmiemy pod uwagę fakt, że w 1997 roku nie mieliśmy okazji zaobserwować żadnego maksimum, natomiast przewidywania odnośnie roku 1998 mówiły, że drugiego, starego maksimum możemy oczekiwać 12 sierpnia o godzinie 22 UT, a więc w czasie bardzo korzystnym dla obserwatorów w Polsce. Po głębszej analizie można jednak dojść do wniosku, że wynik ten nie musi być tak zaskakujący, jak to się na początku wydawało. Popatrzmy na Rys. 1, mamy na nim przedstawiony rozkład ilości obserwacji PKiM w poszczególnych dniach lipca i sierpnia. Widać z niego wyraźnie, że dobra pogoda panowała w okresach 15–24 lipca, 8–12 sierpnia i 15–20 sierpnia. Tylko środkowy z tych przedziałów jest okresem obfitującym w spore liczby godzinne roju Perseid. Niestety, okres ten pokrył się w zasadzie dokładnie z pełnią Księżyca, która wystąpiła 8 sierpnia. Sięgając pamięcią do roku 1997, łatwo sobie przypomnieć, że wtedy sytuacja była zupełnie inna. Lipiec, kiedy to liczby godzinne Perseid nie są najwyższe, nie należał do pogodnych miesięcy. Sierpień okazał się jednak zdecy-

**Tab. 1. Lista obserwatorów Perseid 1998 oraz ich efektywny czas obserwacji**

| | |
|---|---|
| Konrad Szaruga | (97.715) |
| Jarosław Dygos | (94.700) |
| Paweł Trybus | (62.183) |
| Andrzej Skoczewski | (52.442) |
| Jacek Kluczewski | (50.250) |
| Tomasz Żywczak | (49.050) |
| Marcin Konopka | (48.583) |
| Maciej Kwinta | (45.333) |
| Wojciech Jonderko | (41.683) |
| Krzysztof Socha | (34.116) |
| Gracjan Maciejewski | (32.916) |
| Aleksander Trofimowicz | (30.117) |
| Arkadiusz Olech | (29.350) |
| Mariusz Wiśniewski | (28.400) |
| Krzysztof Kamiński | (25.733) |
| Luiza Wojciechowska | (24.650) |
| Paweł Brewczak | (19.350) |
| Marcin Gajos | (18.634) |
| Tadeusz Sobczak | (15.333) |
| Cezary Gałan | (13.150) |
| Tomasz Fajfer | (13.000) |
| Łukasz Sanocki | (10.967) |
| Michał Jurek | (10.333) |
| Krzysztof Mularczyk | (9.916) |
| Michał Marek | (7.000) |
| Ewa Dygos | (5.750) |
| Sylwia Hołowacz | (5.050) |
| Tomasz Krzyżanowski | (4.410) |
| Marcin Dżuła | (3.833) |
| Katarzyna Skoczewska | (3.333) |
| Waldemar Drozdowski | (2.300) |
| Artur Szaruga | (2.117) |
| Bartosz Dąbrowski | (2.000) |
| Karol Fietkiewicz | (1.750) |
| Sylwia Chełmoniak | (1.500) |

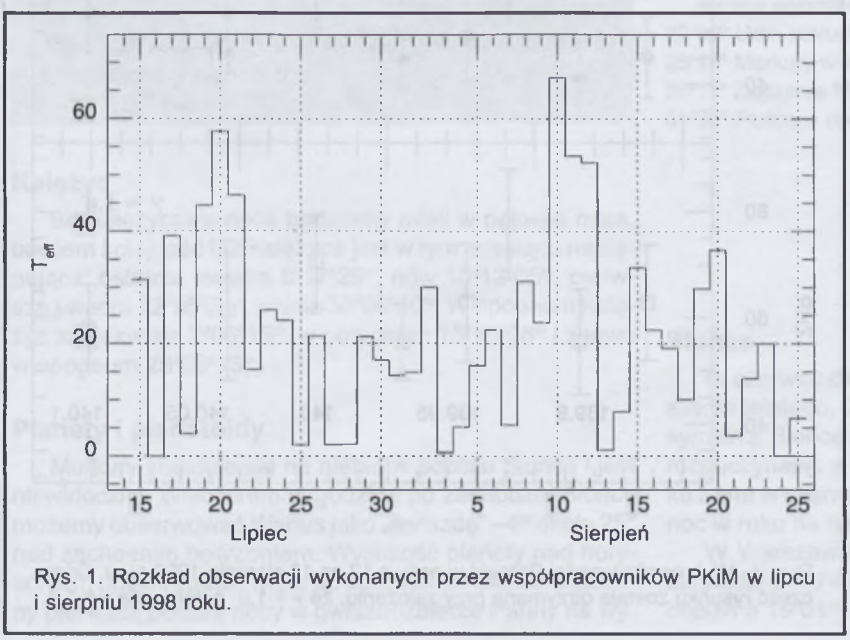
dowanie lepszy i w okresie 5–25 sierpnia w całej Polsce panowała w zasadzie doskonała pogoda. Tak więc nic dziwnego, że w roku 1997 zaobserwowaliśmy dużo więcej Perseid niż w roku obecnym. W tegorocznym sierpniu ani pogoda, ani fazy Księżyca nie należały bowiem do najkorzystniejszych.

Pełna lista naszych obserwatorów, którzy są w zasadzie prawowitymi współautorami tego tekstu, znajduje się w tabeli 1. Obok nazwisk podaliśmy efektywny czas obserwacji każdej osoby.

Niestety, mała liczba odnotowanych meteorów i pełnia Księżyca w okolicach maksimum aktywności roju musiała się odbić na jakości wykresu prezentującego zależność współczynnika masowego $r$ od czasu. Współczynnik ten mówi nam o stosunku liczby meteorów o jasności $m+1$ do liczby meteorów o jasności $m$ i jego ewolucja czasowa dla Perseid 1998 jest zaprezentowana na Rys. 2. W zasadzie trudno się na tym wykresie dopatrzeć jakiegoś rozsądnego trendu. Widać jednak rzecz najważniejszą. Jak dotychczas zawsze minimum $r$ było połączone z maksimum aktywności roju, co jest powiązane z tym, że w maksimum obserwujemy dużą liczbę bardzo jasnych meteorów. Przyglądając się uważnie Rys. 2, widzimy, że i ten rok nie należy do wyjątku. Dwie najniższe wartości $r$ odnotowaliśmy w czasie nocy 11/12 i 12/13 sierpnia i wyniosły one odpowiednio $2.10 \pm 0.03$ i $2.08 \pm 0.03$.

Znając już wartość $r$, możemy pokusić się o wyznaczenie wykresu aktywności roju, czyli zależności ZHR od czasu. Wykres taki dla Perseid 1998 jest zaprezentowany na Rys. 3. Tutaj z kolei widać wyraźnie dużą ilość danych zebranych przez PKiM. Zależność czasowa jest bowiem bardzo gładka i punkty z sąsiednich nocy nie różnią się od siebie bardzo znacznie. Widać też bardzo wyraźne maksimum aktywności w momencie $\lambda_{\odot} = 140°$ (co odpowiada nocy z 12 na 13 sierpnia) z $ZHR = 52 \pm 3$.

Pomimo nie najlepszej pogody panującej w nocy z 12 na 13 sierpnia i bliskiej tej dacie pełni Księżyca, maksymalny punkt naszego wykresu to średnia z aż 69 wyznaczeń ZHR. Wzorem lat ubiegłych zdecydowaliśmy się na podzielenie tego punktu na kilka wartości uzyskanych przez uśrednianie ZHR-ów w krótszych odcinkach czasowych. Dla nocy maksimum uzyskaliśmy przez to osiem punktów, z których każdy jest średnią od 6 do 12 wyznaczeń ZHR. Otrzymany w ten sposób wykres aktywności jest zaprezentowany na górnej części Rys. 4. Trudno się na nim dopatrzeć jakiegoś wyraźniejszego trendu. Większość punktów, w granicach błędów, bliska jest średniej wartości ZHR dla całej nocy i równej 52. Tylko dwa pierwsze punkty wydają się leżeć trochę poniżej tego poziomu. Odpowiadają one niskim wysokościom radiantu Perseid nad horyzontem. Dla nich więc spory wpływ może mieć uwzględnienie we wzorze na ZHR współczynnika $\gamma$. My przyjęliśmy $\gamma = 1.0$. W rzeczywistości często $\gamma \neq 1.0$. Uwzględnienie tego faktu powoduje wyraźne zwiększenie ZHR-ów dla małych wysokości radiantu roju nad horyzontem i trochę mniejsze zwiększenie dla wyższych wysokości. Efektem uwzględnienia wartości $\gamma > 1.0$ byłby lekki wzrost wartości ZHR na początku nocy, czyli spłaszczenie naszej zależności, co przedstawiliśmy na dolnej części Rys. 4 (otrzymanej dla $\gamma = 1.4$). Z obu wykresów widać, że maksymalne wartości ZHR dla nocy maksimum otrzymaliśmy w momencie $\lambda_{\odot} = 139.96°$, co odpowiada godzinie 20:40 UT dnia 12 sierpnia. Aktywność w tym momencie wynosiła $ZHR = 59 \pm 8$ dla $\gamma = 1.0$ i $ZHR = 78 \pm 10$ dla $\gamma = 1.4$. Dziwi szczególnie ta pierwsza wartość. W poprzednich latach przy założeniu $\gamma = 1.0$ obserwowana w starym maksimum aktywność roju Perseid wahała się od 80 do 110, czyli znacznie więcej niż otrzymaliśmy obecnie. Ponieważ International Meteor Organization (IMO) opublikowało już swoje pierwsze wyniki oparte na 723 godzinach obserwacji uzyskanych przez 104 obserwatorów, którzy odnotowali 4469 Perseid, możemy porównać ich wyniki z naszymi. Według obserwatorów japońskich nowe maksimum wystąpiło pomiędzy $\lambda = 139.7°$ a $138.8°$. Z powodu jasnego światła Księżyca błędy indywidualnych wyznaczeń ZHR były bardzo duże, co odbiło się na oszacowaniu aktywności roju w tym maksimum. Wyniosła ona bowiem $ZHR = 180 \pm 50$. Widać więc wyraźnie, że w porównaniu z rokiem 1997 aktywność Perseid raczej nie zmieniła się. Moment starego maksimum został przez obserwatorów IMO oszacowany na $\lambda = 140.0°$, co bardzo dobrze zgadza się z naszym rezultatem. Aktywność w starym maksimum wyniosła jednak $ZHR = 80 \pm 10$, czyli zdecydowanie więcej niż u nas. Nawet przy uwzględnieniu błędów, rozbieżność obu wyników nie znika. Trudno odpowiedzieć na pytanie, co jest przyczyną takiej rozbieżności. Być może jest to efekt kiepskich warunków obserwacji, w jakich przyszło pracować polskim obserwatorom. Oprócz tego, że Księżyc był blisko pełni, wielu obserwatorów notowało zachmurzenie, które w niektórych przypadkach nawet przerywało obserwacje.

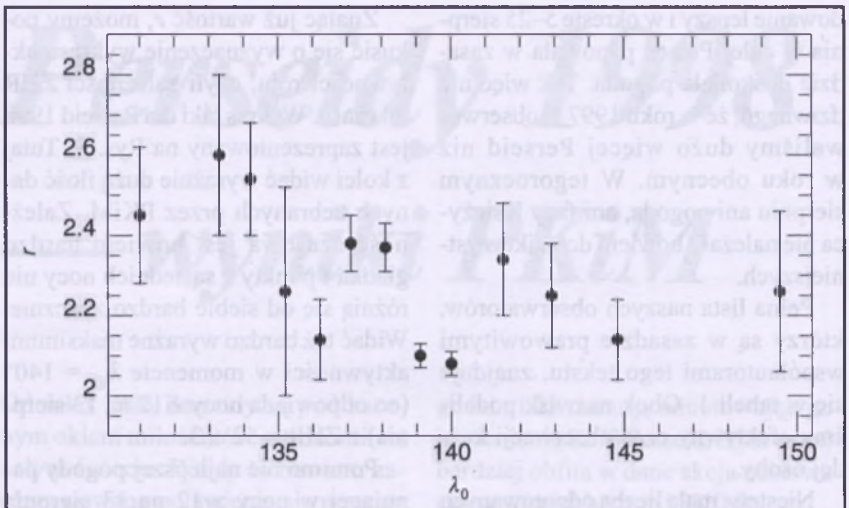


Rys. 1. Rozkład obserwacji wykonanych przez współpracowników PKiM w lipcu i sierpniu 1998 roku.

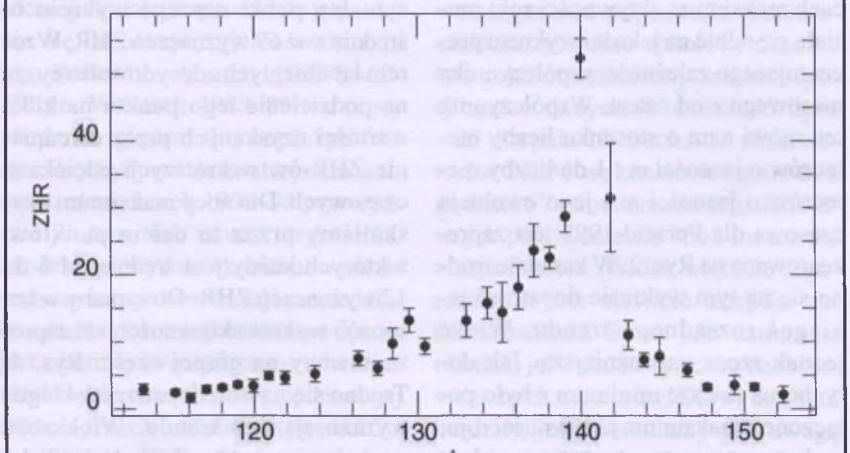
Mamy już za sobą kolejną akcję obserwacyjną poświęconą Perseidom. Kolejny rok z rzędu polscy obserwatorzy zrzeszeni w PKiM nie zawodzą i uzyskują duży materiał obserwacyjny, dotyczący tego roju. Wynik tegoroczny należy uznać bowiem za bardzo dobry, jeśli weźmie się pod uwagę warunki, jakie panowały w lipcu i sierpniu. Niestety, główne maksimum Perseid nie wypadło w czasie korzystnym dla obserwatorów w Polsce. Stare maksimum, co do którego mieliśmy trochę więcej szczęścia, najprawdopodobniej z powodu kiepskich warunków, wydawało nam się trochę mniej aktywne niż zwykle. Na szczęście rok 1999 zapowiada się dużo ciekawiej. Warunki dla obserwatorów w Polsce będą prawie idealne. Jak większość pasjonatów astronomii na pewno wie, 11 sierpnia 1999 roku w Europie będziemy mieli okazję obserwować całkowite zaćmienie Słońca. W trakcie zaćmienia Słońca Księżyc jest zawsze w nowiu, więc w szerokich okolicach maksimum Perseid jego światło zupełnie nie będzie nam przeszkadzać. Dodatkowo spodziewany moment wyższego maksimum Perseid to godzina 23 UT dnia 12 sierpnia, czyli czas bardzo korzystny dla obserwatorów w Polsce. Drugiego maksimum powinniśmy spodziewać się około godziny 5 UT już 13 sierpnia, czyli po wschodzie Słońca w Polsce. Niemniej od zmierzchu do świtu, jeśli pogoda dopisze, powinny towarzyszyć nam całkiem spore liczby godzinne. O 23 UT radiant Perseid jest już 45 stopni nad horyzontem, a brak Księżyca spowoduje, że nie powinniśmy mieć problemów z uzyskaniem widoczności granicznej bliskiej 6.5 mag. W takich warunkach, przy założeniu aktywności podobnej do tej w 1997 i 1998 roku, będziemy mogli obserwować około 100 meteorów na godzinę. Zachęcam więc mocno do obserwacji w 1999 roku i życzę wszystkim pogody co najmniej tak dobrej, jak w sierpniu 1997 roku.

Wszystkich chętnych do nawiązania bliższej współpracy z PKiM zachęcam do kontaktu pod adres: Arkadiusz Olech, ul. ks. T. Boguckiego 3/59, 01-508 Warszawa. Do listu proszę dołączyć znaczek za 1 zł.

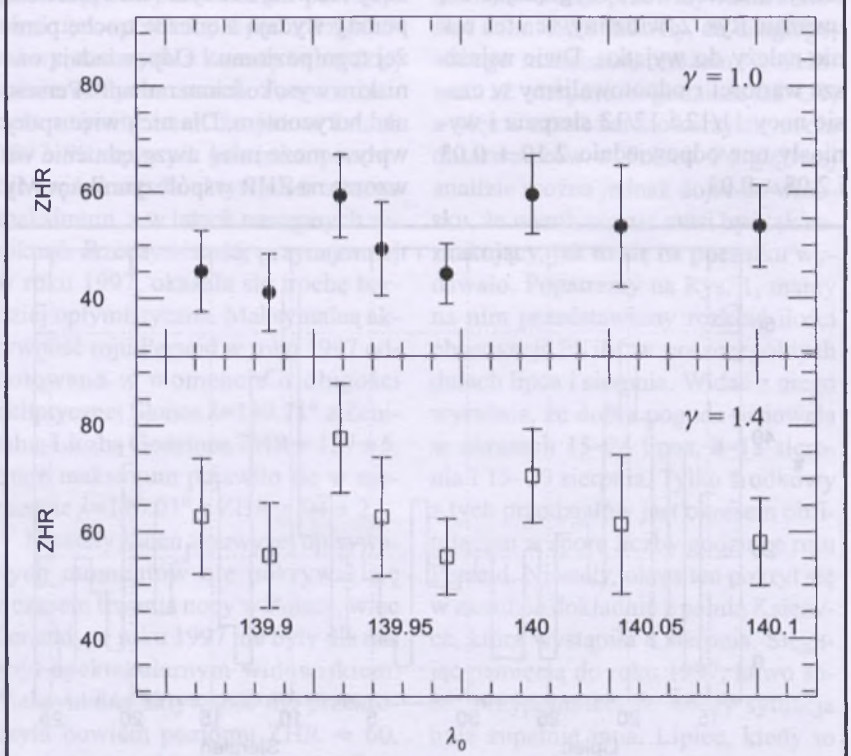
*Arkadiusz Olech*




Rys. 2. Ewolucja współczynnika masowego $r$ w czasie.




Rys. 3. Wykres aktywności Perseid 1998.




Rys. 4. Wykres aktywności Perseid w nocy z 12 na 13 sierpnia 1998 roku. Górna część rysunku została otrzymana przy założeniu, że $\gamma = 1.0$, a dolna dla $\gamma = 1.4$.

# Maj

## Słońce

Wznosi się po ekliptyce nadal coraz wyżej ponad równik niebieski, w związku z czym dzień jest coraz dłuższy. W ciągu miesiąca dnia przybywa o ponad godzinę: w Warszawie 1 maja Słońce wschodzi o $3^h07^m$, zachodzi o $18^h01^m$, a 31 maja wschodzi o $2^h22^m$, zachodzi o $18^h46^m$. W maju Słońce wstępuje w znak Bliźniąt.

**Dane dla obserwatorów Słońca (na $0^h$ czasu UT)**

| Data 1999 | P [°] | $B_0$ [°] | $L_0$ [°] |
|---|---|---|---|
| V 1 | –24.23 | –4.21 | 3.94 |
| 3 | –23.87 | –4.01 | 337.51 |
| 5 | –23.48 | –3.80 | 311.07 |
| 7 | –23.06 | –3.59 | 284.63 |
| 9 | –22.61 | –3.37 | 258.19 |
| 11 | –22.14 | –3.16 | 231.75 |
| 13 | –21.64 | –2.94 | 205.30 |
| 15 | –21.11 | –2.71 | 178.85 |
| 17 | –20.55 | –2.48 | 152.40 |
| 19 | –19.97 | –2.25 | 125.95 |
| 21 | –19.36 | –2.02 | 99.49 |
| 23 | –18.73 | –1.79 | 73.03 |
| 25 | –18.08 | –1.55 | 46.57 |
| 27 | –17.40 | –1.31 | 20.11 |
| 29 | –16.70 | –1.07 | 353.65 |
| V 31 | –15.98 | –0.83 | 327.18 |

P — kąt odchylenia osi obrotu Słońca mierzony od północnego wierzchołka tarczy;
$B_0$, $L_0$ — heliograficzna szerokość i długość środka tarczy;
$1^d07^h09^m$ oraz $28^d12^h29^m$ — heliograficzna długość środka tarczy wynosi 0°.

## Księżyc

Bezksiężycowe noce będziemy mieli w połowie maja, bowiem kolejność faz Księżyca jest w tym miesiącu następująca: ostatnia kwadra $8^d17^h29^m$, nów $15^d12^h05^m$, pierwsza kwadra $22^d05^h34^m$, pełnia $30^d06^h40^m$. W apogeum Księżyc znajdzie się $2^d06^h15^m$, w perygeum $15^d15^h08^m$ i znowu w apogeum $29^d08^h13^m$.

## Planety i planetoidy

Merkury znajduje się na niebie w pobliżu Słońca i jest niewidoczny. Wieczorem w godzinę po zachodzie Słońca możemy obserwować Wenus jako „gwiazdę" $-4^m$ około 25° nad zachodnim horyzontem. Wysokość planety nad horyzontem powoli spada. Mars po opozycji do Słońca widoczny pierwszą połowę nocy w gwiazdozbiorze Panny na wysokości około 30° nad horyzontem jako obiekt $-1.5^m$. Stosunkowo duża średnica tarczy (15") nadal umożliwia obserwacje szczegółów na tarczy planety. Jowisz, Saturn, Uran i Neptun pozostają na niebie w pobliżu Słońca i są niewidoczne. Pluton widoczny jest całą noc w gwiazdozbiorze Wężownika, jednakże jego jasność wynosi jedynie $13.7^m$ i do jego zaobserwowania niezbędny jest teleskop o średnicy zwierciadła przynajmniej 15 cm.

W maju możemy obserwować w pobliżu opozycji planetoidy:

**(4) Westa**, (jasność $7.6^m$). 1 V: $9^h05.7^m$,+23°22'; 11 V: $9^h16.4^m$,+22°27'; 21 V: $9^h28.5^m$,+21°23'.

**(41) Daphne**, (jasność $9.7^m$). 1 V: $16^h51.7^m$,+2°08'; 11 V: $16^h48.3^m$,+4°09'; 21 V: $16^h42.6^m$,+5°45', 31 V: $16^h35.7^m$,+6°47'.

### Meteory

W dniach od 19 kwietnia do 28 maja promieniują meteory z roju eta Akwarydów, związanego z kometą Halleya. Maksimum aktywności roju przypada w dniu 3 maja. Radiant meteorów leży w gwiazdozbiorze Wodnika i ma współrzędne: rekt. $22.4^h$, dekl. –2°. W obserwacjach przeszkadzał będzie Księżyc niedługo po pełni.

***

$1^d23^h$ Złączenie Merkurego z Jowiszem w odl. 1°.
$7^d17^h$ Złączenie Neptuna z Księżycem w odl. 1°.
$8^d16^h$ Złączenie Urana z Księżycem w odl. 1°.
$13^d05^h$ Złączenie Jowisza z Księżycem w odl. 4°.
$13^d15^h$ Złączenie Merkurego z Saturnem w odl. 1°.
$14^d11^h$ Złączenie Saturna z Księżycem w odl. 3°.
$14^d13^h$ Złączenie Merkurego z Księżycem w odl. 4°.
$16^d12^h$ Zakrycie gwiazdy $\alpha$ Tau (Aldebaran) przez Księżyc, widoczne w północnej Polsce (Gdańsk $13^d00^h$, Szczecin $12^h50^m$). Przez Pojezierze Pomorskie i Mazury przebiega pas zakrycia brzegowego.
$18^d15^h$ Złączenie Wenus z Księżycem w odl. 6°.
$21^d11^h53^m$ Słońce wstępuje w znak Bliźniąt, jego długość ekliptyczna wynosi wtedy 60°
$22^d02^h$ Uran nieruchomy w rektascensji.
$25^d19^h$ Merkury w koniunkcji górnej ze Słońcem
$26^d11^h$ Złączenie Marsa z Księżycem w odl. 5°.
$31^d01^h$ Pluton w opozycji ze Słońcem.

# Czerwiec

## Słońce

W czerwcu deklinacja Słońca wzrasta aż do dnia przesilenia letniego, 21 czerwca, kiedy osiągnie wartość maksymalną: Słońce wstępuje wtedy w zodiakalny znak Raka, rozpoczynając w ten sposób astronomiczne lato. W związku z tym w czerwcu przypada najdłuższy dzień i najkrótsza noc w roku na naszej półkuli.

W Warszawie 1 czerwca Słońce wschodzi o $2^h21^m$, zachodzi o $18^h47^m$, a 30 czerwca wschodzi o $2^h18^m$, zachodzi o $19^h01^m$.

**Dane dla obserwatorów Słońca (na $0^h$ czasu UT)**

| Data 1999 | P [°] | $B_0$ [°] | $L_0$ [°] |
|---|---|---|---|
| VI 1 | –15.61 | –0.71 | 313.95 |
| 3 | –14.86 | –0.47 | 287.48 |
| 5 | –14.09 | –0.23 | 261.01 |
| 7 | –13.31 | 0.01 | 234.54 |
| 9 | –12.50 | 0.25 | 208.07 |
| 11 | –11.68 | 0.49 | 181.60 |
| 13 | –10.85 | 0.73 | 155.13 |
| 15 | –10.00 | 0.97 | 128.65 |
| 17 | –9.14 | 1.21 | 102.18 |
| 19 | –8.27 | 1.45 | 75.71 |
| 21 | –7.39 | 1.68 | 49.23 |
| 23 | –6.51 | 1.92 | 22.76 |
| 25 | –5.61 | 2.15 | 356.29 |
| 27 | –4.72 | 2.38 | 329.81 |
| VI 29 | –3.81 | 2.60 | 303.34 |
| VII 1 | –2.91 | 2.83 | 276.86 |

P — kąt odchylenia osi obrotu Słońca mierzony od północnego wierzchołka tarczy;
$B_0$, $L_0$ — heliograficzna szerokość i długość środka tarczy;
$24^d17^h16^m$ — heliograficzna długość środka tarczy wynosi 0°.

## Księżyc

Bezksiężycowe noce będziemy mieli w połowie czerwca, bowiem kolejność faz Księżyca jest w tym miesiącu następująca: ostatnia kwadra $7^d04^h20^m$, nów $13^d19^h03^m$, pierwsza kwadra $20^d18^h13^m$, pełnia $28^d21^h37^m$. W perygeum Księżyc znajdzie się $13^d00^h37^m$, a w apogeum $25^d15^h27^m$.

## Planety i planetoidy

W drugiej połowie miesiąca wieczorem możemy próbować odnaleźć Merkurego bardzo nisko nad zachodnim horyzontem. Warunki obserwacji będą jednak bardzo trudne, gdyż godzinę po zachodzie Słońca planeta będzie świeciła z jasnością $0^m$ zaledwie 4° nad horyzontem.

Powyżej Merkurego możemy obserwować planetę Wenus jako „Gwiazdę Wieczorną" o jasności $-4.5^m$. Wysokość planety nad horyzontem pod koniec zmierzchu cywilnego maleje w ciągu miesiąca od 20° do 9°. Przez teleskop możemy obserwować tarczę Wenus o średnicy 25" w fazie 50% („kwadra").

W drugiej połowie czerwca w blasku zorzy porannej zaczyna być widoczny Jowisz jako „gwiazda" $-2.3^m$. Pod koniec miesiąca na godzinę przed wschodem Słońca planeta wznosi się już 10° nad wschodnim horyzontem.

W ostatnich dniach czerwca w ślad za Jowiszem nad wschodnim horyzontem pojawia się Saturn jako obiekt $0.4^m$, jednak jego mała wysokość (zaledwie 4° na początku świtu astronomicznego) sprawia, że obserwacja planety jest jeszcze raczej niemożliwa.

Uran i Neptun nadal pozostają na niebie w pobliżu Słońca i są niewidoczne.

W czerwcu wraz z nastaniem okresu „białych nocy" praktycznie kończy się okres obserwacji Plutona.

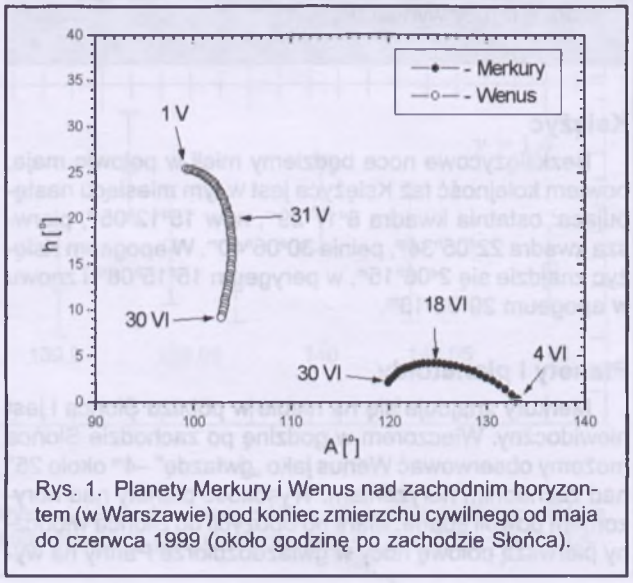
W czerwcu żadna planetoida w pobliżu opozycji nie osiąga jasności $10^m$.

### Meteory

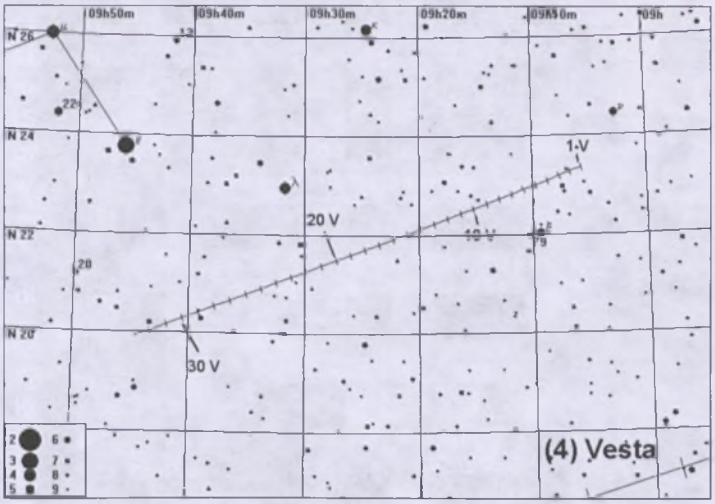
W dniach od 11 do 21 czerwca promieniują meteory z roju czerwcowych Lirydów. Maksimum aktywności przypada na 16 czerwca. Radiant meteorów leży w gwiazdozbiorze Lutni i ma współrzędne: rekt. $18^h22^m$, deki. +35°. Rój nie jest zbyt obfity, lecz w obserwacjach nie będzie przeszkadzał Księżyc tuż po nowiu.

***

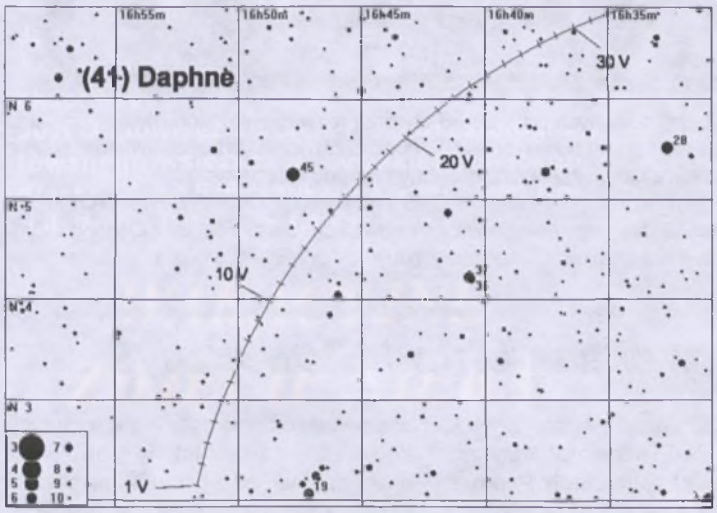
$3^d22^h$ Złączenie Neptuna z Księżycem w odl. 1°.
$4^d22^h$ Złączenie Urana z Księżycem w odl. 1°.
$10^d00^h$ Złączenie Jowisza z Księżycem w odl. 4°.
$11^d02^h$ Złączenie Saturna z Księżycem w odl. 3°.
$11^d13^h$ Wenus w maksymalnej elongacji wschodniej ze Słońcem w odległości 45°.
$15^d08^h$ Złączenie Merkurego z Księżycem w odl. 5°.
$17^d04^h$ Złączenie Wenus z Księżycem w odl. 2°.
$20^d00^h30^m$ Cień II księżyca Jowisza (Europy) wchodzi na tarczę planety.
$20^d01^h07^m$ Wejście I księżyca Jowisza (Io) na tarczę planety.
$20^d02^h06^m$ Zejście cienia I księżyca Jowisza (Io) z tarczy planety.
$21^d00^h34^m$ Księżyc I (Io) wyłania się zza tarczy Jowisza.
$21^d19^h49.1^m$ Słońce wstępuje w znak Raka, jego długość ekliptyczna wynosi wtedy 90°. Początek astronomicznego lata.
$22^d02^h13^m$ Wejście III księżyca Jowisza (Ganimedesa) na tarczę planety.
$22^d20^h$ Złączenie Marsa z Księżycem w odl. 6°.
$27^d01^h48^m$ Cień I księżyca Jowisza (Io) wchodzi na tarczę planety.
$28^d23^h$ Merkury w maksymalnej elongacji wschodniej ze Słońcem w odległości 25°.
$29^d00^h13^m$ Koniec zaćmienia II księżyca Jowisza (Europy) przez cień planety.



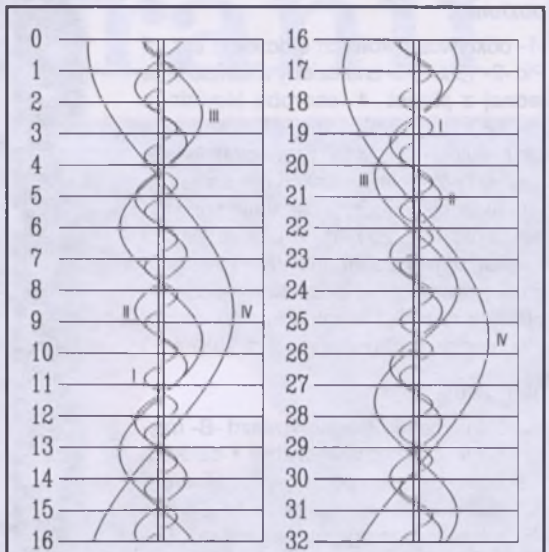

Rys. 1. Planety Merkury i Wenus nad zachodnim horyzontem (w Warszawie) pod koniec zmierzchu cywilnego od maja do czerwca 1999 (około godzinę po zachodzie Słońca).




Rys. 2. Trasa planetoidy (4) Westa na tle gwiazd gwiazdozbioru Lwa w maju 1999 (zaznaczone gwiazdy do 9$^m$).




Rys. 3. Trasa planetoidy (41) Daphne na tle gwiazd gwiazdozbioru Herkulesa w maju 1999 (zaznaczone gwiazdy do 10.5$^m$).




Rys. 4. Konfiguracja galileuszowych księżyców Jowisza w czerwcu 1999 (I – Io, II – Europa, III – Ganimedes, IV – Callisto). Przerwa w trasie księżyca oznacza przebywanie satelity w cieniu planety.

29$^d$00$^h$15$^m$ Początek zakrycia II księżyca Jowisza (Europy) przez tarczę planety.

29$^d$01$^h$07$^m$ Cień III księżyca Jowisza (Ganimedesa) wchodzi na tarczę planety.

UWAGA: *Momenty wszystkich zjawisk podane są w czasie uniwersalnym UT (Greenwich).*

*Aby otrzymać datę w obowiązującym w maju i czerwcu w Polsce „czasie letnim", należy dodać 2 godziny.*

*Momenty złączeń podane są dla geocentrycznych złączeń w rektascensji. Podane są* ***wszystkie*** *złączenia, nie tylko widoczne w Polsce.*

***Opracował T. Ściężor***

## *Ciekawe adresy internetowe...*

**Astronomy Picture of the Day** http://antwrp.gsfc.nasa.gov/apod/astropix.html

Codziennie nowe zdjęcie/obraz związane z astronomią. W krótkim tekście towarzyszącym znajduje się szereg odnośników prowadzących do znacznie bardziej szczegółowych zasobów Internetu.

**Latest HST Releases** http://www.stsci.edu/pubinfo/Latest.html

Ostatnie, udostępnione publicznie zdjęcia z HST. Oprócz samych obrazów (w różnych zdolnościach rozdzielczych) dostępne są przygotowane dla prasy opisy, niekiedy można też znaleźć schematy, animacje czy odnośniki prowadzące do dodatkowych informacji na dany temat. Istnieje również archiwum dostępnych zdjęć uzyskanych z pomocą HST — poklasyfikowanych według roku obserwacji jak i rodzaju obserwowanych obiektów, ale aby się tam dostać, należy skrócić adres o jego ostatni człon /Latest.html.

**Sky and Telescope Magazine** http://www.skypub.com/

Ten adres nie potrzebuje reklamy — jest to internetowa strona (czy jak kto woli — witryna) pisma „Sky and Telescope" — najlepszego popularnego magazynu astronomicznego na świecie. Można z niej trafić do wielu ciekawych miejsc, błądzenie po tym labiryncie może zająć sporo czasu...

**Galileo Home Page** http://www.jpl.nasa.gov/galileo/

Ciągle aktywna misja GALILEO ma również swoją witrynę w Internecie. Jest to kopalnia unikalnych zdjęć Jowisza i jego satelitów (zasoby są ciągle uzupełniane). Dodatkowe odnośniki pozwalają na lepsze poznanie dziwnego świata Jowisza i jego księżyców.

Krzyżówka Urania-PA 2/99

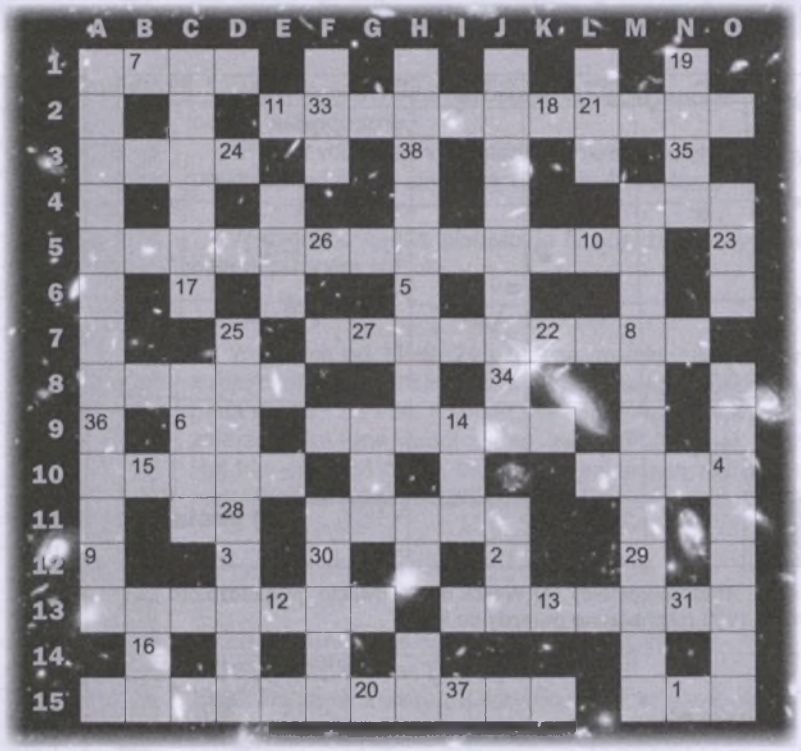
## KRZYŻÓWKA

**poziomo:**

-1- odkrywca pyłowych otoczek $\alpha$ Lyr i $\beta$ Pic -2- 10 $\mu$m -3- znaleziony w atmosferze jednej z planet -4- choroba Howkinga -5- 32 m w Piwnicach -7- Cassegraina lub Newtona -8- „widzi" powierzchnię Wenus -9- południowy • skrzydło Łabędzia -10- składnik chmur na Neptunie • optycznie cienki lub gruby -11- P-L po angielsku • autor prawa załamania fal -13- swoją nazwę zawdzięcza Kopernikowi • ojczyzna Flammariona -15- miesiąc Orionidów • katalog gwiazd podwójnych z 1932 r.

**pionowo:**

-A- do mierzenia średnic gwiazd -B- między $\zeta$ i $\theta$ -C- oddział instytucji • oznacza dioptrię -D- „szczęście szczęśliwych" w Wodniku -E- runda dookoła Słońca -F- potrzebna do oglądania gwiazd • Tarcza w dopełniaczu -G- imię wielu arabskich astronomów -H- miała przeprowadzić pierwszą lekcję z kosmosu • były • oznacza galaktykę nieregularną -I- heliakalny wschód Syriusza zapowiadał jego wylew -J- inaczej półkula • skrót oznaczający Lutnię -L- tyle Herschel odkrył księżyców Urana -M- przybliżenie wielkości dokładnej inną -N- imię najbardziej znanego lunonauty -O- zrzesza naszych komeciarzy • wynaleziony przez Hadleya (*jd*)




Litery z pól ponumerowanych od 1 do 38 utworzą rozwiązanie, które należy przysłać z dołączonym kuponem na adres redakcji. Wśród osób, które do końca kwietnia 1999 r. nadeślą prawidłowe rozwiązania, rozlosujemy nagrody książkowe.

Rozwiązaniem krzyżówki z numeru 6/98 jest hasło: ODKRYWANIE TAJEMNIC NATURY GWIAZD. Nagrody książkowe wylosowali pp. *Jerzy Migdał* z Dęblina i *Zygmunt Tomaszewski* z Leszna. Gratulujemy. Nagrody prześlemy pocztą.

## KONKURS

# Czy znasz Układ Słoneczny?

Po trzeciej, trudnej części naszego Konkursu, część IV okazała się bardzo łatwa. Nielicznym uczestnikom zdarzyło się źle rozpoznać Ariela oraz pomylić Merkurego z Księżycem. Cztery konkursowe zdjęcia przedstawiały kolejno: 1) kratery z powierzchni Merkurego; 2) południowy biegun Ziemi; 3) księżyc Urana Ariel; 4) księżyc Marsa Fobos.

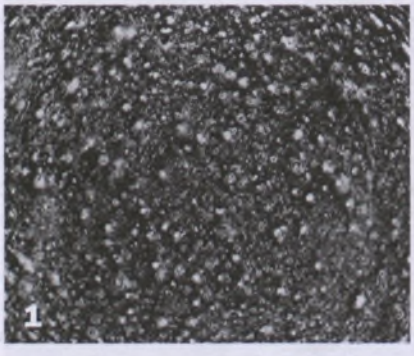
W bilansie ogólnym maksymalną ilość punktów (**114**) posiadają obecnie: **Tadeusz Karamucki**, **Ariel Majcher, Tadeusz Maliszewski** i **Artur Pilarczyk**. Tym SUS-om ustępują tylko 10 punktami: Lech Barski, Andrzej Chyłek, Dariusz Jąkalski, Krzysztof Kandzia, Jerzy Łągiewka, Wojciech Piskorz, Kamila Szafrańska, Łukasz Walec i Bogusław Wrona. Nagrodę książkową wylosował Rafał Pliszka. Gratulujemy, nagrodę wyślemy pocztą.

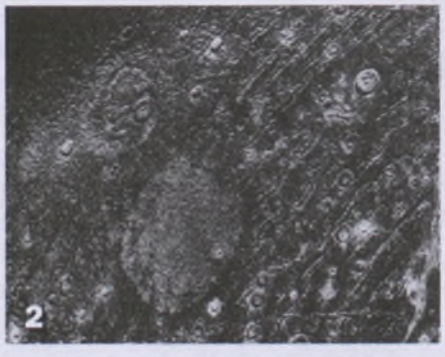
W VI części konkursu zdobyć można 30 punktów (po 10 za każdą prawidłową odpowiedź). Wystarczy podać tylko nazwy ciał niebieskich, które we fragmencie przedstawione są na prezentowanych niżej zdjęciach.

Drobnymi nagrodami honorujemy wylosowane osoby, które udzieliły prawidłowych odpowiedzi w danej edycji konkursu, natomiast na zdobywcę maksymalnej ilości punktów, po zakończeniu konkursu, czeka nagroda specjalna.

Odpowiedzi prosimy przesyłać na adres redakcji do końca kwietnia1999r. Na kartkach prosimy nakleić kupon konkursowy (tylko kartki z kuponem biorą udział w losowaniu nagród). Uwaga: aktualną listę uczestników i zdobytych przez nich do tej pory punktów można znaleźć na naszych stronach internetowych pod adresem: urania.camk.edu.pl/konkurs.

Kupon konkursowy Czy znasz Układ Słoneczny? Urania-PA 2/99



# Galeria Uranii

Czy można wziąć Słońca w ramiona? Okazuje się, że tak. Przynajmniej na fotografii i nawet bez fotomontażu, czego dowodem zdjęcie nadesłane przez Veselkę (patrz „Czytelnicy piszą...") a wykonane przez grupę „Łowców skarbów nieba" (STH — ang. Star Treasures Hunters") z Bułgarii. Ich zdjęcia można dość często spotkać w bułgarskim odpowiedniku naszej *Uranii-PA* — miesięczniku *АндромедА*.

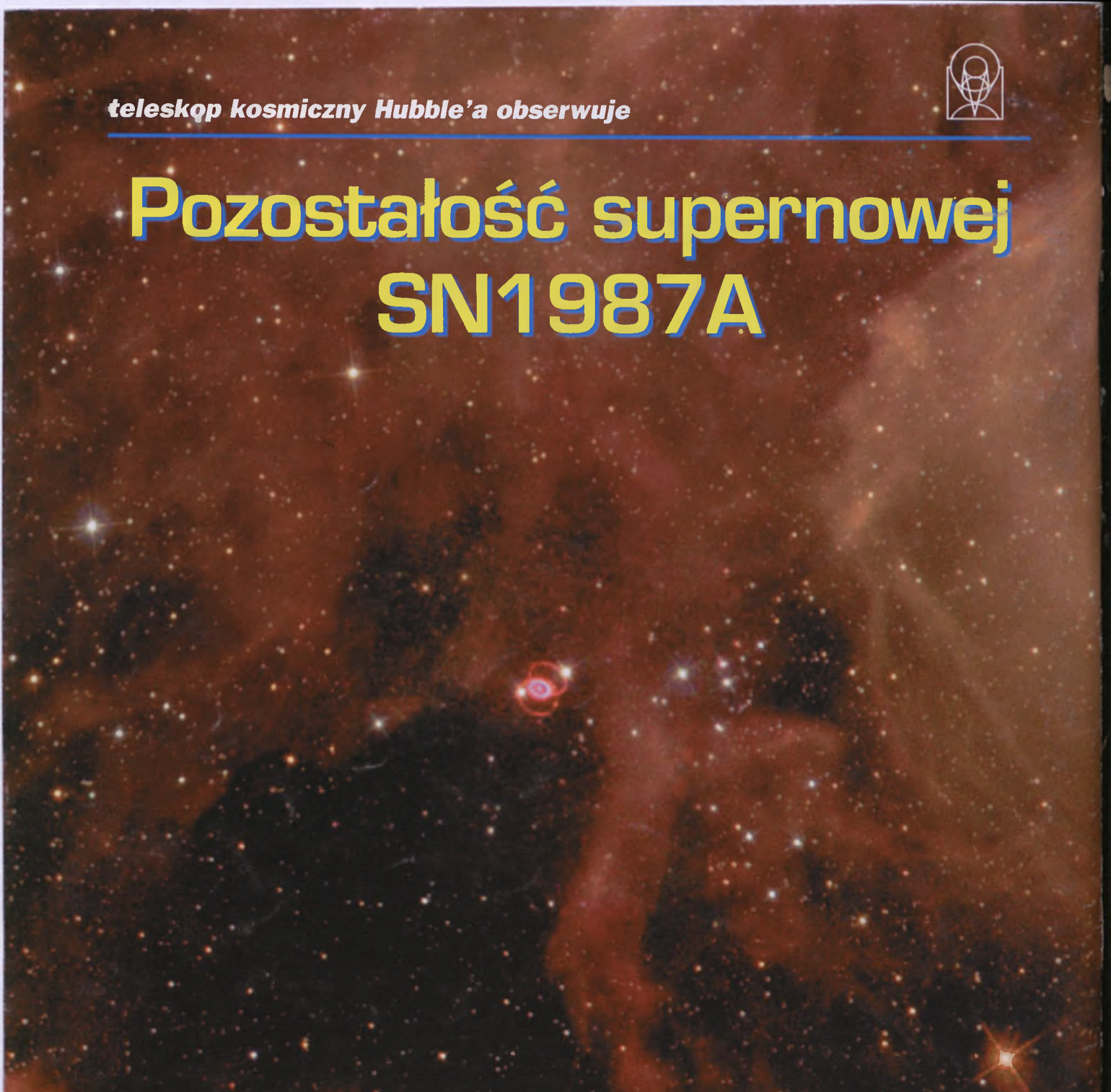
Natomiast zdjęcia prezentowane niżej są plonem konkursu „Wakacyjne zdjęcie nieba".

Malowniczy zachód Słońca to dzieło Tomasza Tyranowskiego z Krakowa. Zdjęcie wykonane zostało w Slopnicach koło Limanowej, przy użyciu teleobiektywu MTO 1000 i telekonwertera ×2 na filmie Fuji Color 100 ASA z czasem ekspozycji 1/55 s.

Zdjęcie fragmentu okołosłonecznego halo 22° wraz ze słońcem pobocznym wykonał Jarosław Malec z Ząbkowic Śl. (Zenit E + obiektyw standardowy z przesłoną 16, czas eksp. 1/500 s., film Kodak GOLD ULTRA 400). Jest On również autorem ciekawie sfotografowanego Księżyca w pejzażu dymiącego Śląska (Zenit E + „szukacz komet", film Kodak Royal 400, $t_{exp}$ = 1/60 s).

## WAKACYJNE ZDJĘCIE NIEBA

# Pozostałość supernowej SN1987A



Lśniące gwiazdy oraz kłęby i smugi międzygwiezdnego gazu tworzą wspaniałą scenerię dla ginącej masywnej gwiazdy, znanej jako supernowa 1987A. Astronomowie zaobserwowali jej wybuch w Wielkim Obłoku Magellana 23 lutego 1987 r.

Otrzymany za pomocą teleskopu kosmicznego obraz ukazuje pozostałość po supernowej w otoczeniu pierścieni ekspandującej materii, a wszystko to zanurzone w gęstwinie zewnętrznych, dyfuzyjnych obłoków gazowych. Bardzo jasne niebieskie gwiazdy w pobliżu supernowej to gwiazdy o masach przeszło sześciokrotnie większych niż masa naszego Słońca. Ich wiek wynosi 12 milionów lat i są one członkami tego samego pokolenia gwiezdnego co gwiazda, która przeszła etap supernowej. Obecność jasnych obłoków gazowych jest jeszcze jednym świadectwem młodości tego obszaru, który wydaje się być płodną wylęgarnią nowych gwiazd.

Jeszcze przez wiele lat szybko poruszająca się materia będzie zmiatać wewnętrzny pierścień ogrzewając i pobudzając jego gaz, co owocować będzie nową serią kosmicznych fajerwerków i zapierających dech w piersiach widoków przez następne lata.

Prezentowany obraz jest kompilacją zdjęć supernowej i jej sąsiedztwa uzyskanych Szerokokątną Kamerą Planetarną WFPC2 w latach1994, 1996 i 1997. (*jd*)

Fot. Hubble Heritage Team (AURA/STScI/NASA)