

URANIA

MIESIĘCZNIK
POLSKIEGO TOWARZYSTWA MIŁOŚNIKÓW ASTRONOMII



ROK LXVII

LISTOPAD 1996

NR 11 (659)



Pierwsza strona okładki: Pawilon polskiego teleskopu w Obserwatorium Las Campanas w Chile (patrz **Kronika**).
Fot. A. Udalski.

Druga strona okładki: Zdjęcia zaćmienia Słońca w dniu 12 października 1996 r. wykonane przez Janusza Wilanda z tarasu obserwacyjnego na dachu Centrum Astronomicznego im. M. Kopernika w Warszawie z niezwykle ciekawym widokiem na pomnik Polski Walczącej znajdujący się na kurhanie usypanym po wojnie z gruzów Warszawy.

Rok LXVII Listopad 1996 Nr 11 (659)

ZESZYT TEN WYDANO Z POMOCĄ FINANSOWA
KOMITETU BADAŃ NAUKOWYCH, CZASOPISMO
ZATWIERDZONE PRZEZ MINISTERSTWO OŚWIA-
TY DO UŻYTKU SZKÓŁ OGÓLNOKSZTAŁCĄCYCH,
ZAKŁADÓW KSZTAŁCENIA NAUCZYCIELI I TECH-
NIKÓW (Dz. Urz. Min. Ośw. Nr 14 z 1966 r. W-wa,
5.11.1966).

SPIS TREŚCI

Wisława Szymborska	
Nadmiar.....	290
Jadwiga Biała	
Meteority marsjańskie.....	291
Stanisław R. Brzostkiewicz	
O kraterach meteorytowych na Ziemi i Księżycu jeszcze raz	297
Krzysztof Ziolkowski	
Leonidy	305
Kronika:	
Teleskop Warszawski w Obserwatorium Las Campanas	309
Obserwacje:	
Spektakularne zjawiska zakryciowe 1996 roku – obserwacje w Oddziale Warszawskim PTMA	311
Lirydy 1996.....	314
Poradnik Obserwatora:	
Wizualne obserwacje gwiazd zmiennych	317
Elementarz Uranii:	
Meteoroidy, meteory, meteority	318
Kalendarzyk Astronomiczny.....	319



Poezja i astronomia mają wiele wspólnego. Poezja Wisławy SZYMBORSKIEJ, tegorocznej laureatki Nagrody Nobla, zrodziła się ze zdziwienia, ciekawości i zachwytu nad światem i słowem, które go opisuje (Poetka wyznała to w rozmowie opublikowanej w *Gazecie Wyborczej* wkrótce po ustyszeniu, jak wielkie wyróżnienie ją spotkało). Źródłem dociekań astronomicznych wydaje się także być zdziwienie, ciekawość i zachwyt niebem gwiazdzistym oraz możliwościami metod fizyki i języka matematyki, które są w stanie tak dużo o nim powiedzieć. Ale poezja i astronomia odślaniają inne treści Wszechświata. Poezja penetruje na ogół te obszary ludzkiego poznania, do których nauka nie ma dostępu. Poezja Szymborskiej więcej mówi o człowieku niż o otaczającej go przyrodzie, podczas gdy astronomia przede wszystkim ukazuje w największej skali środowisko planety, którą człowiek zamieszkuje. W otwierającym niniejszy numer wierszu *Nadmiar*, pochodzącym z wydanego w 1986 roku tomiku Szymborskiej *Ludzie na moście*, spotyka się globalne spojrzenie astronoma z wyczuleniem Poetki na sprawy codziennej zwyczajności ("w kołach zbliżonych do nieba... gryzie się orzeszki ziemne"), a doniosłość odkrycia naukowego z pięknem obrazu poetyckiego („Odkryto nową gwiazdę... między brzegiem... postrzępionej chmurki a... gałązką akacji."). W pochyleniu się Szymborskiej nad rzeczami małymi jest coś z docieklivości badacza np. meteorytu czyli małej okruszyny materii kosmicznej, którą znajduje się na Ziemi. Do jak niezwykłych wniosków czasem to prowadzi świadczy opisane przez Jadwigę BIAŁĄ odkrycie prawdopodobnych śladów prymitywnego życia na Marsie przed miliardami lat. Meteority, meteory i meteoroidy są głównym tematem tego numeru.

Wisława Szymborska

NADMIAR

*Odkryto nową gwiazdę,
co nie znaczy, że zrobiło się jaśniej
i że przybyło czegoś, czego brak.*

*Gwiazda jest duża i daleka,
tak daleka, że mała,
nawet mniejsza od innych
dużo od niej mniejszych.
Zdziwienie nie byłoby tu niczym dziwnym,
gdybyśmy tylko mieli na nie czas.*

*Wiek gwiazdy, masa gwiazdy, położenie gwiazdy,
wszystko to starczy może na jedną pracę doktorską
i skromną lampkę wina
w kotłach zbliżonych do nieba:
astronom, jego żona, krewni i koledzy,
nastrój niewymuszony, strój dowolny,
przeważają w rozmowie tematy miejscowe
i gryzie się orzeszki ziemne.*

*Gwiazda wspaniała,
ale to jeszcze nie powód,
żeby nie wypić zdrowia naszych pań
nieporównanie bliższych,
Gwiazda bez konsekwencji.
Bez wpływu na pogodę, modę, wynik meczu,
zmiany w rządzie, dochody i kryzys wartości.*

*Bez skutków w propagandzie i przemyśle ciężkim.
Bez odbicia w politurze stołu obrad.
Nadliczbowa dla policzonych dni życia.*

*Po cóż tu pytać,
pod iloma gwiazdami człowiek rodzi się,
a pod iloma po krótkiej chwili umiera.*

*Nowa.
– Przynajmniej pokaż mi, gdzie ona jest.*

*– Między brzegiem tej burej postrzępionej chmurki
a tamtą, bardziej w lewo, gałązką akacji.*

– Aha – powiadam.

Jadwiga Biała – *Olsztyn*

METEORYTY MARSJAŃSKIE

Z dnia na dzień niepozorny meteoryt o tajemniczym oznaczeniu ALH 84001 stał się obiektem zainteresowania nie tylko naukowców, ale także prasy, radia i telewizji.

1. Meteoryty marsjańskie z Antarktydy

Meteoryt ALH 84001 jest jednym z kilkunastu tysięcy meteorytów z Antarktydy.

To, że tak wiele meteorytów znaleziono na Antarktydzie nie wynika ze specjalnego uprzywilejowania tego rejonu Ziemi, ale z faktu, że w śniegu i lodzie łatwo dostrzec meteoryt.

Najwięcej meteorytów znaleziono u podnóża wzgórz i gór. Przynosiły je tam lodowce. W czasie swej wędrówki lodowce zatrzymują się u podnóża gór i ulegają tam pękaniu i kruszeniu, silne wiatry odsłaniają meteoryty uwiecznione w lodowcach.

Masowe zbieranie meteorytów na Antarktydzie rozpoczęli Japończycy w grudniu 1969 r. w okolicach Góry Yamato, około 300 km od japońskiej stacji Syowa. W sezonie 1969/1970 zebrano 9 okazów, w sezonie 1973/1974 – 12, ale w sezonach 1974/1975 – 663 i kolejnym 1975/1976 – 308 okazów. W rekordowym sezonie 1979/1980 w okolicach Yamato zebrano 3676 okazów. W sumie do 1995 r. w tym rejonie zebrano ponad 6 tysięcy meteorytów.

Sukcesy Japończyków zachęciły badaczy meteorytów, przede wszystkim Amerykanów, do poszukiwań meteorytów w innych rejonach Antarktydy.

Bogatym w meteoryty okazał się rejon Allan Hills z Ziemi Wiktorii w zachodniej części Antarktydy. Począwszy od sezonu 1976/1977 znaleziono tam ponad 1500 meteorytów.

W sumie na Antarktydzie znaleziono dotychczas ponad 15 000 meteorytów. Poszukiwania trwają nadal i wciąż znajduje się nowe okazy. Dotychczasowe poszukiwania obejmowały niewielką część kontynentu i jeszcze długo ekspedycje będą przywoziły nowe okazy meteorytów z Antarktydy.

Meteoryty z Antarktydy oznaczone są literami i cyframi, w których zaszyfrowane jest miejsce i rok znalezienia oraz numer kolejny. Nazwa ALH 84001 oznacza, że meteoryt został znaleziony w rejonie Allan Hills w roku 1984.

Dla ułatwienia identyfikacji meteorytów pomocna będzie następująca tabelka:

Symbol	Nazwa geograficzna
ALH	Allan Hills
A	Asuka Station (Sor Rondane)
B	Belgica Mountains
BOW	Bowden Névé
BTN	Bates Nunatakes
DOM	Dominion Range
DRP	Derrick Peak
EET	Elephant Moraine
FRO	Frontier Mountain
GEO	Geologists Range
GRO	Grosvenor Mountains
HOW	Mount Howe
ILD	Inland Forts
LAP	Lapaz
LEW	Lewis Cliff Ice Tong
MAC	Macalpine Hills
MBR	Mount Baldr
MET	Meteorite Hills
MIL	Miller Range
OTT	Outpost Nunatak
PAT	Patuxent Range
PCA	Pecora Escarpment
PGP	Purgatory Peak
QUE	Queen Alexandra Range
RKP	Reckling Moraine
STE	Stewart Hills
TYR	Taylor Glacier
TIL	Thiel Mountains
WIS	Wisconsin Range
Y	Yamato

Wstęp o meteorytach antarktycznych jest konieczny, bo aż 6 meteorytów, które uważamy za skały marsjańskie, znaleziono na Antarktydzie.

Są to następujące meteoryty: ALH 77005 (o wadze 483 g), EET 79001 (7942 g), Y 793605 (18 g), ALH 84001 (1930 g), LEW 88516 (13 g), i QUE 94201 (12 g).

2. Pozostałe meteoryty marsjańskie

Tak się przypadkowo składa, że na 12 meteorytów marsjańskich 6 znaleziono na Antarktydzie i 6 w innych rejonach Ziemi.

Meteoryt Chassigny spadł we Francji 3 października 1815 roku około godziny 8. Po detonacjach spadł kamień o wadze około 4 kg.

Kolejny meteoryt Shergotty spadł w Indiach 25 sierpnia 1865 roku o godz. 9. Meteoryt ważył około 5 kg (11 funtów).

Najobfitszy spadek meteorytów uznanych za marsjańskie nastąpił w miejscowości Nakhla w Egipcie 28 czerwca 1911 roku około godziny 9. Najpierw pojawiła się chmura i usłyszeć można było detonacje, a następnie spadło około 40 kamieni o łącznej wadze około 40 kg. Waga poszczególnych okazów wynosiła od 20 g do 1813 g. Odnotowano, że jeden z kamieni zabił psa.

Meteoryt Lafayette o wadze 800 g został znaleziony w 1931 roku w kolekcji geologicznej Uniwersytetu Purdue w stanie Indiana (USA). Meteoryt rozpoznał Oliver Cummings Farrington – autor pierwszej, wydanej w Stanach Zjednoczonych, książki o meteorytach. Pierwszy opis meteorytu zrobił Harvey Harlow N i n i n g e r – wielki poszukiwacz, badacz i popularyzator meteorytów.

Meteoryt Governador Valadares został znaleziony w Brazylii przez poszukiwacza minerałów w roku 1958 r. waży 158 g.

Ostatni spadek meteorytu marsjańskiego nastąpił 3 października 1962 r. w miejscowości

Zagami w Nigerii. Kamień ważył około 40 funtów czyli około 18 kg. Świadkiem spadku był człowiek, który wyganiał krowy z pola kukurydzy. Usłyszał on potężną detonację i został powalony przez falę uderzeniową. Zobaczył kłęby dymu i głuche uderzenie w ziemię. Obawiając się, że jest to pocisk artyleryjski lub bomba, odczekał kilka minut. Następnie zajął do dołka o głębokości około 50 cm i znalazł czarny kamień.

Meteoryt Zagami trafił do muzeum w mieście Kaduna. Jego fragmenty rozeszły się po całym świecie. Jedyne fragmenty, który znajduje się w Polsce, można obejrzeć w Olsztyńskim Planetarium i Obserwatorium Astronomicznym.

3. Meteoryty SNC

Przez długi czas po ich znalezieniu, uczeni mieli kłopoty z klasyfikacją meteorytów: Shergotty, Nakhla i Chassigny. Wśród meteorytów kamiennych achondrytów wyróżniały się one tak wyraźnie, że utworzono od ich nazw grupy: shergottity, nakhlity i chassignity. Upowszechnił się zwyczaj nazywania ich achondrytami SNC.

Do shergottytów należy 8 meteorytów: Shergotty, Zagami, ALH 77005, EETA 79001, ALH 84001, LEW 88516, Y 793605, QUE 94201. Trzy meteoryty są nakhlitami: Nakhla, Lafayette i Governador Valadares. Do chassignitów należy tylko jeden okaz – meteoryt Chassigny.

Meteoryty SNC są skałami magmowymi. Shergottity są podobne do ziemskich bazaltów, ale składają się z nieco większych kryształów. Są to skały, które zastygły ze stopionej magmy znajdującej się niezbyt głęboko pod powierzchnią planety. Nakhlity są jeszcze bardziej gruboziarniste, więc muszą pochodzić z nieco większej głębokości. Chassignity są skałami gruboziarnistymi złożonymi z oliwinów. Pochodzą z warstw

bardzo głębokich. Jest to odpowiednik dunitu – ziemskiej skały głębinowej czysto oliwinowej.

Meteorityty SNC wyróżniają się młodym wiekiem. Dla poszczególnych meteorytów wynosi on od 180 mln lat do 1,3 mld lat. Wyjątkiem jest tu meteoryt ALH 84001, którego wiek wynosi 4,5 mld lat.

Wiek meteorytów wyznacza się metodą izotopową, podobnie jak wiek skał na Ziemi. Wykorzystuje się tu izotopy promieniotwórcze o dużych okresach półtrwania, takie jak rubid i potas. Okres półtrwania rubidu ^{87}Rb wynosi 59,7 mld lat, a izotopem docelowym jest stront ^{87}Sr . Promieniotwórczy potas ^{40}K ma okres półtrwania 1,31 mld lat i przechodzi w izotop argonu ^{40}Ar , który jest gazem szlachetnym.

Wiek chondrytów wynosi średnio około 4,6 mld lat i porównywalny jest z wiekiem Układu Słonecznego. Trochę młodsze są achondryty – około 4,4 mld lat. Jednak są to meteority powstałe później w wyniku przetworzenia materii w dużych ciałach macierzystych.

4. Świadczenia marsjańskiego pochodzenia

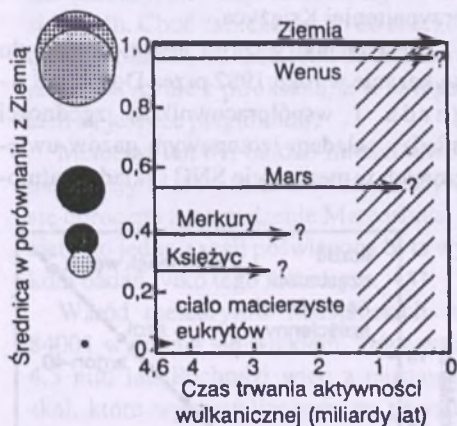
Hipoteza o marsjańskim pochodzeniu meteorytów SNC została przedstawiona przez Edwarda Stolpera i Harrego Mc Sweena w roku 1978. Głównym argumentem był młody wiek tych meteorytów.

Ponieważ meteority SNC są skałami magmowymi, to musiały powstać na stosunkowo dużej planecie, na której płynne skały mogłyby występować 1,3 mld lat temu i później. Planetoida, jeśli nawet była gorąca na początku, to bardzo szybko wystygła. Dlatego pochodzące z dużych planetoid achondryty liczą sobie ponad 4 mld lat.

Jedynie planety zachowują wysoką temperaturę we wnętrzu, ogrzewane przez powolny rozpad długo żyjących pierwiastków

promieniotwórczych. Działalność wulkaniczna na tych dużych ciałach trwa bardzo długo. Na Ziemi czynne wulkany mamy i współcześnie, czyli około 4,5 mld lat po powstaniu Układu Słonecznego.

Na rysunku pochodzącym z pracy Mc Sweena pokazano zależność czasu trwania aktywności wulkanicznej na planecie od jej rozmiarów (Rys. 1). Z wykresu tego można odczytać, że działalność wulkaniczna na planetoidzie Westa była krótkim epizodem, krótko po jej powstaniu. Świadczy o tym wiek eukrytów, które nie są młodsze niż 4,4 mld lat. Najmłodsze skały przywiezione z Księżyca krystalizowały około 2,8 mld lat temu.



Rys. 1. Czas trwania aktywności wulkanicznej planety – liczony w miliardach lat – zależy od jej rozmiarów. Zakresowany pionowy pas przedstawia wiek krystalizacji meteorytów SNC, które mogą być skałami z Marsa, Ciałem macierzystym eukrytów może być planetoida Westa.

Wiek krystalizacji meteorytów SNC sugeruje, że powstały na dużej planecie. Do wyboru jest Mars i Wenus. Stolper i Mc Sween wybrali Marsa, ponieważ znany jest wiek jego równin. Przeciwno Wenus przemawiał fakt, że z powodu większej masy i bardzo gęstej atmosfery o wiele trudniej wybić z jej powierzchni fragment skały tak skutecznie, aby trafił on na Ziemię.

Innym argumentem za powstaniem shergottytów na dużej planecie jest zorientowanie wydłużonych kryształów tak, jakby osiadały one w magmie pod wpływem dużej siły grawitacji. Pod wpływem dużej siły grawitacji cięższe kryształy toną szybciej w mniej gęstej magmie niż lżejsze, mniejsze kryształy. To sortowanie kryształów według ich masy i rozmiarów prowadzi do powstania warstw, w których kryształy mają podobne rozmiary.

W 1981 roku Robert Grimmer skonstruował komputerowy model osiadania kryształów w magmie shergottytowej. Wynikało z niego, że do wytworzenia osiadania kryształów obserwowanego w shergottytach potrzebna jest siła grawitacji ciała o wielkości przynajmniej Księżyca.

Niestychnie ważkim argumentem było wykazanie w roku 1982 przez Donalda Borgia i współpracowników zgodności między składem izotopowym gazów uwieczonych w meteorycie SNC i składem atmo-

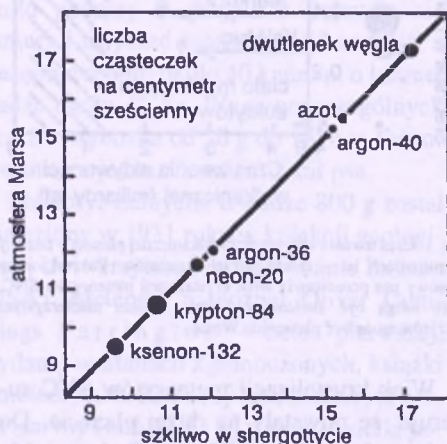
sfer marsjańskiej zmierzonym w 1976 roku przez sondy kosmiczne Viking. Na rysunku 2 pokazane są ilości dwutlenku węgla i azotu oraz różnych izotopów gazów szlachetnych: argonu, neonu, kryptonu i ksenonu w atmosferze marsjańskiej i shergottytach. Ilości te są wyraźnie podobne.

Na początku 1982 roku wśród wielu meteorytów znalezionych na Antarktydzie jeden, oznaczony ALH 81005, był zupełnie inny od pozostałych, choć niewątpliwie był meteorytem. Meteoryt ten badał Brian Mason znany mineralog posiadający bogate doświadczenie w badaniu meteorytów i skał księżycowych przywiezionych przez misje Apollo. Mason stwierdził, że meteoryt ten przypomina pokruszone skały księżycowe. W roku 1983 w wyniku badań ponad 20 zespołów ogłoszono, że meteoryt pochodzi z Księżyca. Do chwili obecnej znaleziono 12 meteorytów księżycowych o łącznej wadze około 2 kg.

Stwierdzenie możliwości wybicia skał z Księżyca i możliwości ich spadku na Ziemię jest pośrednim argumentem za tym, że i w przypadku Marsa jest to możliwe.

Kolejnym argumentem za marsjańskim pochodzeniem meteorytów SNC jest słabe namagnesowanie minerałów zawierających żelazo. Świadczy to o bardzo słabym polu magnetycznym na ciele macierzystym tych meteorytów. Zgodne to jest z wynikami pomiarów pola magnetycznego na Marsie wykonanymi przez amerykańskie i radzieckie sondy kosmiczne. Z badań tych wynika, że pole magnetyczne na Marsie jest bardzo słabe.

Łądowniki sond kosmicznych Viking zbadały skład chemiczny próbek marsjańskiej gleby. Skład shergottytów jest zgodny ze składem gruntu marsjańskiego. Większe ilości siarki, chloru i bromu na powierzchni Marsa pochodzą z marsjańskich wulkanów. Również wyziewy ziemskich wulkanów za-



Rys. 2. Z porównania składu chemicznego gazów w marsjańskiej atmosferze, ustalonego przez sondę Viking, z gazem schwytanym w szklane kieszenie shergottytu wynika, że gazy te są bardzo podobne. Wykres przedstawia zawartość dwutlenku węgla i azotu oraz różnych izotopów argonu, neonu, kryptonu i ksenonu. Obie osie wykresu są logarytmiczne, a idealna zgodność występowałaby wtedy, gdyby wszystkie punkty leżały na przekątnej. Średnice kropek wskazują wielkość błędów pomiaru.

wierają te pierwiastki.

Hipoteza o marsjańskim pochodzeniu meteorytów SNC jest na tyle ugruntowana, że uczeni starają się ustalić konkretne miejsca na Marsie, skąd mogą one pochodzić.

Większość powierzchni Marsa jest bardzo stara. Jednak na półkuli północnej jest obszar, na którym jest kilka wielkich wulkanów. Między innymi Olympus Mons – największy wulkan w Układzie Słonecznym. Na podstawie zliczenia kraterów można ustalić, że wulkany i lava wokół nich nie jest starsza niż 1,3 mld lat, co odpowiada wiekowi niektórych meteorytów SNC.

Największe kraterzy na tym terenie mają około 30 km średnicy. Tak duże kraterzy powstały w wyniku uderzenia w powierzchnię Marsa odpowiednio dużych meteoroidów. Siła z jaką meteoroidy uderzyły w Marsa była na tyle duża, aby wyekspediować w przestrzeń kosmiczną kawałki skał marsjańskich. Po kilkunastu milionach lat skały te spadły na Ziemię jako meteority. Wiele prac modelujących podobne zjawiska kończy się konkluzją, że podobny scenariusz jest możliwy.

Oczywiście najlepszym sposobem upewnienia się, czy meteority SNC są skałami marsjańskimi, będzie porównanie ich z próbkami przywiezionymi z Marsa. Przypomina to sytuację z próbkami skał księżycowych przywiezionymi przez misję Apollo i meteoritami księżycowymi. W tym przypadku było akurat odwrotnie. To wyniki badań próbek księżycowych pozwoliły ustalić księżycowe pochodzenie pewnych meteorytów.

5. Meteoryt ALH 84001

Meteoryt ALH 84001 został znaleziony 27 grudnia 1984 roku przez Amerykankę Robertę S c o r e. Ważył 1930 g i kształtem przypominał kartofel.

Początkowo był sklasyfikowany jako diogenit rodzaj achondrytu. Diogenity przypo-

minają ziemskie piroksenyty – skały magmowe utworzone prawie wyłącznie z kryształów tylko jednego minerału: piroksenu, czyli krzemianu żelaza i magnezu. Inne minerały stanowią w nich tylko niewielkie domieszki. Diogenity muszą zatem pochodzić z ciał, w których materia uległa przetopieniu. Krzemiany wypłynęły na wierzch i utworzyły skorupę, zaś żelazo i nikiel jako ciężkie pozostały w głębi.

W roku 1994 Mittlefehldt stwierdził w tym meteorycie istnienie węglanów oraz minerałów uwodnionych, których w diogenitach nie powinno być. Analiza proporcji izotopów tlenu wykazała, że proporcje te są takie, jak na Marsie i meteoryt został zaklasyfikowany do meteorytów marsjańskich. Choć zalicza się go do shergottytów, to różni się od nich tym, że zbudowany jest praktycznie z piroksenu, a w shergottytach są jeszcze plagioklasy.

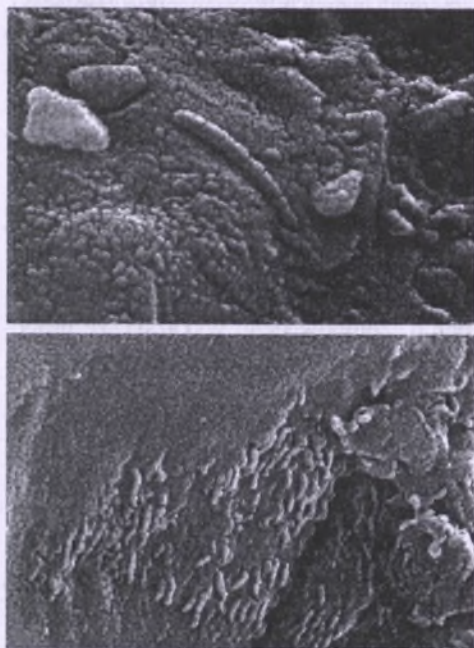
Meteoryt ten był bardzo intensywnie badany. Gdy w 1994 roku w Pradze odbywało się doroczne zgromadzenie Meteoritical Society, to jedna z sesji poświęcona była wynikom badań tylko tego meteorytu.

Wśród meteorytów marsjańskich ALH 84001 wyróżnia się wiekiem, który wynosi 4,5 mld lat. Pochodzi więc z najstarszych skał, które wykrystalizowały po powstaniu Marsa.

W sierpniu zespół dziewięciu badaczy z NASA i trzech uniwersytetów amerykańskich pod kierownictwem Davida S. M c K a y ogłosił, że w meteorycie ALH 84001 odkryto ślady, które mogą być świadectwem życia na Marsie przed miliardami lat.

Tymi świadectwami życia mają być małe globulki węglanów o typowych średnicach 50 nm, których wiek oblicza się na 3,6 mld lat, czyli mniej niż wiek meteorytu. W małych globulkach węglanów kryją się mikroskamieliny o długości 20–100 nanometrów, czyli około 100 razy mniejsze niż skamie-

niałości bakterii znalezionych na Ziemi. Mogą to być pozostałości po prymitywnych mikroorganizmach, które odcisnęły się na wzór skamielin w ziemskich wapieniach.



Wykonane za pomocą mikroskopu elektronowego zdjęcia mikroskamielin w meteorycie ALH84001.

Mikroskamieliny mają kształt jajowaty lub wrzecionowaty i ich podobieństwo do skamielin najmniejszych ziemskich bakterii jest uderzające.

W węglanach i ich pobliżu znaleziono znaczną ilość wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych, które są typowymi produktami rozpadu wyższych związków organicznych budujących żywe organizmy. Na Ziemi węglowodory takie występują w wielu formach, natomiast w meteorycie ALH 84001 jest ich tylko kilka. Może to być dowodem, że mamy do czynienia z pozostałościami bardzo prymitywnych organizmów.

Ziarna magnetytu i siarczku żelazawego – pirotynu w pobliżu skamielin i globulek węglanów występujące w tym meteorycie są

podobne do ziaren wytwarzanych przez ziemskie bakterie.

Autorzy sami podkreślają, że każdy z faktów prezentowanych przez nich nie jest świadectwem istnienia życia na Mar sie. Dopiero wzięte wszystkie razem czynią wielce prawdopodobną hipotezę występowania życia na Marsie przed miliardami lat.

Jeśli w meteorycie ALH 84001 rzeczywiście zachowały się ślady życia, to można przedstawić następującą historię tego meteorytu.

Około 4,5 mld lat temu z roztopionej lawy marsjańskiej wykrystalizowała skała, której fragmentem jest meteoryt. Skała wykrystalizowała pod powierzchnią planety.

Około 4 mld lat temu potężny meteoroid uderzył w Marsa i spowodował, że skała uległa spękaniu i została wydobyta na powierzchnię.

W szczeliny skalne dostawała się woda, która w początkowym okresie była na Marsie w formie płynnej. Dowodem na istnienie wody w stanie płynnym są wyschnięte koryta rzek i inne twory geologiczne, które formują się pod wpływem płynącej wody, a które zobaczyć można na zdjęciach zrobionych przez sondy kosmiczne badające Marsa.

Wraz z wodą do szczelin – około 3,6 mld lat temu – mogły się dostać jakieś formy życia i tam w formie skamielin pozostać.

Około 15-16 mln lat temu kolejne uderzenie potężnego meteoroidu wybiło z Marsa fragment skały w przestrzeń międzyplanetarną. Około 13 tysięcy lat temu bryłka wylądowała na Antarktydzie.

6. Dowody istnienia życia w przeszłości znalezione w marsjańskim meteorycie

Tak zatytułował swój artykuł wstępny do *Meteoritics and Planetary Science* Harry Mc Sween – jeden z autorów hipotezy o marsjańskim pochodzeniu pewnych meteorytów

oraz wybitny badacz tych meteorytów. Jego opinie można uważać za najbardziej wiarygodne.

Mc Sween omawia kilka prac, których autorzy również badali meteoryt ALH 84001 i nie mieli podstaw do wyciągnięcia wniosków o biologicznym pochodzeniu zaobserwowanych węglanów oraz towarzyszących im ziaren magnetytu oraz pirytu.

W ad h w a i L u g m a i r zbadali wiek węglanów i otrzymali wartość 1,39 mld lat, co jest wyraźnie różne od wartości 3,6 mld lat otrzymanej w 1995 roku przez K n o t t a i współpracowników. Młody wiek węglanów byłby poważną przeszkodą w udowodnieniu ich biologicznego pochodzenia. Uważa się bowiem, że dowody występowania wody na powierzchni Marsa (wyschnięte doliny rzek) występują na starych południowych wyżynach, które są starsze niż 3,5 mld lat.

Zawodzą też odniesienia do ziemskich bakterii i ziemskich skamieniałości. Skamieniałości marsjańskie są około 100 razy mniejsze niż najmniejsze ziemskie skamieniałości. W warunkach ziemskich nie znaleziono też skamieniałości w tak starych skałach i do tego skałach magmowych.

Swój artykuł kończy Harry Mc Sween stwierdzeniem – „Podobnie jak wielu naukowców pozostają pełnym nadziei sceptykiem”.

Aby wyrobić sobie własne zdanie na temat meteorytów marsjańskich oraz możliwości życia na Marsie należy sięgnąć do wydanej po polsku książki Mc Sweena *Od gwiazdznego pyłu do planet* (wyd. Prószyński i s-ka, Warszawa 1996). Książka ukazała się w księgarniach równocześnie z sensacyjnymi wiadomościami o skamieniałościach życia marsjańskiego. Jest świetnie napisana i godna polecenia miłośnikom astronomii.

Stanisław R. Brzostkiewicz – *Dąbrowa Górnicza*

O KRATERACH METEORYTOWYCH NA ZIEMI I KSIĘŻYCU JESZCZE RAZ

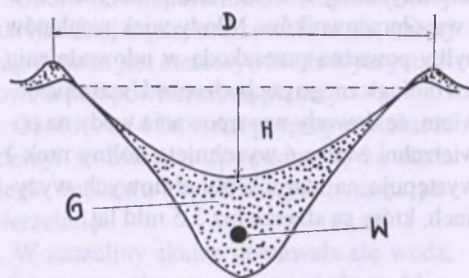
Na łamach naszego miesięcznika zamieszczony był już niejedyn artykuł poświęcony kraterom meteorytowym na Ziemi i Księżycu. Powracamy zaś do tego tematu, bo wciąż dowiadujemy się o nich czegoś nowego, a przy tym są to najbardziej rozpowszechnione utwory topograficzne ciała Układu Słonecznego i najprawdopodobniej ta ostatnia uwaga dotyczy też innych układów planetarnych. W każdym razie jeżeli chodzi o nasz układ, to krater meteorytowy występuje nie tylko na planetach i księżycach, ale – jak mogliśmy się niedawno przekonać – także na drobnych ciałach. Po raz pierwszy zetknęli się z nimi Galileo Galilei (1564 – 1642) i Thomas Harriot (1560–1621),

k którzy na początku XVII wieku skierowali swe prymitywne lunety na Księżyc i na jego powierzchni ujrzeli liczne utwory, z uwagi na swój wygląd zwane niekiedy górami pierścieniowymi. Nazwa w pełni chyba uzasadniona, gdyż typowy krater meteorytowy składa się z kolistej kotliny o nieckowatym lub płaskim dnie, zazwyczaj otoczonej wałków niższym lub wyższym wałem górskim. A ponieważ – o czym przekonał się dopiero na początku obecnego stulecia – takie utwory występują również na Ziemi, można się im było nie tylko dobrze przyjrzeć, lecz – co jest o wiele ważniejsze – poddać wnikliwym i wszechstronnym badaniom geologicznym. Dzięki temu dużo już wiemy o kra-

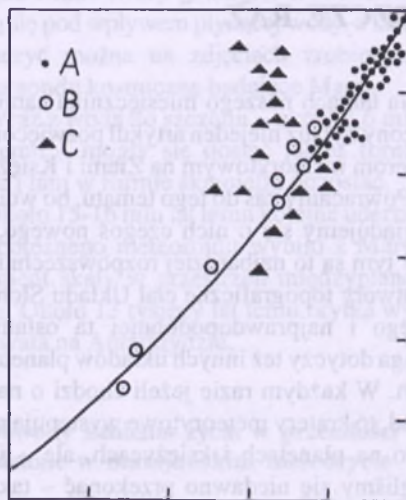
terach meteorytowych, o mechanizmie ich powstawania, o zjawiskach towarzyszących tym procesom. Niektóre zagadnienia z tym związane zostały rozwiązane dosłownie w ostatnich latach w oparciu o materiał uzyskany na podstawie naziemnych i kosmicznych obserwacji.

Odkryte przez Galileusza i Harriota utwory na powierzchni Księżyca długo mylnie uważano za wygasłe wulkany. Dopiero w roku 1826 lekarz i astronom niemiecki Franz von Gruithuisen (1774 – 1852) wystąpił z tezą, że o ile nie wszystkie „góry pierścieniowe”, to przynajmniej niektóre z nich mogą być tworami wybitymi przez spadające meteoryty. Jak na owe czasy była to nadzwyczaj śmiała myśl i zapewne odegrała by dużą rolę w dalszym rozwoju „księżycowej geologii”, gdyby sam autor nie osłabił jej swymi fantastycznymi pomysłami. Twierdził bowiem jednocześnie, iż w odległej przeszłości Księżyc był zamieszkały przez istoty rozumne i że niektóre kraterory są być może ruinami budowli wzniesionych niegdyś przez owych Selenitów. O wiele poważniej do tego zagadnienia podszedł astronom angielski Richard Anthony Proctor (1837 – 1888), który w swej książce *The Moon* (Londyn 1873) wyraźnie sugeruje, że mniejsze kraterory księżycowe to najprawdopodobniej ślady uderzeń meteorytów, chociaż – jak słusznie sądził – i większe kraterory mogły w ten sposób powstawać. Jedne i drugie miały się tworzyć w bardzo odległych czasach, kiedy wewnątrz Księżyca było jeszcze ciekłe i kiedy jego świeżo zakrzepła skorupa wykazywała właściwości plastyczne. Ale akurat to ostatnie wyjaśnienie Proctora okazało się mylne, gdyż – jak obecnie wiadomo – zachowane tam do dziś kraterory meteorytowe zaczęły masowo powstawać dopiero wtedy, gdy powierzchnia globu księżycowego stała się już całkowicie sztywna. Spadający z dużą prędkością meteoryt niesie

ogromne ilości energii w postaci energii kinetycznej, która po jego zetknięciu się z twardym ciałem Księżyca lub planety spada do zera, lecz przecież nie może zaniknąć, bo byłoby to sprzeczne z podstawowym prawem fizyki – z prawem zachowania energii. Wyzwała się po prostu w postaci ciepła i w rezultacie tego meteoryt eksploduje, wyrzucając w księżycowej lub planetarnej skorupie krater odpowiedniej wielkości. Siła wybuchu i rozmiary kraterory są zależne od wielkości meteorytu i wielu innych czynników.



Rys. 1. Pionowy przekrój przez kraterory meteorytowy (D – średnica kraterory, H – głębokość kraterory, W – miejsce eksplozji meteorytu, G – gruz skalny).



Rys. 2. Graficzne przedstawienie „prawa Eberta” (według R. B. Baldwin): A – kraterory księżycowe, B – kraterory meteorytowe na Ziemi, C – kraterory wulkaniczne na Ziemi (na osi pionowej naniesiono logarytmy średnic branych pod uwagę utworów, na osi poziomej – logarytmy ich głębokości).

Ciekawego spostrzeżenia na temat struktury księżycowych kraterów dokonał fizyk H. Ebert pod koniec ubiegłego stulecia. Opisał to w książce *Über die Ringgebirge des Mondes* (Lipsk 1900), w której znajdujemy bliższe szczegóły dotyczące zależności, zwanej dziś regułą lub prawem Eberta. Mówi ona po prostu, że głębokość krateru jest ściśle związana z jego rozmiarami i że zależność ta obowiązuje prawie wszystkie utwory uderzeniowe na Księżycu. I tak według reguły Eberta stosunek głębokości krateru meteorytowego (h) do jego średnicy (D) zmniejsza się w miarę wzrostu wielkości danego utworu, a zatem gdy jakiś krater ma większą średnicę, to jego względna głębokość musi być mniejsza ($h : D$). Na przykład stosunek ten w przypadku krateru o średnicy 28 km wynosi 1 : 10, ale dla krateru o średnicy 120 km już tylko 1 : 40, a dla jeszcze większych kraterów nawet jedynie 1 : 90. A oto wspomniane wyżej stosunki dla kilku znanych kraterów księżycowych (w nawiasach podano ich średnice):

Reinhold (45 km)	1 : 10
Tycho (81 km)	1 : 20
Kopernik (93 km)	1 : 27
Ptolemeusz (160 km)	1 : 60
Clavius (230 km)	1 : 90

Zależność odkrytą przez Eberta wykazują również krater sztuczne wytworzone na Ziemi za pomocą materiału wybuchowego. Nie jest to zresztą żaden przypadek, że z wyglądu przypominają one krater meteorytowe na Księżycu, gdyż jedne i drugie powstają w wyniku działania analogicznych sił, czyli na skutek nagłego uwolnienia dużej energii w małej przestrzeni. A zatem reguła Eberta, czyli stosunek głębokości jakiegoś krateru do jego średnicy mówi nam tylko o zewnętrznym wyglądzie tego krateru. Ten zaś uzależniony jest od czynnika n , określającego stosunek między promieniem danego krateru (R), a głębokością (W), na której zo-

stał umieszczony ładunek wybuchowy ($n = R : W$). Optymalne skutki takiego wybuchu zostają osiągnięte wtedy, gdy ów ładunek znajdował się na głębokości równej promieniowi przyszłego krateru ($n = 1$), co oczywiście zależne jest od wielkości ładunku. A oto charakterystyka kraterów wytworzonych na Ziemi sztucznie w wyniku wybuchów identycznych ładunków na różnych głębokościach:

1. Ładunek wybuchowy umieszczono bezpośrednio na powierzchni Ziemi ($n = 0$). Przeważająca część energii wybuchu rozprzyska się w atmosferze, krater powstaje prawie wyłącznie pod wpływem ciśnienia, jakie po wybuchu jest wywierane na powierzchnię naszej planety. Ma on małą głębokość, niewielkie rozmiary i niski wał.

2. Ładunek wybuchowy umieszczono płytko pod powierzchnią Ziemi ($n > 1$). Kotlina krateru powstaje częściowo na skutek ciśnienia wywieranego po wybuchu, częściowo zaś w wyniku rozkruszenia skał i wyrzucenia dużej ilości gruzu skalnego. Do kotliny z powrotem spada jedynie nieznaczna część tego gruzu, gdyż jego większość na skutek nadmiaru energii zostaje szeroko rozrzucona wokół dopiero co powstałego krateru. Jego kotlina nie jest zbyt głęboka, ma nieckowaty kształt i otoczona bywa stosunkowo niskim wałem.

3. Ładunek wybuchowy umieszczono w optymalnej głębokości ($n = 1$). W danym przypadku energia wybuchu zostaje najkorzystniej wykorzystana, wyrwana kotlina osiąga maksymalną objętość, tylko nieznaczna część pokruszonego materiału z powrotem spada na jej dno, a większość upada wokół niej i tworzy tam okazały wał. Jego podłoże stanowi skała pierwotna nieznacznie wyciśnięta do góry podczas wybuchu.

4. Ładunek wybuchowy umieszczono w nadmiernej głębokości ($n < 1$). Ponieważ nad nim znajduje się zbyt gruba warstwa

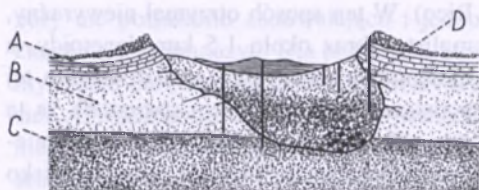
skalna, przeważająca część energii musi być zużyta na rozdrobnienie tej warstwy i w rezultacie tylko nieznaczna część gruzu zostaje wyrzucona z utworzonej kotliny, aby opaść na wytworzony pod wpływem ciśnienia niski wał. Większość pokruszonego materiału spada z powrotem na dno kotliny i częściowo ją zasypuje, toteż powstały w ten sposób krater jest płaski i płytki. W danym przypadku energia ładunku wybuchowego nie była odpowiednio wykorzystana.

5. Ładunek wybuchowy umieszczono na wyjątkowo dużej głębokości ($n \ll 1$). W danym przypadku wiele zależy od typu skał, ale zazwyczaj cała energia wybuchu zostaje zużyta na ich pokruszenie i gruz pozostaje na miejscu. Powstaje zatem niewielki i płytki krater bez wału.

Kształt sztucznie wytworzonego krateru – co zresztą wyraźnie wynika z opisanych powyżej eksperymentów naziemnych – zależy od głębokości umieszczenia ładunku wybuchowego. Także meteoryt, który spadając na Księżyc lub inne ciało niebieskie niesie ogromną energię kinetyczną, może wybuchnąć na różnej głębokości i w zależności od tego wytworzyć taki lub inny krater. Wiele tu jednak zależy też od pewnych okoliczności, a między innymi od kąta jego spadania. Jeżeli na przykład meteoryt spada pionowo, wówczas może zanurzyć się w skorupie uderzanego ciała głębiej niż wtedy gdy ostatnią w swym kosmicznym życiu wędrówkę odbywa po ukośnej względem powierzchni danego ciała trajektorii. Wprawdzie i wtedy przemieści się w skorupie tego ciała na taką samą odległość od miejsca zetknięcia z nim, ale wybuch nastąpi na dużo mniejszej głębokości i jego skutki będą zupełnie inne. Nie mały wpływ na to ma również właściwość skał, prędkość poruszania się meteorytu, jego masa i gęstość, a nawet kształt. Jest przecież zrozumiałe, że meteoryt żelazny ma mniejsze rozmiary od meteo-

rytu kamiennego o identycznej masie, w związku z czym skały trafionego ciała stawiają mu mniejszy opór, toteż potrafi zanurzyć się w nim znacznie głębiej. Ale – co należy podkreślić – im meteoryt posiada większą masę i im z większą prędkością poruszał się przed upadkiem, tym głębiej się zagłębia i tym okazalszy wytwarza krater. Musi jednak istnieć jeszcze jeden, dotąd nie wymieniony czynnik, który ma wpływ na zależność odkrytą przez Eberta. Istotnie, wnikliwe badania i rozważania teoretyczne wykazały, że bardzo duży meteoryt (planetoida, jądro komety) wybuchu na wyjątkowo dużej głębokości i wprawdzie wytwarza kotlinę o bardzo dużych rozmiarach, ale nie starcza już energii na wyrzucenie takiej ilości gruzu, by powstał krater o odpowiedniej głębokości. Przypomina on krater wytworzony sztucznie w wyniku wybuchu ładunku umieszczonego w nadmiernej głębokości ($n < 1$).

Czy jednak na podstawie danych o jakimś kraterze można coś wnioskować na temat masy i wielkości odpowiedzialnego za jego powstanie meteorytu? Niełatwo odpowiedzieć na tak zadane pytania, a o skali trudności takiego zadania najlepiej mówi próba odtworzenia przebiegu kosmicznej katastrofy, która przed około 49 tysiącami lat wydarzyła się na kontynencie amerykańskim. Temu bowiem kraterowi poświęcono wyjątkowo dużo uwagi, toteż dziś można go uważać za najlepiej zbadany utwór pochodzenia meteorytowego nie tylko na Ziemi, ale także – przynajmniej w naszych czasach – w całym Układzie Słonecznym. Szczególnie dużą w tym zastęgę ma Daniel Moreau Barringer (1860 – 1929) i dlatego krater arizoński nosi obecnie nazwisko tego wybitnego geologa amerykańskiego. Warto przy tym dodać, że o kraterze wiedzieli Indianie ze szczepu Hopi i zbierali w nim białą krzemionkę, używając jej podczas religijnych



Rys. 3. Pionowy przekrój przez krater meteorowy w Arizonie (według D. M. Barringera): A – pokłady wapienia, B – warstwa białego piaskowca, C – warstwa czerwonego piaskowca, D – rozkruszona skała (czarne miejsca oznaczają większe ilości występowania materiału meteorowego, linie pionowe – kierunku wierceń).

ceremonii. Istnieje nawet legenda o ognistym bogu, przybyłym z nieba na Ziemię, aby na niej odpocząć. Dziś trudno oczywiście dociec, czy ta barwna opowieść została faktycznie wymyślona przez dawnych mieszkańców tych ziem, czy też jest raczej tworem współczesnym i ma stanowić atrakcyjną oprawę turystycznych wycieczek? W każdym razie gdzieś około roku 1906 zaczęto krater Barringera uważać za utwór uderzeniowy, wyglądający dokładnie tak, jak obserwowane od stuleci krater na Księżycu. Podobieństwo to jest szczególnie duże na zdjęciach lotniczych i dziś chyba już nikt nie ma wątpliwości, że powstał on w wyniku upadku meteorytu, a raczej niewielkiej planetoidy. Ale – zastanawiają się badacze – jaką masę i jakie rozmiary mogła ona mieć?

Przybliżoną odpowiedź na powyższe pytanie można było udzielić głównie dzięki pasji badawczej Barringera i jego współpracowników. W latach 1903 – 1909 dokonali oni gruntownych badań kratetu arizońskiego, wykonali prawie trzydzieści wierceń geologicznych, wykonali kilka szybów. Z tak przeprowadzonych badań wynika, że owa planetoida przebiła pokłady wapienia, znajdującą się pod nimi warstwę białego piaskowca i dotarła do leżącej pod nią warstwy czerwonego piaskowca, gdzie najprawdopodobniej nastąpił jej wybuch. W rezultacie tego znajdującego się powyżej skały zostały gruntownie rozbite i w postaci gruzu rozrzu-

cone wokół utworzonej kotliny krateru, wznosząc tam wyraźny wał górski. Jednak znaczna część pokruszonego materiału opadła z powrotem na dno kotliny i pokryła pozostałe z planetoidy resztki, które do dziś spoczywają w miejscu jej eksplozji. Za takim scenariuszem przemawiają zwłaszcza wschodnie, zachodnie i północne obrzeża krateru wyglądającego obecnie właśnie tak, jakby rozkruszony materiał skalny został tam spiętrzony przez siłę, która działała ze środka krateru. Wyjątek stanowi jego południowa krawędź, wydająca się być nieco inna od trzech wymienionych, na co pewnie zwróci uwagę nawet mniej doświadczony obserwator. Wygląda to tak, jakby planetoida upadła pod pewnym kątem, lecąc niemal dokładnie na południe. Biorąc pod uwagę średnicę krateru (1260 m), jego głębokość (176 m) i średnią gęstość tamtejszego gruntu (2700 kg/m^3) można sądzić, iż była to spora planetoida. Z teoretycznych rozważań wynika po prostu, że do wytworzenia tej wielkości krateru potrzeba było od $1,334 \times 10^{16}$ do $5,925 \times 10^{16} \text{ J}$ energii, a taką w postaci energii kinetycznej niesie planetoida o masie od $2,965 \times 10^7$ do $1,317 \times 10^8 \text{ kg}$. Jej średnica – zależnie od gęstości – mogła się wahać w granicach od 19,5 do 31,8 m.

Krater arizoński to jeden z najmłodszych i chyba najlepiej zachowanych utworów uderzeniowych na Ziemi. W każdym razie nie jest jedynakiem, opublikowana ostatnio przez Toma G e h r e l s a lista zawiera dane o 149 takich obiektach, lecz może ich być znacznie więcej, ale są trudne do wykrycia. Ziemia to przecież wciąż żywa planeta, procesy geologiczne ani na chwilę na niej nie ustają, a bujna roślinność dokonuje reszty i zapewne niejeden utwór uderzeniowy został dobrze zamaskowany. Na szczęście uczeni dysponują coraz doskonalszymi metodami badawczymi, krążące wokół globu ziemskiego sondy i statki kosmiczne wy-

posażane są w coraz doskonalsze przyrządy i dzięki temu wciąż odkrywa się nieznanne do niedawna kraterory meteorytowe. Odkryć tych byłoby pewnie więcej, gdyby badaniami można było objąć pokrytą lodem powierzchnię Antarktydy, co na razie nie jest możliwe. Nasza planeta nie uniknęła bowiem kosmicznego bombardowania i parę miliardów lat temu była – podobnie jak pozostałe planety ziemskiej grupy i prawie wszystkie księżyce – gęsto usiana takimi utworami. Co więcej – spośród wymienionych wyżej ciał ma ona największą masę i najsilniejsze oddziaływanie grawitacyjne, toteż najbardziej z nich narażona była i właściwie nadal jest na „ostrzał kosmiczny”. Jedyne miliony lat trwające działanie wiatru i wody, aktywności wulkanicznej i tektonicznej, a także innych czynników zmieniło nie do poznania oblicze Ziemi. Ale chcąc poznać jej bujną przeszłość uczeni wnikliwie badają zachowane do dziś kraterory i chociaż robią to od wielu lat, to jednak wciąż dokonują ciekawych odkryć, które rzucają zupełnie nowe światło na niezrozumiałe dawniej zjawiska. Do niedawna na przykład nikt nie potrafił coś konkretnego powiedzieć na temat powstawania bliźniaczych kraterów na Ziemi i na Księżycu.

Tym nowym światłem są niewątpliwie dokonane ostatnio odkrycia drobnych ciał wewnątrz głównego pasa planetoid. W końcu lat osiemdziesiątych zainteresowanie tymi obiektami jakby zmalowało i mogło się nawet wydawać, że dotychczasowymi środkami nic ciekawego w tej dziedzinie dokonać już nie można. Wyraźny przełom nastąpił w roku 1989, kiedy odkryto Kastalię (4769) i wkrótce potem stwierdzono, że jesienią tegoż roku planetoida przeleci blisko Ziemi. Tę sprzyjającą okoliczność postanowił wykorzystać Steve O s t r o z Jet Propulsion Laboratory (USA) i do obserwacji nowo odkrytego obiektu użyć jako radaru największego aktualnie radioteleskopu w Arecibo (Puerto

Rico). W ten sposób otrzymał niewyraźny, mglisty obraz około 1,5 km planetoidy, a następnie wnikliwie go analizował. Na tej podstawie ze zdumieniem stwierdził, że ta niewielka planetoida składa się z dwóch niemal identycznych obiektów, które są blisko siebie i właściwie się dotykają. I tak oto została odkryta pierwsza podwójna planetoida, a ściślej mówiąc – pierwsza podwójna planetoida kontaktowa. Na drugie podobne odkrycie długo nie trzeba było czekać, trzy lata po odkryciu Kastalii mieszkańców globu ziemskiego wystraszył Toutatis (4179), należący – jak się przekonano – do planetoid poruszających się po orbitach, które krzyżują się z orbitą naszej planety i mogą się do niej zbliżać na małe odległości. Z obliczeń wynikało, że właśnie w roku 1992 planetoida ta przeleci obok Ziemi bardzo blisko, bo zaledwie dwa razy dalej niż krąży Księżyc. I tej okazji Ostro nie przegapił, do obserwacji Toutatisa również użył radioteleskopu w Arecibo, uzyskując dzięki udoskonalonej technice obserwacyjnej serię doskonałych obrazów intruza. Widać na nich wyraźnie, że i ta planetoida w rzeczywistości składa się z dwóch obiektów, z których większy ma 2,7 km długości, a długość mniejszego wynosi tylko 1,3 km. A zatem i w tym przypadku mamy do czynienia z podwójną planetoidą dotykową.

Odkrycie podwójnych planetoid umożliwiło wyjaśnienie pochodzenia niektórych utworów topograficznych Ziemi i Księżyca. Wspominaliśmy o tym, iż na ich powierzchniach obok kraterów samotnych występują też kraterory podwójne, ale w danym przypadku nie chodzi o otwory utworzone w wyniku uderzeń dwóch różnych ciał (planetoid lub jąder kometarnych), które spadały w odstępie wielu tysięcy lub nawet milionów lat. Mamy na myśli prawdziwe kraterory bliźniacze, powstałe w tym samym czasie i w wyniku tego samego uderzenia, czego do tej

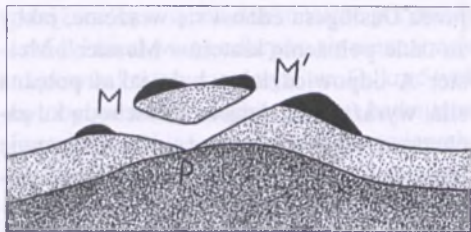
pory nie potrafiono zadowalająco i jednoznacznie wytłumaczyć. Dla przykładu weźmy znaną parę księżycową Messier i Messier A*, położoną w południowo-wschodniej części Mare Fecunditatis (współrzędne selenograficzne: 44° E, 12° S), dobrze widoczną i przez amatorskie teleskopy. Mają one mniej więcej jednakowe rozmiary i kształty eliptyczne (9 × 11 km), przy czym od krateru Messier A wybiega w kierunku wschodnim jasna, podwójna smuga. Jej szerokość miejscami dochodzi do 20 km i ciągnie się ona przez około 200 km, znika tuż przy wschodnim brzegu Mare Fecunditatis (nieдалego na północ od krateru Lubbock). Smuga jest olśniewająco biała, z wyglądu przypomina smugę potężnego reflektora lub warkocz okazałej komety. Wszystko to razem sprawia, że krater Messier i Messier A są istotnie utworami nadzwyczaj interesującymi, lecz problemy z nimi planetolodzy zaczęli mieć dopiero po roku 1907, kiedy to francuski miłośnik astronomii J. Desloges opublikował wykonane przez siebie ich rysunki, które ukazywały złożoną budowę tych tworów. Po prostu z rysunków jednoznacznie wynikało, że zachodni brzeg krateru Messier A jest stromy i dość wysoki, a wschodni dla odmiany niski i o łagodnych zboczach. Tak więc otwór tego krateru winien być w stosunku do tamtejszego horyzontu lekko nachylony i zwrócony swą dłuższą osią ku wschodowi. Odwrotnie usytuowany wydawał się być główny krater układu, gdyż jego zachodni brzeg jest dużo niższy od wschodniego i wobec tego otwór krateru Messier powinien być lekko nachylony ku zachodowi. Krótko mówiąc – przyglądając się uważnie rysunkom sporządzonym

przez Deslogesa odnosi się wrażenie, jakby za takie położenie kraterów Messier i Messier A odpowiedzialna była jakaś potężna siła, wyraźnie działająca od wschodu ku zachodowi. Ale – jak wiemy – planetolodzy długo kroczyli po omacku i nie potrafili poprawnie rozwiązać tego problemu.

Na temat pochodzenia kraterów Messier i Messier A pojawiło się oczywiście wiele najprzeróżniejszych hipotez. Autorem najsłabszej z nich był niewątpliwie H. H. N i n i n g e r, który w roku 1952 na łamach *Sky and Telescope* opublikował artykuł „Do We See a Lunar Tunnel?” i szczegółowo opisał w nim swoją niezwykłą koncepcję. Doszedł bowiem do wniosku, że omawiane krater leżą na przeciwległych zboczach grzbietu górskiego, że być może stanowią otwory tunelu wybitego przez nadlatujący pod wyjątkowo małym kątem meteoryt. Jednakże pogląd ten od razu spotkał się z ostrą krytyką, niebawem pojawiły się alternatywne hipotezy, chociaż i one nie były całkiem na serio traktowane. Jedna z nich głosiła na przykład, że ów nisko lecący od zachodu meteoryt nie przebił grzbietu górskiego, lecz odbił się rykoszetem od twardego podłoża skalnego i upadł kilkanaście kilometrów dalej na wschód. W ten sposób za jednym zamachem utworzył dwa wspomniane krater i długą smugę, skierowaną właśnie w kierunku jego niezwykłego lotu. Niestety, w wyniku tak niefortunnego upadku utracił znaczną część swej pierwotnej energii kinetycznej i po zanurzeniu się w grunt księżycowy nie eksplodował w ogóle lub wybuch był już słaby.

Ostateczny kres tym „plotkarskim hipotezom” na temat pochodzenia kraterów Mes-

* Na dawniejszych mapach Księżyca krater Messier A nosi nazwisko Williama H. Pickeringa (1858 – 1938). Jednakże w 1964 roku Międzynarodowa Unia Astronomiczna porządkując księżycową nomenklaturę temu astronomowi amerykańskiemu i jego bratu Edwardowi C. Pickeringowi (1846 – 1919) przydzieliła inny krater (współrzędne selenograficzne: 7° E, 3° S).



Rys. 4. Pionowy przekrój przez hipotetyczny tunel na Księżycu (według H. H. Niningera): M – otwór krateru Messier, M' – otwór krateru Messier A, P – twarde podłoże skalne.

sier i Messier A położyły badania przeprowadzone w roku 1967 za pomocą sondy Lunar Orbiter 5. Definitywnie się wówczas przekonano, że wprawdzie wymienione kraterzy mają faktycznie nietypowy wygląd, to jednak nie są otworami tunelu i że w tej okolicy Księżyca w ogóle nie ma żadnego grzbietu górskiego. Ale zagadka nadal pozostawała nierozwikłana, pochodzenie kraterów Messier i Messier A wciąż nie było jasne, chociaż – jak dziś wiemy – nie ma w tym nic nadzwyczajnego. Po prostu mamy do czynienia jedynie z bliźniaczymi kraterami, powstałymi w wyniku upadku podwójnej planetoidy, a więc utworzonymi dokładnie w tym samym czasie. To samo można powiedzieć o innej parze księżycowych kraterów, w wyglądzie których też dopatrywano się czegoś tajemniczego, toteż z wyjaśnieniem ich pochodzenia planetolodzy także mieli poważne problemy, a niektórzy uważali je za wygasłe wulkany. Idzie tu o podwójny krater Bessarion B, leżący niemal pośrodku Oceanus Procellarum, mniej więcej w połowie drogi między kraterami Aristarchus a Keplera. I w tym przypadku mamy do czynienia z bliźniaczymi, pod względem wyglądu i budowy bardzo interesującymi utworami, z których większy ma 12 km średnicy. Pewnym dowodem ich jednoczesnego powstania jest rozdzielająca je przegroda, nieznacznie przesunięta w kierunku mniejszego krateru, gdyż siła wybuchu tworzącego go meteorytu była słabsza i nie potrafiła

zrównoważyć siły wybuchu meteorytu, odpowiedzialnego za utworzenie większego krateru. Tak czy inaczej oba te twory musiały powstać w tym samym czasie, bo w przeciwnym wypadku gruz wyrzucony podczas formowania się młodszego z nich pokrywałby krater starszy i byłoby to widać na obrazach otrzymanych z bliska za pomocą sond kosmicznych. Te i inne fakty przemawiają za tym, iż dwójka kraterów Bessarion B wytworzyła podwójna planetoida i że są to bliźniacze kraterzy. A może identyczne jest pochodzenie krateru Hesiodus A (współrzędne selenograficzne: 16° W, 29° S), który ma dwa centralnie względem siebie leżące wały górskie, przez co niekiedy mówi się o nim jako o „kraterze w kraterze”? Tego nie można wykluczyć, chociaż możemy tu mieć do czynienia z nadzwyczaj rzadkim przypadkiem, że jakiś meteoryt upadł dokładnie w środku istniejącego już wcześniej krateru i wytworzył w nim nieco mniejszy krater. Ale o wiele łatwiej wytłumaczyć to uderzeniem podwójnej planetoidy, które – jak się okazuje – nie należą wcale do rzadkości i musiały spadać nie tylko na Księżyc, ale i na Ziemię. Ślady tych uderzeń odnajdujemy dziś w Niemczech (kraterzy Ries i Steinheim), w Rosji (kraterzy Kamensk i Gusev) oraz w Kanadzie (kraterzy Cleawater Lake East i Cleawater Lake West). A oto wiek wymienionej powyżej trójki bliźniaczych kraterów na Ziemi (w nawiasach podano ich średnice):

Ries (24 km)	14,8 – 15,1 mln lat
Steinheim (38 km)	14,8 – 15,1 mln lat
Kamensk (25 km)	65 mln lat
Gusev (35 km)	65 mln lat
Cleawater Lake East (22 km)	290 mln lat
Cleawater Lake West (32 km)	290 mln lat

I na powyższej informacji wypadałoby zakończyć artykuł poświęcony kraterom meteorytowym na Księżycu i na Ziemi. Całe stulecia toczono spory na temat ich pocho-

dzenia i chociaż w końcu zwyciężyła hipoteza meteorytowa, to jednak – jak mogliśmy się przekonać – wciąż bywa poprawiana. Aby dostrzec zachodzące w tej dziedzinie zmiany, nie trzeba wcale wracać do odległej przeszłości, bo wystarczy sięgnąć po książkę omawiającą ten temat i wydaną powiedzmy ćwierć wieku temu. W tym krótkim czasie nastąpiły poważne zmiany nie tylko w astronomii Układu Słonecznego, ale także w in-

nych działach współczesnej astronomii i w naukach pokrewnych. Łacińskie przysłowie *tempora mutantur* (świat się zmienia) doskonale oddaje sytuację, jaką dziś mamy w poznawaniu Ziemi, Księżycy i innych ciał niebieskich, czyli w poznawaniu otaczającego nas świata w ogóle. Wolno, ale konsekwentnie posuwamy się wyboistą drogą wiodącą nas do upragnionej prawdy naukowej.

Krzysztof Ziołkowski – Warszawa

LEONIDY

W nocy z 12 na 13 listopada 1833 roku mieszkańcy Ameryki Północnej stali się świadkami niezwyklego zjawiska astronomicznego. Przez kilka godzin całe sklepienie niebieskie roziskrzyło się rojem gwiazd spadających. Niespodziewany i wyjątkowo obfity deszcz meteorów wzbudził ciekawość nie mniejszą chyba niż przerażenie, które ogarnęło ludzi tym bardziej, że początkowo nikt nie potrafił wytłumaczyć co się właściwie stało. Jak wielkim wstrząsem okazało się to dla całego społeczeństwa może świadczyć fakt, że wiele lat później, w 1878 roku, historyk amerykański R.M. D e v e n s zaliczył to zjawisko do 100 najważniejszych wydarzeń w dziejach Stanów Zjednoczonych.

W pierwszym raporcie naukowym na ten temat, który ukazał się po kilku tygodniach, Denison O l m s t e d (1791-1859), matematyk i profesor filozofii przyrody w Yale College, zwrócił uwagę na to, że wielu obserwatorów zauważyło, że meteory jakby wylatywały promiennie z jednego punktu na niebie znajdującego się w gwiazdozbiornie Lwa. Co więcej, punkt ten nie zmienił swego położenia wśród gwiazd w czasie trwania zjawiska, uczestnicząc w ruchu dziennym sfery

niebieskiej. Olmsted prawidłowo to zinterpretował jako efekt perspektywy meteorów poruszających się po torach wzajemnie równoległych w dużych odległościach od powierzchni Ziemi. Ich prędkość ocenił na około 6 km/s. Wyraził ponadto przypuszczenie, że źródłem meteorów mógł być podobny do komety obiekt mgławicowy okrążający Słońce wewnątrz orbity Ziemi w okresie 182 dni po torze eliptycznym położonym w płaszczyźnie nieco nachylonej do płaszczyzny ekliptyki i mającym aphelium w pobliżu orbity Ziemi.

Do podobnych wniosków doszedł też inny badacz tajemniczego zjawiska Alexander C. T w i n i n g (1801-1884), inżynier słynnej amerykańskiej Akademii Wojskowej w West Point. Podkreślał on w szczególności, że fakt pozornego wylotu meteorów z jednego punktu na niebie jest ważnym dowodem kosmicznego, a nie ziemskiego ich pochodzenia. A ponieważ punkt ten znajdował się w gwiazdozbiornie Lwa więc zaproponował by odtąd mówić o deszczu Leonid lub po prostu o Leonidach. Twining oszacował, że w czasie największego nasilenia zaobserwowano około 10 tys. jasnych meteorów w ciągu godziny, a średnią ich prędkość ocenił na



Deszcz Leonid w 1833 roku na słynnej ilustracji wykonanej ponad pół wieku po wydarzeniu przez szwajcarskiego malarza Karla Jauslina i rytownika Adolfa Vollmy'a i po raz pierwszy opublikowanej w 1888 roku.

co najmniej 22 km/s.

Spowodowane wydarzeniami jednej listopadowej nocy 1833 roku ożywienie zainteresowań meteorami przyniosło doniesienia obserwatorów z Europy, z Uralu z krajów arabskich, a nawet ze statku znajdującego się na północnym Atlantyku o wyraźnym wzroście liczby meteorów również rok wcześniej, 12 listopada 1832 roku. Ponadto w zapiskach słynnego pruskiego przyrodnika i podróżnika Alexandra von Humboldta (1769-1859) z wyprawy do Wenezueli znalazł się wzmiankę o deszczu meteorów zaobserwowanych przez niego 12 listopada 1799 roku oraz o tym, że od tubylców słyszał o podobnym zjawisku w 1766 roku. Zaczęto też poszukiwać informacji o listopadowych meteorach w dawnych kronikach chińskich,

arabskich i oczywiście europejskich. W 1837 roku astronom niemiecki Heinrich W. M. Olbers (1758-1840) wyraził przypuszczenie, że Leonidy nasilają się z aktywnością co 3, 6 lub 34 lata. Okresowość Leonid potwierdził astronom amerykański Hubert A. Newton (1830-1896), który w 1863 roku ogłosił rezultaty swych poszukiwań. Wynikało z nich, że szczególne nasilenie zjawisk meteorowych obserwowano w latach 1533, 1366, 1202, 1037, 967, 934 i 902. Ustalając okres między kolejnymi maksimami aktywności Leonid na 33,25 roku Newton zwrócił uwagę na konieczność mierzenia tego interwału w latach gwiazdowych a nie zwrotnikowych.

Stwierdzenie prawdopodobnej periodyczności roju Leonid kazało oczekiwać kolejnego deszczu meteorów w roku 1866 lub 1867. Tym razem jednak zainteresowaniu astronomów nie towarzyszył już niepokój nieświadomości tego, czym jest niezwykle zjawisko deszczu meteorów. Na początku 1866 roku włoski astronom Giovanni V. Schiaparelli (1835-1910) pokazał bowiem, że orbity obiektów powodujących coroczny sierpniowy rój meteorowy Perseid są niemal identyczne z orbitą odkrytej w 1862 roku komety Swifta-Tuttle'a (1862 III, a obecnie oficjalnie oznaczanej jako 109P/Swift-Tuttle). Co więcej, obliczone przez niego, a także przez dyrektora Obserwatorium Paryskiego Urbaina Le Verriera (1811-1877), orbity obiektów powodujących rój meteorowy Leonid okazały się także bardzo podobne do toru odkrytej w końcu 1865 roku komety Tempel-Tuttle'a (1866 I, 55P/Tempel-Tuttle), której orbitę wyznaczył astronom austriacki Theodor R. von Oppolzer (1841-1886). Na podobieństwo to pierwszy zwrócił uwagę Carl F. W. Peters (1844-1894) na początku 1867 roku, a kilka dni po nim także Schiaparelli i Oppolzer. Obie te zbieżności słusznie trakto-

wano jako dowód tego, że obiekty powodujące rój meteorów (które nazywamy dziś meteoroidami) są fragmentami komety rozproszonymi w przestrzeni wzdłuż jej orbity. Gdy Ziemia przechodzi przez taki strumień meteoroidów to wiele z nich wpada do jej atmosfery tworząc zjawisko deszczu meteorowego. Największym wkładem Schiaparelliego do nauki okazało się więc nie spektakularne „odkrycie” rzekomych kanałów na Marsie, które przyniosło mu wielki rozgłos, lecz mniej znane ale jakże ważne stwierdzenie związku genetycznego między kometami i meteoroidami, ugruntowujące jednocześnie pogląd o kosmicznym, a nie ziemskim pochodzeniu meteorów.

W pierwszej połowie XIX wieku domino wało jeszcze przeświadczenie, że meteory są zjawiskami atmosferycznymi związanymi z Ziemią mimo, że już ponad sto lat wcześniej słynny angielski odkrywca okresowości komet Edmond Halle y (1656-1742) wypowiedział przypuszczenie o możliwości ich kosmicznego pochodzenia i mimo, że w końcu XVIII wieku fizyk niemiecki Ernst F.F. Chladni (1756-1827) dowodził, że znajdujące czasem na powierzchni Ziemi meteoryty są konsekwencją zjawiska meteoru, które zostało spowodowane przez obiekt przybyły do atmosfery ziemskiej z przestrzeni międzyplanetarnej. Wprawdzie deszcz Leonid w 1833 roku wyraźnie przyczynił się do znacznego wzrostu zainteresowania ówczesnych astronomów „gwiazdami spadającymi”, ale dopiero w połowie lat sześćdziesiątych ubiegłego stulecia odkrycie komet, które okazały się ciałami macierzystymi dobrze już znanych rojów meteorowych Perseid i Leonid, naprowadziło badaczy na właściwy trop związku meteorów z kometami.

Przewidywania ponownego pojawienia się deszczu Leonid w 1866 roku sprawdziły się, ale tym razem zjawisko nie było tak spektakularne jak w 1833 roku. W nocy z 13 na

14 listopada 1866 roku w Europie zaobserwowano około 5000 meteorów na godzinę, a rok później w Ameryce Północnej około 1000 meteorów na godzinę. Ale w kolejnych latach oczekiwanego wzrostu aktywności Leonid astronomów spotkało rozczarowanie. Żadnych nadzwyczajnych deszczów meteorowych nie zaobserwowano ani w 1899 roku, ani w 1932 roku. Szukając wyjaśnienia tego niepowodzenia prognoz przypomniano sobie o rachunkach Johna C. Adamsa (1819-1892), który już dawno zauważył, że orbity cząstek strumienia Leonid musiały ulec większym zmianom w okresie 1866-1899 niż w okresie 1833-1866 wskutek silniejszych oddziaływań Jowisza i Saturna spowodowanych mniejszymi tym razem odległościami od tych planet. Zupełnie nieoczekiwane natomiast Leonidy dały o sobie znać w nocy z 15 na 16 listopada 1900 roku kiedy to w Kanadzie zaobserwowano około 1000 meteorów na godzinę. Jeszcze silniejszy deszcz meteorów pojawił się 14 listopada 1901 roku; na podstawie doniesień z Kalifornii, Arizony i Meksyku oszacowano, że przez bardzo krótki okres tempo pojawień się meteorów wyniosło ponad 2000 na godzinę.

W pełnej okazałości Leonidy pojawiły się natomiast w 1966 roku, choć nie bardzo już liczono na to, że rój ten może być jeszcze tak aktywny jak kiedyś. Miejscem widoczności była znów Północna Ameryka skąd 17 listopada około godziny 12 UT zaobserwowano trwający zaledwie kilkadziesiąt minut ale niezwykle intensywny deszcz meteorów. Liczbę meteorów na godzinę różni obserwatorzy różnie oceniali: najczęściej były to już nawet nie dziesiątki ale setki tysięcy. Tym razem szczegółowa analiza obserwacji (również radarowych), którą wykonał wybitny znawca problemów meteorowych, astronom kanadyjski Peter M. Millman (1906-1990), doprowadziła do stwierdzenia,

że stosunkowo gęsty strumień Leonid ma szerokość około 35 tys. km, a jego cząstki wpadają do atmosfery ziemskiej z prędkością około 71 km/s.

Najważniejszym jednak faktem historii Leonid związanych z ich pojawieniem się w 1966 roku było odnalezienie macierzystej komety tego roju meteorowego. Wspominaliśmy już, że w 1866 roku stwierdzono, że strumień Leonid pochodzi najprawdopodobniej z komety Tempła-Tuttle'a, którą 19 grudnia 1865 roku odkrył Ernst W.L. Tempel (1821-1889) za pomocą 16 cm reflektora w Obserwatorium Astronomicznym w Marsylii oraz niezależnie 5 stycznia 1866 roku Horace P. Tuttle (1837-1923) za pomocą 10 cm refraktora w Obserwatorium Harvardzkim w Cambridge, Massachusetts. Znaleziony przez Oppolzera okres obiegu tej komety wokół Słońca równy 33.2 roku umożliwił przypuszczenie o jej tożsamości z kometa 1699 II, na co zwrócił uwagę astronom angielski John R. Hind (1823-1895), oraz wskazywał, że w 1899 roku kometa znowu powinna dać się zaobserwować. Niestety nie znaleziono jej wtedy. Także i podczas następnego powrotu do Słońca w 1932 roku nie udało się jej dostrzec. Zrodziło to podejrzenia, że kometa Tempła-Tuttle'a już nie istnieje gdyż się rozpadła, podobnie jak kometa Bieli (jej rozpad obserwowano w latach 1846 i 1852), która także pozostawiła strumień meteoroidów zwany Andromedydami.

Jednak gdy zbliżał się kolejny rok prawdopodobnego powrotu do Słońca komety Tempła-Tuttle'a astronom niemiecki Joachim Schubart, wytrawny badacz dynamiki małych ciał Układu Słonecznego, obliczył jej efemerydę na podstawie elementów orbity, które udało mu się poprawić w taki sposób, aby jak najlepiej przedstawiały obserwacje tej komety z roku 1699, a także z roku 1366; te najstarsze udało się znaleźć w dawnych kronikach chińskich, koreańskich i

japońskich. Wysiłki Schubarta nie poszły na marne: kometa Tempła-Tuttle'a została odnaleziona 30 czerwca 1965 roku w obserwatorium południowoafrykańskim w Bloemfontein.

W 1965 roku zdołano jednak wykonać tylko 4 pomiary pozycji komety Tempła-Tuttle'a nadające się do obliczeń orbitalnych. Łącznie z 51 obserwacjami pozycyjnymi z 1866 roku stanowiły one dane, na których podstawie znany amerykański badacz ruchów komet i planetoid Donald K. Yeomans wyznaczył w 1981 roku wiarygodne elementy orbity interesującej komety. Odległość jej peryhelium wynosi 0.98 j.a., a mimośród jest równy 0.90; kometa porusza się wokół Słońca ruchem wstecznym gdyż płaszczyzna jej orbity jest nachylona do płaszczyzny ekliptyki pod kątem 162°.

Ponieważ z obserwacji wiadomo, że meteoroidy w strumieniu Leonid grupują się najobficiej w pobliżu swej macierzystej komety (co świadczy o młodości strumienia), więc analiza ruchu komety Tempła-Tuttle'a może jednocześnie wiele powiedzieć o Leonidach. Zestawiając dane o ruchu komety wstecz aż do roku 902 oraz znalezione w różnych zapiskach kronikarskich informacje o dawnych zjawiskach meteorowych Yeomans doszedł do wniosku, że deszcze Leonid są możliwe wtedy, gdy odległość pomiędzy orbitą komety Tempła-Tuttle'a a Ziemią jest nie większa niż 0.025 j.a. wewnątrz i 0.010 j.a. po zewnętrznej stronie orbity Ziemi, oraz gdy przejście Ziemi przez strumień następuje nie później niż około 2500 dni przed lub po przejściu komety przez peryhelium. W latach największych deszczy Leonid, czyli w 1833 i 1966 roku, Ziemia przeszła w odległościach odpowiednio 0.0012 i 0.0031 j.a. od orbity komety.

Obecnie kometa Tempła-Tuttle'a znowu zbliża się do Słońca i przez peryhelium przejdzie 28 lutego 1998 roku. Najnowsze

obliczenia orbity komety wskazują, że jej odległość od orbity Ziemi wynosi 0.0080 j.a. W najbliższych latach można więc oczekiwać wzmożonej aktywności Leonid. W tym roku Ziemia przejdzie przez płaszczyznę orbity komety 17 listopada o godzinie 7:20 UT, a następnie: w 1997 roku 17 listopada o godzinie 13:35 UT, w 1998 roku 17 listopada o godzinie 19:45 UT, w 1999 roku 18 listopada o godzinie 1:50 UT. Być może w 1998 i 1999 roku z terytorium naszego kraju zdołamy więc zobaczyć więcej niż zwykle meteorów roju Leonid. Jest też nadzieja na obserwację komety Tempła-Tuttle'a gdyż jej minimalna odległość od Ziemi będzie tym razem niewielka i w dniu 17 stycznia 1998 roku wyniesie 0.36 j.a.

Następne przejście komety Tempła-Tuttle'a przez peryhelium nastąpi w 2031 roku. Przedtem jednak kometa zbliży się do Jowisza na odległość 1.5 j.a. (w sierpniu 2029 roku), co spowoduje taką zmianę orbity, że jej najmniejsza odległość od orbity Ziemi wzrośnie do 0.0162 j.a. Ziemia ominie więc prawdopodobnie strumień Leonid lub przejdzie przez jego zewnętrzny skraj o niewielkiej gęstości meteoroidów. Powtórzy się poniekąd sytuacja z 1899 roku, kiedy to zbliżenie komety do Saturna w 1870 roku i do Jowisza w 1898 roku spowodowały „odsunięcie” orbity komety od orbity Ziemi po jej zewnętrznej stronie na odległość 0.0117 j.a. Podobna sytuacja będzie w 2065 roku i dopiero za sto lat, w 2098 roku, odległość mię-

dzy orbitami Ziemi i komety Tempła-Tuttle'a zmniejszy się znowu do 0.0062 j.a.

Na zakończenie zwróćmy jeszcze uwagę na pewien zupełnie nowy aspekt zbliżającego się wzrostu aktywności Leonid. Perspektywa przejścia Ziemi przez stosunkowo gęsty strumień meteoroidów zaniepokoiła właścicieli licznych sztucznych satelitów możliwością znacznego zwiększenia się prawdopodobieństwa uszkodzenia lub nawet zniszczenia obiektu w wyniku zderzenia z jakimś okruchem kosmicznym. Wspominaliśmy już, że prędkości Leonid względem Ziemi sięgają aż 71 km/s, a więc nawet najmniejsze cząstki niosą ogromne energie stanowiąc rzeczywiście duże zagrożenie. Powierzchnię Ziemi chroni gruba atmosfera, w której większość wpadających doń meteoroidów się spala. Ale obiekty znajdujące się poza atmosferą narażone są na uderzenia. Nie wiadomo jeszcze jak duże jest to niebezpieczeństwo i jak się przed nim bronić. Specjaliści różnych agencji kosmicznych próbują je oszacować i zaproponować sposoby zminimalizowania go. W 1966 roku też wystąpiło takie samo zagrożenie, ale nie zapominajmy, że liczba krążących wtedy wokół Ziemi obiektów była wielokrotnie mniejsza niż obecnie. Zagadnienie to było jednym z ważniejszych problemów dyskutowanych podczas tegorocznego 47 Kongresu Międzynarodowej Federacji Astronautycznej w Pekinie.

KRONIKA

Teleskop Warszawski w Obserwatorium Las Campanas

Od lutego 1996 roku największy polski teleskop optyczny znajduje się w Obserwatorium Las Campanas usytuowanym na wy-

sokości 2400 m n.p.m. w Andach chilijskich. Jest to miejsce o wymarzonej klimacie astronomicznym charakteryzujące się ponad trzystoma pogodnymi nocami w ciągu roku i seeingiem (wielkością opisującą rozmycie obrazu przez atmosferę) bardzo często poni-

żej 1 sekundy łuku.

Średnica lustra głównego wynosi 1.3 m. Jest to więc średniej wielkości teleskop, jednak w tej klasie przyrządów należy do najnowocześniejszych na świecie. Idea postawienia teleskopu w dobrym klimacie związana jest z realizacją długoterminowego projektu obserwacyjnego o nazwie OGLE ("Optical Gravitational Lensing Experiment") mającego na celu poszukiwanie niewidocznej materii za pomocą zjawisk mikrosoczewkowania grawitacyjnego. Teleskop był nieodłączną składową projektu do realizacji którego niezbędne jest prowadzenie regularnych obserwacji fotometrycznych milionów gwiazd w ciągu kilku lat. Projekt został sfinansowany przez Komitet Badań Naukowych, Fundację na Rzecz Nauki Polskiej oraz Fundację Astronomii Polskiej. Łączny koszt inwestycji wyniósł około 1.3 mln dolarów.

W dużej mierze dzięki sukcesom projektu OGLE, wykonywanego dotychczas przy użyciu teleskopów amerykańskich znajdujących się w Las Campanas (odkrycie mikrosoczewkowania grawitacyjnego w kierunku centrum Galaktyki) oraz długoletniej obecności tam polskich astronomów, udało się uzyskać zgodę na lokalizację nowego teleskopu w obserwatorium Las Campanas na bardzo korzystnych warunkach. Dołączył on do znajdujących się tam amerykańskich teleskopów o średnicy 2.5 m i 1 m oraz kanadyjskiego 0.5 m. W budowie są dwa amerykańskie teleskopy o średnicy 6.5 m. Obserwatorium Las Campanas należy więc do największych na świecie.

Budowę teleskopu powierzono amerykańskiej firmie DFM Engineering Inc. mającej ogromne doświadczenie w konstruowaniu średniej wielkości teleskopów astronomicznych. Kontrakt podpisano w siedzibie firmy w Longmont, Colorado, 24 listopada 1992 roku. Budynek teleskopu skonstruowany został z uwzględnieniem najnowszych

tendencji dla tego typu budowli – tak by swą obecnością jak najmniej zakłócał on znakomite warunki obserwacyjne obserwatorium. Szczególną uwagę zwrócono na utrzymanie temperatury wewnątrz równej temperaturze otoczenia, co ma kluczowe znaczenie dla zachowania dobrego seeingu. Budynek, na podstawie naszych założeń, wykonała firma Mostostal – Projekt. 7-metrową kopułę wieńczącą jego szczyt wykonała amerykańska firma Ash-Dome. Obserwacje prowadzone są zdalnie ze znajdującego się kilkanaście metrów od budynku teleskopu tzw. „control room”.

System optyczny teleskopu jest zbliżony do systemu Ritchey-Chretien. Wraz z 3-elementowym korektorem charakteryzuje się on wolnym od wad optycznych polem widzenia o średnicy 1.5 stopnia. Mechaniczna konstrukcja jest, dzięki małej światłosile zwierciadła głównego (1 : 1.8), zwarta i sztywna. Paralaktyczny montaż widłowy ma napędy tarciove charakteryzujące się zerowymi luzami i możliwością szybkiej zmiany pozycji teleskopu. Teleskop jak również kopuła oraz szczelina, są całkowicie skomputeryzowane i zautomatyzowane, dzięki czemu mogą być sterowane zdalnie. Dokładność ustawiania teleskopu na obiekty na niebie wynosi kilka sekund łuku. Obecnie sterowanie odbywa się z budynku „control room”, w przyszłości możliwe będzie z każdego zakątka Ziemi dzięki sieci komputerowej Internet.

Teleskop przeznaczony jest do długoterminowych fotometrycznych przeglądów nieba i pod tym kątem był projektowany. Oprócz standardowych instrumentów, jakimi są autoguider do korekcji pozycji teleskopu oraz koła z filtrami pozwalającymi wycinać z wiązki optycznej żądany zakres fal, jedynym instrumentem jest szerokokątna kamera CCD. Kamera pierwszej generacji zbudowana została w oparciu o pojedynczy de-

tektor typu CCD firmy SITe. Matryca o rozmiarach 2048 na 2048 pikseli, o wydajności kwantowej około 90% w szerokim zakresie widmowym od fal niebieskich do bliskiej podczerwieni, jest najlepszym tego typu detektorem dostępnym na rynku światowym. Jeden obraz kamery pokrywa obszar 14 x 14 minut łuku na niebie. W przyszłości kamera ta zostanie zastąpiona kamerą drugiej generacji zbudowaną jako mozaika ośmiu detektorów CCD. Jeden obraz z tej kamery będzie obejmował obszar 35 x 35 minut łuku i

zawierał 128 MB danych. Wszystkie instrumenty zostały zaprojektowane i wykonane w Obserwatorium Astronomicznym UW.

Teleskop przechodzi obecnie końcowe testy i od nowego roku rozpocznie regularne obserwacje. Przewiduje się głównie długoterminowe obserwacje bardzo gęstych pól gwiazdowych, jak Obłoki Magellana i Centrum Galaktyki – dziedzinę praktycznie niezbadaną dotychczas przez astronomów.

Andrzej Udalski

OBSERWACJE

Spektakularne zjawiska zakryciowe 1996 roku – obserwacje w Oddziale Warszawskim PTMA

Rok 1996 był wyjątkowo atrakcyjny dla obserwatorów zjawisk zakryciowych. Ze względu na liczbę wykonanych w Oddziale PTMA w Warszawie obserwacji oraz ograniczoną objętość *Uranii* w niniejszym sprawozdaniu zostały pominięte „zwykłe” zakrycia gwiazd przez Księżyc (wykonano ponad 70 obserwacji) jak również zakrycia brzegowe, na które organizuje się w SOPiZ specjalne wyprawy (nieraz na odległość 200 km).

W nocy 3/4 kwietnia 1996 r. można było zobaczyć pierwsze w tym roku **całkowite zaćmienie Księżyca**. Mimo późnej pory (zaćmienie częściowe zaczynało się o godz. 0^h 21^m CWE) do Centrum Astronomicznego w Warszawie (gdzie ma siedzibę nasz Oddział i gdzie od kilku lat trwają prace przy budowie własnego obserwatorium) oprócz obserwatorów SOPiZ (w tym – nowego obserwatora – p. Grażyny Niewiadomskiej, nauczycielki z Szkoły Podst. Nr 132 w Warszawie) przyjechała kilkunastoosobowa grupa uczniów z jednego z Liceów Ogólno-

kształcących (w ostatnich 12 latach zdarzyło się to tylko dwukrotnie). Mimo niepewnej pogody (a właściwie całkowitego zachmurzenia) przygotowywano się do obserwacji zaćmienia. W trakcie „wykładu” poświęconego zaćmieniu, oczom niżej podpisanym mignęła na korytarzu CAMKu ekipa... telewizji PORION, która przyjechała zarejestrować przebieg zaćmienia. Warto dodać, że w prasie, radiu i telewizji pojawiło się więcej informacji o tym zaćmieniu (choć często z wieloma błędami) niż w poprzednich latach. Niestety, pogoda nie była łaskawa – na niebie nawet nie było widać, gdzie jest Księżyc. Ekipa PORIONU nakręciła więc fragmenty przygotowań, animację komputerową zaćmienia (z programu SOPiZ „Zaćmienia”) oraz umówiła się na audycję w studiu (na żywo) poświęconą obserwowanej w tym czasie komecie Hyakutake. Nad ranem wszyscy (mocno zawiedzeni) rozjechali się do domów.

Następnym atrakcyjnym zjawiskiem było **zakrycie Wenus przez Księżyc** w dniu 12 lipca. Takie zjawiska nie są jednak atrakcyjne dla mediów, dlatego w obserwacjach zakrycia Wenus, oprócz autorów, wzięła udział tylko Grażyna Niewiadomska. Pogoda zno-

wu nie była najlepsza – chmury utrudniały znalezienie Wenus i uniemożliwiły przygotowanie teleskopu do wykonywania zdjęć w tzw. projekcji okularowej (trzeba było fotografować tylko w ognisku głównym teleskopu Newtona 250/1400 [mm]). Na kilka minut przed zakryciem pojawiła się Wenus w lukach między chmurami i zjawisko było dobrze widoczne. Po kilkunstu minutach (po zakryciu za jasnym brzegiem Księżyca) niebo w tej części było na tyle czyste, że wąski sierp Księżyca (na 3 dni przed nowiem) był doskonale widoczny gołym okiem. Na kilkanaście minut przed odkryciem chmury całkowicie zasłoniły Księżyc i Wenus ukazała się dopiero kilka minut po odkryciu. (Warto dodać, że zjawisko to zostało zarejestrowane w Krakowie teleskopem z kamerą CCD). Nie wszyscy obserwatorzy w Polsce widzieli to zakrycie (z powodu zachmurzenia).

Na kolejne, drugie w tym roku, **całkowite zaćmienie Księżyca** trzeba było czekać do nocy 26/27 września. Można powiedzieć –

było „kopią” kwietniowego: informacje w prasie, radiu i telewizji, przyjazd do CAM-Ku uczniów z L.O. i znów zachmurzone niebo. Ale tym razem szanse były znacznie większe. Pojawiły się po północy luki w chmurach, Księżyc był widoczny nawet na początku zaćmienia półcieniowego (ok. 2^h CWE). Na więcej jednak aura nie pozwoliła. Spoglądając od czasu do czasu na niebo uczestnicy obserwacji, czekając do rana (w PTMA) na roz pogodzenie, słuchali w radiu RMF FM przez ponad dwie godziny relacji słuchaczy obserwujących to zaćmienie. Później okazało się, że relacje te były również z tych miejscowości, w których obserwatorzy SOPiZ nawet nie widzieli Księżyca.

Następne atrakcyjne zjawisko mieliśmy już za kilka dni. 1 października można było zobaczyć pierwsze w Polsce od prawie 15 lat **zakrycie Aldebarana przez Księżyc**. Przez prawie całe poprzedzające zaćmienie nocy były pochmurne. I tym razem na obserwacje przyjechali ci sami obserwatorzy, co na za-



Pokaz zaćmienia Słońca w dniu 12 października 1996 r. z tarasu obserwacyjnego na dachu Centrum Astronomicznego im. M. Kopernika w Warszawie

krycie Wenus. Ale na godzinę przed zakryciem Aldebarana niebo zaczęło się przejaśniać, choć z powodu zamgleń widoczność była słaba. Na kilkanaście minut przed zakryciem widoczność gwiazdy przy Księżycu była dobra (wykonano kilka przezroczy), samo zakrycie było również dobrze widoczne. Niestety, niebo wkrótce potem zaczęło się ponownie zasnuwać grubymi chmurami i odkrycie nie było widoczne (w innych miastach było odwrotnie – dopiero przy odkryciu można było dostrzec Aldebarana). Tak więc zaczęła się kolejna seria zakryć Aldebarana (i Hiad) przez Księżyc – więcej informacji o tych zjawiskach już wkrótce w najbliższych numerach *Uranii*.

Na najciekawsze zjawisko 1996 r. (**zaćmienie Słońca**) czekaliśmy niespełna 10 dni. Pierwszy tydzień października był jednak pochmurny. Czy i tym razem chmury uniemożliwią obserwacje? Poprzednie zaćmienia Słońca w 1993 r. i w 1994 r. (oba w maju) były w Polsce dobrze widoczne. Kilka dni przed zaćmieniem, w Muzeum Techniki odbyło się spotkanie dla prasy, na którym R. Fangor informował zebranych o przebiegu zjawiska. Wkrótce media poinformowały czytelników o zaćmieniu Słońca i... wprowadzając w błąd wieloma, delikatnie mówiąc, „nieścisłymi” informacjami. *Gazeta Wyborcza* poinformowała na początku, że najbliższe całkowite zaćmienie Słońca będzie widoczne w Polsce 2075 r. i tę informację powtórzyły inne gazety (jak wiadomo, zaćmienie 13 lipca 2075 r. będzie w Polsce jako obrączkowe). W prognozie pogody w wieczornych „Wiadomościach” w TV podano momenty... o godzinę wcześniejsze (ciekawie, ile osób nie mogąc zobaczyć wtedy zaćmienia potraktowało informacje o zaćmieniu jako pomyłkę). Podawano także momenty dla Warszawy jako obowiązujące dla całego kraju.

„Rekord” nonsensów padł chyba w następującym zdaniu (cytuje): „...Zaćmienie następuje zawsze, kiedy Słońce, Księżyc i Ziemia ustawią się w jednej linii. Srebrny Glob zaślania wtedy Słońce, lub rzuca na nie cień (tzn. na Słońce! – podkr. R.F.)...” – podały tak *Express Wieczorny* z 12-10-1996 oraz „Poranne wiadomości” w I Programie PR. Podobnie poinformował czytelników *Super Express* w dniu 14 października – „...Księżyc rzucił cień na Słońce, które zbliżało się ku zachodowi jako żółty tłusciutki rogalik...”

Ranek 10 października zaczął się optymistycznie i było pewne, że tym razem obserwacje będą w pełni udane. O godz. 12 R. Fangor poprowadził w Planetarium niezaplanowany wcześniej seans o zaćmieniu Słońca (na którym pokazano animację tego zjawiska) i w „ekspresowym” tempie udał się do CAMKu, aby kontynuować przygotowania do obserwacji i pokazu. O godz. 14 pozostali obserwatorzy (J. Wiland, L. Newelski) przygotowywali kolejne instrumenty optyczne (w tym teleskop z zainstalowanym ekranem, na który rzucono obraz Słońca – przeznaczony do pokazu dla gości). R. Fangor wykonywał zdjęcia refraktorem Zeissa 80/1200 [mm], J. Wiland własną lunetą 64/800 używając także telekonwertera.

Przez cały dzień sporo osób dzwoniło do CAMKu pytając o przebieg zaćmienia i o pokazy. Po godz. 15 na dach wpuszczono gości – można było oczekiwać większego zainteresowania niż w 1993 r., kiedy prowadzący wówczas pokaz byli równocześnie jego jedynymi uczestnikami, ale tym razem liczba chętnych była wyjątkowo duża (jak na Warszawę) – z przygotowanych wcześniej 125 pamiątkowych biletów pozostało do słownie 5. Oprócz obserwatorów indywidualnych, przychodzących z dziećmi i zaopatrzonych w ciemne okulary, byli także ucz-

niowie z kilku L.O. i S.P. Zaćmienie oglądano nawet przez maskę spawalniczą. W tym miejscu chcemy podziękować pracownikom CAMKu (a zwłaszcza dr Magdzie K o ź u c h o w s k i e j i doc. Andrzejowi So ł t a n o w i) za pomoc w organizacji pokazu, dbających, aby na dach nie wchodziło jednocześnie zbyt wiele osób.

Na pokazie obecni byli także reporterzy radiowi oraz ekipa TV z TAI (relację pokazano w telewizyjnej Panorami). R. Fangor i J. Wiland wykonali w sumie ponad 120 zdjęć barwnych (na negatywach i slajdach) – kilka z nich znajduje się w niniejszym numerze *Uranii*. Szczególną atrakcją podczas zaćmienia Słońca był sam koniec zjawiska – Słońce przeszło za Pomnikiem Polski Walczącej. Wieczorem wytrwali oglądali jeszcze Jowisza, Saturna i inne obiekty (w tym kometę Hale-Boppa).

Na zakończenie tego opisu warto pamiętać o kolejnych atrakcjach roku 1997 – dwu zaćmienia Księżyca oraz zakrycia Aldebarana i Saturna przez Księżyc!

Roman Fangor, Janusz Wiland

Lirydy 1996

Miłośnicy obserwacji meteorów mają pełne ręce (oczy?) roboty w ostatnim kwartale każdego roku, kiedy to swoją aktywność przejawiają obfite w meteory roje Tauryd, Orionid, Leonid, Geminid i Ursyd. Odmienna sytuacja występuje w pierwszej połowie każdego roku. Oprócz aktywnych na samym początku stycznia Kwadrantyd, z obfitych rojów swą aktywnością popisują się jeszcze tylko Lirydy. Ich meteory możemy obserwować od 16 do 25 kwietnia z dość ostrym, trwającym prawie dwie godziny, maksimum występującym 21 kwietnia ($\lambda_{\odot} = 32.1^{\circ}$). W momencie tym możemy zwykle obserwować 10–15 meteorów w ciągu godziny. Warto jednak dodać, że zdarzały się też lata, kie-

dy Lirydy popisywały się bardziej spektakularnym zachowaniem. Wystarczy tutaj wspomnieć rok 1803 kiedy to liczby godzinne przekroczyły poziom 700, lub kilka ostatnich wybuchów z lat 1922 (obserwowany w Polsce), 1946 i 1982 o aktywności 100 zjawisk na godzinę.

Krótki okres aktywności i kiepskie warunki pogodowe panujące w Polsce czynią czasem bardzo skomplikowanym otrzymanie wartościowego zestawu obserwacji tego roju. Kilka pochmurnych nocy może bez problemu uniemożliwić przeprowadzenie jakiegokolwiek akcji obserwacyjnej. Pomimo tak nieciekawych perspektyw było kilka rzeczy, które zachęcały do obserwacji. Maksimum aktywności było oczekiwane 21 kwietnia o godzinie 21:00 UT, najlepiej było więc obserwować z terytorium Azji lecz także obserwatorzy w Europie Wschodniej nie powinni mieć powodów do narzekań. Dodatkowo, korzystnie przedstawiały się fazy Księżyca, który był w nowiu 17 kwietnia, a w noc maksimum zachodził wtedy, gdy radiant Liryd był już na tyle wysoko nad horyzontem by rozpocząć obserwacje.

Na szczęście dla nas druga połowa kwietnia 1996 roku była bardzo pogodna. Dodając do tego wzrastające zainteresowanie obserwacjami meteorów w Polsce, przejawiające się wymiennie w ilości obserwatorów i godzin obserwacji otrzymywanych przez Pracownię Komet i Meteorów (PKiM), dostajemy warunki idealne do przeprowadzenia poważnej akcji obserwacyjnej. Dzięki temu PKiM po raz pierwszy w swojej już prawie dziesięcioletniej historii, otrzymała na tyle dużo danych dotyczących Liryd, że udało się wykonać z nich opracowanie. Przejdźmy więc do konkretów. W okresie 15 – 25 kwietnia 1996 roku 18 obserwatorów PKiM wykonało w sumie 112^h 13^m efektywnego czasu obserwacji, odnotowując w tym czasie 230 Liryd i 249 meteorów sporadycznych.

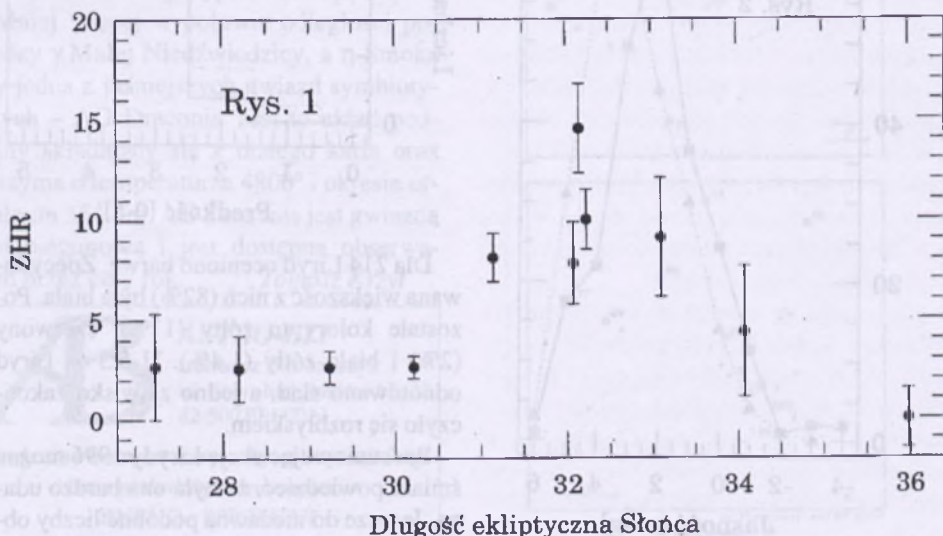
Lista obserwatorów wraz z liczbą godzin wykonanych przez nich obserwacji jest zaprezentowana poniżej:

Maciej Reszelski (20^h 18^m), Arkadiusz Olech (15^h), Rafał Kopacki (10^h 15^m), Tomasz Dziubiński (8^h 36^m), Tomasz Fajfer (8^h 15^m), Krzysztof Wtorek (7^h), Kamila Ruta (6^h 33^m), Monika Fidor (6^h 31^m), Robert Olech (6^h 30^m), Robert Szczerba (4^h 23^m), Marcin Gajos (3^h), Michał Kopczak (3^h), Maciej Kwinta (2^h), Wojciech Jonderko (1^h), Łukasz Sanocki (1^h), Michał Antonik (56^m), Małgorzata Reszelska (56^m).

Aby wnioski wyciągane przez nas z obserwacji były jak najbardziej wartościowe musieliśmy przeprowadzić ich selekcję. I tak odrzuciliśmy wszystkie obserwacje wykonane w warunkach o średniej widoczności granicznej gorszej niż 5.0 mag., w momencie gdy radiant Liryd jest poniżej 20° nad horyzontem i gdy zachmurzenie w obserwowanym obszarze było większe niż 20%. Do opracowania użyliśmy tylko obserwacji, których efektywny czas obserwacji był dłuższy niż 30 minut. Po narzuceniu powyższych warunków, z naszego zbioru pozostało 98^h 13^m nadających się do wykorzystania.

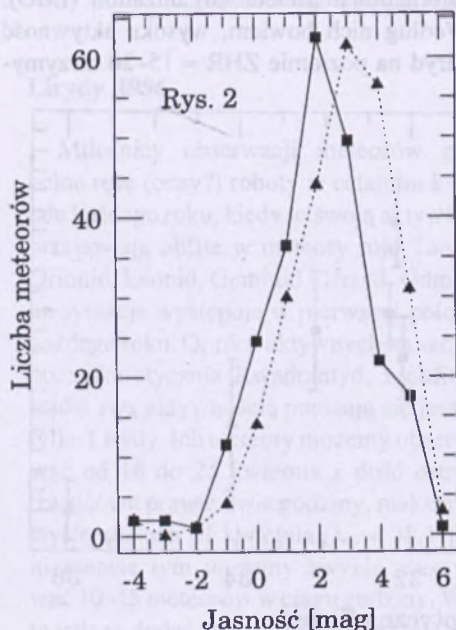
Wykres aktywności Liryd w 1996 roku wykonany na podstawie obserwacji PKiM możemy obejrzeć na rysunku 1. Na osi pionowej odłożona została Zenitalna Liczba Godzinna (ZHR), która mówi nam ile meteorów obserwowałby jeden obserwator przy widoczności granicznej 6.5 mag. i w momencie, gdy radiant roju jest w zenicie. Na osi poziomej natomiast odłożono długość ekliptyczną Słońca λ_{\odot} na epokę 2000.0. Pierwsze co widać z tego wykresu, to fakt, że aktywność Liryd w 1996 roku nie odbiegała znacznie od wyników z lat poprzednich. Maksymalny ZHR wyniósł bowiem 14.5 ± 2.5 i został on odnotowany w momencie $\lambda_{\odot} = 32.15^{\circ}$ co odpowiada godzinie 22:40 UT w nocy z 21 na 22 kwietnia. Widać więc, że maksimum spóźniło się nieznacznie w stosunku do przewidywań. I bardzo dobrze! Każde bowiem opóźnienie poprawiało warunki obserwacji dla obserwatorów w Polsce.

Wyniki powyższe różnią się jednak od roboczych wyników zaprezentowanych przez International Meteor Organization (IMO). Według nich bowiem, wysoka aktywność Liryd na poziomie ZHR $\approx 15-20$ utrzymy-

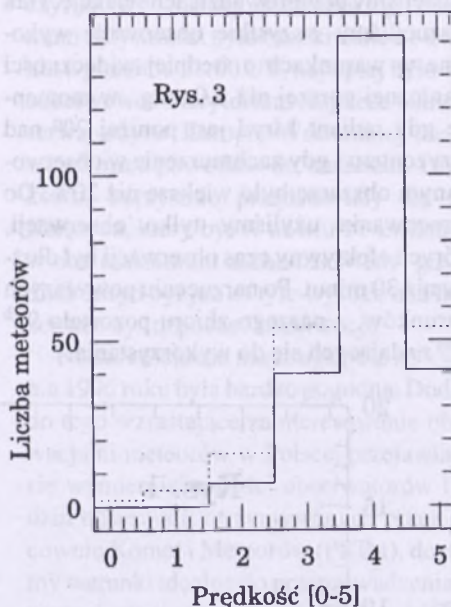


wała się od 17:20 UT aż do 10:50 UT dnia następnego! Najwyższą aktywność odnotowano 22 kwietnia o godzinie 02:40 UT z $ZHR = 28 \pm 12$. Z pracy opublikowanej przez IMO wynikało, że ich wyniki oparte były o materiał obserwacyjny podobnej wielkości co nasz zbiór. Widać przy tym, że pomiary IMO są obciążone bardzo dużym błędem. Bezpiecznie jest więc stwierdzić, że w roku 1996 maksymalne liczby godzinne dla Liryd utrzymywały się na normalnym poziomie $ZHR \approx 15$.

Rysunek 2 przedstawia rozkład jasności meteorów z roju Liryd (kwadraty i linia ciągła) i zjawisk sporadycznych (trójkąty i linia przerywana). Widać wyraźnie, że krzywa dla Liryd jest przesunięta w kierunku większych jasności. Lirydy więc odznaczają się meteorami jaśniejszymi niż zjawiska sporadyczne. Fakt ten potwierdzają też wyliczenia średniej jasności Liryd i meteorów sporadycznych. Dla tych pierwszych wartość ta wyniosła bowiem 2.0 mag., a dla tych drugich 2.8 mag.



Na rysunku 3 przedstawiono rozkład prędkości obserwowanych meteorów w skali od 0 do 5, przy czym 0 odpowiada meteorowi stacjonarnemu, 1 bardzo wolnemu, 3 średniemu i 5 bardzo szybkiemu. Podobnie jak poprzednio linia ciągła odpowiada Lirydom, a przerywana meteorom sporadycznym. Widać bardzo wyraźnie, że rozkład prędkości Liryd jest zdecydowanie mniej płaski niż meteorów sporadycznych i osiąga wyraźne maksimum dla wartości 4, co odpowiada zjawiskom szybkim. Zgadza się to doskonale z wyliczeniami prędkości Liryd z ich orbit w przestrzeni kosmicznej ($V = 49$ km/s).



Dla 214 Liryd oceniono barwę. Zdecydowana większość z nich (82%) była biała. Pozostałe kolory to żółty (11%), czerwony (2%) i biało-żółty (1.4%). U 5.3 % Liryd odnotowano ślad, a jedno zjawisko zakończyło się rozbłyskiem.

Podsumowując akcję Lirydy 1996 można śmiało powiedzieć, że była ona bardzo udana. Jeszcze do niedawna podobne liczby ob-

serwacji otrzymywaliśmy tylko dla Perseid, co pozwalało na robienie opracowań tylko tego roju. Od pewnego jednak czasu liczba osób zainteresowanych obserwacjami meteorów stale wzrasta, co owocuje coraz większą liczbą obserwacji spływających do PKiM. Akcja Perseidy 1995 dała ogromny plon prawie 500 godzin (vide *Urania* 3/1996), ponad 60 bardzo dobrych godzin obserwacji otrzymaliśmy dla Orionid 1995, co pozwoliło na wykonanie drugiego w historii PKiM opracowania dotyczącego tego roju (vide *Urania* 5/1996). Pogoda nie dopisała w czasie aktywności innych jesienno-zimowych rojów, lecz na wiosnę udało nam się uzyskać spory plon właśnie w postaci obserwacji Liryd 1996. Miejmy nadzieję, że

tak dobra passa obserwatorów PKiM będzie trwać bardzo długo, czego wszystkim obserwatorom i sobie z całego serca życzę!

Jeśli ktoś z Was chciałby dołączyć do współpracowników PKiM i zasilić nasze archiwum swoimi obserwacjami, a także nauczyć się wielu ciekawych metod obserwacji komet i meteorów, brać udział w seminariach i obozach astronomicznych, spotykać się z ludźmi o podobnych zainteresowaniach, mieć dostęp do wielu materiałów poświęconych tematyce meteorów, zachęcam bardzo do kontaktu pod adres: Arkadiusz Olech, Pracownia Komet i Meteorów, ul. Żwirki i Wigury 11/34, 83-000 Pruszcz Gd. Znaczek pocztowy mile widziany.

Arkadiusz Olech

PORADNIK OBSERWATORA

Wizualne obserwacje gwiazd zmiennych

AG Draconis

AG Draconis (1601 + 67)

$\alpha = 16^h 01^m.1$ $\beta = 67^{\circ}05'$ (1900.0)

A: 8.^m9 – 11.^m8p Typ: Z And Sp. Gep

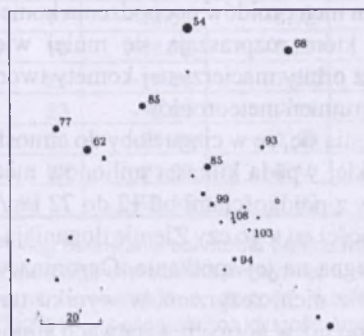
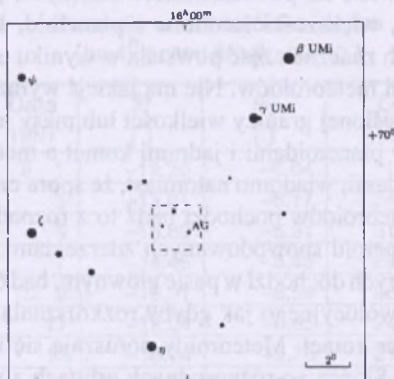
Mniej więcej w połowie odległości pomiędzy γ Małej Niedźwiedzicy, a η Smoka leży jedna z jaśniejszych gwiazd symbiotycznych – AG Draconis. Jest to układ podwójny składający się z białego karła oraz olbrzyma o temperaturze 4800° i okresie orbitalnym 554 dni. AG Draconis jest gwiazdą okołobiegunową i jest dostępna obserwacjom przez cały rok. *Tomasz Krzyt*

AB

ASTRO-BIT

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

Programy komputerowe, algorytmy, katalogi
i inne materiały astronomiczne
KUPNO – SPRZEDAŻ



AG Draconis

ELEMENTARZ URANII

Meteoroidy, meteory, meteoryty

Meteoroidy są najmniejszymi spośród obiektów stanowiących pozostałość tworzywa, z którego ponad cztery i pół miliarda lat temu powstał Układ Słoneczny, których nie da się – ze względu na niewielkie rozmiary – bezpośrednio zaobserwować, a o ich istnieniu można się dowiedzieć jedynie pośrednio. Dowodami obserwacyjnymi obecności meteoroidów w przestrzeni międzyplanetarnej są przede wszystkim zjawiska meteorów potocznie zwane gwiazdami spadającymi (czyli krótkotrwałe smugi świetlne na nocnym niebie znaczące ślady przelotów przez atmosferę ziemską meteoroidów napotkanych przez Ziemię podczas jej ruchu wokół Słońca), a także liczne kraterki, obserwowane na powierzchniach Księżyca, planet, większości satelitów i planetoid, których znaczna część powstała w wyniku uderzeń meteoroidów. Nie ma jakiegóż wyrażnie określonej granicy wielkości lub masy między planetoidami i jądrami komet a meteoroidami; wiadomo natomiast, że spora część meteoroidów pochodzi bądź to z rozpadów planetoid spowodowanych zderzeniami, do których dochodzi w pasie głównym, bądź też z ewolucyjnego jak gdyby rozkruszania się jąder komet. Meteoroidy poruszają się wokół Słońca po różnorodnych orbitach z wyjątkiem meteoroidów pochodzenia kometarnego, które rozpraszają się mniej więcej wzdłuż orbity macierzystej komety tworząc tzw. strumień meteoroidów.

Ocenia się, że w ciągu doby do atmosfery ziemskiej wpada kilkaset milionów meteoroidów z prędkościami od 12 do 72 km/s w zależności od tego czy Ziemię doganiają czy też biegną na jej spotkanie. Ogromna większość z nich, rozgrzana w wyniku tarcia, spala się już w górnych warstwach atmosfery,

natomiast bardziej masywne wnikają głębiej powodując świecenie otaczającej je atmosfery poczynając od wysokości około 100 km. Np. meteoroid o masie 0.25 g wpadając do atmosfery z prędkością 60 km/s utworzy meteor o jasności około 0 mag. Meteory tak jasne, że zwracają na siebie uwagę przypadkowych osób noszą nazwę bolidów. Gdy Ziemia przechodzi przez strumień meteoroidów to liczba pojawiających się meteorów wzrasta. Meteory pochodzące z jednego strumienia tworzą na niebie tzw. rój meteorów, a punkt sfery niebieskiej, z którego wydają się wylatywać nazywa się radiantem roju. Nazwa roju meteorowego pochodzi zwykle od nazwy gwiazdozbioru, w którym znajduje się radiant tego roju. Do najbardziej znanych rojów meteorowych należą Perseidy obserwowane corocznie około 10 sierpnia (czyli dnia św. Wawrzyńca i dlatego sierpniowe gwiazdy spadające potocznie nazywa się łzami św. Wawrzyńca), których radiant leży w gwiazdozbiorze Perseusza. Perseidy wywołuje przejście Ziemi przez strumień meteoroidów związany z kometa Swifta-Tuttle'a o okresie obiegu wokół Słońca równym 130 lat. Przejście Ziemi przez gęsty strumień meteoroidów może spowodować bardzo obfity rój meteorów, który czasem określa się mianem deszczu meteorów. Takie zjawisko było ostatnio obserwowane 17 listopada 1966 roku w przypadku roju Leonid, kiedy to w ciągu godziny zarejestrowano około 150 tys. meteorów.

Nieliczne spośród trafiających w Ziemię meteoroidów są w stanie przetrwać przelot przez atmosferę i dotrzeć do powierzchni; ich pozostałości, które spadły na Ziemię, nazywa się meteorytami. Tylko niewielką część meteorytów udało się znaleźć i zbadać. Największy z dotychczas znalezionych ma rozmiary $3 \times 2.8 \times 1.2$ m i masę około

60 t, a znajduje się w miejscu swego spadku w Hoba w południowo-zachodniej Afryce. Ze względu na skład chemiczny meteoryty dzieli się na kamienne (około 66% wszystkich znalezisk), żelazne (około 30%) i żelazno-kamiennie (około 4%). Meteoryty kamienne zbudowane są głównie z minerałów krzemianowych (oliwinów i piroksenów) i mają gęstość około 3 g/cm^3 , a meteoryty żelazne zbudowane są ze stopu żelaza metalicznego zawierającego dużo niklu i znacznie mniej kobaltu, mają one gęstość około 8 g/cm^3 . Ogromna większość meteorytów ka-

miennych to tzw. chondryty, które oprócz minerałów krzemianowych zawierają minerały żelaza nikłonośnego (kamacyty). Ale tym, co najbardziej wyróżnia chondryty są tzw. chondry (inaczej chondrule) czyli kuliste ziarna krzemianowe o rozmiarach od ułamka do kilku milimetrów. Rzadko występujące meteoryty żelazno-kamiennie zbudowane są w mniej więcej równych ilościach z minerałów krzemianowych oraz stopu nikłowo-żelaznego.

K.Z.

KALENDARZYK ASTRONOMICZNY

Luty 1997

Słońce

Dni stają się coraz dłuższe. Słońce wędruje po części ekliptyki położonej pod płaszczyzną równika niebieskiego, ale jego deklinacja wzrasta w ciągu miesiąca od -17° do -8° , w związku z czym dnia przybywa prawie o dwie godziny: w Warszawie 1 lutego Słońce wschodzi o $7^{\text{h}}18^{\text{m}}$, zachodzi o $16^{\text{h}}23^{\text{m}}$, a 28 lutego wschodzi o $6^{\text{h}}24^{\text{m}}$, zachodzi o $17^{\text{h}}13^{\text{m}}$. W lutym Słońce wstępuje w znak Ryb.

Księżyc

Bezksiężycowe noce będziemy mieli w pierwszej połowie lutego, bowiem kolejność faz Księżycy jest w tym miesiącu następująca: now 7^d15^h, pierwsza kwadra 14^d09^h, pełnia 22^d10^h. W perygeum Księżyc znajdzie się 7 lutego, a w apogeum 21 lutego.

Planety i planetoidy

Na początku lutego, nad ranem, nisko nad wschodnim horyzontem możemy próbować odłoneżyć Merkurego około zerowej wielkości. Wenus zbliżająca się do koniunkcji ze Słońcem będzie praktycznie niewidoczna. Przez całą noc w gwiazdozbiorze Panny widoczny jest Mars jako gwiazda

około -1^{m} . Jasność w ciągu miesiąca szybko rośnie w związku ze zbliżającą się marcową opozycją. Pod koniec miesiąca można pró-

Dane dla obserwatorów Słońca
(na 1^h czasu środk.-europ.)

Data 1997	P [']	B_0 [']	L_0 [']
II 1	-12.20	-6.04	12.53
3	-13.01	-6.17	346.20
5	-13.80	-6.31	319.87
7	-14.45	-6.43	293.54
9	-15.31	-6.54	267.22
11	-16.04	-6.65	240.99
13	-16.74	-6.75	214.55
15	-17.43	-6.84	188.21
17	-18.09	-6.92	161.87
19	-18.72	-6.99	135.53
21	-19.34	-7.05	109.19
23	-19.93	-7.11	82.85
25	-20.49	-7.15	56.51
27	-21.03	-7.19	30.16
III 1	-21.55	-7.22	3.82

P – kąt odchylenia osi obrotu Słońca mierzony od północnego wierzchołka tarczy; B_0 , L_0 – heliograficzna szerokość i długość środka tarczy; $1^{\text{d}}22^{\text{h}}51^{\text{m}}$ – heliograficzna długość środka tarczy wynosi $0'$.

bować szukać Jowisza tuż przed wschodem Słońca nisko nad wschodnim horyzontem jako gwiazdy -2^m . Na początku miesiąca wieczorem można obserwować Saturna jako gwiazdę pierwszej wielkości na granicy gwiazdozbiorów Wieloryba i Ryb. Pozostałe planety przebywają na niebie zbyt blisko Słońca i są niewidoczne.

Nadal atrakcją lutowego nieba będzie kometa Hale-Bopp'a. Kometa będzie się wznosić coraz wyżej, osiągając maksymalną wysokość nad horyzontem równą 32° na początku świtu astronomicznego, jako rozmyty obiekt o jasności od 2.5^m na początku miesiąca do około 1^m pod koniec miesiąca.



6^d10^h Złączenie Wenus z Neptunem w odł. 1° .
 6^d0^h Złączenie Wenus z Jowiszem w odł. 0.3° .
 6^d4^h Złączenie Merkurego z Księżycem w odł. 5° .

6^d8^h Złączenie Neptuna z Księżycem w odł. 4° .
 6^d17^h Złączenie Jowisza z Księżycem w odł. 5° .
 6^d18^h Złączenie Wenus z Księżycem w odł. 5° .
 6^d20^h Złączenie Urana z Księżycem w odł. 5° .
 6^d10^h Mars nieruchomy w rektascensji.
 7^d12^h Złączenie Wenus z Uranem w odł. 0.2° .
 7^d20^h Złączenie Merkurego z Neptunem w odł. 1° .
 10^d17^h Złączenie Saturna z Księżycem w odł. 2° .
 12^d14^h Złączenie Wenus z Jowiszem w odł. 1° .
 13^d0^h Złączenie Merkurego z Uranem w odł. 1° .
 16^d8^h Złączenie Jowisza z Uranem w odł. 0.2° .
 $18^d15^h53^m$ Słońce wstępuje w znak Ryb, jego długość ekliptyczna wynosi wówczas 330° .

25^d2^h Złączenie Marsa z Księżycem w odł. 3.5° .
 Momenty wszystkich zjawisk podane są w czasie środkowo-europejskim.

Opracował T. Ścieżor

CONTENTS

W. Szyborska	
An excess	290
J. Biała	
The meteorites from Mars	291
S. R. Brzostkiewicz	
About the meteor craters on the Earth and Moon once more	297
K. Ziolkowski	
The Leonids	305
Chronicle:	
The Warsaw Telescope in the Las Campanas Observatory	309
Observations	311
Vade-mecum for Observers	317
Astronomy Primer	318
Astronomical Calendar	319

СОДЕРЖАНИЕ

В. Шымборска	
Избыток	290
Я. Бяла	
Метеориты из Марса	291
С. Р. Бжосткевич	
Об метеоритных кратерах на Земле и Луне ещё раз	297
К. Зиolkовски	
Леониды	305
Хроника	
Варшавский телескоп в обсерватории Лас Кампанас	309
Наблюдения	311
Справочник наблюдателя	317
Букварь Урании	318
Астрономический календарь	319

URANIA – Miesięcznik Polskiego Towarzystwa Miłośników Astronomii. Redaguje kolegium: Krzysztof Ziolkowski – redaktor naczelny, Magdalena Sroczyńska-Kożuchowska – sekretarz redakcji. Adres redakcji: ul. Bartycka 18, 00-716 Warszawa. Adres wydawcy: Zarząd Główny PTMA, ul. św. Tomasza 30/8, 31-027 Kraków, tel 22 38 92; nr konta PKO 10M Kraków 35510-16391-132. Koszt wytworzenia tego zeszytu 3,90 zł. *Uranie* rozprowadza się w ramach składki członkowskiej; w 1996 roku 42 zł (zniżka 36 zł). Cena poza PTMA 3,90 zł (39 000 starych złotych). Nr indeksu 380016.



Trzecia strona okładki: Zdjęcia zaćmienia Słońca w dniu 12 października 1996 r. wykonane przez Mariusza Świętnickiego z Żręcina koło Krosna (u góry) i Jana Desselbergera z synem Markiem z Chorzowa (u dołu).

Czwarta strona okładki: Zdjęcie zaćmienia Słońca w dniu 12 października 1996 r. wykonane w momencie maksymalnej fazy przez Jerzego Giergielewicza za pomocą teleskopu im. S. R. Brzostkiewicza z dziedziczą Stacji Ornitologicznej „Świdwie” koło Szczecina.



TAURUS
CRUX
VELA
CIRCINUS
MUSCA
TRIANGULUM
PAVO
INDUS
GRUS
SOUTH GALACTIC POLE
EQUATOR GALACTIC
SOUTH GALACTIC POLE
31320
3532
3766
2808
6067
605
605
253