

# METEORYT

Biuletyn wydawany przez  
Olsztyńskie Planetarium i Obserwatorium Astronomiczne  
i Society of Heteoritopniles  
dla polskich miłośników meteorytów

Opóźnienie tego numeru wynika z faktu, że sierpniowy **Impact!** ukazał się dopiero we wrześniu. Gdyby chcieć przetłumaczyć wszystkie interesujące artykuły, jakie się tam znalazły, opóźnienie byłoby jeszcze większe. Dlatego planuję wydanie w grudniu "Meteorytu" nr 4 zawierającego artykuły o polskich meteorytach publikowane w **Impact!** nr 2 (August 1991) i nr 5 (August 1992) oraz skrócony katalog meteorytów znajdujących się w polskich kolekcjach, a być może także artykuł jednego z polskich naukowców badających meteoryty. Planowanie nie jest jednak na ogół równoznaczne z realizacją.

Planowane na sierpień sprowadzenie meteorytów do sprzedaży udało się jednak zrealizować i Klub Kolekcjonerów Meteorytów stał się faktem. Działa on przy Olsztyńskim Planetarium i Obserwatorium Astronomicznym, które zajmuje się stroną organizacyjną i powołuje w tym celu Koordynatora, który utrzymuje kontakt z członkami i udziela informacji. Na razie Koordynatorem został niżej podpisany. Klub liczy obecnie 25 członków.

Członkiem Klubu staje się każdy, kto nabywa meteoryt za pośrednictwem Klubu, albo ma już kolekcję i zechce się ujawnić. Przynależność do Klubu nie ogranicza możliwości dysponowania własną kolekcją meteorytów, dokonywania wymiany lub sprzedaży okazów. Członek Klubu powinien tylko informować o wszelkich zmianach w swej kolekcji dla potrzeb katalogu meteorytów. Dla członków przynależność do Klubu stanowi formę gwarancji, że posiadają oni rzeczywiście okazy materii pozaziemskiej. Członkom Klubu oferujemy możliwość zaprenumerowania "Meteorytu", ale nie wszyscy z tego korzystają.

Liczba polskich Associate Members of Society of Meteoritophiles wynosi obecnie 18.

Materiały zawarte w dziale "Nowiny" tłumaczył p. Michał Kosmulski (Associate Member), za co mu bardzo dziękuję.

Andrzej S. Pilski  
redaktor

## Poszukiwanie meteoroidów mogących spaść na Ziemię

### Duncan Steel

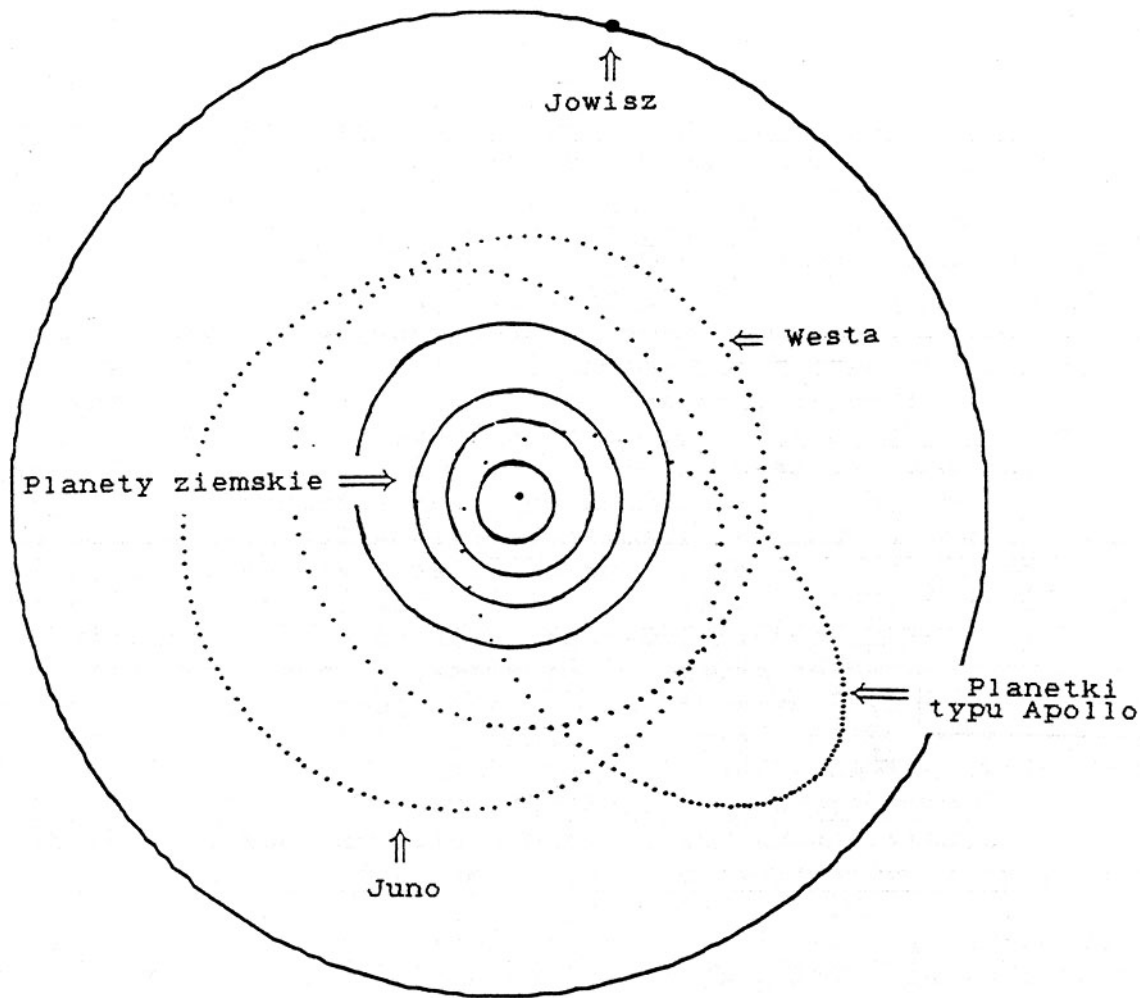
**Streszczenie:** Gdy nasza wiedza o populacji obiektów makroskopowych przecinających orbitę Ziemi wzrosła w ciągu ostatnich dwóch dziesięcioleci, stało się jasne, że nasz planetarny dom jest narażony na duże zderzenia, o możliwych katastrofalnych skutkach dla rodzaju ludzkiego, z niepokojącą częstotliwością. Ta zmiana poglądu, po której astronomowie, patrząc na zrytą kraterami powierzchnię Księżyca, przestali wierzyć naiwnie, że z jakiegoś powodu Ziemia uniknęła takiego bombardowania, doprowadziła także do zmiany poglądów wielu geologów, którzy uważają teraz, że zderzenia z planetkami i kometami odegrały istotną rolę w kształtowaniu powierzchni naszej planety tak samo jak powierzchni innych planet i ich księżyców. Istnieje obecnie dążenie, szczególnie w Stanach Zjednoczonych, do stworzenia programu wykrycia przede wszystkim wszystkich dużych obiektów zbliżających się do Ziemi (NEO: planetki i komety, które mogą uderzyć w naszą planetę). Australia ma szansę odegrać główną rolę w tym programie zarówno z powodu położenia geograficznego jak i doświadczenia uzyskanego w ciągu ostatnich kilku lat w poszukiwaniu takich obiektów: z czterech głównych programów poszukiwawczych trzy są w USA, a tylko AANEAS (Angielsko-Australijski Przegląd Asteroidów Zbliżających się do Ziemi) działa na południowej półkuli. Wiele innych krajów też powinno być włączonych. Odkrycie NEO będącego na kolizyjnym kursie z Ziemią wywoływałoby niezbędną reakcję, a plany przechwycenia i zmiany trajektorii takiego obiektu są także przygotowywane. Jednym z problemów jest jednak, że planowane poszukiwania (skoncentrowane w obszarze bliskim opozycji, ale sięgającym sześćdziesięciu stopni na północ i południe od ekliptyki) mogą wykryć prawie wszystkie planetki i komety krótkookresowe większe niż pół kilometra średnicy, na wiele lat przed spodziewanym zderzeniem, ale pozostają bardzo mało czułe na planetki o orbitach typu Ateny (orbity o okresach mniejszych niż rok, tak, że planetka spędza większość czasu wewnątrz orbity Ziemi i dlatego nie daje się obserwować konwencjonalnymi technikami optycznymi, ale aphelium ma poza orbitą Ziemi).

### 1. WSTĘP

Żadnego z czytelników popularnej prasy nie mogło ominąć podniecenie (i zaniepokojenie) spowodowane odkryciem w ciągu kilku ostatnich lat planetek przelatujących blisko Ziemi (z astronomicznego punktu widzenia). W momencie pisania tego artykułu rekord należy do planetki 1991 BA, która minęła nas w odległości około 170 tys. km w styczniu 1991 r. Mimo jej małych rozmiarów (5 do 10 metrów średnicy, najmniejszy i rzeczywiście najślabszy naturalny obiekt obserwowany kiedykolwiek teleskopowo poza atmosferą) 1991 BA spowodowałaby wybuch o energii rzędu 50 kiloton trotylu (pięć razy więcej niż bomba zrzucona na Hiroszimę), gdyby uderzyła w naszą planetę. W rzeczywistości rekordową eksploz-

ją w ciągu roku, wywołaną wtargnięciem w atmosferę ciała pozaziemskiego, co zwykle kończy się wybuchem atmosferycznym, była eksplozja o sile 20 kiloton. Większe obiekty, jak ciało o średnicy 50-60 metrów, uważane za fragment dużej komety, po której pozostała kometa P/Encke i rój meteorów Taurydy, które eksplodowało nad rzeką Podkamienną Tunguską na Syberii 30 czerwca 1905 r., powodując wybuch o energii równoważnej wybuchowi 20 megaton trotylu, przybywają w odstępach rzędu setek lat. Sugerowałem ostatnio, częściowo na podstawie mitologii Maorysów, że wydarzenie podobne do tunguskiego mogło nastąpić nad południową Nową Zelandią około 800 lat temu, a podobny mit istnieje wśród Aborygenów z rejonu Wilcannia w zachodniej Nowej Południowej Walii. Opowiada on o zapowiadanej spadającej gwiazdzie przynoszącej ogień i zniszczenie, gdy pędzi przez niebo, zabijając wielu ludzi i zrzucając dziwne kamienie, po czym następuje potop. Kamienie pokazane w książce z tą opowieścią wyraźnie nie są meteorytowe, ale może to wynikać z pomyłki po wiekach przekazywania tej opowieści. Legendy o dziwnych kamieniach spadających z nieba wywołujących pożary (na przykład udokumentowano ostatnio spadek meteorytu w Zairze w 1929 r., który wywołał mały pożar) i powodzie, są powszechnym tematem w mitologii odległych od siebie kultur. Są także dowody wynikające z badań naukowych, sugerujące, że mitologia może być sensownym zapisem zmian liczby ciał spadających na Ziemię.

Inna rzecz, o której warto tu wspomnieć, to fakt, że większość naukowców przyjmuje, że duże bryły zderzają się z Ziemią w sposób przypadkowy, bez żadnej korelacji czasowej. Można to określić terminem "katastrofizm stochastyczny" powodowany przez rozproszoną populację NEO. Mój pogląd jest taki, że główne zagrożenie dla Ziemi, a więc i ludzkości, stanowią w rzeczywistości powiązane ze sobą zderzenia, powodowane przez grupy brył powstałe wskutek rozpadu dużej komety. Taki rozpad występuje w skali czasowej  $10^4$ - $10^5$  lat. Określam to terminem "katastrofizm połączony". Można to przedstawić jako duży zbiór gruzów o rozmiarach 50 do 200 metrów zgromadzonych za macierzystą kometa, która wytwarza wiele takich fragmentów, gdy się rozpada. Największe z nich są obserwowane jako odrębne komety lub planetki. Wtedy gdy taki zespół brył przecina płaszczyznę orbity Ziemi w odległości 1 jednostki astronomicznej od Słońca, zderzenia z Ziemią stają się możliwe. Występuje to cyklicznie z okresem rzędu kilku tysięcy lat i może trwać przez stulecie. Podczas tego stulecia, w którym zespół brył przecina orbitę Ziemi, gdy Ziemia znajdzie się w tym samym punkcie, rój brył o wielkości bolidu tunguskiego i większych zasypuje naszą planetę. Zdarza się to z częstotliwością zależną od okresu obiegu komety wokół Słońca. Na przykład w obecnej epoce zespół Taurydów jest najlepszym przykładem: uważa się, że cały cykl trwa 3-4 tys. lat, z czterema epokami aktywności, z których każda trwa mniej więcej stulecie. Ponieważ okres obiegu zespołu brył jest około 3,3 lat, więc raz na dziesięciolecie (raz na trzy obiegi Tauryd) zespół brył znajduje się w tym samym miejscu co Ziemia podczas danego okresu aktywności i następują liczne zderzenia, po czym następuje przerwa na jakieś tysiąc lat.



### Orbity ciał wewnętrznego Układu Słonecznego

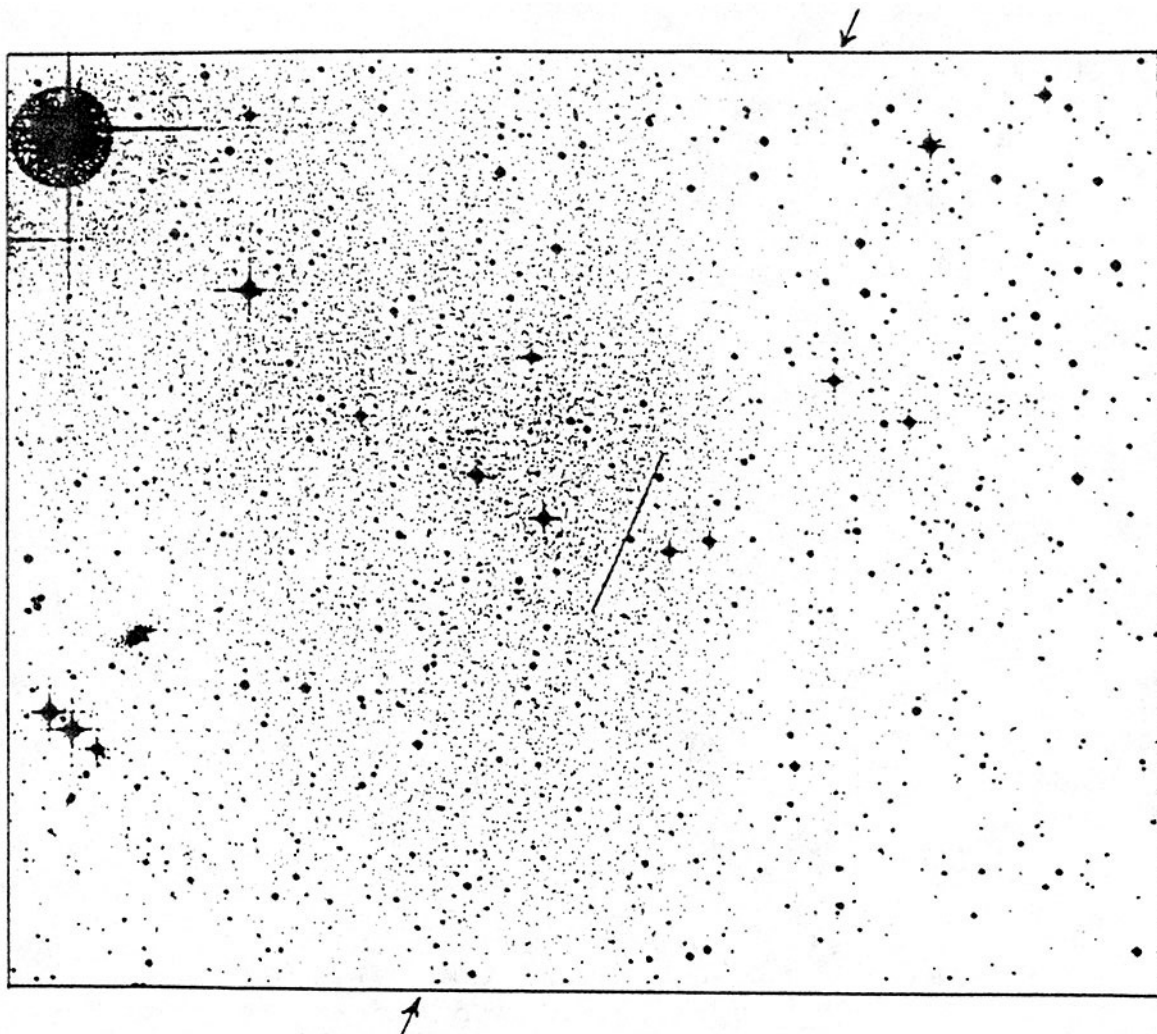
Wszystkie planety i planetki (planetki są też nazywane planetoidami lub asteroidami) krążą po eliptycznych orbitach wokół Słońca. Przeważająca większość planetek krąży po prawie kołowych orbitach (inaczej mówiąc: eliptycznych o małym mimośrodku) między Jowiszem, a Marsem, który jest najbardziej zewnętrzną z planet ziemskich. Na tym rysunku pokazano orbity dwóch spośród największych planetek: Juno i Westy. Kropki oznaczają ich pozycje na orbicie w odstępach tygodnia i są nieco bardziej od siebie oddalone blisko perihelium, ponieważ prędkość planetek w tym punkcie jest największa, a zbliżają się do siebie przy aphelium. Jednak niektóre niegrzeczne planetki mają orbity o większych mimośrodkach, wskutek czego przecinają orbity planet. Pokazana jest tu przykładowa planetka typu Apollo mająca aphelium blisko orbity Jowisza i perihelium niewiele dalej od Słońca niż Merkury. Może więc ona zderzyć się z Marsem, Ziemią lub Wenus. Na takiej orbicie z dużym mimośrodkiem planetka szybko przelatuje przez perihelium, a większość czasu spędza przy aphelium będąc zbyt daleko od Ziemi i poruszając się zbyt wolno, aby dać się zauważyć. Największą szansę jej zaobserwowania mamy wtedy, gdy Ziemia znajdzie się w takim miejscu swej orbity, że planetka znajdzie się naprzeciw Słońca wtedy, gdy będzie między orbitami Marsa i naszej planety.

Powyższe dane dotyczą częstotliwości zderzeń ze stosunkowo małymi NEO. Naukowcy generalnie są zgodni, że progowa wielkość planетки, zdolnej wywołać przy zderzeniu z Ziemią skutki w skali globalnej, mieści się gdzieś między 1 a 2 km zależnie od prędkości i składu chemicznego. Częstotliwość zderzeń z takimi obiektami, tworzącymi kraterę rzędu 10 - 20 km średnicy, jest mniej więcej jedno zderzenie na sto tysięcy lat.

## 2. CO ROBIONO DOTĄD

Po odkryciu w 1932 r. pierwszej planетки typu Apollo niewiele zrobiono w tej dziedzinie przez kilka dziesięcioleci. Przedtem znano kilka komet mających orbity przecinające ziemską (jak kometa P/Halley), tak że koncepcja, że mogą one zderzać się z Ziemią powodując zniszczenia, nie była nieznaną. Warto zauważyć, że słowo "disaster" (ang. "nieszczęście") znaczy dosłownie "zła gwiazda" i oczywiście każda kometa (czy gwiazda z włosami) uderzająca w nas byłaby bardzo złą wieścią, przynajmniej w obecnej epoce; wcześniej w dziejach naszej planety powinniśmy być zadowoleni, że nastąpiło wiele zderzeń, ponieważ najwidoczniej dostarczyły one globalnych zapasów wody i związków organicznych. Dostarczenie w przeszłości materii na planetę przez planетки i komety i zagłada dinozaurów prowadząca do rozwoju ssaków, to nie jedyne sposoby w jakie zderzenia mogą być pożyteczne dla ludzkości: w przyszłości NEO mogą być głównym źródłem surowców dla podboju Kosmosu.

W ciągu dziesięcioleci po 1932 r. kilka NEO odkryto przypadkowo, szczególnie wtedy, gdy zaczęto używać teleskopów o dużym polu widzenia jak kamera Schmidta: planетка 1566 Icarus została znaleziona w 1948 roku wkrótce po zakupieniu 1,2 m. Schmidta na Mount Palomar. Jednak obecnie jest zabawne, że w latach 50-tych i 60-tych wiele dyskutowano o pochodzeniu kraterów księżycowych, a było wyraźną niespodzianką dla wielu, gdy kraterę została znaleziona na Marsie i Merkury; w ostatnich kilku latach zauważono, że radar sondy Magellan pokazał duże kraterę na Wenus, nawet rozległa atmosfera tej planety stanowiła niewielką ochronę przed ponad kilometrowymi planetkami i kometami. Obecnie wiadomo, że kraterę zderzeniowe są powszechnym tworem w całym Układzie Słonecznym, a Ziemia nie stanowi tu wyjątku. Zaczynając w początkach lat 70-tych i używając głównie 0,46 m. teleskopu Schmidta, zespół kierowany przez Eleanor Helin i Gene Shoemaker poszerzył znacznie naszą wiedzę o NEO i nadal tę pracę kontynuuje. Po wielu wysiłkach w latach 80-tych zespół kierowany przez Toma Gehrelsa skompletował specjalny teleskop go poszukiwań na Kitt Peak, zwany Spacewatch (strażnik Kosmosu). Ten instrument ma średnicę 0,9 m, małe pole widzenia i automatycznie przegląda niebo, przy czym obrazy uzyskiwane za pomocą detektorów CCD są porównywane przy pomocy specjalnego programu komputerowego. Jest to obecnie jedyny działający przyrząd do poszukiwania NEO, nie używający techniki fotograficznej.



Typowe zdjęcie (negatyw) fragmentu nieba, na którym odkryto planetkę przelatującą blisko Ziemi (NEO). Przez pole gwiazd (i "nieostrzych" galaktyk jak ta przy lewym brzegu) biegnie kreska zrobiona przez planetkę poruszającą się w ciągu godziny naświetlania tego zdjęcia zrobionego teleskopem Schmidta w Anglo-Australijskim Obserwatorium koło Coonabarabran w Nowej Południowej Walii. Ten teleskop robi zdjęcia nieba na płytach obejmujących obszar o szerokości około 6,4 stopnia czyli około jednej tysięcznej powierzchni całego nieba. To powiększenie ma szerokość około ćwierć stopnia czyli połowy średnicy kątowej Słońca i Księżycy. Na zdjęciu okolicy ekliptyki może być 50 do 250 śladów planetek, z których przeważająca większość, to planetki z głównego pasa (między Marsem a Jowiszem). Mają one ślady odpowiadające prędkości kątowej 0,2 do 0,4 stopnia na dobę (około pół milimetra na płycie naświetlanej godzinę). Jednak raz na 50 do 100 zdjęć trafia się długi ślad, odpowiadający prędkości kątowej 1 stopień na dobę. Taki ślad pozostawiają planetki przelatujące blisko Ziemi. Po odkryciu takiej planetki, innymi teleskopami robi się dalsze jej obserwacje, aby dokładnie wyznaczyć jej pozycje i w rezultacie jej orbitę okołosłoneczną.

### 3. PROGRAM AUSTRALIJSKI

Sukces powyższych programów wskazał na potrzebę objęcia poszukiwaniami południowego nieba i w maju 1990 rozpoczął się program AANEAS finansowany przez Australijską Radę Naukową. W tym programie uczestniczy autor, Robert H. McNaught i Ken Russel. Sposób działania jest następujący: zdjęcia południowego nieba są wykonywane rutynowo przez teleskop Schmidta w angielsko-australijskim obserwatorium w Siding Spring w Nowej Południowej Walii, w ramach jednego z przeglądów nieba, na przykład powtarzającego obserwacje wykonane w latach 70-tych, aby wyznaczyć ruch własny gwiazd. Są one wykorzystywane na przykład do dostarczenia dokładnych, aktualnych pozycji słabych gwiazd używanych do naprowadzania teleskopu kosmicznego Hubble. Te płyty fotograficzne są przeglądane przez zespół AANEAS, gdy tylko opuszczą suszarkę (czyli 12 - 18 godzin po naświetleniu), przy czym szczególną uwagę zwraca się na krótkie kreski, które wskazują, że jest to planetka (albo kometa), która poruszyła się o mierzalny odcinek w czasie ekspozycji. Każda płyta obejmuje pole widzenia o boku 6,4 stopnia, czyli 12 - 13 średnic kątowych Księżyca; to jest stały kąt około jednej tysięcznej nieba. Płyty mają bok 36 cm. Planetki głównego pasa (między Marsem a Jowiszem) poruszają się po niebie w tempie około jedna trzecia stopnia na dobę, tak że podczas godzinnej ekspozycji (naświetla się zdjęcia 60 - 160 minut) takie ciało zrobi ślad o długości około jednej czwartej milimetra. Planetki głównego pasa mają także przeważnie małe nachylenie, tak że ich ślady są wyciągnięte w rektascensji z bardzo małym przesunięciem w deklinacji i pozostają blisko płaszczyzny ekliptyki (płaszczyzny orbity Ziemi). Natomiast NEO najczęściej ma szybki ruch katowy (stopień na dobę lub więcej), który może być wyciągnięty niemal w każdym kierunku na niebie i może pojawić się daleko od ekliptyki. Dlatego jeśli przeglądamy zdjęcie zrobione blisko ekliptyki, możemy znaleźć 50 - 200 śladów planetek głównego pasa, które nie są interesujące dla tego programu i jakiś NEO pojawi się jak igła w tym stogu siana: ale taka, którą zwykle łatwo rozpoznać. Zdjęcie zrobione daleko od ekliptyki najczęściej nie ma śladów planetek, ale jeśli jakiś ślad się pojawi, to prawie na pewno jest interesujący. Średnio robi się 75 - 100 zdjęć miesięcznie i na nich możemy znaleźć jeden NEO. Ponieważ trzeba 30 - 60 minut na przeszukanie każdej płyty, więc wydaje się, że rezultat nie jest imponujący, ale aby widzieć to we właściwej perspektywie: od 1932 roku znaleziono ogółem prawie 200 planetek bliskich Ziemi (NEO), z czego przeważającą większość w ostatniej dekadzie, a z tego prawie 10% znaleziono w rezultacie programu AANEAS w pierwszych dwóch latach jego trwania.

Gdy przypuszczalny NEO zostanie znaleziony na płycie, w ciągu następnych nocy jest ponownie obserwowany, aby wyznaczyć jego orbitę. Na ogół niezbędne są pozycje astrometryczne z 3 - 4 nocy, a potem jeszcze obserwacje w następnym miesiącu, aby zwiększyć łuk orbity, na którym obiekt obserwowano. Często NEO można obserwować tylko przez miesiąc, tak, że te wczesne obserwacje są niezbędne, aby można go było odkryć teleskopowo po roku, gdy

Ziemia zrobi jedno okrążenie. Te dalsze obserwacje są na ogół robione przez grupę AANEAS na Siding Spring przy użyciu szwedzkiego teleskopu Schmidta i 40-calowego teleskopu. Ten pierwszy jest używany do początkowych obserwacji, aż orbita będzie wystarczająco dokładna by obliczyć efemerydy z dokładnością pozwalającą na odnalezienie obiektu w wąskim polu widzenia drugiego teleskopu. Obserwacje do wyznaczenia orbity mogą być także robione dla obiektów na południowym niebie będących poza zasięgiem północnych obserwatoriów, przez astronomów w obserwatoriach w Nowej Zelandii, Perth czy Chile. Tak samo zespół AANEAS może robić dalsze obserwacje dla odkryć zrobionych przez zespoły poszukiwawcze USA, szczególnie gdy te obiekty szybko przesuwają się na południe poza zasięg północnych obserwatoriów.

#### 4. CO SIĘ PLANUJE

Bez wątplenia częściowo z powodu kampanii prasowej w końcu 1990 roku Kongres USA polecił HASA powołanie komitetu do rozważenia programów badawczych mających na celu: (a) znaczne zwiększenie liczby odkryć NEO; i (b) znalezienie odpowiedzi na zagrożenie ze strony HEO znajdującego się na kolizyjnym kursie z Ziemią. Tekst ten brzmi następująco:

*Komitet uważa, że jest rzeczą konieczną, aby stopień wykrywania planetek przecinających orbitę Ziemi został znacząco zwiększony, i że sposoby zniszczenia lub zmiany orbity planetek zagrażających zderzeniem powinny zostać określone i uzgodnione na szczeblu międzynarodowym.*

*Szansa, że Ziemia zderzy się z dużą planetką, jest skrajnie mała, ale ponieważ konsekwencje takiego zderzenia są skrajnie duże, Komitet uważa, że uzasadnione jest rozpoznanie natury zagrożenia i przygotowanie środków zabezpieczających. Posiadamy technologię, aby wykryć takie planetki i przeciwdziałać ich zderzeniu z Ziemią.*

Pierwszemu komitetowi NASA ('Wykrycie') przewodniczył Dr David Morrison z NASA-Ames Research Center) i zarówno Ken Russel jak i ja pracowaliśmy w tym zespole. Hasze opracowanie zostało ukończone w styczniu 1992. Pracowałem także w drugim Komitecie ('Przechwycenie') kierowanym przez Dr John Rather i Dr Jürgen Rahe, który zebrał się w Los Alamos National Laboratory w połowie stycznia 1992. Opracowanie tego komitetu było kończone, gdy przygotowywałem ten artykuł: zobacz uwagi na końcu tego rozdziału.

Wracając do komitetu Horissona, może być interesujące wiedzieć, co zostało zalecone. Proponowany jest trójstopniowy projekt, nazwany *Spaceguard* od podobnego (choć opartego na radarze) projektu opisanego przez Artura C. Clarke w jego powieści *Rendezvous with Rama* (wydanej w 1973 r.):

*Spaceguard 0* jest prostą kontynuacją i rozszerzeniem obecnych programów poszukiwań, tak, że w ciągu najbliższych pięciu lat zostanie zebrana dostatecznie duża próbka NEO, aby zoptymalizować dalsze poszukiwania: ocenia się, że jest przynajmniej 2 - 3 tysiące planetek zbliżających się do Ziemi, o rozmiarach ponad 1 km i około 10 tys. większych niż pół kilometra, z których tylko znikomy procent jest obecnie znany.



Spaceguard 1 będzie siecią co najmniej sześciu teleskopów przeznaczonych tylko do poszukiwań z centralnym ośrodkiem administracyjno - obliczeniowym do opracowywania napływających danych. Planowane są teleskopy o średnicy 2 - 3 metry i dużym polu widzenia (2 - 3 stopnie) z mozaiką detektorów CCD analizujących niebo. Byłyby one rozrzucone po wszystkich szerokościach i długościach geograficznych, przy czym na południowej półkuli znajdowałyby się w Australii, Chile i Afryce Południowej. Potrzebne są także instrumenty o małym polu widzenia do dalszego obserwowania odkrytych planetek. Uważa się, że tempo odkrywania będzie ogromne: kilka tysięcy KEO (większość bardzo mała: 10 - 100 m.) będzie odkrywanych co miesiąc. Mimo to będzie potrzebnych 15 - 20 lat, aby osiągnąć cel w zasadzie kompletnego wykrycia wszystkich zbliżających się do Ziemi planetek większych niż 1 km. (patrz jednak rozdz. 5). Cel tego jest taki, że dla każdego obiektu komputer wyliczy jego trajektorię w przyszłości, aby stwierdzić, czy może on się zderzyć z Ziemią w przewidywalnej przyszłości: gdzieś w najbliższym stuleciu. Możliwe będzie przewidzenie każdego zderzenia na wiele lat naprzód (chyba, że będziemy mieli pecha i obiekt zostanie od razu odkryty na orbicie prowadzącej do zderzenia z Ziemią), a wtedy plany opracowane przez komitet Rather/Rahe wejdą w fazę realizacji. Jednak komety długookresowe (LPC) mogą być znalezione tylko jakieś 6 - 12 miesięcy przed możliwym zderzeniem, tak że stanowią one specjalny problem.

Spaceguard 2 częściowo rozwiąże ten problem. Ta faza obejmie większe teleskopy (4 - 5 m średnicy) aby poszukiwać słabszych obiektów. Dla LPC, które spędzają wiele lat przechodząc przez obszar wielkich planet, wystarczą najprawdopodobniej dwa teleskopy, po jednym na każdej półkuli. Jeśli uważa się za niezbędne zinwentaryzowanie wszystkich mniejszych planetek zbliżających się do Ziemi, to będzie potrzebnych więcej instrumentów, albo można skonstruować system kosmiczny. Takie projekty są na znacznie dalszą przyszłość. W najbliższej przyszłości (następne 5-10 lat) jest pożądane niezwłoczne uruchomienie Spaceguard 0, a Spaceguard 1 otrzyma fundusze pozwalające na rozpoczęcie działania w latach 1995-96. Całkowity koszt systemu z sześcioma teleskopami działającego przez 20 lat jest oceniany na 300 milionów dolarów USA. Te fundusze trzeba będzie wydestać od kilku rządów.

Można zauważyć, że jak dotąd nie wspomniano o żadnej roli dla radaru. Rzeczywiście radar nie jest użytecznym narzędziem do poszukiwań przy obecnie dostępnej technologii. Nawet za pomocą najpotężniejszych istniejących radarów planetarnych (Goldstone w Kalifornii i Arecibo w Puerto Rico) można tylko odkryć echo od NEO jeśli (1) jest dostępna efemeryda z dokładnością do minuty łuku i (2) znajdują się one w przedziale odległości dla typowych rozmiarów NEO. Napisawszy, że radary nie są przydatne do poszukiwań, trzeba jednak powiedzieć, że są nieocenionymi urządzeniami do śledzenia już odkrytych planetek. Aby wyznaczyć orbitę NEO, która jest dostatecznie dokładna, aby umożliwić całkowanie numeryczne na dziesięciolecia w przyszłość, konieczna jest

astrometria optyczna przez kilka kolejnych pojawień, ponieważ niepewność pozycji KEO w przestrzeni uzyskanej z obserwacji optycznych, może być rzędu tysięcy kilometrów na płaszczyźnie nieba. Natomiast obserwacje radarowe mogą określić zarówno odległość jak i prędkość radialną z wysoką dokładnością; pojedyncza obserwacja radarowa może być warta tyle samo dla poprawienia efemerydy, co dziesięć lat astrometrii optycznej. Z tego powodu jest pożądane dla projektu Spaceguard otrzymanie większego dostępu do radarów Goldstone i Arecibo (czasem na krótko) a obecne ulepszenie Arecibo pomoże także zwiększyć wykrywalność małych KEO. Jednak urządzenia na południowej półkuli są również bardzo pożądane. Australia jest jedynym państwem na półkuli południowej posiadającym infrastrukturę techniczną do budowy radaru planetarnego tego typu, co gwarantuje temu krajowi głębokie zaangażowanie się w Spaceguard od samego początku.

Wracając do drugiego komitetu NASA, powołanego do wskazania sposobów usunięcia zagrożenia przez NEO: przechwycenie i zmiana kursu, albo zniszczenie, albo ewakuacja rejonu zderzenia? Ten komitet spotkał się w Los Alamos, w Nowym Meksyku, w styczniu 1992 i składał się z około tuzina astronomów, podobnej liczby naukowców i inżynierów od lotów kosmicznych i dużego zespołu z armii USA i programu Inicjatywy Obrony Strategicznej (SDI), z którego wyróżniał się Dr Edward Teller. Byłem jedynym członkiem tego komitetu spoza USA. Ponieważ sprawozdanie tego komitetu nie jest jeszcze ukończone, niewiele mogę w tym momencie powiedzieć; jednak samo spotkanie było skrajnie podniecające zarówno z powodu wysokiego poziomu wielu referatów i dyskusji, jak też z powodu dziwacznej natury niektórych innych. Było jasne, że wielu obecnych albo nie wiedziało o zaleceniach pierwszego komitetu odnośnie natury zagrożenia, (w tej części się z nimi nie zgadzam: patrz niżej) i prawdopodobnego czasu ostrzegania, albo je zlekceważyło. Dla dużych NEO, które są celem *Spaceguard*, najprawdopodobniej nie znajdzie się żadnego obiektu, który mógłby zderzyć się z Ziemią w przewidywalnej przyszłości; a nawet jeśli jakiś by się znalazł na orbicie prowadzącej do zderzenia, to prawdopodobny czas ostrzegania jest wiele lat, a w tym przypadku właściwym działaniem jest przechwycenie obiektu blisko aphelium (najdalszego punktu od Słońca), gdzie zmiana prędkości tylko o kilka milimetrów na sekundę (najprawdopodobniej wywołana za pomocą wybuchu jądrowego) byłaby wystarczająca, aby zmienić kierunek ruchu NEO tak, by minął naszą planetę. Zespół SDI jednak od dawna już uznał, że główne zagrożenie będzie od obiektów wykrytych na tygodnie lub najwyżej miesiące od Ziemi, a w tym przypadku będzie niezbędna armada statków przechwytyjących na orbicie wokółziemskiej, aby pozwolić na przechwycenie i zniszczenie obiektu "w ostatniej chwili". Rzeczywiście zgadzam się z ideą, że główne zagrożenie dla ludzkości pochodzi od małych obiektów, które najprawdopodobniej nie będą dostrzeżone zanim zderzenie nie będzie groźne i sądzę także, że mogą one pojawić się w zwartych grupach, ale tym niemniej wydaje mi się, że to, co przedsięwzięto jako środek zapobiegawczy, jest, na tym etapie, zbyt karkołomne i, jak by powiedzieli lekarze, bardziej groźące śmiercią niż choroba.

## 5. PROBLEM Z PLANETKAMI Z RODZIMY ATENY

Poszukiwania opisane wyżej są oparte na modelach Teda Bowella z Lowell Observatory i Kaari Muinonen z Uniwersytetu Helsińskiego, które pokazują, że większość skutecznych poszukiwań komet i planetek typu Apollo i Amor obejmuje przeglądanie obszaru  $30^\circ$  w obie strony od opozycji i między szerokościami ekliptycznymi  $60^\circ$  na północ i południe. Problem polega na tym, że planetki typu Ateny (przecinające orbitę Ziemi, ale z okresem obiegu mniejszym niż rok) będą w znacznym stopniu przegapiane. [Jest też możliwe, że będą przegapiane LPC przylatujące od strony biegunów ekliptyki i jest to jeden z tematów dla programu Spaceguard 2]. Rzeczywiście trudno sobie wyobrazić skuteczny program poszukiwania planetek typu Ateny z wykorzystaniem światła słonecznego odbitego od ich powierzchni, ponieważ to, że ich aphelia są tylko nieco większe od 1 jednostki astronomicznej oznacza, że pojawiają się one przez większość czasu tylko podczas zmierzchu i świtu. Pierwsza planetka tego typu została odkryta dopiero w 1976 roku i dotąd znanych jest około tuzina. Jest możliwe, że w rzeczywistości istnieje bardzo duża populacja planetek typu Ateny, której Spaceguard nie zauważy. Jest więc konieczne przeznaczenie pewnych środków technicznych na odkrycie przynajmniej tak dużej próbki, aby określić, czy stanowią one znaczną część zagrożenia zderzeniem czy też nie.

Mogą istnieć także inne typy obiektów, które nie są obecnie znane, a mogą stanowić istotne zagrożenie dla Ziemi. Na przykład 1991 DA, 5-8-kilometrowa planetka o orbicie sięgającej od Marsa poza Urana, z okresem 42 lata i nachyleniem do ekliptyki  $63^\circ$ , może być pierwszym odkrytym obiektem z dużej rodziny planetek długookresowych: może to też być uszpona lub wygasła kometa typu Halleya. 1991 DA została odkryta w ramach AANEAS w lutym 1991 r. Chociaż nie osiągnie Ziemi w obecnej epoce, całkowanie numeryczne jej orbity przez 10 lat do przodu i wstecz pokazało, że może ona spędzić 10% czasu na orbicie przecinającej ziemską. Jeśli jest to prawdziwe dla innych takich obiektów, to powinny one być również wzięte pod uwagę, gdy rozważa się obronę naszej planety przed dużymi zderzeniami.

----- \* -----

Dr Duncan Steel jest astronomem pracującym w Anglo-Australijskim Obserwatorium, blisko Coonabarabran, NSW 2357, Australia, oraz na Wydziale Fizyki i Fizyki Matematycznej Uniwersytetu w Adelaide.

---

### Ogłoszenie

METEORYTY ALGIERSKIE, nowe znaleziska, oraz meteoryty i tektyty z całego świata sprzedam lub zamienię na inne. Na życzenie wysyłam listę. Walter Zeitschel, PO Box 2340, D-6450 Hanau 1, GERMANY. FAX: 0049 6181 22486.

(Upprzedzam, że pisać trzeba po niemiecku lub angielsku, wypada dołączyć kupon na odpowiedź i, poza meteorytami żelaznymi, facet drogo bierze, ale jest to specjalista godny zaufania - red.)

# METEORYTY ENSTATYTOWE

----- M.S.Ullal

## WSTĘP

Meteoryty bogate w enstatyt są stosunkowo rzadkie i w konsekwencji osiągają wysokie ceny na rynku kolekcjonerskim. Jednak ich nietypowy skład chemiczny w połączeniu z wyjątkowym kolorytem czynią je interesującym dodatkiem do każdej kolekcji.

## ENSTATYT JAKO MINERAŁ

Enstatyt jest minerałem z grupy piroksenów, krzemianów będących minerałami skałotwórczymi. Jego ogólny wzór  $(Mg,Fe)SiO_3$  wskazuje, że stanowi on stały roztwór, w którym albo jony żelaza albo magnezu (albo oba) mogą łączyć się z krzemionką. Dwa skrajne człony tego stałego roztworu nazywają się *ferrosilit*, gdy skała jest bogata w żelazo,  $FeSiO_3$  i *enstatyt*, gdy dominuje magnez,  $MgSiO_3$ . W rzeczywistości enstatyt może zawierać do 10% żelaza; przy zawartości żelaza od 10% do 20% minerał jest zwany *bronzyt*, a przy 20% do 30% żelaza jest znany jako *hipersten*. Enstatyt ma ciężar właściwy między 3,1 a 3,3 i twardość 5,5 w skali Mohsa (nieco twardszy niż apatyt). Na Ziemi występuje w bogatych w magnez skałach magmowych jak perydotyty, gabra, no-ryty, bazalty i andezyty.

## GRUPA METEORYTÓW ENSTATYTOWYCH

Meteoryty bogate w enstatyt występują zarówno wśród chondrytów jak i achondrytów. Wśród chondrytów są dzielone na sześć typów petrologicznych (E3 - E6/7), natomiast wśród achondrytów są znane jako aubryty. Są stosunkowo rzadkie. Chondryty enstatytowe stanowią tylko około 2% wszystkich znanych spadków chondrytów, a aubryty tylko 13% wszystkich spadków achondrytów. Ogólnie występuje tendencja do większej obfitości chondrytów enstatytowych wyższych typów petrologicznych.

Meteoryty enstatytowe są silnie odtlenione z prawie całym żelazem występującym w postaci czystego metalu lub w połączeniu z siarką jako *troilit*,  $FeS$ . Ta tendencja ujawnia się także w innych metalach takich jak wapń, tytan i chrom, a nawet są znajdowane siarczki potasu i sodu (coś zupełnie nieznanego na bogatej w tlen Ziemi). Nadmiar krzemionki nie pozwala na tworzenie się oliwinu, ale pozwala na rozwój *krystobalitu* i *trydymitu*. Kwarc, zawsze obecny na naszej planecie, jest znajdowany tylko w meteorytach enstatytowych.

Typowy chondryt enstatytowy składa się z 65% enstatytu, 15% kamacytu, 10% troilitu, 5% plagioklazu i 5% innych minerałów. Czysty metal, stanowiący wagowo 20-28%, jest całkowicie kamacytem i jest podobny do tego, z którego składają się meteoryty żelazne - heksaedryty. *Diopsyd*,  $(Ca,Mg)SiO_3$ , jest minerałem akcesorycznym w tym meteorycie, wydzielonym z enstatytu.

Wśród chondrytów enstatytowych można wyróżnić dwie podgrupy ze względu na różnice w obfitości pierwiastków litofilnych i syderofilnych. Grupy petrologiczne E3 do E5 są zwykle zaliczane do EH, a grupy E6 i E7 do EL. Z wyjątkiem skrajnie trudno topliwych

pierwiastków litofilnych, ilości wszystkich pierwiastków litofilnych i syderofilnych w EH są większe niż w EL. W poniższej tabelce są przedstawione najważniejsze własności tych dwóch podgrup:

	Mg/Si (a/a)	Ca/Si (a/a)	Fe/Si (a/a)	Fe-metal/Fe	<sup>18</sup> O (%.)	<sup>17</sup> O (%.)
EH	0,77	0,35	0,95	0,76	5,6	3,0
EL	0,83	0,35	0,62	0,83	5,3	2,7

Aubryty mają bardzo niską zawartość żelaza i są pozbawione pierwiastków syderofilnych i chalkofilnych. Różnią się od chondrytów enstatytowych brakiem metalu i stopniem dyferencjacji.

Nevil Story-Maskelyne (1823-1911) nazywał meteoryty enstatytowe *chladnitami* od nazwiska E.F.F.Chladniego - ojca nowoczesnej meteorytyki.

#### CHONDRYTY ENSTATYTOWE

Do dziś odkryto tylko 31 chondrytów enstatytowych, a znaczna część z nich (26%) została odnaleziona na Antarktydzie. Jednak niektóre znaleziska antarktyczne pasują do siebie, co oznacza, że są fragmentami tego samego meteorytu. Oto zestawienie chondrytów enstatytowych:

Typ	Nazwa	Kraj	Uwagi
E3	LEW 87057	Antarktyda	Znalezione w 1987 r. na Lewis Cliff. Są czterema fragmentami tego samego meteorytu. Wagi: 0,4g, 1g, 1,9g, 0,5g.
	LEW 87223	Antarktyda	
	LEW 87237	Antarktyda	
	LEW 87285	Antarktyda	
	Oingzhen	Chiny	Spadł 13 IX 1976 r. godz. 16.40. Dwa kamienie o łącznej wadze 2,6kg.
E4	Abee	Alberta, Kanada	Spadł 10 VI 1952 r. godz. 11.05, tworząc krater 0,6x0,9 m, głęboki na 1,8 m, nachylony do pionu 25 stopni. Meteoryt jest czarny i brekcjonowany. Waga 107 kg.
	Adhi Kot	Pakistan	Spadł 1 V 1919 r. godz. 12.00. 4,239 kg.
	Indarch	Azerbejdżan	Spadł 7 IV 1891 r. godz. 20.10. Około 27 kg.
	Kota-Kota	Malawi	Znaleziony przed rokiem 1905. 334 g. Odkryty przez sędziego J. Swan, u tubylców, którzy uważali meteoryt za święty.
	Parsa	Indie	Spadł 14 IV 1942 r. Dwa okazy: 600 g. i 200 g spadły blisko Parsa i Paro.
	Saint-Sauveur	Francja	Spadł 10 VII 1914 r. godz. 14-15. Około 14 kg.
	South Oman	Oman	Znaleziony około 1958 r. Około 90 g, zwiędziały.

Typ	Nazwa	Kraj	Uwagi
E5	Bethune	Colorado, USA,	Znaleziony w 1941 r., 107 g.
	St. Mark's	Afryka Południowa	Spadł 3 I 1903 r. godz . 23.00 13,78 kg
	Yilmia	Australia Zachodnia	Znaleziony w 1969 r. Rozpoznany w 1971 r. Liczne kawałki znaleziono w ziemi. Około 24 kg.
E6	Atlanta	Luizjana, USA,	Znaleziony w 1938 r., 5,5 kg.
	Blithfield	Ontario, Kanada	Znaleziony w 1910 r., 1,83 kg.
	Daniel's Kuil	Afryka Południowa,	Spadł 20 III 1868 r. 1 kg.
	Eagle	Nebraska USA	Znaleziony wiosną 1947 r. Wyorany . 10,8 kg.
	Happy Canyon	Teksas, USA	Znaleziony w 1971 r., 16,3 kg. Wyorany. Część została odcięta i później zagubiona.
	Hvittis	Finlandia	Spadł 21 X 1901 r. godz. 12.00. 14 kg. Uderzył w ziemię z prędkością 178 m/s i utworzył krater o głębokości 0,6 m.
	Jajh	Pakistan	Spadł 2 V 1926 r. między 17 a 18 753 g i 202 g.
	Khaipur	Pakistan	Spadł 23 IX 1873 r. godz. 5.00. Deszcz na obszarze 25x4,5 km. 14 kg.
	LEW 87119	Antarktyda	Znaleziony w 1987 r. 12,8 g. Pasuje do LEW 88714.
	LEW 88135	Antarktyda	Znaleziony w 1988 r. 16,0 g.
	LEW 88180	Antarktyda	Znaleziony w 1988 r. 46,5 g.
	LEW 88714	Antarktyda	Znaleziony w 1988 r. 22,6 g. Pasuje do LEW 87119
	N.W. Forrest	Australia Zachodnia	Znaleziony w 1971 r. 300-400 fragmentów 4,4 kg.
	Pillistfer	Estonia	Spadł 8 VIII 1868 r. godz. 12.30 Znaleziono tylko 4: 14 kg., 7,5 kg., 1,5 kg., 0,25 kg. Uszkodzi i budynki.
	Ufana	Tanzania	Spadł 5 VIII 1957 r. godz. 18.20 101,1 g i 88,1 g.
E6/7	Ilafegh 009	Algeria	Znaleziony w 1989 r. 421 g.

Nasuwa się kilka uwag:

Pakistan wydaje się mieć nieproporcjonalnie dużo chondrytów enstatytowych, z których dwa: Adhi Kot i Jajh, spadły w maju (1 maja 1919 r. i 2 maja 1926 r.). Jednak pierwszy z nich jest typu petrologicznego 4, a drugi typu 6, więc nie mogą być ze sobą ściśle związane.

Dwa chondryty enstatytowe spadły w 1868 r.: Daniel's Kuil 20 marca i Pillistfer 8 sierpnia. Oba są typu 6. Średnio chondryty enstatytowe spadają co dziewięć lat w odstępach od pięciu miesięcy do 19 lat.

Jeśli wyłączyć znaleziska antarktyczne i algierskie, różnica między liczbą spadków i znalezisk nie jest duża. 58% chondry-

tów enstatytowych obserwowano, jak spadały, a 42% to znaleziska. Jednym z głównych powodów stosunkowo dużego procentu znalezisk w porównaniu z innymi typami meteorytów kamiennych, jest zapewne jasne zabarwienie tych meteorytów. Brak żelaza i innych ciemnych metali oznacza, że mają one jasne zabarwienie piaskowe lub szare z jasną, a czasem nawet przezroczystą skorupą obtopieniową.

#### ACHONDRYTY ENSTATYTOWE - AUBRYTY

Achondryty bogate w enstatyt noszą nazwę *aubryty* od nazwy pierwszego meteorytu tego typu, który spadł w Aubres, w Nyons, Drome we Francji 14 września 1836 roku. Są one przeważnie brekcjami składającymi się głównie z kryształów enstatytu o długości aż do 10 cm. Tak duże kryształy ułatwiają brekcjonowanie osłabiając strukturę meteorytu. Niektóre aubryty są brekcjami regolitowymi. Występowanie brekcjonowania wskazuje, że aubryty podlegały ciśnieniom uderzeniowym nie przekraczającym 20-25 GPa.

Trzy główne minerały aubrytów to oczywiście enstatyt, forsteryt  $Mg_2SiO_3$ , oba z zawartością  $FeO < 0,1\%$ , i plagioklaz. Minerale poboczne i akcesoryczne to: kamacyt,  $\alpha$ -(Fe,Ni), tenit,  $\gamma$ -(Fe,Ni), alabandyt, (Mn,Fe)S, schreibersyt i rhabdyt, (Fe,Ni,Co) $_3$ P, troilit tytanowy, (Ti,Fe)S, daubreelit,  $FeCr_2S_4$ , grafit, C, diopsyd, (Ca,Mg)SiO $_3$ , miedź rodzima, Cu, i inne.

Znanych jest tylko jedenaście aubrytów:

Nazwa	Kraj	Uwagi
Aubres	Francja	Spadł 14 IX 1836 r. godz. 15.00 800 g.
Bishopville	Płd. Karolina, USA	Spadł 25 III 1843, 5,9 kg.
Bustee	Indie	Spadł 2 XII 1852 r. godz. 10.00 1-2 kg.
Cumberland Falls	Kentucky, USA	Spadł 9 IV 1919 r. godz. 12.00 14 kg, kilka okazów.
EET 90033	Antarktyda	Znaleziony w 1990 r. 3,9 g.
Khor Temiki	Sudan	Spadł 8 IV 1932 r. 3,25 kg. kilka okazów.
Mayo Belwa	Nigeria	Spadł 3 VIII 1974 r. 4,85 kg.
Norton County	Kansas, USA	Spadł 18 II 1948 r. godz. 16.56. Ponad 100 okazów.
Pena Blanca Springs,	Teksas, USA	Spadł 2 VIII 1946 r., 70 kg.
Pesyanoe	Rosja	Spadł 2 X 1933 r., 3,393 kg.
Shallowater	Teksas, USA	Znaleziony w lipcu 1936 r., 4,65 kg.

Tu również jest kilka uwag:

Połowa nieantarktycznych okazów pochodzi z USA, a dwa z nich z Teksasu, w tym jedyne znalezisko w Shallowater w Lubbock County, prawdopodobnie dzięki wysokiej zawartości metalu (9%) w tym meteorycie. (Przez ciekawy przypadek pierwszych pięć aubrytów spadło w kolejności alfabetycznej!)

Aubryt Cumberland Falls jest niezwykle, ponieważ zawiera czarne wrostki chondrytowe, co skłoniło niektórych badaczy do sugerowania powiązania z chondrytami enstatytowymi.

Ponad 100 meteorytów, które spadły w Norton County, zostało rozrzuconych na dużym obszarze. Najbardziej masywny ważył 1073 kg i zrobił w ziemi krater głęboki na 3 metry. Meteoryt zawierający wiele wrostków NiFe, jest dość kruchy. Jest prawdopodobne, że można tam jeszcze znaleźć więcej okazów, zakładając, że przetrwały one ostatnie 44 lata.

Meteoryt Pena Blanca Springs wpadł do jeziora. Największe wydobyte okazy ważyły 13 kg i 47 kg. Ten meteoryt był tematem artykułu w pierwszym numerze **Impact!**

#### POCHODZENIE

Chondryty enstatytowe i aubryty mają wiele wspólnego, ale występują też istotne różnice. Prowadzi to w rezultacie do dyskusji, czy te dwie grupy meteorytów są ze sobą związane, a to z kolei zachęca do dyskusji nad ich pochodzeniem.

Chondryty enstatytowe zawierają bardzo mało tlenu, co może wskazywać, że powstawały one bliżej Słońca, niż inne typy meteorytów. Są jednak pewne dynamiczne problemy z przeniesieniem ciała z orbity podobnej do orbity Wenus czy Merkurego na orbitę przecinającą orbitę Ziemi, chociaż może to wyjaśniać, dlaczego Chondryty enstatytowe są tak rzadkie.

Aubryty powstały z przetopienia silnie odtlenionego ciała macierzystego. R. Brett i K. Keil pisząc w *Earth and Planetary Science Letters* wyrazili przekonanie, że to ciało macierzyste jest podobne, ale jednak odmienne od ciała macierzystego chondrytów enstatytowych. Inni nie zgadzają się z tym, argumentując, że proporcje izotopów tlenu wskazują, że aubryty są wynikiem częściowego przetopienia ciała macierzystego chondrytów EL. Robert T. Dodd rozważa planetkę mającą żelazne jądro, otoczone przez aubrytowy płaszcz ze skorupą z materii chondrytów enstatytowych.

W ostatnich dwudziestu latach podejmowano próby znalezienia enstatytowego ciała (lub ciał) macierzystego wśród planetek przez porównywanie kształtu widma odbiciowego. W rezultacie wyodrębniono grupę planetek enstatytowych (typ E) składającą się przynajmniej z dwudziestu członków:

Nr	Nazwa	a (j.a.)	typ
44	Nysa	2,42170	E
55	Pandora	2,75974	E
64	Angelina	2,68181	E
214	Aschera	2,61140	E
317	Roxane	2,28656	E
434	Hungaria	1,94426	HUN E
620	Drakonia	2,43543	E
1025	Riema	1,97911	E
1103	Sequoia	1,93364	HUN E
1251	Hedera	2,71757	E
1355	Magoeba	1,85321	HUN EMP
1919	Clemence	1,93602	HUN EMP
1920	Sarmiento	1,93003	HUN EMP
2001	Einstein	2,38114	HUN EMP
2035	Sterns	1,88407	HUN E
2048	Dwornik	1,95362	HUN E
2083	Smither	1,94346	HUN EMP
2449	1978 GC	1,90887	HUN E
2491	1977 GB	1,93660	HUN EMP
2577	Litva	1,96438	HUN EU

a = półoś wielka orbity w jednostkach astronomicznych



Planetki typu E znajdują się głównie w środkowej części pasa planetek, przy czym dwanaście z nich należy do grupy Hungarii (HUN). Planetka 1355 Magoeba jest najbliższą Ziemi planetką tego typu, a planetka 2035 Sterns należy do grupy planetek przecinających orbitę Marsa. Planetki tego typu mają płaskie widma i bardzo wysokie albedo (ponad 23%). Mogą być powiązane z planetkami typu R, które są czerwone i typu M i P, które mają identyczne widma, ale są ciemniejsze.

A DLA KOLEKCJONERÓW...

Meteority bogate w enstatyt są równie atrakcyjne jak fascynujące, ale trzeba słono za nie płacić. W USA kosztują \$12 do \$28 za gram, a w Europie cena wzrasta do \$40 i \$50 za gram!

-----\*-----

M. S. Ullal jest kolekcjonerem meteorytów mieszkającym w Indiach. Szczególnie interesuje się meteorytami kamiennymi.

-----\*-----

Uwagi dla polskich miłośników meteorytów:

- \* Jedyny w Polsce okaz chondrytu enstatytowego Pillistfer E6 można zobaczyć w kolekcji Instytutu Nauk Geologicznych PAN w Krakowie. Meteorytów nie ma w żadnej polskiej kolekcji.
- \* Ostatnio trudno znaleźć meteority enstatytowe w ofertach sprzedaży czy wymiany. Do nabycia jest tylko 5,1g płytka chondrytu enstatytowego Ilafegh 009 E6/7 za DM 500.- Nieco łatwiej nabyć meteority: Norton County po \$ 40.00 za gram, a u niektórych kupców nawet po \$10.00 za gram, Cumberland Falls po \$50.00 za gram i ostatnio przeklasyfikowany, dlatego nie wymieniony w zestawieniu pana Ullal, Mt. Egerton po \$20.00 za gram.

\*\*\*\*\*

## Informacje i ogłoszenia

3 NOWE OKAZY meteorytu **Horasko** o wadze od 200 do 500 g. znalazł jeden z członków Klubu Kolekcjonerów Meteorytów. Ponadto nowy, 60 kg. okaz **Morasko** został zakupiony przez Instytut Geologii Uniwersytetu Adama Mickiewicza w Poznaniu od jednego z miejscowych gospodarzy. Przypominamy na wypadek nowych znalezisk, że nagroda Olsztyńskiego Planetarium za znalezione i dostarczone okazy meteorytów jest nadal aktualna.

KLUB KOLEKCJONERÓW METEORYTÓW Olsztyńskiego Planetarium i Obserwatorium Astronomicznego ma do sprzedania kilkanaście małych okazów Meteorytu Sikhote-Alin w cenie od 100 do 300 tys. zł oraz kilka egzemplarzy Katalogu - przewodnika do rozpoznawania meteorytów (64 str., ponad 250 kolorowych zdjęć wszystkich typów meteorytów) wydanego przez Roberta A. Haaga. Cena z kosztami przesyłki 90 tys. zł. Na życzenie tłumaczenie na polski za 20 tys. zł. Zamówienia będą realizowane w kolejności zgłoszeń.

## Nowiny

### AUSTRALIA NALEGA ABY ŚCIGAĆ ZŁODZIEI METEORYTÓW

Rząd Australii znajduje się pod naciskiem, by ścigać sądownie złodziei meteorytów po stwierdzeniu, że rzadki okaz meteorytu został nielegalnie wywieziony z Australii przez amerykańskiego handlarza meteorytów.

Wszystko zaczęło się przez 19-gramowy kawałek skały księżycowej znaleziony przez zbieracza niedaleko Calcalong Creek na północny wschód od Perth, w Zachodniej Australii. Pomimo, że wszystkie meteoryty znalezione w tym Stanie stanowią Własność Korony i mogą być wywożone tylko w celach naukowych, okaz Calcalong Creek jest teraz w rękach handlarza meteorytów Roberta Haaga z Arizony, który umieścił go w swoim katalogu. W zeszłym roku Dolores Hill i William Boynton z Laboratorium Księżycowego i Planetarnego Uniwersytetu w Arizonie opisali meteoryt w czasopiśmie „Nature”. Nazwisko Haaga również umieszczono w artykule.

Haag zaprzecza, że wywiózł meteoryt z Zachodniej Australii i utrzymuje, że kupił go w dobrej wierze od pewnego australijskiego zbieracza. Calcalong Creek jest jednym z zaledwie dwunastu księżycowych meteorytów znanych naukowcom i jedynym z nich znalezionym poza Antarktydą.

Haag nie odnosi się życzliwie do próśb naukowców z Muzeum Zachodniej Australii o zwrot meteorytu. Australijskiej telewizji powiedział on: *"Jeśli panowie z Muzeum Zachodniej Australii uważają, że ten kamyk pochodzi stamtąd ... czemu nie pójda i sami sobie nie znajdą."* Stanowy Minister Sztuki, pani Kay Hallahan, w liście do swego federalnego odpowiednika, Wendy Fatin, wskazuje, że *"Meteoryty są ważnymi naturalnymi skarbami, które nie powinny być rabowane przez cudzoziemców."* Nakłaniała ona panią Fatin do odzyskania meteorytu i postawienia przed sądem każdego zamieszanego w sprawę jego wywozu. Jednak policja stanowa nie jest pewna, czy będzie w stanie zapewnić odzyskanie okazu lub postawić Haaga przed sądem. Komisarz Garry Sobie mówi: *"Nie możemy udowodnić, że meteoryt Haaga spadł w Australii, ani nie możemy udowodnić, że został z Australii wywieziony, nie mamy więc dostatecznych dowodów, aby wnieść sprawę do sądu. Jest to bardzo przykre"*.

Od redaktora:

Bardzo wiele zawdzięczam Haagowi i po prostu go lubię, dlatego kilka słów w jego obronie. Haag nie ukradł meteorytu księżycowego, natomiast kupił, omijając miejscowe prawo, partię eukrytów Millbillillie od Aborygenów. Nie jest on takim sobie handlarzem, ale dobrym znawcą meteorytów, co pozwoliło mu zauważyć, że jeden "eukryt" nieco się różni od pozostałych i zainteresować tym faktem naukowców. To dzięki Haagowi Australijczycy w ogóle dowiedzieli się, że wywieziono im coś cennego.

Z formalnego punktu widzenia Haag powinien meteoryt oddać. Nie dziwię mu się natomiast, że nie chce, ponieważ prawo stanu Australia Zachodnia i sposób jego stosowania, przeczą w praktyce celom, na które powołuje się Minister Sztuki. Jeśli władze sta-

nowe uważają, że meteoryty są tak cenne, to dlaczego pozwalają, aby niszczały one bezpowrotnie leżąc na pustyni, dlaczego sami ich nie zbiorą i dlaczego nie pozwolą tego zrobić innym? Przecież nikt im nie broni zrobić tego samego, co robi Haag i jemu podobni: zachęcić miejscową ludność do zbierania meteorytów oferując godziwą zapłatę i sprzedać część meteorytów za granicę zachowując dla siebie najcenniejsze okazy i zyskując w ten sposób środki na dalsze poszukiwania.

#### MARALINGA: ANOMALNY CK 4

Meteoryt Maralinga, który znaleziono w roku 1974 w Południowej Australii, jest anomalnym chondrytem CK4 zgodnie z badaniami przeprowadzonymi przez Lindsay Kellera i in. (*Meteoritics*, 27, str. 87).

Badacze zauważają, że podczas gdy meteoryt ma ogólny skład chemiczny i petrografię wskazujące na chondryt węglisty typu 4 i jest najbardziej podobny do podtypu Vigarano, dane dotyczące pierwiastków śladowych sugerują, że powinien być zaliczony do chondrytów typu Karoonda (CK). Dodatkowo, w stosunku do innych znanych chondrytów CK, Maralinga pokazuje dużą zawartość chondr i inkluzji odpornych na topnienie. Tak więc badacze uważają, że meteoryt jest anomalny.

#### CHONDRYT NIE CAŁKIEM ZWYCZAJNY

Meteoryt o wadze 483,7 g, który o mały włos nie trafił Brodiego Spauldinga (patrz "Meteoryt" nr 1) jest niezwykłym chondrytem zwyczajnym. Chociaż jego materia jest typu H4, zawiera on okruchy materii H6. Meteoryt zostanie zwrócony znalazcy po zakończeniu badań.

#### ODKRYTO ŹRÓDŁO METEORYTÓW TUCSONSKICH?

Meteoryty Tucson są dwoma anomalnymi ataksytami odkrytymi w Arizonie przed rokiem 1845. Pomimo, że krążą opowieści o innych masywnych meteorytach żelaznych leżących w górach niedaleko Tucson, nikt nigdy nie był w stanie ich znaleźć - aż do dziś.

Jeden z europejskich poszukiwaczy meteorytów sądzi, że zlokalizował co najmniej 5 ton meteorytów żelaznych głównie w dużych kawałkach. Ten miłośnik meteorytów, który pragnie pozostać anonimowy, zabrał próbki do Europy, aby dokonać pełnej analizy. Jeśli zostanie udowodnione, że są to meteoryty, ma on zamiar wrócić do Arizony na początku przyszłego roku, aby zebrać resztę okazów. Do tego czasu jednak odmówił ujawnienia, gdzie dokładnie znalazł meteoryty.

#### EUROMET ZNAJDUJE PONAD 400 METEORYTÓW

EUROMET, konsorcjum dwunastu krajów ze Wspólnoty Europejskiej, odkryło 440 meteorytów i 297 tektytów na Równinie Nullarbor w Zachodniej Australii. Ekspedycja była prowadzona pod kierownictwem prof. Colina Pillingera z Open University.

#### ZHUOLU I HONG KOHG: DWA HOWE KRATERY

Na 54 Spotkaniu Meteoritical Society Wu Siben, Zhang Jiayun i Liu Guanhai oznajmili, że odkryli 2 nowe kratery meteorytowe.

**Zhuolu** ma kształt pierścienia o średnicy 52 km. leżącego 100 km na północny zachód od Beijing (Pekinu). Wał wokół krateru wystaje na 400 do 1000 m. ponad otaczającą go równinę, a górka centralna ma 700 m. Na północno zachodniej części wału jest rozległa pokrywa okruchów wyrzuconych z krateru, z promieniami i nasypami. Wiek krateru, około 60000 lat, zgadza się z okresem wyraźnego spadku temperatury w paleoklimatycznych zapisach północnych Chin, spadkiem temperatury wody we wschodnich Chinach i Morzu Żółtym oraz cofnięciem się morza na chińskim szelfie kontynentalnym podczas wczesnego okresu zlodowacenia Tali. To wszystko może być efektem uderzenia meteorytu.

**Hong Kong** jest kraterem o średnicy 11 km otaczającym wielkomiejskie dzielnice Hong Kongu, Kowloon i Victoria Harbour. Chu-lok Chan, astronom amator, był pierwszym, który zaproponował, że Hong Kong jest strukturą uderzeniową, pisząc o tym w gazecie w roku 1990. Z pomocą S. Wu udało mu się znaleźć dowody na to, że Hong Kong jest kraterem pochodzenia meteorytowego.

#### KRATERY UJAWNIAJĄ LODOWCOWĄ PRZESZŁOŚĆ...

Zniekształcone kratery meteorytowe znalezione na Marsie wskazują okresy zlodowaceń, jak twierdzą Jeffrey Kargel i Robert Strom z Lunar and Planetary Laboratory przy Uniwersytecie Arizoańskim (*Geology*, Jan. 1992, str. 3).

Kargel i Strom badali zdjęcia zrobione przez sondę kosmiczną "Viking" 14 lat temu i są przekonani, że to, co naukowcy brali przedtem za potoki lawowe, wydmy piaszczyste i wyschnięte strumienie, jest w rzeczywistości zerodowanymi kraterami uderzeniowymi. Wyobrażają sobie, że w przeszłości lodowce mogły przepływać przez kratery i zabierały z powierzchni warstwę grubą na około 200 m.

Wiadomo od pewnego czasu, że Mars ma na biegunach czapy lodowe składające się z zamrożonej wody i dwutlenku węgla. Chociaż lód wodny jest stałym składnikiem czapy, to dwutlenek węgla jest cyklicznie wypuszczany do atmosfery każdej wiosny. Dwaj badacze uważają, że w przeszłości pokrywy lodowe były znacznie większe i pokrywały do 18% półkuli południowej planety i dużą część półkuli północnej.

#### ...PODCZAS GDY SNC DOSTARCZAJĄ WODĘ

Pojedyncza kropla wody otrzymana z sześciu "kromek" marsjańskich meteorytów może wskazywać, że woda kiedyś płynęła na Marsie, twierdzi Everett Gibson z Johnson Space Flight Center.

Zespół Gibsona ostrożnie podgrzał kilka gramów meteorytów SNC, aby wydobyć wodę z mikroskopijnych porów w skale. Otrzymana w ten sposób woda - nie więcej niż kilka miligramów - została następnie poddana analizie izotopowej, która wykazała, że woda nie może pochodzić z krzemianów w meteorytach, lecz że jest to woda "zamknięta" w meteorycie.

Pisząc w czasopiśmie "Science" Gibson proponuje trzy możliwe źródła wody. Może ona pochodzić z oceanu, który niegdyś pokrywał dużą część powierzchni Marsa, z pary wodnej pochodzącej z marsjańskiej atmosfery, lub mogła być wprowadzona na planetę przez zderzenie z kometa. Gibson wyklucza jednak teorię zderzeniową,

ponieważ woda jest obecna we wszystkich sześciu meteorytach, i preferuje oceaniczne źródło wody.

#### KRATERY NA WENUS POWSTAŁY WSKUTEK WYBUCHÓW W POWIETRZU

Zagadkowe obiekty podobne do kraterów, odkryte na powierzchni Wenus przez sondę kosmiczną Magellan nie powstały wskutek bezpośredniego uderzenia meteorytu, lecz wskutek wybuchów na dużych wysokościach, twierdzi Kevin Zahnle z ośrodka badawczego KASA, Ames Research Center, w Kalifornii.

Radar Magellana odkrył około 400 kraterów o niezwyklej kształtach. Niektóre składają się z koncentrycznych pierścieni w ogóle bez środkowego krateru. Skłoniło to Zahnle'a do opracowania modelu zachowania się meteorytu wpadającego w gęstą atmosferę Wenus. Odkrył on, że zamiast uderzyć w powierzchnię Wenus, niektóre meteoryty wybuchają w atmosferze powodując sferyczną falę podmuchu równoważną tej, jaka powstaje wskutek eksplozji nuklearnej o sile miliona megaton. Gdy fala ta osiągnie powierzchnię Wenus, kruszy skałę na drobne kawałki aż do głębokości 1 km na obszarze o promieniu 10 do 15 km.

|

*Od redaktora: Na Ziemi klasycznym przykładem tego zjawiska jest Bolid Tunguski. Gdy prędkość, z jaką meteoroid wchodzi w atmosferę, jest zbyt wielka, opór powietrza wytwarza tak wielkie ciśnienie, że następuje eksplozja reologiczna (zerwanie wiązań międzycząsteczkowych). Znacznie większa gęstość atmosfery Wenus powoduje, że eksplozje zachodzą już przy stosunkowo małych prędkościach. Możliwe więc, że na Wenus w ogóle nie mogą spadać meteoryty.*

#### ANSMET ODKRYWA 600 METEORYTÓW

Podczas ostatniej wyprawy do gór Thiel i skarpy Pecora na Antarktydzie grupa zbieraczy z ANSMET znalazła 600 meteorytów. Zbadano około 2000 km kwadratowych pojazdem śnieżnym i odwiedzone 15 różnych miejsc.

#### ODKRYTO ODLEGŁĄ PLANETKĘ

Pewien naukowiec z Arizony odkrył planetkę, której aphelium (punkt orbity położony najdalej od Słońca) leży dalej niż aphelium Chirona, tajemniczej planetki/komety po raz pierwszy zlokalizowanej przez Charlesa Kowala w 1977 r.

1992 AD została odkryta przez D.L. Rabinowitza przy pomocy teleskopu „Spacewatch” jako obiekt 17 wielkości gwiazdowej. Gdy określono jej orbitę, badacze byli zdziwieni i bardzo zadowoleni z odkrycia, że zbliża się ona do Słońca tylko nieco bardziej niż Saturn, a oddala się od niego poza orbitę Neptuna - 2 mld km dalej niż Chiron - przez co staje się najodleglejszą znaną planetką. Naukowcy dawno podejrzewali, że w zewnętrznym Układzie Słonecznym istnieje duża liczba planetek, a to odkrycie potwierdza tę teorię. Niektórzy uczeni uważają, że 1992 AD i Chiron należą do tej samej rodziny, którą nieoficjalnie nazwali rodziną Centaurów. Nowa planetka, która nie ma jeszcze nazwy, potrzebuje 93 lata na okążenie Słońca, a jej średnica wynosi około 160 km. W odróżnieniu od Chirona nie posiada ona jednak wykrywalnej atmosfery.

## 951 GASpra MA 100 MILIONÓW LAT

Naukowcy badający zdjęcia 951 Gaspra, które zostały przysłane na Ziemię w październiku zeszłego roku, uważają, że ta planetka oddzieliła się od ciała macierzystego około 100 mln lat temu. Gaspra posiada dwa duże wklęsnięcia na swojej powierzchni, każde szerokie na 8 km, i, w porównaniu z księżycami Marsa, Phobosem i Deimosem, ma mało kraterów przekraczających kilometr średnicy.

## ODKRYTO KRATER ZABÓJCĘ (ZNOWU!)

Według Davida Kringa i Williama Boyntona z Uniwersytetu Ari-  
zońskiego, odkryto miejsce, gdzie 65 mln lat temu zderzyła się  
z Ziemią duża planetka lub kometa, powodując masową zagładę di-  
nozaurów .

W liście do czasopisma "Nature" ci dwaj naukowcy opisują swe  
przypuszczenie, że krater o średnicy 177 km, niedaleko Chicxulub na  
skraju półwyspu Yucatan w Meksyku, ma odpowiedni wiek i rozmiary,  
aby być kraterem, który spowodował zagładę.

Kring i Boynton badali grubą na 381 m warstwę dawniej sto-  
pionej skały blisko dna kilometrowego otworu wiertniczego  
i doszli do wniosku, że nie mogła ona powstać wskutek działalności  
wulkanicznej, lecz pod wpływem bardzo silnego uderzenia. Na  
pobliskim Haiti znaleźli oni również duże ilości tektytów.

## TLEN NA KSIĘŻYCU PRZYBLIŻA KOLONIZACJĘ

Jednemu z amerykańskich uczonych udało się otrzymać tlen  
z księżycowych skał przywiezionych przez załogę Apolla. Jeżeli  
proces ten da się powtórzyć na dużą skalę, przyszli badacze  
Księżyca nie będą musieli zabierać ze sobą zapasów tlenu, co  
zlikwidowałoby jeden z podstawowych problemów kolonizacji.

Chris Knudsen, założyciel Carbotek Development Laboratories  
w Houston i współodkrywca procesu wyjaśnia, że jego metoda uwalnia  
tlen z ilmenitu, tlenku tytanu i żelaza ( $FeTiO_3$ ), który obficie  
występuje na powierzchni Księżyca.

Aby otrzymać tlen, przedmucha się wodór przez drobne cząstki  
ilmenitu, o średnicy mniejszej niż 300 mikrometrów, aby otrzymać  
szybko poruszające się złożę zawieszinowe. Temperatura jest  
utrzymywana na poziomie około 1000° C, a ciśnienie między 7 a 14  
atmosfer. Wodór reaguje z tlenem zawartym w skale i powstaje para  
wodna, która poddawana jest elektrolizie i rozdzielana na tlen  
i wodór. Tlen zostaje skroplony, a wodór jest odsyłany z powrotem do  
reaktora.

Chociaż przyszli kolonizatorzy będą musieli zabierać ze sobą  
zapasy wodoru, będzie to tylko 1/8 masy tlenu i dlatego jest to  
znacznie bardziej atrakcyjna propozycja.

\*\*\*\*\*

Adres redaktora i koordynatora Klubu kolekcjonerów Meteoratów:

**Andrzej S. Pilski**  
**skr. poczt. 6**  
**14-530 Frombork**