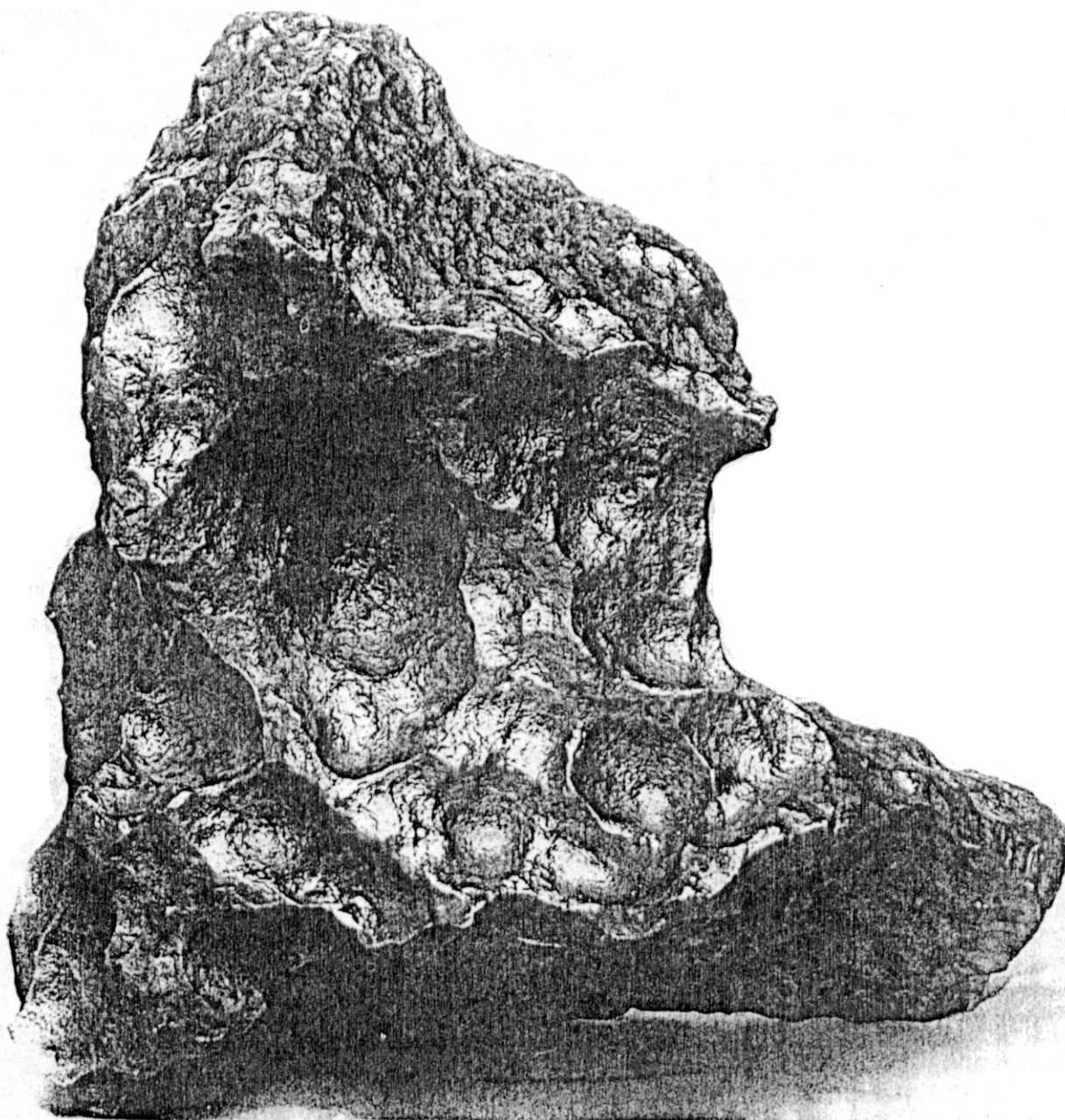


Nr 2 (18)

Czerwiec 1996

METEORYT

**Biuletyn dla miłośników meteorytów
wydawany przez
Olsztyńskie Planetarium i Obserwatorium Astronomiczne
Muzeum Mikołaja Kopernika we Fromborku
Pallasite Press**



GIBEON

Zdjęcie na stronie tytułowej przedstawia okaz meteorytu Gibeon wystawiony na aukcji w Nowym Jorku 8 czerwca br. wraz z innymi meteorytami z kolekcji Macovich'a. Okaz waży 140,3 kg, a jego wymiary wynoszą $45 \times 45 \times 25$ cm. Cena wywoławcza \$25000.

----- *** -----

Od redaktora:

Ten numer został złożony przy pomocy polskiego programu CDN, który zakupiło ostatnio Olsztyńskie Planetarium. Możliwości tego programu nie zostały jeszcze w pełni wykorzystane, ponieważ z mojej sytuacji zawodowej wynikła alternatywa: wydać numer szybko, albo wcale. Ponadto zbuntowała się drukarka, która za nic nie chciała drukować obrazków razem z tekstem. Dlatego kolejny numer znów będzie niespodzianką pod względem edytor-skim. Chciałbym, aby była to miła niespodzianka.

Brak pracowników zmusił mnie do poświęcenia całego czasu pracy, zwiększonego o wiele nadgodzin, na obsługę planetarium. Jedyna możliwość wydania tego numeru pojawiła się w przerwie między sezonem wycieczek szkolnych a sezonem wakacyjnym. Z tego samego powodu muszę odłożyć zajmowanie się meteorytami do czasu zatrudnienia w planetarium drugiego astronoma. Gdyby ktoś z Czytelników znał bezrobotnego astronoma skłonnego pracować na odludziu za marne pieniądze, to proszę go do mnie skierować.

Dzięki nowemu programowi udało się zmieścić na tej samej liczbie stron więcej treści. Mimo to nie dało się pomieścić wszystkiego, co zawierał majowy numer „Meteorite!” Wybrałem najciekawsze, moim zdaniem, materiały. Chciałbym też zwrócić uwagę na nowiny z polskiego podwórka. Nie jest ich wiele, gdyż większość indagowanych osób twierdzi, że jeszcze za wcześnie na podawanie informacji. Mogę więc tylko wspomnieć, że badania Baszkówki trwają; że odżyła sprawa meteorytu Łapino. Nieraz z przypadkowych rozmów dowiaduję się, że w dziedzinie meteorytów coś się jednak u nas dzieje. Ktoś w Katowicach bada meteoryt Gujba. Ktoś w Krakowie zajmuje się meteorytem Isna. Gdy jednak proszę o choćby krótką informację dla „Meteorytu”, zapada cisza. Tisze jediesz, dalsze budiesz, jak mówią Rosjanie, ale w przypadku meteorytów taka polityka często owocuje pracowitym wyważaniem dawno otwartych drzwi. Może więc warto pomyśleć o konferencji meteorytowej dla wymiany doświadczeń?

Właściciele kolekcji meteorytów proszę o informowanie o zachodzących zmianach tak, jak uczynili to kolekcjonerzy z Lidzbarka Warmińskiego. Siedząc w małym miasteczku na krańcu Polski mogę wiedzieć tylko o tych zmianach, do których przykładam rękę. Zachęcam więc tych, którzy sami potrafią zadbać o rozwój swej kolekcji. do pochwalenia się swymi osiągnięciami.

Andrzej S. Pilski

----- *** -----

Biuletyn „Meteoryt” wydawany jest kwartalnie i dostępny wyłącznie w prenumeracie. Roczna prenumerata wynosi w 1996 roku tylko 9 zł, czyli aż 90000 starych złotych. Zainteresowanych prosimy o wpłacenie tej sumy na konto Olsztyńskiego Planetarium i Obserwatorium Astronomicznego nr: **630063-3724-3210-00-01 w BOŚ O/Olsztyn**, zaznaczając cel wpłaty. Wcześniejsze numery powielane są na zamówienie za opłatą równą wysokości aktualnej prenumeraty. Adres redakcji: Andrzej S. Pilski, skr. poczt. 6, 14-530 Frombork, tel. 0-55-43-73-92.

Chaotyczne trasy między pasem planetoid a Ziemią

Paolo Farinella

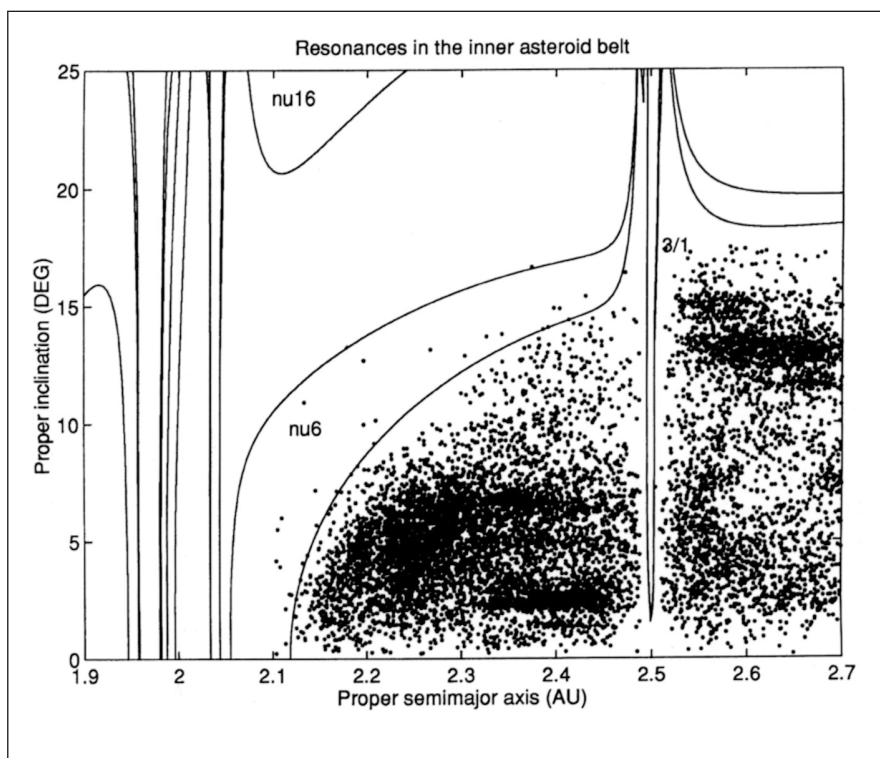
W ostatnim okresie historii Ziemi spadało rocznie na naszą planetę średnio około 108 kg materii meteorytowej, o wielkości od mikroskopijnego pyłu do planetoid o średnicy 10 kilometrów (Ceplecha 1992). Skąd pochodzi ta materia? Jeszcze dwa wieki temu naukowcy uważali informacje o spadaniu kamieni z nieba tylko za jeden z wielu przesądów. Z drugiej strony później długo uważano meteoryty za obiekty międzygwiazdne poruszające się wokół Słońca po trajektoriach hiperbolicznych. Dziś wiadomo, że miejsce narodzin przeważającej większości meteorytów znajduje się w głównym pasie planetoid, gdzie w pierwszych latach historii Układu Słonecznego nie powiodło się utworzenie pełnowymiarowej planety. Aż do niedawna jednak istniały poważne problemy ze zrozumieniem związku między planetoidami i meteorytami.

W wyniku zderzeń między planetoidami z ciałami macierzystych wyrzucane są zwykle fragmenty z prędkościami rzędu 100 – 200 m/s (Zappala *et al.* 1984, 1990) zbyt małymi, aby bezpośrednio wywołać drastyczne zmiany orbity, tak aby stała się ona orbitą przecinającą drogi planet. Z drugiej strony gwałtowny wzrost prędkości o kilka km/s wywołałby w materii meteorytowej silne zmiany uderzeniowe i termiczne, które rzadko są obserwowane. Aby przetransportować materię z pasa planetoid na Ziemię wymagane jest więc wspólne działanie zderzeń i delikatnych mechanizmów dynamicznych. Obecnie wiadomo, że dostępne są dwa rodzaje takich mechanizmów tworząc dwie główne drogi dostarczania meteorytów.

Pierwsza z tych dróg jest związana z tzw. rezonansami. Od ponad stulecia wiadomo, że dla okresów obiegu wyrażonych prostym ułamkiem ($4/1$, $3/1$, $5/2$, $7/3$, $2/1$) okresu obiegu Jowisza istnieje w pasie planetoid niewiele ciał lub nie ma ich wcale. Ponieważ trzecie prawo

Keplera wiąże okresy obiegu z wielkimi półosiami, braki odpowiednich wartości wielkich półosi stały się znane jako „luki Kirkwooda”. Dopiero niedawno zastosowanie nowoczesnej teorii chaosu do układów dynamicznych pozwoliło mechanikom niebieskim na wyjaśnienie pochodzenia tych luk. Są one tworzone przez tak zwane efekty rezonansowe, w wyniku których orbity znajdujące się w lukach podlegały silnym perturbacjom od Jowisza wskutek czego elementy ich orbit ulegały szybkim i nieregularnym zmianom. W szczególności znaczny wzrost mimośrodów mógł powodować, że orbity rezonansowe stawały się orbitami przecinającymi drogi planet, tak że te obiekty były eliminowane przez bliskie spotkania (z Jowiszem, który wyrzucał je na trajektorie hiperboliczne) lub zderzenia (z planetarni lub Słońcem). W szczególności Wisdom (1983) i ostatnio w bardziej realistyczny sposób Moons i Morbidelli (1995) pokazali, że przedział wartości wielkich półosi między 2,48 i 2,52 j.a. w którym znajduje się luka Kirkwooda odpowiadająca rezonansowi z Jowiszem 3:1, obejmuje duży obszar chaotyczny powodując silny wzrost mimośrodu w skali czasu rzędu 1 miliona lat.

Na tym wyniku oparł się Wetherill (1985, 1987) twierdząc, że współmierność 3:1 jest głównym źródłem chondrytów zwyczajnych. Na podstawie swego uproszczonego statystycznego modelu ewolucji orbit Wetherill pokazał, że gruby po zderzeniach planetoid wytwarzane na brzegach luki 3:1, wyrzucane z prędkościami od 50 do 200 m/s mają duże szanse znalezienia się w obszarze chaotycznym, gdzie rezonanse zwiększają mimośrody ich orbit do 0,6 co odpowiada odległości perihelium około 1 j.a. Następnie spotkanie z Ziemią powoduje, że wielka półoś przestaje sięgać do strefy rezonansu i orbita takiego fragmentu staje się typową orbitą planetoidy przecinającej orbitę Ziemi.



Rys. 1 (dzięki uprzejmości A. Milani). Mapa rezonansowych „dróg ucieczki” w wewnętrznej części głównego pasa planetoid. „Właściwe” (proper) wielkie półosie i nachylenia są średnimi wartościami tych elementów orbit po odfiltrowaniu okresowych perturbacji od planet. Linie ciągłe pokazują położenie i szerokość pasów odpowiadających głównym rezonansom wiekowym (V6 i V16) oraz rezonansowi 3/1 z Jowiszem blisko 2,5 j.a. Kropki oznaczają położenia znanych planetoid. Widać, że wiele rezonansów gromadzi się przy wartości wielkiej półosi około 2 j.a. co tłumaczy dlaczego nie ma tam żadnej planetoidy. Najlepszymi kandydatami na ciała macierzyste meteorytów są planetoidy znajdujące się wewnątrz pasów rezonansowych lub blisko nich.

Wetherill sugerował także, że prócz luki Kirkwooda 3:1 innym możliwym źródłem meteorytów może być najbardziej wewnętrzna część pasa planetoid, odpowiadająca wielkim półosiom od 2,0 do 2,25 j.a., dzięki występowaniu tzw. rezonansów wiekowych V6 (Williams 1969; Williams and Faulkner 1981), które są przyczyną wewnętrznej granicy pasa planetoid (zob. rys. 1). Rezonanse wiekowe nie dotyczą okresów obiegu, ale okresów czasu (rzędu dziesiątków tysięcy lat) w ciągu których orbity zmieniają wzajemną orientację (czyli podlegają precesji) z powodu perturbacji od planet. Rezonans v 6 oddziałuje na orbity, których kierunki periheliów podlegają precesji w takim samym tempie jak perihelium Saturna. Z obliczeń numerycznych przeprowadzonych przez Scholl’a i Froeschle’a (1991) wynika, że istotnie rezonans v6, często działający wspólnie z rezonansem 4:1 z Jowiszem dla wielkich półosi między 2 i 2,1 j.a., powoduje

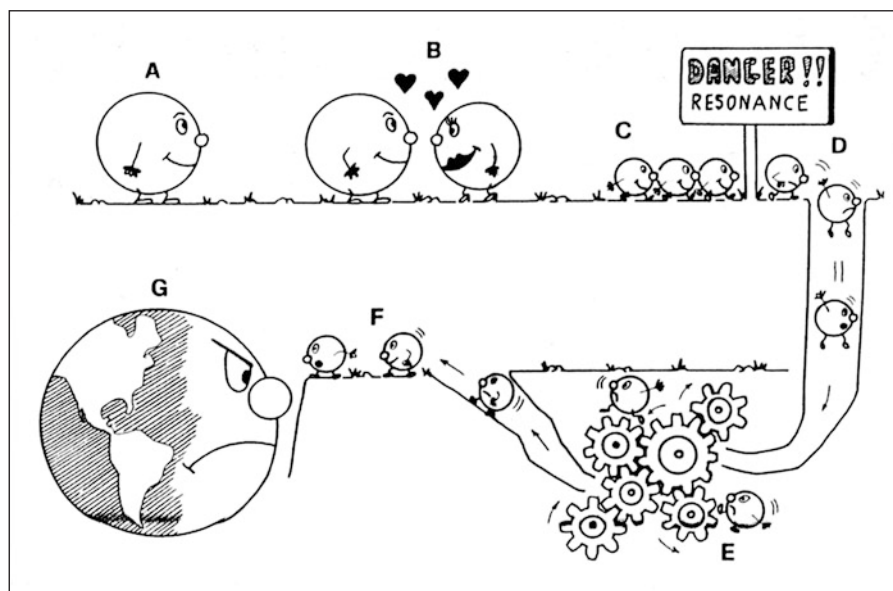
powstanie dość rozległego obszaru, w którym tworzone są chaotyczne orbity przecinające ziemską. Inne doświadczenia numeryczne doprowadziły do odkrycia, że rezonans V6 jest prawdopodobnie wydajnym zbieraczem odłamków nie tylko blisko wewnętrznej krawędzi pasa planetoid, ale także w zakresie umiarkowanych nachyleń orbit (15 do 20 stopni) przy wielkich półosiach około 2,4 i 2,7 j.a.

Kolejne prace naszej grupy (Farinella i in. 1993 a,b; Morbidelli i in. 1994) pokazały, że wzajemne oddziaływanie zderzeń planetoid chaotycznej dynamiki może łatwo wytworzyć znaczne ilości fragmentów planetoid poruszających się po orbitach przecinających ziemską (zob.rys. 2). Wyrzucanie fragmentów w wyniku zderzeń tworzących kraterę

lub rozbijających planetki, dotyczących tysięcy planetoid z głównego pasa mających orbity o półosiach mniejszych niż 2,8 j.a., było symulowane przez numeryczny model zgodny z wynikami doświadczalnych zderzeń z dużymi prędkościami (około 5 km/s) (Davis i in. 1989, Petit i Farinella 1993). Dla każdej planetoidy oceniono strumień fragmentów wrzuconych do chaotycznych obszarów związanych z rezonansami 3:1 i V6 w wyniku czego otrzymano wskazania, które planetoidy mogą dostarczać najwięcej meteorytów (Farinella i in. 1993a). Kilka fikcyjnych fragmentów, których orbity były śledzone przez odpowiednie symulacje komputerowe przez kilka milionów lat, uzyskało w końcu orbity bardzo podobne do rzeczywistych orbit planetoid przelatujących blisko Ziemi i dużych, obserwowanych bolidów, jak ten, który towarzyszył spadkowi meteorytu Pribram (Jopek i in. 1995).

Oceniliśmy także możliwość wytwarzania planetoid zbliżających się do Ziemi i meteoroidów podczas zderzeń, w wyniku których powstały liczne rodziny planetoid. W szczególności znaczną wydajność meteoroidów uzyskano w przypadku Westy, trzeciej co do wielkości planetoidy, dla której ostatnie obserwacje spektroskopowe (Binzel i Xu 1993) pokazały wyraźne powiązanie genetyczne z wieloma mniejszymi członkami rodziny mającymi podobne elementy orbit, a także ze szczególną grupą meteoroidów (tzw. meteoroidami HED czyli howardytami, eukrytami i diogenitami). Warto zauważyć, że niektóre planetoidy zbliżające się do Ziemi także mają te same cechy widmowe.

To podejście pozwoliło nam na zidentyfikowanie najlepszych planetoidowych kandydatów na ciała macierzyste meteoroidów. W istocie sporo planetoid może wrzucić do stref rezonansów znaczną część swych fragmentów odłupanych w wyniku zderzeń. Te fragmenty zwiększają następnie mimośrodowość swych orbit do wartości sięgających Marsa i Ziemi. Niektóre z tych ciał – w szczególności największe ze znajdujących się w pobliżu rezonansu V6 takie jak 6 Hebe, 304 Olga, 739 Mandeville i 759 Vinifera – są niemal na pewno wydajnymi dostawcami meteoroidów. Czas potrzebny na przetransportowanie ich fragmentów na orbity sięgające Ziemi jest rzędu miliona lat dla tych ciał, których mimośrodowość szybko są zwiększane przez rezonanse do wartości powyżej 0,6, ale może być nawet 100 i 1000 razy dłuższy, gdy maksymalny mimośród będzie mniejszy i potrzebne będą zbliżenia do Marsa jako pośredni proces. Wraz z występowaniem niszczących zderzeń podczas ich podróży do Ziemi, te różniące się dynamicznie skale czasowe mogą tłumaczyć szeroki przedział



Rys. 2. (dzięki uprzejmości V. Zappala). Od czasu do czasu sporych rozmiarów planetoida (A) z głównego pasa może ulec „katastrofalnemu zderzeniu” z inną planetoidą (B). W rezultacie rodzi się wiele małych fragmentów (e) i jeśli rodzice byli blisko pasa rezonansowego, niektóre fragmenty mogą do niego wpaść (D). Rezonans jest źródłem złożonego, chaotycznego mechanizmu dynamicznego (E), który powoduje zwiększanie mimośrodu orbity, aż fragmenty trafią do obszaru planet wewnętrznych (F). W rezultacie do Ziemi może dotrzeć znaczny strumień meteoroidów (G).

wartości wieku ekspozycji na promieniowanie kosmiczne obserwowany w meteoroidach. Inne planetoidy wrzucają znaczną część swych fragmentów do luk Kirkwooda odpowiadających rezonansom z Jowiszem 3:1 (623 Chimera, 1892 Lucienne) i 5:2 (631 Philippina, 907 Rhoda, 1222 Tina).

Tylko jednak dla części planetoid, z reguły dla największych z nich, są dostępne szczegółowe dane spektroskopowe pozwalające na wyciąganie wniosków na temat ich mineralogii i składu chemicznego, a więc na potwierdzenie lub wykluczenie powiązania z konkretnymi typami meteoroidów. Okazuje się prawdopodobne, że znaczna część wszystkich meteoroidów i planetoid przelatujących blisko Ziemi jest dostarczana przez małą i być może niereprezentatywną próbkę znanej populacji planetoid głównego pasa, zawierającą stosunkowo duże ciała umiejscowione w sąsiedztwie rezonansów. Jeśli tak jest w istocie, łowy na ciała macierzyste meteoroidów można uznać za rozpoczęte.

Literatura

Binzel, R.P, Xu, s., 1993 Science **260**, 186.

Cepplecha, Z., 1992, *Astronomy & Astrophysics* **263**, 361.

Davis, D.R., Farinella, P., Paolicchi, P., Weidenschilling, S.J., Binzel, R.P., 1989. W *Asteroids II*, Univ. of Arizona Press, Tucson.

Farinella, P., Gonczi, R., Froeschle, Ch., Froeschle, C., 1993 a, *Icarus* **101**, 174.

Farinella, P., Gonczi, R., Froeschle, Ch., 1993b, *Celestial Mechanics* **56**, 287.

Jopek, T., Farinella, P., Froeschle, Ch., Gonczi, R., 1995, *Astronomy & Astrophysics* **302**, 290.

Morbidelli, A., Gonczi, R., Froeschle, Ch., Farinella, P., 1994, *Astronomy & Astrophysics*, **282**, 855.

Moons, M., Morbidelli, A., 1995, *Icarus* **115**, 60.

Petit, J.M., Farinella, P., 1993, *Celestial Mechanics* **57**, 1.

Scholl, H., Froeschle, Ch., 1991, *Astronomy & Astrophysics* **245**, 316.

Wetherill, G.W., 1985, *Meteoritics* **20**, 1.

Wetherill, G.W., 1987, *Phil. Trans. R. Soc. Lond. A* **323**, 323.

Williams, J.G., 1969, *Secular perturbations in the Solar System*. Rozprawa doktorska. University of California Los Angeles.

Williams, J.G., Faulkner, J. 1981, *Icarus* **46**, 390.

Wisdom, J., 1983, *Icarus* **56**, 51.

Zappala, V., Farinella, P., Knezevic, Z., Paolicchi, P., 1984, *Icarus* **59**, 261.

Zappala, V., Cellino, A., Farinella, P., Knezevic, Z., 1990, *Astronomical Journal* **100**, 2030.

Wydział Matematyki
Uniwersytet w Pizie, Włochy

NOWINY

Kora z pyłem po bolidzie tunguskim

Okaz, który otrzymałem z Glarus, robi śliczne wrażenie. Jest to kawałeczek kory o barwie cynamonowej, bez najmniej szych oznak zbutwienia czy spróchnienia, brak też śladów opalenizny. Okaz ma wymiary $34 \times 10,5 \times 2,3$ mm. Oglądając go pod mikroskopem przy powiększeniu 160-krotnym można zauważyć, że w porach kory tkwią fragmenty o metalicznym wyglądzie, o średnicy około trzech setnych milimetra, często o kanciastym kształcie podobnym do brył utworzonych z wielościanów. Fragmenty te mają często srebrzysty, metaliczny połysk na części powierzchni; pozostała część powierzchni jest ciemnoszara, niekiedy wydaje się mieć odcień zielonkawy. Nie widać wtrąceń o kształcie zbliżonym do kuli. Na kartce dołączonej do okazu można przeczytać, że jest to materiał badawczy zebrany przez włoską ekspedycję naukową na teren katastrofy tunguskiej w 1992 r., który zawiera ślady ciała tunguskiego w mikroskopijnych kropkach żywicy. Nie zauważyłem jednak, aby wtrącenia o metalicznym połysku były otoczone żywicą.

Grzegorz Gnysiński



Próbka kory drzewa z rejonu katastrofy tunguskiej. /Zabarwienie próbki jest cynamonowe./

Okaz sprowadził G.Gnysiński z laboratorium w Glarus w 1996 r.

Skala kserokopii 1:1

Targi klejnotów, minerałów i meteorytów TUCSON '96

O. Richard Norton & Dorothy Sigler Norton

W Tucson było wczesne popołudnie i samolot przyleciał zgodnie z rozkładem. Wraz z Dorothy oczekiwałem cierpliwie, aż Joel Schiff ukaże się w wyjściu. Opowieści o targach klejnotów i minerałów w Tucson sprawiły, że postanowił on zobaczyć to na własne oczy. Zaproponowaliśmy mu gościnę na czas trwania imprezy; jak się okazało na 10 dni. Gdy Joel pojawił się, nie było trudno go zauważyć. Okazała broda i szczupła nowozelandzka sylwetka sprawiały, że nie mogliśmy go przeoczyć. Po serdecznym uścisku dłoni ode mnie i całusie od Dorothy zabraliśmy naszego dostojnego gościa do naszej tucsońskiej rezydencji, aby mógł wypocząć po długiej podróży. Następnego dnia zamierzaliśmy „zrobić” Tucson.

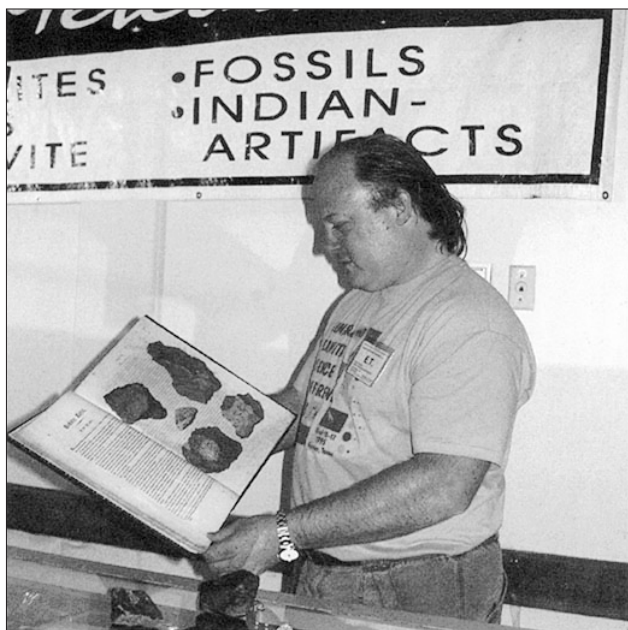
Rankiem przedstawiliśmy Joelowi nasze plany. Sądziliśmy, że najrozsądniej byłoby zrobić szybki przegląd handlarzy meteorytów, tak aby mógł dopasować twarze do nazwisk znanych mu z artykułów w czasopiśmie, z ogłoszeń i poczty elektronicznej. Tak więc pełni oczekiwań, z paczką egzemplarzy „Meteorite!” i z pewnym zasobem gotówki skierowaliśmy się do moteli na tucsońskie targi meteorytów.

Uznaliśmy, że najlepiej zacząć od salonu Blaine’a Reeda i nie zawiedliśmy się. Leżał tam na stole nowo znaleziony chondryt Richfield z Kansas w USA. Blaine opanował rynek jeśli chodzi o ten meteoryt. Nie będziemy szczegółowo opisywać tego interesującego chondrytu LL3, ponieważ zrobił to już Russell Kempton. (Zob. „Meteoryt Numeru” – przyp. red.) Trzy odmienne struktury były wyraźnie widoczne zwłaszcza na większych przekrojach, a chondry były niemal tak wyraźne jak w Moorabie. Szczególne wrażenie zrobiły na nas chondry z obwódkami metalu, których było tak dużo, że nawet w małych płytkach można było kilka zauważyć. Była też przepiękna, duża płyta chondrytu E6 Eagle z Nebraski w USA, która raziła oczy mnóstwem metalu. (Cena też raziła oczy – \$12500).

Chondryt H4 Dimmitt z Teksasu pojawił się w większej ilości po raz pierwszy. Reed miał trochę ładnych rozłupanych okazów poprzystępnych cenach i wielu kolekcjonerów skorzystało z okazji, aby nabyć większy okaz. Można było kupić także chondryt L4 Saratov. Na nabywcę czekało też kilka chondrytów H3 Brownfield.

Podczas wędrówki od salonu do salonu stało się dla nas oczywiste, że artykuł Roya Gallanta o Sikhote-Alin wymaga poprawek. Z artykułu tego wynikało, że całkowite okazy tego meteorytu były trudne do zdobycia i drogie. Jak się okazało, w rzeczywistości każdy handlarz miał mnóstwo pięknych całkowitych okazów, niektóre z oryginalną skorupą obtopieniową. Można było kupić całkiem ładne okazy już po 50 centów za gram, a najładniejsze kosztowały około dolara za gram. Odłamków było mnóstwo już po \$0,35 za gram. Nie zdziwimy się, jeśli Sikhote-Alin pojawi się w równie dużych ilościach jak Gibeon, może już w przyszłym roku. Wtedy każdy, kto kupił dawniej Sikhote-Alin po \$8,00 za gram będzie czuł się jak po krachu na giełdzie.

Następnie odwiedziliśmy w motelu Pueblo salon Alaina Cariona. Niewiele meteorytów nas tam powitało, ale na stołach były ładnie poukładane próbki skał z kraterów meteorytowych z Francji i Niemiec. Były tam brekcje zderzeniowe i stożki uderzeniowe ze struktury Rochechouart (Chassenon) w okręgu Haut- Vienne i suevit z krateru Nordlinger Ries. Ojciec i jego syn Louis Carion wybrali się z Bobem Haagiem i innymi do Egiptu na Pustynię Libijską w poszukiwaniu szkła libijskiego. Wyniki ich pracy rozeszły się wśród handlarzy meteorytów. Carion miał także prehistoryczne narzędzia wykonane z tego szkła. Louis dumnie pokazywał zdjęcie małego chondrytu, który znalazł na pustyni poszukując szkła. Trudno by było przeoczyć ten czarny okaz na tle niemal białego piasku. Czy to małe odkrycie może nam coś powiedzieć? Czy pustynie mogłyby stać się Antarktydą okolic równika?



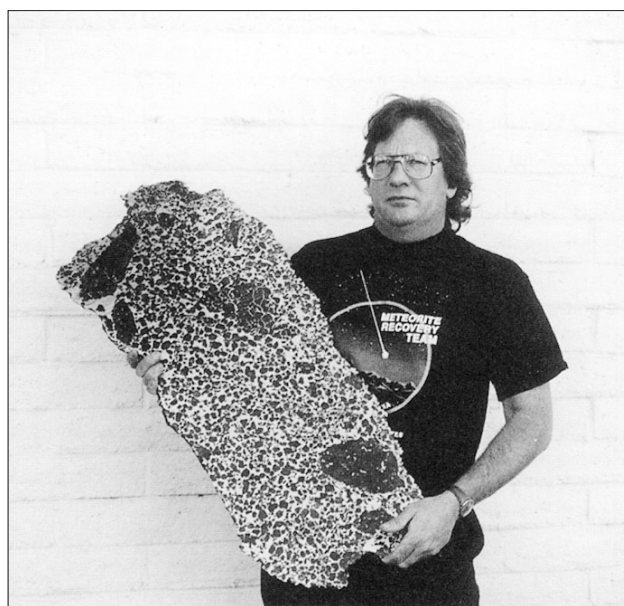
Edwin Thompson ze świeżo zakupionym niemieckim podręcznikiem Carla von Schreibersa z 1820 roku na temat meteorytów.

Wizyta na wystawie Edwina Thompsona w sali balowej motelu Pueblo zawsze jest interesująca. Można być pewnym, że E. T. będzie miał coś, co nie mieści się w głowie. Nie byliśmy rozczarowani. Przed nami leżało sześć nowych okazów: jeden z Australii, znaleziony w 1940 roku, i pięć z terenu spadku meteorytu Allende. Nie miały nazw i żaden nie został jeszcze sklasyfikowany. Jednym z nich był meteoryt żelazny ważący 227 gramów, prawdopodobnie oktaedryt średnioziarnisty, ale nie wyglądał na meteoryt Toluca. Była wspaniała płytka chondrytu węglatego CV3 Axtell z Teksasu i przepiękny 500 gramowy Murchison, największy dostępny dla kolekcjonerów, jaki widziałem w ostatnich latach. Jakby to było mało, w gablocie była kolekcja australitów w postaci niemal idealnych guzików z kompletnymi kołnierzami, o jakich marzą wszyscy kolekcjonerzy, ale rzadko kiedy mogą je dostać. Tam mogły one być twoje za jedyne \$1800 każdy. Wreszcie był tam olbrzymi Sikhote-Alin, który byłby pewnie przebojem targów, gdyby nie meteoryt Wabar. Okaz Wabar został najwidoczniej odcięty od 10 kg bryły żelaza, którą Harry Philby znalazł podczas swej podróży przez Arabię Saudyjską w 1932 roku w poszukiwaniu „zaginionego miasta Wabar”. Byłem zdumiony, że trzymam to w rękach. „Czy nie ma nic świętego w tym biznesie?”

W tym czasie Joel zdradzał już objawy zmęczenia, a i my nie byliśmy w lepszym stanie. Postanowiliśmy spędzić resztę dnia oglądając skamieniałości i minerały. Mimo to nie udało nam się uciec od meteorytów. Były one wszędzie. Przede wszystkim Gibeon, mnóstwo Sikhote-Alin i oczywiście Natan pozostawiający za sobą rdzawy ślad. Potem zaczęły pojawiać się meteoryty Allende w ilościach nie widzianych od kilku lat i w cenach schodzących nawet do \$2,00 za gram. Prawdopodobnie był to wynik starań Meksykanów żyjących na tym terenie, aby znaleźć więcej i najwidoczniej było więcej do znalezienia.

Zręczni rzemieślnicy wyszlifowali z Gibeona idealne kule i wytrawili je całkowicie. Niektóre pozostawiono w takim kształcie, jak były, ale wyszlifowano piaskiem do matowo srebrzystego połysku – okropny zwyczaj, który niszczy skądinąd ładny okaz. Gibeony przerobiono na noże, których ostrza pokrywały wzory po trawieniu. Wykonywano z nich biżuterię – naszyjniki, obrączki, brosze, bransolety. Jako reporterzy z targów w Tucson nie możemy wyrażać opinii. Argumenty za i przeciw biżuterii meteorytowej nie są tematem tej relacji. Możemy tylko przyjąć to jako rzeczywistość i odłożyć dyskusję do innego miejsca i czasu. Dość powiedzieć, że byliśmy bardzo zadowoleni widząc wokół taką obfitość Gibeona.

Następnego dnia postanowiliśmy odwiedzić salon Boba Haaga, gdzie zawsze jest tłum pragną-



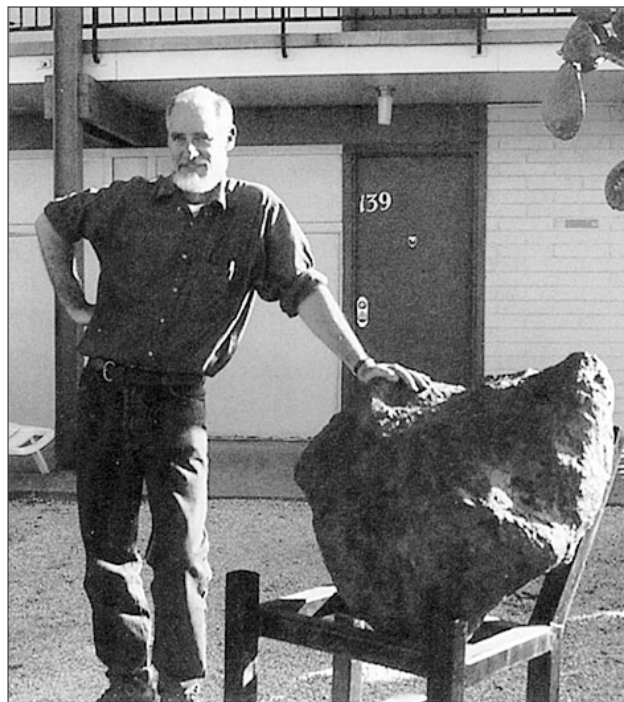
Mark Carlton z płytą pallasytu Esquel, której odcięcie zabralo mu dwa tygodnie.

cych zobaczyć jego ostatnie nabytki. Gdy weszliśmy do salonu wypełnionego meteorytami zbyt licznymi, by je tu wymieniać, zobaczyliśmy ostatni obraz Dorothy przedstawiający bolid spadający o zmierzchu 50 000 stóp nad pustynią Nevady. Bob zamówił ten obraz zeszłego roku na nową okładkę swego „Field Guide to Meteorites”.

Wielu z Was, czytelnicy, widziało już ten wspaniały obraz na kartce pocztowej. Bob wysłał ich tysiące zapowiadając nowe wydanie katalogu i swe miejsce na giełdzie w Tucson.

Jak dalszy ciąg przygodowej opowieści relacje Boba o ostatnich łowach meteorytowych są fascynujące. Gwoździem programu był niewiarygodnie idealnie orientowany meteoryt kamienny nazwany Adamana. Został znaleziony kilka miesięcy wcześniej na wysypisku w pobliżu Holbrook w Arizonie. Jak to się dzieje, że wysypiska przyciągają meteoryty? Przypomnijmy sobie meteoryt Julesburg Glenna Husa znaleziony na wysypisku w Colorado. Dzięki szybkiej reakcji Bob zyskał meteoryt drugi po znajdującym się w Smithsonian Museum orientowanym meteorycie Plantersville z Teksasu, a znalazca zyskał fabrycznie nową przyczepę campingową. Wygląda to na całkiem niezły interes! Nowy, ważący 37 kg mezosyderyt, zwany Lamont, ze stanu Kansas, znaleziony niedaleko Admire, był obiektem niezłego przedstawienia, gdy kilka ekip walczyło o ten skarb. Pewien ranczer znalazł ten okaz 20 lat temu i teraz otworzył butelkę odpowiadając na ogłoszenie w gazecie rolniczej zamieszczone przez pewnego kolekcjonera poszukującego meteorytów. Kupcy z całego kraju zaczęli tłoczyć się na scenie. Gdy kurz opadł, Smithsonian Institution, Chicago Field Museum i UCLA podzielili się połową, ćwiartkę dostał Marvin Killgore i pozostała ćwiartkę Bob. Ostatni okaz wart wzmianki to pallasyt Esquel, ale nie jakiś tam Esquel, lecz płyta o długości ponad metr, dowód umiejętności Marka Carltona. Prezentował on dumnie okaz na sesji zdjęciowej stanowiąc zarazem skalę porównawczą.

Allan Lang jak zwykle oferował nowe i nie tak nowe okazy. Przez ostatnie sześć tygodni poszukiwał on meteorytów w Chinach. Chiny rzeczywiście otworzyły się na resztę świata jeśli chodzi o minerały, skamieniałości i meteoryty. (To samo można powiedzieć o Rosji). Chodryt



Redaktor „Meteorite!” oparty o 920 kg okaz meteorytu żelaznego

L6 zwany Suizhov (wymawiany Sju-dżo) spadł w 1986 roku w prowincji Hubei i był oferowany po całkiem rozsądnej cenie (\$1,50/g). Większość małych kawałków była pozbawiona skorupy i miała typowy dla L6 wygląd betonu. Jednak już nieduża lupa ukazywała bogactwo szczegółów. Płytką cienką byłaby jeszcze lepsza. Nie mogliśmy nie kupić kawałka. Niestety musieliśmy zrezygnować ze wspaniałego 3,65 kg Suizhou za \$5500. Kilka okazów skłoniło mnie do sięgnięcia po katalog meteorytów. Przykładem był 931 g. anomalny meteoryt żelazny Ysleta z hrabstwa El Paso w Teksasie, znaleziony w 1914 roku.

Był czas gdy o kawałku meteorytu Nakhla można było tylko pomarzyć. Teraz sytuacja się zmieniła. Ten pożądany kamień z Marsa, choć wciąż rzadki, zaczyna pojawiać się w gablotach u niektórych handlarzy. Osiągalny jest tylko dla najbogatszych lub najbardziej szalonych (albo jednych i drugich razem) po cenie stukrotnie wyższej niż cena złota! [Od wydawcy „Meteorite!”: obecna cena złota około \$400/uncję jest równa \$12,86/gram]. Kiedyś Murchison za \$50,00 za gram wydawał się zbyt drogi. Teraz w porównaniu z Nakhłą wydaje się wyjątkowo tani.

Bez wątpienia najbardziej urozmaicona i najlepiej przygotowana była oferta Bethany

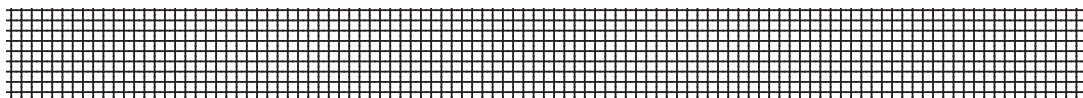
Sciences. Większość okazów była mała, między 100 a 200 gramów, ale jakie to były okazy! Potrzebujesz trochę Pasamonte? Jest. Były także Zagami, Nakhla, Laboulaye, argentyński chondryt H5, Mayo Belwa, nigeryjski aubryt, by wymienić tylko kilka. Naszą uwagę przyciągnął 160 g. pallasyt z Marjalahti z Finlandii. Cały jego oliwin najwyraźniej wywietrzal. Pozostała tylko żelazna siatka, jak nam się wydawało. Żelazo było pokryte białą jak śnieg substancją, która oglądana przez lupę okazała się mikroskopijnymi kryształkami oliwinu. Jest to okaz, który może być tematem interesującej dyskusji przy lampce wina.

Posiadłość Marvin Killgore'a odwiedziliśmy pod koniec naszej pielgrzymki. U niego zawsze można znaleźć trochę niespodzianek. Jak zwykle jego meteoryty były ładnie obrobione. Były tam Glorietta, rosyjski Tsarev (L5), Udei Station z Nigerii (IA) i nowy, jeszcze niepublikowany 71,3 kg chondryt L3-L6 zwany Sierra Colorada. Ten ostatni okaz zaintrygował mnie. Miał on pewne szczególne cechy, które najlepiej byłyby widoczne w płytce cienkiej. Poskarżyliśmy się delikatnie Marvinowi, że nigdzie na całych targach nie widzieliśmy ani jednej płytki cienkiej. W odpowiedzi zaprezentował nam płytkę cienką nowego okazu Sierra Colorada i kilku innych. Nie miał mikroskopu, ale to nie przeszkadzało. Znalazł bardzo ładne rozwiązanie. Umieścił wszystkie płytki cienkie w czytniku mikrofilmu. Były one tam widoczne na ekranie w powiększeniu przynajmniej 10 razy. Mogliśmy zebrać razem wszystkie okazy i badać je jako grupę bez konieczności użycia drogiego mikroskopu. Było to naprawdę genialne! Jedyne, co by jeszcze było potrzebne, to znaleźć sposób na wprowadzenie polaryzato-

rów. Meteoryty pod mikroskopem, to zupełnie inny świat. Zyskują one całkiem nowy poziom znaczenia, ponieważ badamy je poza pobieżnym spojrzeniem gołym okiem.

Na koniec, w ostatnim tygodniu targów, otwarto „oficjalne” targi w Convention Center. Są to targi detaliczne dla publiczności. Na tych targach są zwykle rozrzucone meteoryty, ale zupełnie inaczej niż w motelach. Zwykle handlarze minerałów mają po kilka okazów najczęściej spotykanych typów uzyskanych w drodze wymiany. Odkryliśmy tam Johna i Earlene Schooler z Schooler's Minerals & Possils z Blue Springs w Missouri. W małej gablocie wśród olśniewających minerałów było kilkadziesiąt meteorytów przeważnie po krzepiąco umiarkowanych cenach. Wszystkie były małe, najwyżej po kilkaset gramów, ale różnorodność była duża. Mieli oni najładniejsze okazy Sikhote-Alin w przedziale od 30 do 100 gramów, a także Macy z Nowego Meksyku (L6), Sleeper Camp z Australii (L6), Pierceville z Kansas (IUB), Etter z Teksasu (H6), Lake Labyrinth z Australii (LL6), Tres Castillos z Meksyku (UIAB) i garść małych Holbrooków, by wymienić tylko niektóre. Jest to piękna kolekcja handlarza minerałów spoza „kręgu wtajemniczonych”. Jedyne co muszą zrobić Schoolerowie by dołączyć do „klubu”, to podnieść ceny! (Wiesz, że to prawda, Joel).

Ostatniego dnia targów, gdy byliśmy już przeciążeni i na autopilocie, spytałem Joela w spokojnej chwili, co myśli o tym wszystkim. Pomyślał chwilę; potem z uśmiechem na twarzy westchnął, „Czuję się, jakbym umarł i trafił do nieba.” Jest to bardzo ładne podsumowanie meteorytowych targów w Tucson w 1996 roku.



Richfield – nowy meteoryt kamienny

Russell W. Kempton

Zawsze zdumiewało mnie w jaki sposób powstało Słońce i Ziemia. Co sprawiło, że ciemność i chłód przestrzeni kosmicznej zostały przegnane precz przez nasze Słońce, gdy zaczęło ono świecić? Czy” podczas kurczenia się mgławicy słonecznej, gdy gaz i pył pędziły do środka, tarcie między obłokami gazu wytwarzało tak duże ładunki elektrostatyczne, że powstawały błyskawice o długości milionów kilometrów? A chondry – te niewiarygodnie złożone małe okruchy stopionego szkliwa, które znajdujemy w chondrytach? Czy naprawdę są one pierwszymi okruchami materii tworzącymi się w naszym Układzie Słonecznym – prekursorami planet, księżyców i planetoid?

Na szczęście nie ja jeden próbuję pojąć to, co działo się cztery i pół miliarda lat temu. Zrozumienie jak powstało Słońce i planety naszego Układu Słonecznego jest jednym z najważniejszych problemów, jakimi zajmuje się astronomia. Patrząc na nowy meteoryt znaleziony w Richfield w stanie Kansas w USA nie wątpię, że dostarczy on nowych wskazówek do rozwiązania tej zagadki.

Tworzenie tarasów na polu jest tradycyjnym sposobem radzenia sobie z erozją. Nie jest jednak zalecanym sposobem na szukanie meteorytów. W 1983 roku pewien farmer formował tarasy przygotowując pole pod uprawę około 4 mil na południowy wschód od Richfield, w hrabstwie Morton, w stanie Kansas (37°13'20"N, 101°40'53"W) gdy wykopał 40,8 kg. kamień. Znalazienie na tym polu kamienia obojętne jakiej wielkości było czymś tak niezwykłym, że farmer zabrał go do domu. Kamień przeleżał tam dziesięć lat, aż w końcu w 1995 roku ciekawość zwyciężyła i farmer wysłał kawałek meteorytu do dr Alana Rubina z Uniwersytetu Kalifornijskiego w Los Angeles. Dr Rubin, który obecnie prowadzi szczegółowe badania meteorytu Richfield, sklasyfikował ten meteoryt jako LL3 – rzadko spotykany typ chondrytu. Poza znaleziskami na Antarktydzie

Richfield jest dopiero szesnastym znalezionym chondrytem typu LL3.

Chondryty, to meteoryty kamienne, które liczą sobie 4,5 miliarda lat. Ich wiek określono badając stopniowy rozpad zawartych w nich pierwiastków promieniotwórczych. Są one najstarszą znaną materią i mogą być próbkami minerałów pierwszej generacji z mgławicy słonecznej.

Chondryty są prostą mieszaniną dwóch bardzo złożonych składników: chondr i drobnoziarnistej materii zwanej ciastem skalnym. Cztery i pół miliarda lat temu świeżo zapalone Słońce było otoczone obłokiem gazu i pyłu. Uważa się, że chondry powstały przez stopienie tego międzygwiazdowego pyłu gdzieś w tym obłoku. Składają się one z wysokotemperaturowych krzemianów, głównie oliwinu i piroksenu. Ciasto skalne według tej teorii, to reszta pyłu, która wyparowała i ponownie skondensowała tworząc nowe minerały.

Jedną z najważniejszych cech charakterystycznych chondrytów LL3 jest to, że granice chondr są bardzo wyraźne. W przeciwieństwie do większości innych typów chondrytów uległy one minimalnym zmianom (Gak metamorfizm czy rekrytalizacja pod wpływem ciepła) od momentu ich utworzenia się w mgławicy słonecznej. Ta pierwotna materia jest wyraźnie widoczna na przekrojach meteorytu Richfield. Zdjęcia przedstawiają fragmenty płytki o wadze 1212 g i wymiarach 355 mm x 245 mm, stanowiącej pełny przekrój przez środek meteorytu wzdłuż najdłuższej osi.

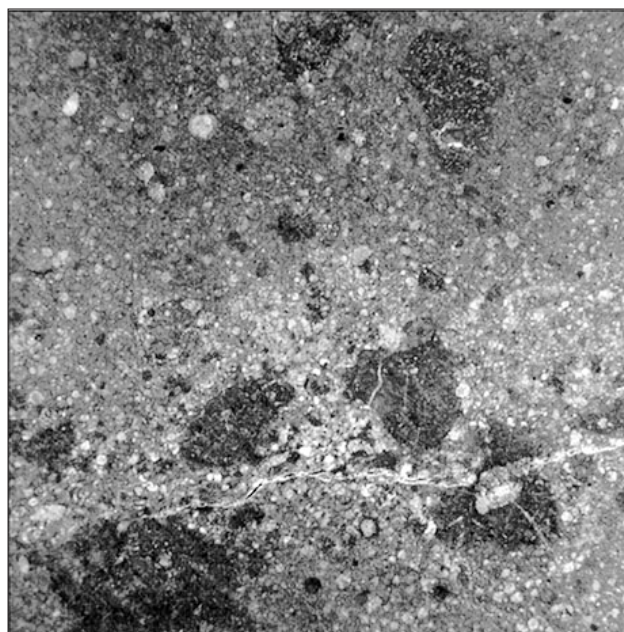
Wstępne wyniki wskazują, że meteoryt przeszedł znaczny metamorfizm wstrząsowy. Mozaikowatość piroksenów i oliwinów wskazuje na stopień S4. Badania mające na celu wyznaczenie, czy zawiera on rzadkie gazy wchłonięte z wiatru słonecznego, nie zostały jeszcze zakoń-

czone. Ziemijski wiek meteorytu Richfield nie jest znany, ale nie jest to niedawny spadek. Zewnętrzna powierzchnia jest pokryta wapienną skorupą. Miejscami jednak jest widoczna utleniona skorupa obtopieniowa.

W meteorycie Richfield widoczne są trzy odmienne struktury: bogata w chondry struktura o jasnoszarej barwie, jednorodna struktura o barwie ciemnoszarej i kanciasta, klastyczna struktura o barwie ciemnoszarej do czarnej z żyłkami metalu. Chondry są widoczne we wszystkich typach struktury. Mają one średnice od poniżej milimetra do 5 milimetrów. Wiele wyraźnie określonych chondr z metalowymi obwódkami występuje zarówno w strukturze jasnoszarej jak i ciemnoszarej. Ponadto równomiernie rozrzucone są inkluzje drobnoziarnistego żelaza nikłonośnego jak również trochę większych ziaren, (6 mm × 5 mm). Struktury jasno- i ciemnoszare są przemieszane przypadkowo w całym okazie, a granice między nimi są nieostre. Ciekawe, że we wszystkich strukturach znajdują się czarne jak smoła szkliste inkluzje o średnicy 1 do 2 mm.

Jeśli spojrzeć na przekrój meteorytu Richfield, można zauważyć, jak wiele interesujących tematów oferuje on badaczom. Jest on raczej pierwotnym chondrytem, który jednak przeszedł wiele „procesów geologicznych”. Ponieważ chondryty są jedynymi skałami, których historię można prześledzić aż do momentu narodzin Układu Słonecznego, więc zawierają one zapis warunków panujących podczas ich powstawania. Ten zapis zachowany w najmniej przeobrażonych strukturach meteorytu Richfield może rzucić nowe światło na jeden z wielu trudnych problemów dotyczących meteorytów: na kwestię tworzenia się chondr.

Dr Harry McSween Jr. z Uniwersytetu stanu Tennessee w Knoxville określił chondry jako „najważniejszą i wywołującą największe emocje materię dostępną badaniom naukowym”. Te małe szkliste kulki ukazują dużą różnorodność rozmiarów, struktur, składu chemicznego i zawartości minerałów. Z ich własności uzyskujemy dane na temat środowiska, w którym one powstawały – mgławicy słonecznej. Na temat chondr napisano tysiące publikacji naukowych. Wiemy o nich mnós-



Chondry o średnicach od poniżej milimetra do 5 mm

two. Problem jednak polega na tym, że nie wiemy jak, kiedy i gdzie one powstały. Bez tego najważniejszego kawałka informacji nie wiemy jak wykorzystać to wszystko, czego już zdołaliśmy się dowiedzieć.

Teorie opisujące powstawanie chondr muszą wyjaśnić ich skład chemiczny, wskazać źródło energii, która stopiła materię, z której powstały, oraz proces chłodzenia, który spowodował szybkie krzepnięcie. Obecnie teorie te reprezentują dwa punkty widzenia: astrofizyczny – gdzie topnienie i kondensacja występowały w pyłowym środowisku mgławicy słonecznej wskutek zderzeń między ziarnami pyłu, wyładowań elektrycznych lub jakichś innych zdarzeń wysokoenergetycznych i geologiczny – gdzie topnienie było skutkiem zderzeń między małymi mgławicami.

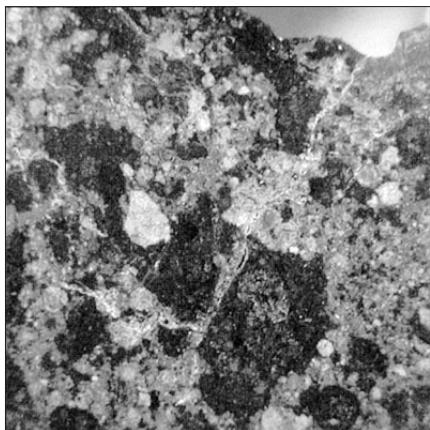
Jeśli chondry powstały na pierwotnych planetoidach, to zawierają informacje dotyczące ciśnienia, temperatury i składu chemicznego ich ciał macierzystych, a jeśli nie, to dane te dotyczą wysokoenergetycznego, gazowego środowiska mgławicy słonecznej.

Uważa się, że mgławica słoneczna przechodziła przez dwa odrębne stadia rozwoju: krótki, aktywny okres akrecji trwający pół miliona lat i znacznie dłuższy (10 mln lat) stosunkowo spokojny okres. Ostatnio dr John Wood zaproponował,

że ponieważ powstawanie chondr jest procesem wymagającym wysokich energii, to „najbardziej obiecujący” moment na ich powstawanie był podczas początkowego okresu trwającego pół miliona lat gdy 99,9 procenta energii mechanicznej zostało wydzielonej w postaci ciepła, a nie podczas drugiej, trwającej 10 milionów lat części.

Jakiegolwiek było źródło energii, musiało być ono niezwykle wydajne, skoro wytworzyło ogromne ilości materii, która stała się budulcem naszego układu planetarnego. Jeśli był to proces astrofizyczny, to może naprawdę były to wyładowania elektryczne o długości milionów kilometrów odprowadzające wszystko na swej drodze i przekształcające wszelką materię stykającą się z wyładowaniem w drobne szkliste kawałki przypominające okruchy ziemskiego fulgurytu. Na Ziemi błyskawica przecinająca niebo jest fascynującym zjawiskiem meteorologicznym, przejawem poszukiwania równowagi przez ładunki elektrostatyczne. Czy chondry z meteorytu Richfield i innych są wytworem procesów astrofizycznych o gigantycznej skali, czy też wynikiem jakiejś formy „zderzeniowej uprawy ziemi”? Pełne zrozumienie ewolucji naszego Układu Słonecznego zależy od tego, która teoria ma rację. Ciekawe...

Autor wyraża serdeczne podziękowanie naukowcom, którzy udzielili mu cennych informacji. Są to: dr John Wood, dr Ursula B. Marvin i dr Michael Petaev z Harvard – Smithsonian Center for Astrophysics, oraz dr Timothy Grove z wydziału nauk o ziemi, atmosferze i planetach Massachusetts Institute of Technology.



Jasne i ciemne okruchy

NOWINY

Meteoryt Jawor

Zwiedzając Muzeum Regionalne w Jaworze możemy zobaczyć znacznych rozmiarów fragment rdzawej skały z karteczką z napisem „meteoryt?”. Do dziś nie udało się usunąć z karteczki znaku zapytania bądź zmienić jej treści. Kilka osób pobierało w różnym czasie próbki do badań z tej blisko 120-kilogramowej bryły, jednakże o wynikach badań nic nie wiadomo. Przed wojną okaz ten figurował w muzeum w Jaworze jako „Grosser Meteorstein 239 Pfd. schwer” czyli kamień meteorytowy o wadze 239 funtów. W książce Ottona Koischnitza „Jauer Wegweiser durch die Heimat und ihre Geschichte” (Jauer 1930) Jerzy Pokrzywnicki znalazł taką oto wzmiankę przy opisie działu przyrodniczego muzeum w Jaworze: „... und einem 239 Pfd. schweren in Kreise gefundenen Meteoriten”. Tak więc brak dokładnych danych o miejscu i czasie znalezienia tego okazu poza tym, że znaleziono go w okolicach Jawora. Kształt jego zbliżony jest do kuli, chociaż jest bardzo nieregularny. Analizy chemiczne przeprowadzone przez 1. Pokrzywnickiego wykazały zbyt niską zawartość niklu jak na meteoryt.

W maju 1996 roku udało się odciąć kolejny fragment do badań. Na podstawie makroskopowych oględzin można przypuszczać, że jest to anomalny meteoryt żelazny z inkluzjami krzemianowymi. Posiada ziarnistą strukturę widoczną już gołym okiem po oszlifowaniu, a jeszcze wyraźniej po wytrawieniu kwasem azotowym. Podczas trawienia próbka zachowała się jednak nietypowo, szybko ciemniejąc, chociaż na kontrolnej próbce meteorytu Morasko, poddanej trawieniu w identyczny sposób, ciemnienie nie wystąpiło. Nie pojawiły się typowe figury Widmanstättena lecz siatka jasnych linii i ciemne pola wypełniające oka siatki. W całej masie próbki występują równomiernie rozproszone milimetrowej wielkości inkluzje przypuszczalnie miedzi rodzimej oraz takiej samej wielkości inkluzje nie zidentyfikowanego minerału o ciemnej barwie z niebieskawym odcieniem. Występują one zarówno w metalu jak i w większych inkluzjach krzemianowych o średnicy rzędu centymetra. Te ostatnie prócz krzemianów zawierają minerały rudne.

Przedstawione tu wnioski są prowizoryczne i mogą ulec zmianie w wyniku dokładnych badań, które są w toku. Wydaje się jednak, że szanse na usunięcie znaku zapytania z karteczki z Muzeum w Jaworze są duże.

Tadeusz Przylibski

Tybetańskie tektyty

Michael L. Blood

Aż do roku 1991 tybetańskie tektyty nie były znane na Zachodzie. W owym roku jednak pewien handlarz z tamtego terenu dostarczył niedużą ich ilość do międzynarodowego handlarza meteorytów i tektytów. Niestety handlarz ten zniknął mimo moich kilkakrotnych prób nawiązania z nim kontaktu. W końcu udało się jednak kontakt nawiązać i kilka funtów tej materii znów dotarło do USA. Nieduże ilości tych tektytów zostały sprzedane kilku handlarzom klejnotów i minerałów oraz kolekcjonerom meteorytów.

Z powodu niedawnego pojawienia się ich brak jeszcze literatury naukowej na temat tybetańskich tektytów czyli tybetanitów, jak będę je nazywać. Z opowieści tego pierwszego handlarza wynika, że pochodzą one z koryta wyschniętej rzeki i zostały zebrane przez Droków, szczep nomadów żyjących na Chang Tang, płaskowyżu w środkowym i północnym Tybecie w pobliżu jeziora Motsobuhna. Były one wysoko cenione przez członków szczepu, którzy nazywali je „darem niebios” i uważali je za talizmany o ogromnej mocy. Znaczny procent mężczyzn w Tybecie to buddyjscy mnisi. Ich klasztory są finansowane głównie przez dobrowolne dziesięciny płacone przez resztę mieszkańców. Tybetanity są tak wysoko cenione przez mnichów i lamów, że chętnie przyjmują oni dziesięcinę w postaci tektytów zamiast pieniędzy.

Perspektywa historyczna i kulturowa

Przypisywanie meteorytom i tektytom korzystnych wpływów i mocy talizmanu nie jest ani współczesnym zjawiskiem ani myśleniem w duchu „New Age”. W osadzie ludu Cro-Magnon sprzed 29000 lat znaleziono amulet z Wełtawitu. Meteoryt zwany „kamieniem frygijskim” był czczony przez ponad pięć stuleci w okresie cesarstwa rzymskiego. Podobnie działo się w przeszłości w Chinach i Indiach oraz w wielu plemionach amerykańskich Indian, którzy nosili małe okazy w woreczkach z lekami. Islamska tradycja utrzymuje, że Święty Kamień wbudowany w świątynię Kaaba w Mekce jest kamieniem, który spadł z nieba. Był on czczony dużo wcześniej zanim Mahomet zdobył Mekkę.

Nie tylko mieszkańcy Tybetu wysoko cenią tektyty ze swego terenu. Chińska literatura już w X wieku odnotowuje zbieranie tektytów znanych jako „kamienie boga gromów”. Ludność Czech od dawna cenila Moldawity, tektyty z ich kraju. W przeszłości z moldawitu wykonano monstrancję. W latach 60-tych naszego wieku rząd Szwajcarii zakupił moldawit za \$5000 oprawiony w platynę i otoczony diamentami i podarował go królowej Elżbiecie II w dziesiątą rocznicę jej koronacji. Ostatnio papież Jan Paweł II otrzymał w darze od narodu czeskiego różaniec wykonany ze szlifowanych moldawitów. Australity, tektyty z Australii, są znane Europejczykom dopiero gdzieś od roku 1830, ale zawsze były cenione przez Aborygenów. Różne grupy Aborygenów opowiadają o nich legendy uważając je za źródło szczęścia, za kamienie chroniące przed chorobami i przypisując im ogromną ważność w obrzędach sprowadzania deszczu. Niektórzy szamani uważają, że mają one moc przekazywania i odbierania wieści z dużych odległości. Wiele plemion z terenu Australii Zachodniej określa je nazwą „Maban”, słowo to jest używane na określenie czegoś, co ma związek z magią.

Fizyczne własności tektytów.

Chociaż nie przeprowadzono jeszcze szczegółowej analizy tybetanitów, to analizy tektytów z innych terenów dostarczyły kilku ciekawych informacji o ich wyjątkowych cechach. Tektyty z różnych obszarów są bardzo podobne pod względem składu chemicznego i budowy wewnętrznej oraz mają liczne inne cechy wspólne. Z kilkoma wyjątkami są one małe; wagą przeważnie poniżej 100 gramów, a znaczny ich procent jest nawet mniejszy niż 10 gramów. Są one całkowicie ze szkła, ale inaczej niż szkło wytworzone przez człowieka i szkliwo pochodzenia wulkanicznego zawierają one od 68% do 82% krzemionki. Dlatego mają twardość 6 – 7 w skali Mohsa i współczynnik załamania 1,48 – 1,52. Szkło wykonane przez człowieka, a także obsydian, mają twardość 5 do 5,5, a szkło ma współczynnik załamania 1,5 lub wyższy. Ponadto ob-

sydian zawiera 5000 części wody na milion podczas gdy tektyty zawierają tylko 100 ppm. Różnią się one więc od wszystkich znanych rodzajów szkła zarówno naturalnego jak i sztucznego. Ich kształt i wygląd powierzchni wyraźnie sugerują, że ukształtowały się one w stanie częściowo stopionym podczas przelotu przez atmosferę z wyjątkowo dużą prędkością. Wszystkie znane tereny występowania tektytów znajdują się między 50° N i 40° S.



Tektyty z danego terenu mają szereg cech wspólnych takich jak wiek, barwa, wielkość i struktura. Te które pochodzą z innych terenów, różnią się pod względem tych cech. Największe różnice występują gdy chodzi o wiek: tektyty z Australii i południowo wschodniej Azji liczą sobie tylko 700 tysięcy lat, gdy te z Teksasu i Georgii w USA mają 35 milionów lat.

Większość tektytów jest bardzo ciemnoszara lub czarna, ale są też tektyty o odcieniu brązowym, zielonym (moldawity) a nawet niebieskim (Rosja). Skutkiem przelotu przez atmosferę z prędkością ponaddźwiękową jest rzeźba powierzchni różna na różnych terenach. Australity mają gładką powierzchnię i często kształt guzików, gdy moldawity mają nieregularne kształty i głębokie wyżłobienia na powierzchni. Okazy z innych terenów mieszczą się, jeśli chodzi o wygląd, między tymi dwiema skrajnościami, a ich powierzchnie są w znacznym stopniu pokryte płytkimi wgłębieniami. Większość tektytów jest w znacznym stopniu nieprzezroczysta i tylko niektóre są prześwitujące, szczególnie moldawity. Tybetanity są prześwitujące tylko w pewnym stopniu. W świetle odbitym wydają się czarne i nieprzezroczyste, ale gdy patrzeć pod światło, widać że są prześwitujące i przypominają bardzo ciemny kwarc dymny o oliwkowo zielonym odcieniu.

Zdjęcie przedstawia 34 okazy reprezentujące różne rodzaje kształtów i wielkości

tybetanitów. Najmniejszy okaz na prawym brzegu rzędu 1 waży 0,8 grama, a drugi od lewej w rzędzie 5 waży 16 gramów i ten przedział wagi jest najczęściej spotykany. Rzędy 1 i 3 przedstawiają różnorodność nieregularnych kształtów typowych dla mniej więcej połowy tybetanitów. Okazy z rzędu 2 przypominają kawałki kory z jedną powierzchnią gładką (dwa z lewej), a drugą rzeźbioną (dwa z prawej). Tylko około 5% należy do tej grupy. W rzędzie 4 są okazy o jajowatym kształcie, które mają powierzchnię częściowo rzeźbioną, a częściowo gładką. Taki kształt ma około 25 % okazów. W rzędzie 5 widać rzeźbione (z lewej) i gładkie (z prawej) strony wklęsłych fragmentów. Większość ich wygląda jakby utworzyły się wokół bąbli o wielkości dużej pomarańczy lub małego grejpfruta. Taki kształt ma mniej niż 5 % okazów. Rząd 6 zawiera przykłady półkulistych kształtów z mniejszym bąblem wewnątrz (z prawej) i rzeźbioną zewnętrzną powierzchnią (z lewej). Tylko około 2% ma taki kształt. W rzędzie 7 są ciekawie ukształtowane „rogaliki” rzeźbione tylko od zewnątrz, gładkie od środka i mające ukośne boki. Podobnie jest ich mniej niż 2%. Rząd 8 zawiera „maczugi” lub „łezki”, które wśród tektytów występują na ogół niezbyt rzadko. Przeważnie są one całkowicie rzeźbione. Reszta okazów to formy pośrednie między nieregularnymi kształtami i jedną lub dwiema z powyższych „klasycznych” kształtów.

Wniosek

Żadna z teorii powstawania tektytów nie wyjaśnia wszystkich znanych faktów. Większość

badaczy jest jednak zgodna, że są one rezultatem zderzenia z obiektem pozaziemskim. Cieszą się one wielkim zainteresowaniem badaczy w tym stuleciu i były wysoko cenione przez szamanów, mnichów, księży i inne osoby w wielu kulturach przez jakieś 30000 lat. Naukowe zbadanie tybetańskich okazów okaże się zapewne interesujące i cenne dla badań nad tektytami i ich pochodzeniem. To, że były one wysoko cenione przez mieszkańców Tybetu, już wiemy.

NOWINY

Meteoryty w Lidzbarku Warmińskim

Publikacja „Meteoryty w zbiorach polskich” opisuje meteoryty i kolekcje do listopada 1995 roku. Od tego czasu w Lidzbarku Warmińskim powstały trzy prywatne kolekcje meteorytów: Artura Bejera, Elizy Kąckiej i Tomka Pieniaka. Inne zbiory powiększyły się o nowe okazy. Obecnie zbiory lidzbarskie obejmują 58 okazów dziesiętnastu różnych meteorytów znajdujących się u 21 właścicieli, z których 6 posiada kolekcje liczące 3 lub więcej meteorytów:

Meteoryty kamienne:

Acfer 011, H5	2
Allende, CV3	6
Baszkówka, L5	1
Camel Donga, Euc	1
Etter, L5	3
Forrest 002, L6	1
Marlow, L5	1
Reggane 003, H4	1
Tuxtuac, LL5	2

Meteoryty żelazno-kamienne:

Brenham, Pal	1
Imilac, Pal	1
Vaca Muerta, Mes	2

Meteoryty żelazne:

Canyon Diablo, IA	3
Gibeon, IVA	18

Mundrabilla, anom	1
Sikhote-Alin, IIB	7
Toluca, IA	3

Tektyty:

Australit	1
Indochinit	3

Jerzy Puszcz

Jak chronić meteoryty przed rdzewieniem

Wygrzany w temperaturze ok. 200°C meteoryt żelazny Toluca Uego zdjęcie znajduje się w „Postęпах Astronomii” nr 1/95) teoretycznie powinien być pozbawiony wody. Wystudzony i pokryty preparatem WD-40 w krótkim czasie pokrył się kropelkami wody, która wydostała się ze szczelin. WD-40 stosuję do konserwacji swoich meteorytów od 1994 roku, czyli ponad dwa lata, i nie obserwuję żadnych oznak rdzewienia. WD-40 ma dużą zdolność przylegania do powierzchni metalu, usuwa wilgoć z mikroskopijnych spękań, a cienka bezbarwna powłoka zabezpiecza przed rdzą. Brunatna od rdzy powierzchnia meteorytu Sikhote-Alin, po pokryciu WD-40 odzyskała niebieskawe zabarwienie. Jak podaje wytwórca: WD-40 Company Ltd., produkt składa się z naturalnych wosków i koncentratu olejowego oraz destylatu naftowego.

Jerzy Puszcz

Od redaktora: Za radą autora powyższej notatki stosuję WD-40 od pewnego czasu i chciałbym dodać kilka uwag z własnego doświadczenia. WD-40 wypiera wilgoć z wnętrza meteorytu, ale gromadzi się ona na powierzchni i staje się ogniskiem rdzewienia. Dlatego w początkowym okresie stosowania WD-40 należy przynajmniej raz dziennie przecierać konserwowaną powierzchnię watą i nanosić preparat na nowo; potem można robić to rzadziej. Dla autora jest to tak oczywiste, że o tym nie wspomina. Meteoryt pokryty WD-40 jest tłusty w dotyku, co jest pewną wadą, jeśli chce się go przenosić, pokazywać komuś itp. Po pewnym czasie można więc zetrzeć WD-40 i pokryć powierzchnię bezbarwnym lakierem. Zdarza się jednak, że pod lakierem zaczyna wyłazić rdza ze szczelin między belkami kamacytu. Należy wtedy niezwłocznie usunąć lakier acetonem i zastosować ponownie WD-40. Dotyczy to zwłaszcza meteorytów rozprowadzanych przez Klub Kolekcjonerów Meteorytów OPiOA, które mają lakierowane powierzchnie z figurami Widmanstatta. Dodatkową zaletą WD-40 jest to, że ma on mnóstwo innych zastosowań w gospodarstwie domowym, więc domownicy nie patrzą krzywym okiem na wydawanie nań pieniędzy.

Czyje są meteoryty według prawa

Philip A. Roberts Jr.

Ktoś kto ogląda lub może nawet dotyka meteorytu Willamette wystawionego obecnie w hallu Hayden Planetarium w Amerykańskim Muzeum Przyrodniczym w Nowym Jorku nie podejrzewa, jakie spory toczono o to, kto jest właścicielem tego meteorytu. Tylko kilka meteorytów było przedmiotem procesów sądowych, ale o ten ważący 14,1 ton meteoryt żelazny toczył się najbardziej zaciekle, jeśli nie najciekawszy, spór na temat prawa własności do niego spośród procesów jakie były lub mogły być.

Uważa się, że meteoryt Willamette spadł na Ziemię ponad 100 000 lat temu i prawdopodobnie wylądował na terenie dzisiejszej Kanady. Został przetransportowany do stanu Oregon przez lodowiec i osadzony w miejscu, które w momencie odkrycia go przez Ellisa Hughesa w listopadzie 1902 roku było własnością Oregon Iron Company. Jednak zanim Ellis natknął się na tę bryłę żelaza, została ona odkryta i wykorzystywana przez Indian Clackamas.

Meteoryt wyglądał jak ogromny grzyb, lub odwrócony dzwon, gdy znalazł go Ellis. Miał mniej więcej siedem stóp szerokości i dziesięć wysokości. Spoczywał na węższym końcu w płytkim zagłębieniu, otoczony przez krzaki leszczyny i granitowe głazy. W płaskim wierzchołku były liczne dołki, niektóre głębokie nawet na 35 cm. Jedno zagłębienie było na tyle duże, że mogło pomieścić małe dziecko. Według dowodów przedstawionych w trakcie procesu sądowego pierwsi natrafili na ten meteoryt Indianie. Ich szaman twierdził, że przybył on z Księżyca i nazywał go „Tomanowos”. Indianie wierzyli, że woda zebrana w dołkach na jego powierzchni ma lecznicze właściwości i obmywali w niej twarze. Zanurzali w niej także łuki i strzały podczas wojny.

Gdy przybył tam Ellis, meteoryt był od dawna porzucony przez Indian. Ellis znajdował się na terenie należącym do Oregon Iron Company, aby wycinać drzewa i wtedy natknął się na meteoryt. Natychmiast uświadomił sobie, że można na nim zrobić pieniądze. Zbudował wóz i przy pomocy starego konia i piętnastoletniego syna przetransportował głaz do swej posiadłości, gdzie postawił

nad nim szopę i pobierał opłaty za oglądanie meteorytu. W ciągu lata meteoryt stał się znany, ale jednym z oglądających okazał się prawnik (tacy zawsze są przyczyną kłopotów) pracujący dla Oregon Iron Company, który zauważył, że droga do szopy biegnie z posiadłości jego klienta. Oregon Iron Company wniosła sprawę do sądu hrabstwa Clackamas i wygrała. Sąd nakazał zwrot meteorytu. Ellis odwołał się do Sądu Najwyższego stanu Oregon i 17 lipca 1905 roku Sąd Najwyższy utrzymał wyrok w mocy.

Adwokaci Ellisa argumentowali, że: 1) każdy ruchomy, bezpański przedmiot staje się własnością znalazcy; 2) według prawa rzymskiego skarb powinien być podzielony po połowie między znalazcę i właściciela ziemi, ale według prawa angielskiego i amerykańskiego znalazca bezpańskiej rzeczy staje się jej właścicielem niezależnie od tego, na czym terenie została ona znaleziona; 3) pierwszymi znalazcami i właścicielami meteorytu byli Indianie, którzy go potem porzucili i wobec tego należy on do znalazcy; 4) znalazca czegoś, co nigdy nie miało właściciela powinien stać się właścicielem.

Sąd Najwyższy stanu Oregon stwierdził, że meteoryt powinien być własnością Oregon Iron Company, a ponadto, że obiekt, który spadł na Ziemię w naturalny sposób, staje się częścią gruntu i należy do jego właściciela. Fakt, który mógłby być uwzględniony, ale nie był znany w momencie wydawania wyroku, jest taki że meteoryt pierwotnie spadł w Kanadzie, gdzie zgodnie z prawem meteoryty są własnością rządu.

Sąd rozważał fakt, że Indianie mogli posiadać i porzucić meteoryt pozostawiając go dla znalazcy, ale odrzucił tę koncepcję z powodu „niewystarczających dowodów” przedstawionych w trakcie procesu.

O ile mi wiadomo sprawa Oregon Iron Company przeciwko Hughes’owi jest ostatnią sprawą w Stanach Zjednoczonych dotyczącą własności meteorytu i jest wciąż obowiązującym precedensem. Jednak nie była to pierwsza taka sprawa i nie jest to ostatni spór dotyczący własności meteorytu.

Wyrok w sprawie Goodard przeciwko Winchell'owi wydany przez Sąd Najwyższy stanu Iowa 4 października 1892 roku był cytowany w wyroku dla Oregon Iron Company jako podstawa do stwierdzenia, że meteoryt staje się częścią ziemi, na którą spada, a więc jest własnością właściciela tej ziemi.

2 maja 1890 roku, około 5.15 po południu deszcz kamieni spadł w hrabstwie Winnebago w stanie Iowa. Jednym z tych kamieni był 25 kg chondryt, który spadł na posiadłość Johna Goodarda. Zakopał się on w ziemi na prawie metr głęboko. Jego spadek widział krewny Petera Hoaglanda, który powiedział mu o tym, a ten poszedł i wykopął kamień. Sprzedał go potem H. V. Winchellowi za 105 dolarów (Sąd uznał wobec tego, że kamień musiał być wart 101 dolarów, gdyż każdy handlarz musi mieć zysk). Gdy Goodard dowiedział się, co się stało, podał Winchella do sądu domagając się zwrotu meteorytu. Sąd okręgowy uznał skargę Goodarda. Oparł się na fakcie, że prawo angielskie i amerykańskie stanowi, że meteoryt należy do właściciela ziemi. Sąd rozważał proces we Francji, w którym wieśniak, który znalazł meteoryt został uznany za jego właściciela, choć ziemia, na której znalazł meteoryt, nie należała do niego, ale odrzucił ten argument.

Meteoryt ten jest znany pod nazwą Forest City. Był to deszcz meteorytów kamiennych, który spadł na obszar o długości 2 mil i szerokości 1 mili. Znalezione 5 dużych kamieni i ponad 500 małych.

Dwie kwestie zwracają uwagę: Po pierwsze sąd nie stwierdził w wyroku, czy panu Winchellowi należy się zwrot 105 dolarów od pana Hoaglanda; po drugie właściciel kamienia jak i sam kamień muszą podlegać jurysdykcji sądu. Bez tego wyrok nie ma lub nie miałby żadnego skutku prawnego. Myślę, że w tym miejscu powinniśmy zdefiniować prawo własności. Jest to prawo nabywania własności w sposób legalny i prawnie uzasadniony. Deszcz meteorytów, który spadł 13 lat przed meteoritem Forest City również w stanie Iowa jest dobrym przykładem nie tylko potrzeby jurysdykcji sądu ale także faktu, że „im więcej rzeczy się zmienia, tym więcej zostaje po staremu”.

10 maja 1879 roku deszcz meteorytów spadł w pobliżu Estherville, w stanie Iowa. Największy okaz ważył 198 kg. Wkrótce po odnalezieniu został wystawiony na pokaz za opłatą, ale zaraz

zaczęły się dyskusje, czyją jest własnością. Został zabrany i zakopany na polu kukurydzy. Następnie został wykopany i znalazł się w posiadaniu szeryfa. Znow znalazł się czarny charakter (miejscowy prawnik), który jakoś wydostał go z hrabstwa poza jurysdykcję sądu. 30 listopada 1879 roku trafił on w końcu do British Museum. Inny okaz z tego samego spadku został ukryty w grocie, a potem sprzedany do stanu Minnesota.

Ostatnia walka o posiadanie meteorytu zaczęła się w lutym 1976 roku gdy David Friburg i Mike Jendruczak szukali kopalni złota w górach Old Woman w Kalifornii. Znajdowali się na trzech czwartych długości ostatniego kanionu, gdy David Friburg zauważył skałę o dziwnej barwie, która okazała się czystym metalem. Zdołali odłupać mały kawałek i zabrać do domu. Jendruczak wysłał próbkę do Griffith Observatory do zbadania. Otrzymał odpowiedź, że nie jest to meteoryt, ponieważ nie zawiera niklu. Poradzono Jendruczakowi, żeby zwrócił się o opinię do Smithsonian Institution. Zrobił to, chociaż ich przyjaciel Jack Harwood odradzał mu to. Dr Roy Clark, kustosz meteorytów w Smithsonian Institution, był w Kalifornii dzień po otrzymaniu próbki. Poprosił Friburga i Jendruczaka aby zawieźli go do meteorytu, co też zrobili. Wtedy zaczęła się wojna o meteoryt, w której uczestniczyli dwaj znalazcy, Smithsonian Institution, Biuro Gospodarki Gruntami, Stan Kalifornia i Departament

Spraw Wewnętrznych. 16 czerwca 1977 r. żołnierze piechoty morskiej USA przy pomocy śmigłowca unieśli 3-tonowy meteoryt i przenieśli go na pustynię. Sąsiad Jacka Harwooda usłyszał w telewizji o akcji piechoty morskiej. Zadzwoił do Friburga i Jendruczaka, którzy o północy pojechali w góry próbować chronić swe interesy. Około 2.30 w nocy wyjeżdżając ze stacji benzynowej zostali uderzeni łodzią, która zsunęła się z samochodu i ich samochód został rozbity. Mimo to zdołali dotrzeć w góry o 8 rano, ale nie byli w stanie przeszkodzić żołnierzom w zabraniu meteorytu. Odbyły się następnie przynajmniej dwie rozprawy sądowe o wydanie orzeczenia, że meteoryt powinien pozostać w Kalifornii. Odkrywcy argumentowali, że Prawo Górnicze z 1872 roku daje im tytuł własności meteorytu, natomiast Departament Spraw Wewnętrznych powoływał się na ustawę o zabytkach z roku 1906. Gdy spór trwał,

najwyraźniej pod naciskiem senatora Cranstona, sekretarz Departamentu Spraw Wewnętrznych „rozwiązał problem”. Choć prawo własności przyznano Smithsonian Institution, opiekę nad meteorytem powierzono stanowi Kalifornia. Meteoryt jest teraz eksponowany w Barstow, w California Desert Information Center.

Rozważając prawo własności meteorytu sądy mogą tak jak dotychczas traktować meteoryt jako porzuconą własność, jako rzecz bezpańską, jako zgubę, jako skarb, albo jako część gruntu. Potencjalnym właścicielem może być znalazca, właściciel ziemi, na której znaleziono meteoryt, oraz władze danego terenu czy państwa.

Sądy w Stanach Zjednoczonych i Wielkiej Brytanii przyjmowały tezę, że meteoryt jest elementem składowym gruntu, co prowadziło do wniosku, że należy on do właściciela posiadłości. Sądy w Kanadzie z kolei postanawiały, że meteoryt należy uznać za rzecz porzuconą lub bezpańską, a więc władca ma prawo wejść w jej posiadanie.

Opierając się na najlepszych informacjach, jakie udało mi się zdobyć, spróbuję przedstawić, jak wygląda prawo własności znalezionego meteorytu w poszczególnych krajach. Nie należy tego traktować jako wiarygodne źródło, gdyż nie miałem dostępu do pełnej informacji, a ponadto prawa się zmieniają. Jeśli wyniknie problem własności, proszę zasięgnąć rady u miejscowego prawnika. W Stanach Zjednoczonych, jak już wspomniano, znaleziony meteoryt należy do właściciela terenu, na którym został znaleziony. Znaczna część terenów w zachodniej części USA jest własnością rządu i meteoryty tam znalezione powinny być przekazane do Smithsonian Institution.

Meteoryty znalezione w Kanadzie należą do rządu. Znalazca otrzymuje dyplom.

W Danii, od 1991 roku, wszystkie znalezione meteoryty należą do państwa, z wyjątkiem Grenlandii. Inaczej niż w Kanadzie, rząd duński wypłaca znalazcy nagrodę pieniężną zależnie od stanu zachowania i typu meteorytu. Meteoryt trafia do Muzeum Przyrodniczego w Kopenhadze.

Prawo w Wielkiej Brytanii, choć na pierwszy rzut oka podobne do prawa w Stanach Zjednoczonych, jest dość skomplikowane. Czynione jest rozróżnienie w zależności od tego, gdzie dokładnie wylądował meteoryt. Jeśli ląduje on na ziemi, należy do właściciela gruntu. Z drugiej strony jeśli

spada na dom, a nabywca domu nie jest właścicielem gruntu, na którym dom stoi, meteoryt należy do właściciela domu; jednak gdy właściciel kupił dom za pieniądze pożyczone z banku, meteoryt będzie należał do tego banku. Może też być brane pod uwagę prawo własności minerałów, które wygląda nieco inaczej.

Prawo własności w Australii także wygląda dość skomplikowanie. W Australii Zachodniej i w Australii Południowej meteoryty należą do państwa i nie wolno ich zabierać. Jednak podobnie jak w sytuacji spadku meteorytów w stanie Iowa w 1879 roku, meteoryty są regularnie usuwane spod lokalnej jurysdykcji.

Prawo w Japonii nie jest jasne. Sądono, że znaleziony meteoryt należy do rządu, ale według „Sky & Telescope” meteoryt, który spadł 18 lutego 1995 roku, należy obecnie do właściciela samochodu, w który uderzył.

W Argentynie miejscowe prawo zabrania zabierania meteorytów znalezionych na terenie danego hrabstwa.

Jeśli więc ktoś zamierza szukać meteorytów, radzę najpierw uzyskać zgodę właściciela terenu na poszukiwania. Warto też poczynić pewne ustalenia finansowe na wypadek znalezienia meteorytu. Jeśli pojawią się problemy, trzeba niezwłocznie szukać pomocy w miarodajnym źródle.

Chciałbym podziękować Philipowi Bagnalowi, pracownikom Sądu Najwyższego stanu Oregon i pracownikom Biblioteki Górnictwa i Geologii w Kalifornii za dostarczenie informacji do tego artykułu. Szukając informacji natknąłem się na temat blisko z tym związany, któremu warto poświęcić artykuł w przyszłości. Sześć załogowych ekspedycji Apollo przywiozło na Ziemię około 386 kg. skał księżycowych i pyłu. Choć żaden fragment tego materiału nie mógł legalnie trafić w prywatne ręce, od lat istnieje podziemny rynek zarówno rzeczywisty jak i zmyślony. Chciałbym prosić czytelników, którzy mają informacje na temat prawa własności meteorytów, albo mieli do czynienia z „czarnym rynkiem księżycowego pyłu”, aby napisali do mnie na podany niżej adres. Najciekawsze informacje wykorzystam w następnym artykule.

Philip A. Roberts, Jr.

Post Office Box 790

Chesterfield, VA 23832, U. S.A.

Spytaj Geologa

odpowiada Bernhard Spörli

1. Co znaczy „mezostazis”?

Określenie to jest używane tylko w odniesieniu do skał magmowych, czyli takich, które utworzyły się ze stopionej materii (magmy), jak na przykład bazalt, ryolit itp. Gdy magma krzepnie, różne minerały krystalizują w określonej kolejności (krystalizacja frakcjonalna). Jeśli krystalizacja przebiega powoli, minerały które krystalizują pierwsze, są w stanie utworzyć laseczki o charakterystycznych dla siebie kształtach i sporych rozmiarach. Jednak pod koniec procesu krystalizacji pozostaje faza ciekła, dla której warunki równowagi i temperatury są takie, że krzepnięcie następuje niemal natychmiastowo, co prowadzi do utworzenia się materii bez widocznej struktury (afanitowej) lub szkliwa, które wypełniają przestrzeń między większymi kryształami. Jest to właśnie mezostazis, czyli rodzaj ciasta skalnego.

2. Ile przeciętnie lat mają kamienie leżące na podwórku?

Nie jest łatwo odpowiedzieć na to pytanie. Oczywiście jedna z najprostszych odpowiedzi brzmi, że to zależy od tego, gdzie to podwórko się znajduje. Na przykład jeden z moich kolegów mieszka w zachodniej Grenlandii i bada jedne z najstarszych skał na Ziemi, które mają prawie cztery miliardy lat. Choć jego dom nie znajduje się tam, gdzie prowadzi on badania, to jednak stoi na skałach odsonietych przez lodowiec, liczących sobie ponad miliard lat. Ta część Grenlandii jest bowiem usytuowana na jednej z tarcz prekambryjskich, które są najstarszymi masywnymi kontynentalnymi na Ziemi. Takie stare masywy skalne znajdują się miejscami w U.S.A., na znacznych obszarach Kanady, w północnej Europie i Azji, oraz w Australii.

Z drugiej strony kamienie na podwórku mogą być bardzo młode (w sensie geologicznym, czyli mieć od kilku do kilku tysięcy lat). Jeśli ktoś mieszka na przykład w odpowiedniej części Hawajów, to lava mogła mu wpaść do ogrodu i zakrzepnąć zaledwie kilka lat temu. Może też widzieć resztki samochodu sąsiada, który nie zdążył usunąć go w porę, tkwiące w skałach wulkanicznych. Ktoś, kto mieszka na żyjącej rafie koralowej, może mieć skały na podwórku, które praktycznie tworzą mu się pod nogami.

Większość ludzi napotyka kamienie, których wiek mieści się między tymi dwiema skrajnościami. Na przykład kamienie znajdujące w Apalachach przeważnie będą miały od 2 miliardów do 240 milionów lat (od późnego prekambriu do późnego paleozoiku jak geolodzy określają okresy czasu w przeszłości). W europejskich Alpach większość kamieni będzie miała od 400 milionów do 10 milionów lat (od paleozoiku do trzeciorzędu). Tam gdzie mieszkałem w dzieciństwie w Szwajcarii, przekopując ogródek można było znaleźć skamieniałości amonitów liczące 150 milionów lat, wspaniale wytrawione w wapieniu przez kwasy glebowe. W Nowej Zelandii, gdzie teraz mieszkam, mogę gwarantować, że jeśli ktoś nie przywiezie starszego kamienia z innego kraju, albo meteoryt nie wyląduje w moim ogrodzie, to nie znajdzie się kamień starszy niż 560 milionów lat, bo tyle lat temu uformowały się skały Nowej Zelandii.

To ostatnie zastrzeżenie wskazuje na dodatkowe komplikacje. Niektóre z kamieni na podwórku mogły zostać tam przetransportowane z daleka w naturalny sposób na przykład przez rzeki, lodowce lub inne procesy. Te kamienie nie muszą być fragmentami skał podłoża terenu, na którym mieszkamy. Mogły zostać przetransponowane niezbyt dawno temu, ale transport mógł nastąpić też przed milionami lat jak przykładowo w przypadku moren lodowcowych osadzonych 250 milionów lat temu w Australii, Afryce Południowej i na Antarktydzie. Wspomniałem już o spadku meteorytu. Jest to najbardziej niezwykła forma transportu, jaką można sobie wyobrazić. Gdyby meteoryt odpowiedniego typu wylądował na moim podwórku, miałby on 4,5 miliarda lat, a więc byłby najstarszym kamieniem, jaki tylko można znaleźć. Wciąż mam nadzieję, że to się zdarzy.

3. Poprawki skali szokowej.

Okazało się, że wyjaśnienie skali szokowej w poprzednim numerze nie było tak dokładne, jak powinno. W szczególności nie wspomniałem, że istnieje stadium zerowe (S0), w którym skała doznała jedynie spękania i tylko miki zostały zniekształcone przez zginanie, bez powstawania płytek deformacyjnych i innych płaskich elementów w kwarcu i skaleniu (co występuje w stadium S2). Ponadto w stadium 4 skała w rzeczywistości całkowicie topi się, i różne stopy zaczynają się mieszać. W stadium 5 występuje odparowywanie skały.