BIULETYN MIŁOŚNIKÓW METEORYTÓW

METEORYT

Nr 2 (26) Czerwiec 1998

Hoba

Po prawej — historyczne zdjęcie odkrywców meteorytu w 1920 roku. Niżej — obecny widok tego meteorytu. Skalę porównawczą do oceny jego wielkości tworzą autor relacji ze str. 3 oraz jego żona.

W numerze:

El Nakhla, Gold Basin, Żelazo Pallasa, planetoidy

Meteoryt – biuletyn dla miłośników meteorytów wydawany przez Olsztyńskie Planetarium i Obserwatorium Astronomiczne, Muzeum Mikołaja Kopernika we Fromborku i Pallasite Press – wydawcę kwartalnika Meteorite! z którego pochodzi większa część publikowanych materiałów.

Redaguje *Andrzej S. Pilski*

Skład: *Jacek Drążkowski*
Druk: *Jan*, Lidzbark Warm.

Adres redakcji:
skr. poczt. 6,
14-530 Frombork,
tel. 0-55-243-7392.

Biuletyn wydawany jest kwartalnie i dostępny wyłącznie w prenumeracie. Roczna prenumerata wynosi w 1998 roku 12 zł. Zainteresowanych prosimy o wpłacenie tej kwoty na konto Olsztyńskiego Planetarium i Obserwatorium Astronomicznego nr:

15401072-3724-36001-00-01

w BOŚ SA O/Olsztyn,
zaznaczając cel wpłaty.

Wcześniejsze roczniki powielane są na zamówienie za opłatą równą wysokości aktualnej prenumeraty.

Od redaktora:

Ten numer zdominowali kolekcjonerzy i poszukiwacze meteorytów. Zapraszam na relacje z giełd meteorytowych, nie tylko tak odległych, jak ta najsłynniejsza, w Tucson, ale i bliższych, osiągalnych dla naszych kolekcjonerów. W następnym numerze będzie już dokładna informacja, kiedy i gdzie pojawi się znów w Polsce Gregor Pacer i wysypie na stół mnóstwo meteorytów do sprzedaży. Można zacząć odkładać pieniądze.

Cieszy ogromnie rosnąca liczba autorów publikujących na naszych łamach. Zapraszam na łamy innych czytelników, którzy mają coś ciekawego do powiedzenia na temat meteorytów, szczególnie tych, którzy mieli możliwość obejrzenia zbiorów za granicą.

Zapowiadająca się obiecująco współpraca z A&B Minerals & Machines nie doprowadziła niestety do wzbogacenia oferty dla kolekcjonerów. Firma tłumaczyła się różnymi trudnościami i nie zdecydowała się na zainwestowanie funduszy w hurtowe ilości meteorytów. Dlatego oferta meteorytowa jest nadal skromna.

W Internecie pojawiła się oferta sprzedaży Morasko: 80 kg, 5,2 kg, 3,6 kg, 3,5 kg. Właściciel oczekuje na propozycje z cenami i sprzeda temu, kto da więcej. Liczy na oferty w wysokości kilku dolarów za gram. Twierdzi, że meteoryty znalazł, po długich poszukiwaniach, w odległości ok. 35 km od kraterów w Morasku. Ponadto Swiss Meteorite Laboratory zapowiedziało rychłą ofertę większej ilości Morasko. Być może na następnej giełdzie w Tucson będzie się mówić o Morasku.

Narazie mówi się niestety o pewnym polskim kolekcjonerze i oszuście meteorytowym, którego nazwiska jeszcze nie wymienię, ale i tak wielu domyśli się o kogo chodzi. Poznaję coraz więcej zagranicznych kolekcjonerów, którzy znęceni ofertą meteorytu Białystok przysłali na wymianę ładne okazy meteorytów, po czym dostali w zamian kawałki ziemskiego gabra, czy bazaltu spod Białegostoku. Na żądanie zwrotu wysłanych meteorytów kolekcjoner ten nie odpowiedział, czyli faktycznie je ukradł. Te kradzione meteoryty są pokazywane na giełdach i oferowane na sprzedaż. Ponieważ nabywca kradzionego meteorytu jest nadal zobowiązany zwrócić go właścicielowi, postaram się w najbliższym czasie opublikować listę meteorytów zdobytych w nieuczciwy sposób, aby przestrzec przez ich kupnem. Nie muszę dodawać, że zachodni kolekcjonerzy podchodzą teraz bardzo nieufnie do wszelkich ofert z Polski.

Andrzej S. Pilski

Subscribe to *Meteorite!*

Pallasite Press
P.O. Box 33-1218
Takapuna, Auckland
NEW ZEALAND

4 issues per year $US27
(2nd class airmail)
VISA & MasterCard accepted

www.meteor.co.nz

Urania-Postępy Astronomii

Czasopismo powstałe na skutek fuzji dotychczasowych pism: URANII i POSTĘPÓW ASTRONOMII. Ukazuje się jako dwumiesięcznik. Format A4, 48 stron cz-b + kolorowa wkładka.

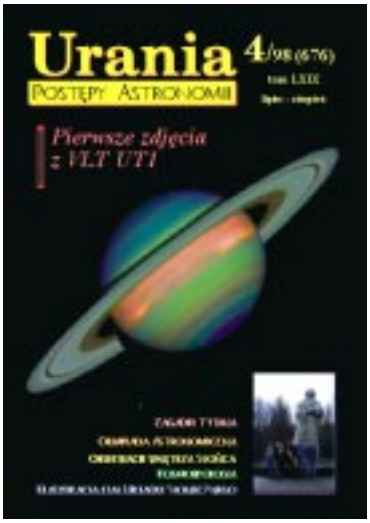
Prenumerata na rok 1988: 36 zł (6 zł/zeszyt)

Wpłaty na konto:
Polskie Towarzystwo Astronomiczne
Bank Gdański S.A. O/Toruń
Nr 10401514-6347-132

Bliższe informacje: Barbary Gertner, Centrum Astronomii UMK, ul. Gagarina 11, 87-100 TORUŃ, tel./fax: (0-56) 611 30 14

E-mail: basia@astri.uni.torun.pl

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



Spotkanie z meteorytem Hoba

Michał Ostrowski

W jakim mieście na świecie napotkać można bryły żelaza „z nieba" zdobiące ruchliwy miejski deptak ? Sam nie miałem o tym pojęcia aż do zeszłorocznej podróży na południe Afryki. W Republice Południowej Afryki wylądowaliśmy razem z moją żoną Joanną w końcu lipca, w samym środku zimy. Panujące tam w tym okresie umiarkowane temperatury — także w polityce — zachęcały do zwiedzania, ale miało to mało wspólnego z „afrykańską przygodą" opisywaną w literaturze (nawet fotograficzne safari w Parku Krügera odbywa się po wyasfaltowanych dróżkach). Dlatego naszym turystycznym celem stała się Namibia. Tam wprawdzie też cywilizacja europejskiego typu opanowała miasta, ale gdy w kraju o wielkości kilka razy większej niż Polska żyją dwa miliony ludzi, cywilizacja nie może się narzucać. Tutaj chciałbym opowiedzieć o naszych spotkaniach z meteorytami w czasie tej podróży.

Pierwszy styk z meteorytami na trasie nastąpił jeszcze w Cape Town, w muzeum przyrodniczym. Eksponowana tam kolekcja nie jest szczególnie bogata w różne typy kamieni z nieba, ale za to przedstawiono tu kilka solidnych okazów — w niektórych przypadkach ponad 500 kg kawałków żelaza pochodzących z obszarów RPA i Namibii. Kilka dalszych mniejszych okazów można było znaleźć w gablotach, wśród eksponatów geologicznych. Kolekcja ta nie ma jednak charakteru uporządkowanego przeglądu meteorytów i mimo posiadania kilku pięknych okazów budzi niedosyt.

Z Cape Town ruszyliśmy w kierunku równika, na północ do Namibii. Obszar na który wkraczaliśmy mógłby być ze względu na panujący tam klimat rajem dla zbieraczy kamieni z nieba. Od przekroczenia granicy tego kraju nie napotkaliśmy na niebie ani jednej chmury, a wszystkie rzeki były w tym okresie wijącymi się smugami piasku. Zatem jeśli już jakiś „okaz" spadnie, to erozja atmosferyczna niszczy go bardzo wolno. Gorzej by jednak tam było ze znalezieniem czegokolwiek, bo wszystkie opalone słońcem, wygładzone wiatrami, czasami związane z dawną aktywnością wulkaniczną i pokryte ciemną skorupą kamienie zbyt przypominają meteoryty. My nie mieliśmy czasu i możliwości prowadzenia takich poszukiwań, pewno było by to też nielegalne. Niemniej pierwsze nasze spotkanie z meteorytami nastąpiło zaraz po przybyciu do stolicy Namibii — Windhoek. Spacerując w centrum 250 tysięcznego miasta napotkaliśmy ozdobną formę miejskiego deptaka Post Street Mall stworzoną z 33 dużych kawałków żelazoniklowych z deszczu meteorytów Gibeon, rozmieszczonych jeden obok drugiego na niewysokich postumentach. Każdy kawałek można było obejrzeć ze wszystkich stron i dotykać do woli. Należy wspomnieć, że zgromadzono tam zaledwie małą część z 21 ton odłamków spadłych na południu Namibii.

Sama Namibia jest piękna i sucha. Wynajętym samochodem przejechaliśmy tam ponad 3000 kilometrów — głównie szutrowymi drogami — odwiedzając rozliczne jej zakątki, góry, pustynię Namib, wybrzeże oceanu z koloniami fok, skały pokryte prehistorycznymi rysunkami, skamieniałe drzewa, bogactwo afrykańskich zwierząt w Parku Narodowym Etosha. Wracając, jakieś 400 kilometrów przed Windhoek, dotarliśmy do miejsca, które mogło by być świątynią dla zbieraczy meteorytów. Tutaj, na powierzchni ziemi, leży największy meteoryt świata wywodzący swoją nazwę — meteoryt Hoba — od farmy, na której go w 1920 r. odkryto. Leżący tu kawał metalu o wadze 54 ton składa się w 82% z żelaza i w 16% z niklu, a reszta to kobalt (0.8%) i ślady innych metali. Na zdjęciu można zauważyć, że meteoryt ma kształt sześciennego plastra i dlatego przypuszcza się, że jest to tylko część z większej całości, która rozpadła się przy zderzeniu z ziemią. Bardzo płytki krater zdaje się też świadczyć o tym, że główne uderzenie nastąpiło gdzieś indziej. Ponieważ jednak sam spadek nastąpił około 80 000 lat temu znalezienie miejsca pierwotnego uderzenia i możliwych odłamków nie jest rzeczą prostą. Aby obejrzeć meteoryt Hoba odwiedzający muszą zapłacić za bilet wstępu, bo gdy w latach 50-tych myśliwi zaczęli odbijać jego kawałki, to uznano go za pomnik przyrody i jest od tej pory pod nadzorem. Dobrze, że meteoryt ten nie spadł w Europie, bo został by tu pewnie przez wieki w całości przerobiony na miecze lub gwoździe.

Obserwatorium Astronomiczne UJ
ul. Orla 171, 30-244 Kraków
E-mail: mio@oa.uj.edu.pl.

Fragment meteorytu Hoba z małą wygładzoną powierzchnią w miejscu, gdzie odcięto jego kawałek.

El Nakhla

Pierwszy egipski meteoryt
Perła w koronie marsjańskich meteorytów

Kevin Kichinka

(Artykuł z kwartalnika Meteorite! Vol. 4 No. 2. Copyright © 1998 Pallasite Press)

Nakhla. „N" w triumwiracie meteorytów SNC. El Nakhla El Baharia. Tak brzmi oryginalna nazwa kawałka Marsa, który spadł z nieba między starożytne prochy faraonów, obiektu badanego teraz przez uczonych poszukujących śladów życia na tym globie. El Nakhla El Baharia Markaz Abu Hommos. To nie zwykły kamień, lecz talizman, pożądany przez zaintrygowanych jego legendą. Ten artykuł jest o Nakhli — Świętym Graalu meteorytów.

Okoliczności spadku meteorytów Nakhla opisał po raz pierwszy W.F. Hume, doktor nauk i dyrektor Egipskiego Instytutu Geologicznego, w artykule zatytułowanym „Pierwszy spadek meteorytu w Egipcie" opublikowanym w „The Cairo Scientific Journal" #59 vol. V, sierpień 1911 r. Egzemplarz, który dostarczył mi dr Tim McCoy ze Smithsonian Institution, zawiera dopiski zrobione charakterem pisma z początku stulecia „Z pozdrowieniami od autora" i „Nakhla".

Już kilka dni po spadku Hume odwiedził pięć miejsc, gdzie znaleziono okazy Nakhla i dokładnie zanotował okoliczności odnalezienia okazów. Jego uwagę zwrócił szczególnie jeden kamień.

„Okaz z Ezbet Saber jest ośmioboczną bryłą o długości około dziesięciu centymetrów, szerokości dziewięciu centymetrów i wysokości dziewięciu centymetrów, której każdy bok pokrywa czarna, lśniąca glazura, na krawędziach odłupana i tam widać wnętrze z jasnozielonych kryształów i ziaren. Tylko jeden bok jest gładki, na pozostałych są wgłębienia charakterystyczne dla większości meteorytów. Przez lupę widać we wnętrzu pryzmatyczne kryształy, prawdopodobnie enstatytu i błyszczące, żółte ziarna przypominające oliwin, jedne i drugie są zwykle składnikami meteorytów kamiennych.

Całkowita waga okazu wynosi 1320 gramów a ciężar właściwy 3,4 jak stwierdzono w laboratorium chemicznym Instytutu... Badanie przeprowadzone w laboratorium chemicznym pokazało, że czarna glazura jest bogata w żelazo, ale nie zawiera manganu."

Oprócz spadku Nakhla Hume opisał istniejącą kolekcję meteorytów Egipskiego Muzeum Geologicznego w Kairze.

„Meteoryty dotychczas zebrane dzielą się na trzy grupy: holosyderyty składające się głównie z rodzimego żelaza, syssyderyty, w których minerały takie jak oliwin i enstatyt są wymieszane z rodzimym żelazem i sporadosyderyty lub litosyderyty, w których oliwiny i inne przeważają."

Artykuł kończyły sugestie co do pochodzenia meteorytu Nakhla.

„Interesujący jest fakt, że te pozaziemskie obiekty są bardzo podobne do niektórych skał na powierzchni Ziemi, które jednak należą do najrzadziej występujących i są obecne w warunkach wskazujących na ich pochodzenie z dużych głębokości. Konsekwentnie sugeruje się, że mogą one stanowić materię wyrzuconą ze starych wulkanów na Ziemi lub z wygasłych już wulkanów księżycowych, ale zagadnienie to jest zbyt teoretyczne, aby rozważać je we wstępnej pracy na ten temat."

W publikacji noszącej datę 25 listopada 1912 r. i podpisanej „John Ball, Ph.D. D.Sc. F.G.S. Survey Dept." autor pisze:

„Jeśli chodzi o kształt, meteoryty są przeważnie kanciaste, czyli mają takie kształty, jakby wytworzono je rozbijając młotem bryłę jednorodnej skały i zaokrąglając lekko ostre krawędzie... Wiele meteorytów jest całkowicie pokrytych, a pozostałe częściowo, szklistą czarną skórką, jakby zostały polakierowane. Miejscami widać na powierzchni płytkie wgłębienia, jakie można wytworzyć naciskając kciukiem na bryłkę kitu."

Po wymienieniu muzeów, którym rząd egipski podarował różne mniejsze okazy „gdzie są one wysoko cenione jako dodatek do kolekcji obejmujących już ogromną liczbę okazów z różnych części globu..." Ball stwierdza, że „wartość okazów Nakhla dla tych kolekcji jest zwiększona nie tylko przez fakt, że reprezentują one pierwszy udokumentowany spadek meteorytu w Egipcie, ale także przez fakt, że... należą one do nowego typu meteorytów kamiennych."

W latach 1911–1912 wyniki swych badań El Nakhla El Baharia publikowali Ball, F. Berwith, S. Meunir z Paryskiej Akademii Nauk oraz G.T. Prior „kustosz minerałów w British Museum". Prior przygotował także płytki cienkie do badań mikroskopowych. Opisał on jeden z okazów jako mający „cienką, czarną, podobną do glazury, stopioną skorupę, tak lśniącą jak ta na meteorytach Shergotty i Juvinas. Nie widać metalicznego żelaza ani chondr, a kilka ziaren przyciągniętych przez magnes ze sproszkowanego meteorytu zawiera tylko magnetyt. Materia jest bardzo krucha i można rozetrzeć ją na proszek w palcach." Badając płytkę cienką pod mikroskopem zobaczył „wyraźne pryzmatyczne kryształy diopsydu" oraz „oliwin w postaci większych, nieregularnych ziaren bez ostrych ograniczeń powierzchniami kryształów." Przyglądając się dokładniej wykrył „dzielącą je materię, która ... daje się rozdzielić na krystaliczne skupienia listewek skalenia z ziarnami augitu i magnetytu, jak ciasto skalne drobnoziarnistego bazaltu."

Prior sproszkował ponad 9,2 g materii meteorytu aby dokonać całościowej analizy i obliczyć ilość alkaliów, dwuwartościowego żelaza, siarki i wody. Próbował także ustalić stosunek krzemianów rozpuszczalnych do nierozpuszczalnych. Doszedł do wniosku, że „meteoryt El Nakhla jest najbliższy grupie angrytów reprezentowanych przez meteoryt Angra dos Reis z Brazylii."

W kolejnych latach, ponieważ Nakhla pozostawał osobliwością nie

mieszczącą się w żadnej klasyfikacji, najwybitniejsi meteorytycy uparcie analizowali skład chemiczny meteorytu próbując ustalić, kiedy i gdzie on powstał. Ta część przedstawia ich odkrycia oraz związane z tym omówienie pozostałych nakhlitów, Lafayette i Governador Valadares, a także innych SNC.

Z jakiej materii składa się meteoryt Nakhla? W 1975 roku Robert Hutchison, N.H. Gale i J.W. Arden opublikowali najbardziej wyczerpującą analizę Nakhla „Chronologia achondrytu Nakhla". Powód wybrania do badań tego meteorytu jest widoczny już w pierwszym zdaniu: „Podjęliśmy te badania, ponieważ Nakhla jest rzadkim, nie zbrekcjowanym achondrytem."

Na wstępie Nakhla jest określony jako „meteoryt należący do typu nakhlitów (diopsydowo-oliwinowych), bogatych w wapń achondrytów. Zawiera najwięcej wapnia wśród achondrytów po Angra dos Reis i ma najbardziej bogate w żelazo oliwiny Fo_{31} wśród jakiegokolwiek typu zrównoważonych meteorytów. Z najnowszej analizy jego tekstury wynika, że Nakhla jest kumulatem, to znaczy skała ta tworzyła się w wyniku osiadania kryształów oliwinu i piroksenu w wolno stygnącej magmie, po czym następowało dalsze wytrącanie się na istniejących już kryształach i krystalizacja cieczy między nimi. Materia między kryształami składa się z przerostów kryształów plagioklazu i klinopiroksenu o długości około 0,1 mm z pewną ilością mniejszych ziaren magnetytu i siarczku. Ponadto występuje czerwonobrązowa materia, towarzysząca oliwinowi, w szczelinach w piroksenie albo między ziarnami... może to być materia uważana przez Buncha i Reida za produkt metamorfozy oliwinu, prawdopodobnie iddyngsyt. G.T. Prior stwierdził obecność w Nakhla 0,17% H_2O, co zgadza się z taką interpretacją czerwonobrązowej materii. Zgadzamy się z Bunchem i Reidem, że w meteorycie Nakhla nie ma teksturalnych dowodów metamorfizmu, ani przeobrażeń szokowych."

Po wielostronnych badaniach, które przerobiły 43 g Nakhla na pył i okruchy, dokonali oni kilku wciąż aktualnych obserwacji odnośnie wieku, składu chemicznego i powstania tego meteorytu. Nie widać jednak żadnej wzmianki o marsjańskim pochodzeniu. „Istnieją geochemiczne podobieństwa meteorytu Nakhla do Ziemi, ale nie do Księżyca, innych achondrytów lub chondrytów zwyczajnych."

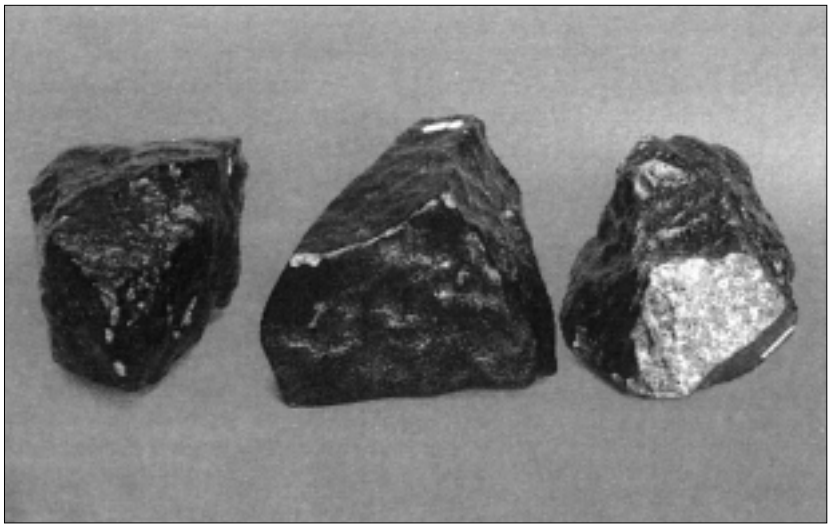
Skąd więc przybył meteoryt Nakhla? W 1979 r. H. McSween, D. Walker i in. J.T. Wasson i G.W. Wetherill niezależnie stwierdzili stosunkowo młody wiek krystalizacji meteorytów Shergotty, Chassigny i Nakhla, oraz brak planetoidalnej lub planetarnej „dymiącej broni" tak niedawno w historii Układu Słonecznego. W 1981 r. C.A. Wood i L.D. Ashwal pytali: „Meteoryty SNC — skały magmowe z Marsa?" Niektórzy uważają, że było to pierwsze użycie terminu „SNC".

W 1982 r. R.E. Grimm i McSween przeprowadzili symulację komputerową osiadania kryształów w shergottytowych magmach, aby ocenić wielkość pola grawitacyjnego potrzebnego do uzyskania tekstur obserwowanych w niektórych shergottytach. Wyniki wskazywały na ciało macierzyste wielkości przynajmniej Księżyca. Ten dowód był jednak poddawany w wątpliwość, ponieważ podobny sposób osiadania kryształów mogły spowodować także prądy konwekcyjne w macierzystej magmie.

Najsilniejsza wskazówka pochodzenia z czerwonej planety pojawiła się, gdy skład izotopowy argonu schwytanego w kieszenie stopu pouderzeniowego w shergottycie EETA79001, stwierdzony w 1983 r. przez Bogarda i Johnsona, okazał się zgodny ze składem izotopowym marsjańskiej atmosfery zmierzonym przez lądownik Viking w 1976 r. Kilka dalszych badań wykryło zawartość i skład izotopowy różnych innych gazów, które pasowały do marsjańskiej atmosfery. Jak na ironię publikacja Drake'a, Swindle'a i in. z 1994 r. ujawniła, że pomiary atmosfery przeprowadzone przez Vikinga dostarczyły danych o tak małej dokładności, że „bardzo dokładne pomiary przeprowadzone na „litologii C" EETA79001, a nie mało dokładne pomiary Vikinga, stanowią naszą najlepszą ocenę składu izotopowego marsjańskiej atmosfery."

Harry McSween J. opublikował w 1985 r. przełomową pracę sugerującą, że meteoryty SNC „można wykorzystać jako próbki geologicznych procesów i historii Marsa." Wskazał na różnice między nimi a innymi achondrytami i na mineralogię wskazującą na szybkie stygnięcie magmy zawierającej wodę i wystawienie na wysoki stopień utlenienia. Sugerował, że powstały one na planecie i dopasowywał skały do niektórych marsjańskich wulkanów w regionie Tharsis, mających podobny wiek. McSween zgadzał się, że gazy schwytane w stopy pouderzeniowe odpowiadają danym zebranym przez lądowniki Viking, ale wątpił, że uderzenie meteorytu mogło spowodować wyrzucenie SNC na orbitę.

Oczywiście Nakhla nie jest shergottytem. Poszukiwanie jego pochodzenia w schwytanych małych bąbelkach nic nie da, ponieważ w tym meteorycie nie widać prawie żadnych śladów szoku, a więc trudno oczekiwać pouderzeniowego stopu. Można jednak dostać się „tylnym wejściem" do schwytanych śladów atmosfery ługując z próbki iddyngsyt (mieszaninę iłu i tlenków żelaza powstającą, gdy ciekła woda oddziaływuje z oliwinem) i mierząc $^{129}Xe/^{132}Xe$ w stosunku do $^{84}Kr/^{132}Xe$. Porównując ten stosunek ze znanymi wartościami dla Chassigny, większości shergottytów i litologii C antarktycznego meteorytu EETA79001 Drake, Swindle, Owen i Musselwhite (1994) stwierdzili, że znaleźli dowód istnienia śladów marsjańskiej atmosfery w Nakhla.



Trzy największe okazy meteorytu Nakhla (1813 g, 1651 g, 1318 g,) Fot. Gabr M. Naim, Dyrektor, Egipski Instytut Geologiczny.

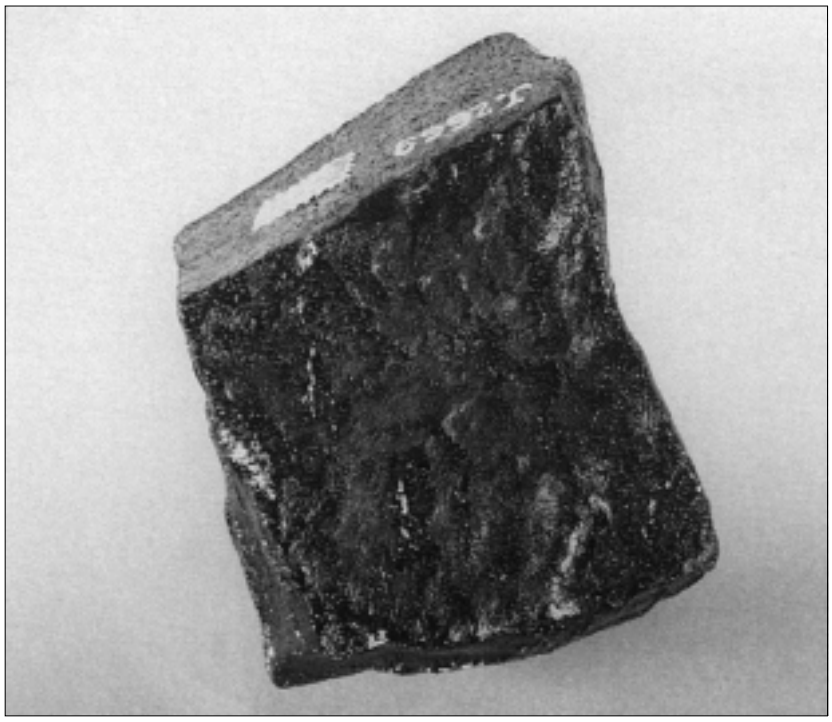
Ciekawe, że iddyngsyt stanowi objętościowo nieco mniej niż 2,5% nakhlitów i jest zaliczany do skał osadowych. SNC zawierają wagowo 0,04 – 0,4% wody (Karlson i in. 1992) i według Drake'a, Swindle'a i in. nakhlity mają oznaki przeobrażenia przez wodę — były kiedyś mokre.

W 1994 r. po tym, jak dziesięć lat badań zaowocowało górą zgodnych dowodów wskazujących na czerwoną planetę jako źródło tych meteorytów, i po odkryciu ALH84001, czwartego typu skały marsjańskiej odmiennego od SNC, Mittlefehldt zaproponował nazywanie tych meteorytów po prostu marsjańskimi zamiast SNC.

Kiedy utworzyły się nakhlity? W 1962 r. Stauffer uzyskał metodą K-Ar (potas-argon) wiek 1,3 Ga (miliardów lat). Podosek uzyskał w 1973 r. potwierdzające dane analizując $^{40}Ar/^{39}Ar$. Papanastassiou i Wasserburg badali w 1974 stosunek rubidu do strontu i uzyskali przedział wieku 1,31–1,37 Ga. Później naukowcy analizowali jeszcze inne zależności izotopowe (z różnym stopniem zgodności) ale przyjmuje się, że standartową wartością wieku Nakhla jest 1,3 Ga.

Jakie były geologiczne okoliczności uformowania się tych meteorytów? Według Berkeleya i in. w 1980 r. i Allana Treimana w 1986 r. skład tlenków żelaza i tytanu wskazuje, że krystalizacja następowała w warunkach utleniających, a kryształy augitu są zorientowane w sposób wskazujący, że skała jest kumulatem.

Na podstawie analizy porównawczej skał z płaszcza Marsa i Ziemi reprezentowanych przez nakhlity i rzadkiego typu bogaty w augit bazalt z Kanady Treiman (i in.) pokazał, że „klinopiroksenity z erupcji Theo (erupcja bazaltu w erze archaicznej, w Ontario) są prawie identyczne z nakhlitami pod względem mineralogii, proporcji minerałów, wielkości ziaren i zależności teksturalnych." Według Treimana na Ziemi i Marsie występował okres wspólnej petrogenezy reprezentowany przez te dwa typy skał. Grupa Treimana stwierdziła, że „gdyby piroksenity erupcji Theo spadły z nieba, zaliczono by je do nakhlitów. Inne wyniki badań nie były przekonujące, wobec czego Treiman zakończył pracę pytaniem: „Czyżby źródło nakhlitów było równie mało reprezentatywne dla marsjańskiego płaszcza, jak źródło theolitów dla płaszcza ziemskiego?"



Okaz meteorytu Nakhla J.2669 z kolekcji w Paryżu. Fot. Charles Meyer, Jr. J.S.C.

Dla kolekcjonerów meteorytów dodam następującą uwagę. Chociaż skała z erupcji Theo (theolit) jest podobna do Nakhla, Treiman napisał mi, że: „skały erupcji Theo są zmetamorfizowane (bardzo niewiele) i trochę zwietrzałe, tak że doświadczony petrolog łatwo odróżni je od nakhlitów makroskopowo, a początkujący pod mikroskopem. W theolitach augit pozostał augitem, pierwotny oliwin jest teraz serpentynem, a dawne plagioklazy i niektóre pirokseny zostały zastąpione przez metamorficzne minerały jak pumpellyit. Efekty wietrzenia są wyraźne w postaci czerwonych plamek."

Równocześnie pojawił się szereg prac próbujących wyjaśnić złożony przebieg krystalizacji nakhlitów. Zmagając się z tym kłopotliwym problemem badacze wprowadzili nowe elementy. Zaproponowano teorię pośredniej kumulatywnej fazy augitu z ziarnami oliwinu jako ksenokryształami (obcymi kryształami) (Treiman 1986). Zespół Longhi'ego i Pana (1989) sugerował, że interstycjalny stop reagujący z żelazem i magnezem z oliwinu spowodował ich dyfuzyjne ustalenie nowego stanu równowagi. W pracy z 1992 r. Ralph Harvey z Case Western Reserve University w Cleveland i Harry McSween elegancko powiązali luźne końce pisząc, że wszystkie trzy nakhlity (Nakhla, Governador Valadares i Lafayette) „są szeregiem stosunkowo prostych skał kumulatywnych, które w różnym stopniu podlegały dyfuzji w krzepnącej magmie, co być może odzwierciedla ich położenie w stygnącej stercie kumulatu... Stygnięcie przebiegało najszybciej w Nakhla i Governador Valadares, a obecność w tych meteorytach bogatego w żelazo pigeonitu wskazuje, że stygły one od temperatur powyżej 860 °C... Lafayette stygł wolniej, co umożliwiło całkowite ponowne zrównoważenie oliwinu, bardziej zaawansowane zrównoważenie augitu i znaczne reakcje powstawania ortopiroksenu."

Czy pochodzą one z tej samej magmy, z tego samego marsjańskiego wulkanu? W liście przesłanym do mnie pocztą elektroniczną 16 lutego 1998 r. McSween napisał „Jest prawie pewne, że wszystkie trzy meteoryty zostały wyrzucone z tego samego masywu skalnego na Marsie w tym samym czasie. Nie możemy powiedzieć, ży zostały wyrzucone jako trzy różne kawałki czy jako jedna bryła. Z faktu, że Governador Valadares przeszedł odmienną historię ogrzewania wynika dla mnie, że musiał być zakopany na innej głębokości, a trudno wydostać z Marsa rzeczywiście dużą bryłę."

A co z innymi marsjańskimi meteorytami? Badania Jonesa (1989) i Longhi'ego (1991) sugerują możliwość, że wszystkie meteoryty SNC utworzyły się z tej samej macierzystej magmy wielokrotnie przetapianej.

Jak głęboko w marsjańskim gruncie znajdowały się nakhlity i inne SNC przed wyrzuceniem w kosmos? W tym samym liście z lutego McSween napi-

sał „Albo (Nakhla) był skałą głębinową, albo erupcją wulkaniczną, która szybko została pokryta kolejnymi gorącymi erupcjami, tak że ciepło nie mogło łatwo uciec."

Są sposoby określenia, jak dawno temu Nakhla został wyrzucony z marsjańskiej skorupy. Gdy obiekt znajduje się w kosmosie lub na innym obiekcie pozbawionym osłaniającej atmosfery, to jest wystawiony na promieniowanie kosmiczne, którego tempo jest równie stabilne jak zegar atomowy. „Wiek ekspozycji oblicza się mierząc występujące w meteorycie ilości ^{3}He, ^{21}Ne i ^{38}Ar. Jednak te łatwe do uzyskania wyniki mogą być skażone innymi czynnikami i zmuszają badaczy do dopasowywania pewnych zmiennych. Promieniowanie kosmiczne może docierać w głąb obiektu w kosmosie tylko na jeden metr. Wnętrze większego obiektu jest osłonięte przed promieniowaniem. Jeśli nastąpią dodatkowe zderzenia, to na świeżo odsłoniętych powierzchniach zaczynają tykać nowe „zegary". Możliwość, że ekspozycja na promieniowanie kosmiczne zaczęła się, gdy skała leżała na powierzchni planetoidy, księżyca, czy planety przed wyruszeniem w podróż do Ziemi, także musi być brana pod uwagę.

Ott (1988) skonstruował modele, z których wynika wiek ekspozycji 3 Ma dla shergottytów (dla obiektu o średnicy około dwóch metrów) i 10–12 Ma dla nakhlitów i Chassigny (dla obiektów o średnicy około metra). Różnicę może wyjaśniać rozbicie w kosmosie w wyniku zderzenia. Znaczne różnice w zawartości ^{3}He skłoniły Otta do poddania w wątpliwość, czy Chassigny został wyrzucony jednocześnie z nakhlitami. Ott interpretował dane dotyczące kosmogenicznych nuklidów wykluczając ekspozycję SNC na promieniowanie kosmiczne jeszcze na Marsie, z czego wynika, że zostały one szybko pokryte kolejnymi erupcjami lawy.

Jeśli założyć, że shergottyty, nakhlity i Chassigny zostały wyrzucone podczas jednego zderzenia (koncepcja ta jest wciąż rozważana) i znajdowały się blisko siebie, to dlaczego Chassigny i shergottyty nie są przeobrażone przez wodę, jak nakhlity? Skąd wzięła się ta woda? Nakhlity i Chassigny mają najwyraźniej ten sam wiek krystalizacji i wiek ekspozycji na promieniowanie kosmiczne, a jednak Chassiny nie zawiera iddyngsytu. Drake, Swindle i in. (1994) zastanawiają się, czy byłoby możliwe „rozróżnienie między istnieniem stabilnego zbiornika wodnego, a okresowymi przepływami wody powodowanymi przez oddziaływanie stygnącej magmy z lodem w warstwie wiecznej zmarzliny."

Na koniec najtrudniej wyjaśnić, w jaki sposób SNC zostały wyrzucone w kosmos. Zaakceptowanie marsjańskiego pochodzenia meteorytu Nakhla i innych SNC zainicjowało rewolucję w dziedzinie fizyki zderzeń. Jeszcze kilka lat temu przyjmowano powszechnie, że każde uderzenie meteorytu (lub komety), zdolne wyrzucić materię z prędkością większą niż 5 km/s, niezbędną do ucieczki z pola grawitacyjnego Marsa, spowodowałoby odparowanie lub stopienie wszystkiego w miejscu zderzenia. Tym trudniej było skonstruować model wyrzucenia nakhlitów, które nie mają śladu przeobrażeń szokowych! Powiedzenie „Potrzeba jest matką wynalazków" idealnie pasuje do wysiłków badaczy poszukujących możliwego do przyjęcia sposobu wyrzucenia tych skał marsjańskich w kosmos bez śladów uderzenia. Jedną z pierwszych prac na ten temat była publikacja L.E. Nyquist'a (1983) „Czy skośne uderzenia wytworzyły marsjańskie meteoryty?"

Jest szereg zmiennych charakteryzujących model pozwalający na wyrzucenie nietkniętych fragmentów z Marsa. Większość badaczy zakłada, że uderzający w Marsa meteoryt miał prędkość 10 km/s. Oczywiście łatwiej wyrzucić w kosmos mniejsze kawałki niż większe. Wykorzystując zmierzony wiek ekspozycji na promieniowanie kosmiczne i biorąc pod uwagę możliwość rozbicia fragmentów wskutek zderzeń w kosmosie Bogart i in. (1984) po raz pierwszy określili wielkość fragmentu mogącego opuścić Marsa. Obliczona utrata masy wskutek ablacji podczas wejścia w atmosferę Ziemi określiła dokładniej te rozmiary. Brano pod uwagę nawet efekt przyspieszenia odłamków spowodowany przez parowanie marsjańskiej wiecznej zmarzliny (Wasson i Wetherill 1979)

Jak dotąd, chociaż badacze zgadzają się, że istnieje sposób wyrzucenia materii z Marsa w kosmos, nie ma jednego modelu wyjaśniającego to zjawisko. A.M. Vickery i H.J. Melosh wykorzystali w 1987 r. „model odłupywania" do oceny minimalnej wielkości krateru, który musiał powstać, aby mogła zostać wyrzucona materia o łącznej wadze znanych SNC. Doszli oni do wniosku, że „meteoryty SNC zostały prawdopodobnie wyrzucone z bardzo dużego krateru (o średnicy większej niż 100 km) około 200 mln lat temu, a wiek ekspozycji na promieniowanie kosmiczne określa moment rozbicia wyrzuconych fragmentów w wyniku zderzeń w przestrzeni kosmicznej, które nastąpiły znacznie później (0,5–10 Ma).

Drake, Swindle i in. (1994) sugerowali, że „ponieważ Nakhla nie wykazuje oznak szoku, musiał być wyrzucony z Marsa podczas zderzenia jako położony blisko powierzchni fragment „Grady-Kipp" (Melosh, 1988). Trudno określić, co dokładnie oznacza „blisko powierzchni", ponieważ wielkość fragmentów Grady-Kipp zależy od wielkości zderzenia, która wyrzuciło nakhlity z Marsa. Niemniej nakhlity nie mogą pochodzić z głębokości większej niż kilka kilometrów pod powierzchnią Marsa..." (Uwaga — obiektem „Grady-Kipp" nazywa się fragment spękanych skał z miejsca uderzenia obiektu z kosmosu.)

Wetherill (1984) obliczył, że 35% materii wyrzuconej z Marsa na orbitę heliocentryczną dotrze do Ziemi w ciągu około 10 Ma (a dla tych, którzy mają lub interesują się chondrytami enstatytowymi, obliczył też, że jest około sto razy mniej prawdopodobne, że materia wyrzucona z Merkurego dotrze do Ziemi).

W uzupełniającej pracy w 1994 r. McSween pisze: „Wyrzucenie tych skał z planety przyczyniło się do postępu w rozumieniu fizyki zderzeń, którego wynikiem był model obejmujący odłupywanie podczas zderzeń tworzących wielkie kratery. Wyrzucenie wszystkich meteorytów SNC (z wyjątkiem ALH84001) podczas jednego lub dwóch zderzeń może być najlepszym rozwiązaniem większości ograniczeń narzuconych przez chronologię, geochemię i wiek ekpozycji na promieniowanie kosmiczne, chociaż scenariusz ten sprawia pewne kłopoty; ALH84001 pochodzi ze starszej skorupy marsjańskiej (>3,5 Ga) odłupanej podczas innego zderzenia."

W drugiej części odkryjemy główne rozbieżności w podawanych wartościach łącznej wagi okazów Nakhla, po czym odbędziemy podróż na teren spadku z samym Panem Meteorytem, Bobem Haagiem. Zakończymy to magnum opus zmartwychwstaniem zabitego psa.

Literatura pojawi się na zakończenie drugiej części.

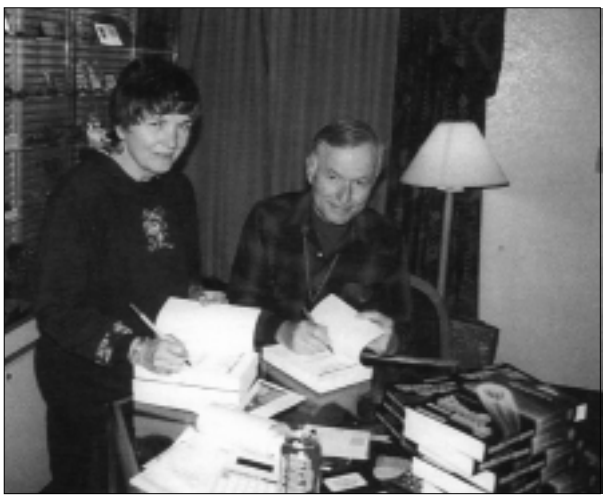
Tucson '98

O. Richard Norton
(*tłum. Katarzyna Niemiec*)

(Artykuł z kwartalnika Meteorite! Vol. 4 No. 2. Copyright © 1998 Pallasite Press)

Nazywają je niebiańskim złotem. Meteoryty Gold Basin były wszędzie, świeże, prosto z pola. Kiedy siedziałem przy stole i podpisywałem książki (drugie wydanie „Rocks from Space" (Kamienie z kosmosu) ukazało się w sam raz na wystawę), przedstawił mi się dystyngowanie wyglądający mężczyzna. Dr James Kriegh był emerytowanym profesorem inżynierii Uniwersytetu Arizońskiego, a jego zainteresowanie meteorytami nie było przypadkowe. Był on odkrywcą obszaru rozrzutu meteorytu Gold Basin w północno-zachodniej Arizonie. Złote Zagłębie jest terenem dobrze znanym poszukiwaczom złota i Kriegh odkrył pierwsze meteoryty, bardzo zwietrzałe chondryty typu L4, gdy w listopadzie 1995 r. poszukiwał złota. Przez dwa lata odkrycie utrzymywano w tajemnicy, aby dr David King z Laboratorium Planet i Księżyca Uniwersytetu Arizońskiego i ekipa terenowa, w skład której wchodził Kriegh, mieli czas na przebadanie obszaru spadku i zebranie meteorytów. Dopiero teraz ujawniono informację o odkryciu i meteoryty Gold Basin błyskawicznie pojawiły się w obiegu. Poprzez wymiany i zakupy wszyscy wystawcy mieli próbki z najstarszego obszaru rozrzutu poza Antarktydą. Kriegh z upodobaniem mówił, że „najlepsze miejsce do szukania meteorytów jest na terenach złotonośnych". Dotyczyło to innego meteorytu, który znalazł on zaledwie rok temu w pobliżu starego miasta poszukiwaczy złota Greaterville, na wschód od gór Santa Rita. Teraz twierdzi on, że „najlepszym miejscem do szukania złota jest obszar spadku meteorytu".

Wieści o nowym obszarze spadku meteorytów były dopiero początkiem 10 dni najbardziej, jak dotąd, bajecznej wystawy meteorytów. Gibeona wciąż było mnóstwo, ale królował wśród meteorytów żelaznych Sikhote-Alin. Kilka lat temu, gdy meteoryty Sikhote-Alin pojawiły się po raz pierwszy, wszystkie one były odłamkami i tylko czasem pojawiał się całkowity okaz. Na tej wystawie pojawiły się wspaniałe całkowite okazy we wszystkich rozmiarach i kształtach jakie tylko można sobie wyobrazić. W przeszłości główną atrakcją wystaw były Gibeony, ale teraz na pierwsze miejsce wysunęły się okazy Sikhote-Alin. Niewątpliwie wśród meteorytów żelaznych są one najwspanialsze, unikalne w całym swoim pięknie. Michael Casper z Meteorites Inc. miał największą liczbę okazów, a więc największy wybór obejmujący oszałamiającą różnorodność kształtów i rozmiarów. Ceny ich wahały się od $1.00 do $3.00 za gram. Nie są to okazy z rosyjskimi etykietkami. Są one nowo znalezione, prosto z terenu spadku. Większość okazów charakteryzowała się dwiema różnymi strukturami: jedną z głębokimi dołkami i rowkami z ostro zarysowanymi regmagliptami, drugą z o wiele gładszą powierzchnią z wyraźnie płytszymi regmagliptami i zaokrąglonymi krawędziami sprawiającymi wrażenie nadtopienia. Niezależnie od metod, jakich użyli dostawcy do oczyszczenia meteorytów, były one ładnie wyczyszczone i wyglądały tak świeżo, jakby dopiero co spadły na Ziemię. Chciałbym wiedzieć więcej o ich przygotowaniu.



Dorothy i Richard Norton w sali Michaela Caspera podpisujący drugie wydanie ich książki „Rocks from Space".

Nowy meteoryt z prowincji Shandong w Chinach zadebiutował na tejże wystawie.Nazywano go Heze, ale teraz jest znany jako Juancheng. Jego spadek zaobserwowano 15 lutego 1997 roku około północy czasu miejscowego. Jest to chondryt H5 z dużą ilością metalu. Znaleziono ponad 100 kg. Inny obserwowany spadek w zachodniej Algierii sprowadził na Ziemię 20 stycznia 1995 r. 200 kg meteorytu. Nazywany jest on Hamada du Draa i jest chondrytem H5/6 podobnym z wyglądu do Heze. (Obecnie nazwa jest inna, a data spadku wątpliwa; zob. Nowiny — przyp. red.) Obydwa meteoryty występowały na wystawie w dużych ilościach i można je było kupi ć za dość umiarkowaną cenę.

Czasami dochodzi do sprzedaży w najmniej oczekiwanym momencie. W sali jednego z wystawców cicha, skromna kobieta około pięćdziesiątki dopytywała się o wspaniały 200-funtowy Gibeon, który przytrzymywał drzwi, by się nie zamykały. Cichutko zapytała o cenę. Dziewięć tysięcy dolarów i ani centa mniej, brzmiała dość szorstka odpowiedź rzucona wyraźnie od niechcenia przez właściciela, który odwrócił się, by zająć się innym klientem nie oczekując odpowiedzi. Ku zaskoczeniu wystawcy i uciesze reszty obecnych kobieta wyjęła z torebki książeczkę czekową i natychmiast wypisała czek. Niedługo po tym dwóch silnych mężczyzn męczyło się, by wynieść meteoryt za drzwi, zgodnie z poleceniami kierującej teraz nimi kobiety. Była ona dyrektorką nowego muzeum skał i minerałów koło Portland w stanie Oregon i właśnie tam miał trafić okaz. Poszukiwała ona meteorytu na tyle dużego, aby każdy zwiedzający mógł go dotknąć. Wiedziała jaka jest wartość dotknięcia skały z kosmosu!

Meteoryty z libijskiej i egipskiej części Sahary były widoczne wszędzie. Po raz pierwszy był dostępny okaz chondrytu enstatytowego EH3 (Sahara 97162), jeśli miało się gotówkę, po $50.00/gram. Był on absolutnie piękny z wyraźnie widocznymi chonrami otoczonymi metalem. Ten i wiele innych saharyjskich meteorytów znalazł i rozprowadzał zespół ojca i synów Labenne. W ich sali można było zobaczyć nowy howardyt, nowy eukryt z Patagonii po $50/gram, słynny L'Aigle, mnóstwo saharyjskich meteorytów, zbyt wiele, by je tu wymieniać, i małą próbkę nowego meteorytu księżycowego Dar al Gani 262, choć jeszcze nie na sprzedaż. W sumie zespół ten znalazł około 600 meteorytów, głównie na Saharze.

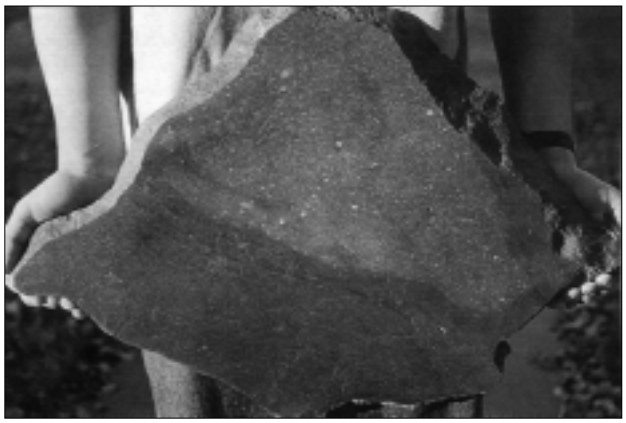
Wybór Allana Langa jak zawsze był pokazem nad pokazy. Za $15 000 można było stać się dumnym posiadaczem płytki

chondrytu Peekskill lub można było dostać 9,95 g howardytu Kapoeta po $100/gram. Jedna z najładniej przygotowanych płytek meteorytu żelaznego pochodziła z 15-tonowego meteorytu „Agpalilik" odkrytego w 1963 roku w głębi przylądka York. Meteoryty były przecinane dokładnie wzdłuż głównej osi podwójnej piramidy ośmiościanu, tak że figury Widmanstättena miały dokładnie kąty proste.

Edwin Thompson zawsze miał coś niezwykłego, czym mógłby się popisać i tym razem również mnie nie zawiódł. Było tam, w całej okazałości, kilka ogromnych płyt Rio Limay, chondrytu L5 z Argentyny będącego brekcjowym stopem pozderzeniowym, uważanych przez Thompsona za największe płyty meteorytu kamiennego na świecie. Nie mogę potwierdzić tej opinii, ale były one rzeczywiście imponujące. Widoczne były na nich dwa różne obszary o zmieniającym się stopniu zbrekcjowania i przetopienia. Przypominały mi nieco Cat Mountain, który także jest brekcjowym stopem pozderzeniowym. Okazy te są już dla poważnych kolekcjonerów, dla których koszty nie są czynnikiem odstraszającym, lub dla muzeum, któremu nie brak miejsca na ich eksponowanie. Powierzchnie przekroju są tak duże, że przecięcie okazów poważnie zmniejszyłoby ich wyjątkową jakość.

Zawędrowałem do sali Martina Holta. Martin prowadzi firmę Moonbeam, w której Gibeon staje się dziełami sztuki, klamrami do pasów, pierścieniami, naszyjnikami, nożami, kulami i kostkami. Chociaż muszę przyznać, że nie jestem etuzjastą meteorytowej biżuterii, to musiałem podziwiać artystyczne talenty Martina. Jego wyroby były po mistrzowsku zaprojektowane i pięknie wykonane. Używa on tylko Gibeona i na szczęście wydaje się, że jest go pełno wokół. Tnie, poleruje i wytrawia więcej Gibeona, niż ktokolwiek inny. Przerabianie meteorytów na biżuterię jest dla wielu poważnych kolekcjonerów, a z pewnością dla naukowców, czynnością odrażającą, bez względu na to, jakiego typu meteorytu dotyczy. Myślę jednak, że ta kwestionowana praktyka musi mieć także jakieś zalety. Nininger sądził, że ma, takie jak zapewnienie utrzymania i wyżywienia jego rodzinie, ale musi być jeszcze jakiś inny powód niż tylko przeżycie. Gdy wyszedłem z jego pokoju, zaciekawiło mnie, czy natknął się kiedyś na niezwykłe osobliwości ukryte we wnętrzach tych meteorytów żelaznych. Okazało się to proroczym pomysłem.

Wróciłem do sali E.T., gdzie wręczył mi on płytkę Gibeona z wyrazem twarzy „musi pan to zobaczyć". Była to „resztka", którą wykonawca biżuterii przehandlował E.T. nie znajdując dla niej innego zastosowania. Przypadkowo została przecięta wzdłuż boku ośmiościanu i figury Widmanstättena krzyżowały się pod kątem 60 stopni. Tym, co mnie zdumiało, był kształt figur na trzeciej części okazu. Przy jednym brzegu zatraciły one liniowy kształt i zakrzywiały się wokół punktu na dolnej krawędzi. Im bliżej tego punktu, tym mniejszy był promień krzywizny figur. Ten meteoryt z pewnością został mechanicznie zniekształcony. Figury przy brzegu były zatarte, co wskazywało na silne ogrzanie. Tuż obok zakrzywionej części było duże pęknięcie. Widziałem zniekształcone figury na wielu meteorytach Henbury, ale nigdy takie jak te. Rzecz jasna ten okaz nie był na sprzedaż. Myślami powróciłem do Moonbeam. Ten oszałamiający meteoryt nie zostałby odkryty, gdyby nie wykonawca meteorytowej biżuterii...



Ogromna płyta brekcjowego stopu pozderzeniowego Rio Limay. Widoczne są dwie różne części. Fot. Edwin Thompson.

Blaine Reed miał większość tego, co inni, tyle że na mniejszą, bardziej przystępną skalę. Zrobiłem konieczne zakupy, śliczny, zbrekcjowany chondryt L6, któremu brakowało czytelnej etykietki (okazało się, że to St. Michel), i jeden z okazów wspomnianego wcześniej saharyjskiego EH3 za więcej niż czterokrotna obecna cena złota. To, co było szczególnie interesujące w jego sali, to był zabytek. Sprzedawcy i kolekcjonerzy meteorytów zawsze rozglądają się za interesującymi zabytkami handlu meteorytami. Któregoś roku Blaine kupił skrzynkę na listy, która podobno została uderzona przez spadający meteoryt. Tego roku pokazywał mi dumnie stary, mosiężny kompas Bruntona. Nie był to jednak zwykły kompas Bruntona. Ten był kiedyś własnością samego wielkiego Niningera. Co będzie w przyszłym roku, panie Blaine?

Wystawę meteorytów Tucson'98 uwieńczyły dwie prawdziwe opowieści, po których ciarki chodzą mi po plecach. Jedną opowiedział mi Edwin Thompson. Wśród wystawianych przez niego okazów były jakieś szare, dość nieokreślone, kanciaste kawałki, wyglądające w większości jak kawałki betonu. Niektóre z tych kawałków miały wymowną, czarną skorupę obtopieniową. Był to żyłkowany chondryt H5, którego spadek obserwowano w 1997 roku, a który znaleziono po pewnym czasie w urwistych górach El Hammami, w północno wschodniej Mauretanii, w Afryce. Najwyraźniej okaz ten wylądował mniej więcej w całości, ale był o wiele za duży, aby przewieźć go na wielbłądzie, czy koniu (nie ma dróg w tych górach). Co robić? To oczywiste, głupcze! Po prostu wziąć wielki młot i rozwalić meteoryt na mniejsze kawałki, ot co! Były tam te kawałki, niektóre pasujące do siebie, wyłożone na stole po 90 centów za gram. Obraz tej dewastacji nie mógł wyjść mi z głowy, tak nieprawdopodobna była ta historia.

Drugą historię opowiedział mi w czasie obiadu, przy butelce wina, sam sprawca, Darryl Pitt. Darryl chciał uczynić Zagami dostępnym dla przeciętnego człowieka po przystępnej cenie, powiedzmy poniżej $200. Miał on spory kawałek, który mógł przeciąć na mniejsze płytki, ale to by oznaczało utratę aż 25% okazu przy cięciu. Co robić? To proste. Zastosować metodę chondrytu z gór El Hammami. I Darryl to zrobił. (Ja osobiście nie miałbym odwagi). Z młotkiem w ręku połupał Zagami na mnóstwo maleńkich kawałeczków. Umieścił je w małych fiolkach, które zatopił na stałe w przezroczystych, akrylowych kostkach. Powiedział mi, że rzeczywiście sprzedają się one bardzo dobrze. Najwidoczniej było tam mnóstwo ludzi, którzy chcieli mieć kawałek Marsa. Po tej opowieści potrzebowałem drugiej butelki wina.

Od redaktora: Darryl Pitt podarował jedną z kostek, z fiolką zawierającą okruchy Zagami, dla Muzeum Ziemi PAN w Warszawie.

Blaine Reed dumnie prezentuje kompas Bruntona będący niegdyś własnością H. H. Niningera.

Miejsce spadku meteorytu Pallasa odnalezione

Upadek i kariera Żelaza Pallasa — część II

Roy A. Gallant
(*tłum. Marek Muciek*)

(Artykuł z kwartalnika Meteorite! Vol. 4 No. 2. Copyright © 1998 Pallasite Press)

Ogromny Meteoryt Pallasa został znaleziony na niedostępnej, syberyjskiej górze w roku 1749. Jednak jego kosmiczne pochodzenie uznano oficjalnie dopiero gdy inny pallasyt (Marjalahti), o identycznym składzie i strukturze, przeszył niebo i został odnaleziony w pobliżu St. Petersburga 1 czerwca 1902 roku. Po przecięciu i wyszlifowaniu powierzchni, żelazo Pallasa stało się obiektem publicznego zainteresowania, z racji swej rzadkiej piękności. Jednak nauka, po dokładnym przebadaniu i sklasyfikowaniu, przestała się nim zajmować. A przecież koniec jego historii został jeszcze do napisania.

Pojawia się Alina Jeremiejewa

Autorką brakującego, ostatniego rozdziału została Alina Jeremiejewa, historyczka astronomii z Rosyjskiej Akademii Nauk i były członek Komitetu Meteorytowego. W latach siedemdziesiątych pokazano jej list od niejakiego Jerfina Władiermowa, który zwracał się do Komitetu z prośbą o wystawienie w miejscu spadku meteorytu jakiegoś pomnika. Alinie spodobał się ten pomysł i postanowiła coś z tym zrobić. Ale gdzie dokładnie było owo miejsce? Nikt go nie odwiedzał od ponad stu lat! Kto znał drogę?

Szczegółowy opis tego miejsca, wraz z mapą, sporządzony w roku 1873 przez inżyniera górniczego I.A. Łopatina, zniknął z archiwów. Jeremiejewa mogła się więc oprzeć tylko na mniej precyzyjnych relacjach Pallasa i Metticha. (Jak opisano w części I, to właśnie Mettich i Miedwiediew odkryli meteoryt.) Niektórzy przypuszczają, że Pallas osobiście nigdy nie odwiedził miejsca spadku. Alina jednak sądzi, że prawdopodobnie odwiedził. Nie miał bowiem w zwyczaju opisywać miejsc, których nie widział.

Pokonując trudności wiążące się z przedzieraniem się przez niedostępny i gęsto zalesiony górzysty, teren (które miałem okazję poznać podczas mojej własnej ekspedycji w roku 1997), Alina poprowadziła trzy wyprawy badawcze w ciągu trzech lat. Udało się jej zlokalizować miejsce spadku z dokładnością do kilku metrów. Stanowcza, zdecydowana, uparta, chwilami nieugięta, a przy tym sympatyczna, wrażliwa, energiczna i odznaczająca się głęboką wiedzą — to niektóre cechy tej niezwykłej kobiety.

Podczas pierwszej wyprawy w 1976 roku, wszystko czym dysponowała to był opis miejsca spadku, wykonany przez Metticha i stara mapa, na której nie było siatki współrzędnych. Jej czteroosobowa ekipa najpierw musiała znaleźć rzekę Ubej, dopływ Jeniseju, co udało się im bez trudu. Następnie musieli odnaleźć rzekę Mały Iżat, dopływ Ubeju. Idąc w górę Małego Iżatu, a następnie wspinając się wzdłuż grzbietu, mieli dotrzeć do złoża rudy żelaza koło wielkiej skały, opisanego przez Metticha. Kierując się następnie pod górę na południowy-zachód, po przejściu 150 sążni (315 m) mieli znaleźć się w miejscu, gdzie Mettich i Miedwiediew znaleźli siedemsetkilogramową* bryłę żelaza. Wydawało się to Alinie dosyć łatwe. Tyle tylko, że wraz ze swą grupą minęła Mały Iżat i poszła w górę Wielkiego Iżatu, kilka kilometrów dalej. Po ostrej wspinaczce na grzbiet nie odnaleźli ani wystającej z ziemi rudy żelaza, ani wielkiej skały, ani w ogóle żadnych skał przypominających magnetyt. Zniechęcona, ekspedycja wróciła do Moskwy. Alina zdecydowała, że potrzebuje lepszej mapy, i być może geologa.

Wyprawa w roku 1977

Następnego roku wróciła na Syberię. Tym razem miała ze sobą mineraloga Aleksandra Andriejewa i mapę, która przynajmniej pokazywała odległości. To właśnie Aleksander miał poprowadzić moją ekspedycję w roku 1997. Prowadząc, Alina popełniła ten sam błąd co przed rokiem i minęła Mały Iżat. W tym momencie Aleksander zaczął nabierać podejrzeń. Mimo to, grupa powędrowała w górę Wielkiego Iżatu i rozbiła obóz.

„Miejscowa topografia po prostu nie zgadzała się z pewnymi oznaczeniami na mapie" — powiedział mi Aleksander. „Tymczasem Alina potrafi być bardzo uparta i emocjonalnie pochodzić do rzeczy. Musieliśmy więc ją oszukać, żeby udowodnić jej, że nie ma racji." Przekonali ją, żeby następnego dnia pozostała w obozie i przejrzała swoje szczegółowe notatki z poprzedniej wyprawy. Aleksander tymczasem, z dwiema innymi osobami, wybrał się na rekonesans po okolicy. Mając tylko kompas i marną mapę był w stania wykazać, że istotnie minęli Mały Iżat o kilka kilometrów i poszli wzdłuż Wielkiego Iżatu. Dowodem były jaskinie zaznaczone na mapie. Początkowo Alina nie chciała mu wie-

*Jeremiejewa sądzi, że początkowa waga Żelaza Pallasa jest nieznana. Liczba 687 kg, figurująca w „Catalog of Meteorites" M.H. Heya (opublikowanym w 1966r.) i w katalogu kolekcji meteorytów Radzieckiej Akademii Nauk (z roku 1978), jest jej zdaniem bezpodstawna.

rzyć, mówiąc „Jakim ty jesteś geologiem? Nawet nie potrafisz odróżnić Małego Iżatu od Wielkiego Iżatu!" Na to Aleksander poprosił ją by porównała swoje zeszłoroczne notatki z odległościami wynikającymi z mapy. I zapytał jak to możliwe, że przejście 4 km dystansu od ujścia rzeki Ubej do ujścia ich rzeki zajęło im aż siedem godzin. I co z jaskiniami? Alina niechętnie przyznała się do błędu. Zeszli więc w dół rzeki Ubej i odnaleźli ujście Małego Iżatu. Potem poszli w górę tej rzeki, wspięli się na szczyt grzbietu i rozpoczęli poszukiwanie wystającego złoża rudy. Żadnego złoża. W tym momencie skończył się czas ekspedycji.

Znalazłszy się z powrotem w Krasnojarsku, Aleksander poradził Alinie, żeby przejrzała wszelkie dostępne raporty geologiczne z XVIII i początku XIX w., w celu dokładnego określenia położenia złoża rudy, opisanego przez Metticha i Miedwiediewa a następnie przez Łopatina. Sam tymczasem rozpoczął poszukiwania i znalazł to, o co mu chodziło — mapę topograficzną terenu z siatką współrzędnych.

Złoże i skała

Latem 1978 r. ich siedmioosobowa ekspedycja znów znalazła się w obozie u stóp grzbietu nad Małym Iżatem. Następnego dnia Alina i Aleksander, uzbrojeni na wypadek spotkania z niedźwiedziem, wspięli się na grań. Wkrótce dotarli do drzewa, na którym poprzedniego roku Aleksander namalował krzyż. Niedaleko natknęli się na wielką skałę. Alina była przekonana, że to właśnie musi być skała opisana przez Metticha, i że złoże magnetytu musi być gdzieś w pobliżu. „Jesteś geologiem, to teraz znajdź magnetyt," zakomenderowała. Aleksander przeszukał każdy centymetr gruntu wokół skały, podczas gdy Alina niecierpliwie przestępowała z nogi na nogę. „Tu nie ma magnetytu," orzekł w końcu Aleksander. „Jak może być skała a nie być magnetytu?" nie mogła pojąć Alina. Aleksander stwierdził, że powinni szukać dalej.

Po około 15 minutach znaleźli następną wielką skałę. Znów Aleksander uważnie przeszukał grunt wokoło. Nic. Zirytowana Alina wybuchła, „Co z ciebie za geolog? Czyś ty kiedykolwiek w życiu widział magnetyt? Jak to możliwe — dwie skały i żadnego magnetytu!"

Poszli szukać dalej. Niedaleko natknęli się na niewielką jamę, która wydała się Aleksandrowi podejrzana. Rozpoznał w niej rodzaj szybu, kopanego przez poszukiwaczy w celu zebrania próbek rudy. Spuścił się na dno jamy, by przyjrzeć się leżącym tam kamieniom. Jeden z nich rzucił Alinie i kazał jej przyłożyć do niego kompas. Igła zawirowała jak szalona. „Jest twój magnetyt," radośnie orzekł Aleksander. „OK," powiedziała Alina, „tu jest magnetyt, ale gdzie jest skała?" Aleksander wygramolił się z jamy, rozejrzał wokół i skierował się w kierunku czegoś, co wyglądało na wielka kępę zieleni. Przedarłszy się przez gęstwinę odsłonił lico bardzo wielkiej skały. „A tu jest twoja skała!" wykrzyknął. Odcięli 25-m kawałek liny i odmierzyli drogę — 150 sążni (315 m) na południowy-zachód, pod górę. Aleksander oznaczył to miejsce dwoma krzyżami i od tej pory nosi ono nazwę Szczytu Dwóch Krzyży. Następnie wyznaczyli obszar o powierzchni 25 m^2, wewnątrz którego powinno ich zdaniem znajdować się miejsce spadku meteorytu (według opisu Metticha).

Plan zakładał zebranie 19 próbek gruntu w wyznaczonym obszarze, w nadziei znalezienia śladów materii meteorytowej. Pierwsze trzy próbki pochodziły z miejsc odległych od siebie o kilka metrów. Po przemyciu i przesianiu ich, we wszystkich trzech znaleźli drobinki lśniącego metalu. Czy mógł to być żelazo-nikiel? Aleksander zaczął wątpić gdy przyjrzał się swojej aluminiowej łopatce, używanej do pobierania próbek, i zauważył mnóstwo malutkich rys. Później w Moskwie okazało się, że ani jedna z 19 próbek nie zawierała niczego, co miałoby jakikolwiek związek z Żelazem Pallasa. Na polance, gdzie zebrali próbki, ustawili 3-metrowy, modrzewiowy słup z małą tabliczką, zawierającą inicjały Żelaza Pallasa, a Alina rozgrzanym gwoździem wypaliła na nim datę 1978.

Następnego roku powrócili na miejsce spadku, tym razem w towarzystwie najsłynniejszego rosyjskiego rzeźbiarza Jurija Iszkanowa. Oświadczył im, że zanim zaprojektuje pomnik musi najpierw obejrzeć miejsce gdzie ma on stanąć.

Alina zostaje ukarana

Wyjątkowo obfite topnienie śniegów tamtej wiosny zamieniło drobne zazwyczaj dopływy Małego Iżatu w duże rzeki. Jeden z nich grupa pomyłkowo wzięła za sam Mały Iżat, co doprowadziło ich do niewłaściwej doliny. Gdy Aleksander powiedział, że trzeba wrócić, Alina zdecydowała się na mały rekonesans. „Zsiadłszy ze swego konia nasza energiczna Alina oświadczyła, że pójdzie pod górę i się trochę rozejrzy." Aleksander rzekł, że poczekają na nią, ale „wróć, proszę".

„Zsiadła więc z konia", opowiadał dalej Aleksander, „ i zaczęła się wspinać i wspinać. Góra była dosyć stroma. Kiedy dotarła na szczyt znalazła się prawie w miejscu, gdzie poprzedniego roku wbiliśmy słup. Postanowiła więc nie wracać. A my czekaliśmy i czekaliśmy, coraz bardziej się niepokojąc. Tymczasem Alina czekała na nas na górze. Wkrótce miał nadejść zmierzch. Co robić? Nie miała broni, ani zapałek, ani jedzenia, i baliśmy się, że mogła spotkać niedźwiedzia. To mogło oznaczać prawdziwe kłopoty.

Aleksander postanowił, że on i jeden z przewodników będą czekać, na wypadek gdyby Alina zdecydowała się wrócić. Resztę grupy odesłał w dół nad Mały Iżat, każąc im rozniecić wielkie ognisko, które Alina mogłaby widzieć z daleka. Przed nocą jednak Aleksander z towarzyszem zdecydowali się dołączyć do reszty, bojąc się, że któryś z koni mógł w tym trudnym

Katia Rossowskaja zażywająca dobrze zasłużonego odpoczynku.

terenie złamać nogę. Alina nie pojawiła się przez całą noc.

Wcześnie rano weszli na grań i po wielu nawoływaniach znaleźli ją w miejscu ubiegłorocznego obozu. „Była przemoczona, zmarznięta, głodna i spragniona. Byliśmy tacy szczęśliwi, że znaleźliśmy ją żywą," wspominał Aleksander. Alina tak mi relacjonowała to wydarzenie — „Byłam taka biedna. Nie miałam nic do jedzenia, ani noża, ani zapałek, ani strzelby, i tylko miałam mech za poduszkę i niedźwiedzie za towarzyszy."

„Byliśmy tak przejęci radością z powodu jej odnalezienia, że postanowiliśmy ją ukarać," wspominał Aleksander. „Jurij nalał jej pół szklanki wódki i zmusił do wypicia wszystkiego do dna — profilaktycznie, żeby nie złapała przeziębienia. Potem powiedziałem jej, że następnym razem gdy wsiądzie na konia to zwiążę jej nogi pod końskim brzuchem, a lejce przywiążę do ogona mojego konia. Zobaczymy, czy uda ci się znowu nam uciec."

Gdy znaleźli się w miejscu spadku Jurij obejrzał okolicę i naszkicował pomnik. Miał to być duży dysk ze smugami, rysującymi łukowatą trajektorię meteorytu. Alina powiedziała nie. Meteoryty nie spadają w ten sposób. Spadają prosto, więc trajektoria ma być prosta. Jurij oświadczył, że ze względów artystycznych trajektoria musi być krzywa. Pokłócili się. „Moje próby skłonienia ich do kompromisu nie całkiem się powiodły," mówił Aleksander. Jednak później, gdy pomnik stanął na miejscu, trajektoria była prosta.

Potem grupa zeszła na dół, do wsi Kulczeck i wróciła do Krasnojarska.

Moja wyprawa w 1997 roku

Mówiono mi, że prawdopodobnie mniej niż 50 osób kiedykolwiek było w miejscu spadku meteorytu na 900--metrowej górze Wielki Imir, w południowej Syberii. Sześcioosobowa ekspedycja, którą moja rosyjska koleżanka Katia Rossowskaja zorganizowała w lipcu 1997 roku, była pierwszą od 16 lat, która miała odwiedzić to miejsce. Mieliśmy szczęście mieć za szefa Aleksandra Andriejewa. Naszą ok. 250 km podróż rozpoczęliśmy w Krasnojarsku. Początkowo jechaliśmy dżipem Cherokee. Po czterech godzinach dotarliśmy do przeprawy promowej przez rzekę Jenisej, we wsi Nowosiołowo. Kilka dni rzęsistych deszczów zmieniło wąską, gruntową drogę w grząskie, poryte koleinami błoto, w którym kryły się głębokie doły. Nigdy nie wiedzieliśmy jak głęboka będzie następna dziura. Następne dwie godziny jechaliśmy przez wsie Koma i Cziornaja Koma, aż około północy dojechaliśmy do Kulczecka, gdzie przenocowaliśmy w sali gimnastycznej miejscowej szkoły. Podążaliśmy śladem wyprawy Aliny z 1979 roku.

Autor przy pomniku Żelaza Pallasa.

Następnego ranka próbowaliśmy znaleźć jakiś środek lokomocji, który byłby w stanie jeździć po lesie i zawiózłby nas możliwie blisko chatki u stóp Wielkiego Imira, która miała być naszą bazą. Miejscowy kołchoz leśny miał ciężarówkę Gorki 66, cud rosyjskiej motoryzacji, ale aby ją wynająć wraz z kierowcą musieliśmy dostać zezwolenie naczelnika gminy. Ten, gdyśmy się z nim skontaktowali telefonicznie, wrzasnął, „Co? Cudzoziemiec na moim terenie? Czemu mnie nie poinformowano?" Najwyraźniej, jak sięgnąć pamięcią żaden obcokrajowiec nie postawił stopy w Kulczecku. Okazało się, że naczelnik nie jest wściekły, lecz zachwycony, że ma swego pierwszego amerykańskiego gościa. „Oczywiście, może wziąć samochód i kierowcę. I chcę się z nim spotkać, gdy będzie wracał".

Tak więc następny etap podróży odbyliśmy Gorkim. Przez 4 godziny przebijaliśmy się przez gęsty las, w górę i w dół niezliczonych, stromych zboczy, poprzez zarośla wysokich na 2 m trzcin, i forsując 15 rzek — tak rwących i tak głębokich, że wzbudzało to we mnie więcej niż chwilowe obawy. Zacząłem podejrzewać, że jeślibyśmy sobie tego zażyczyli, to Gorki mógłby pływać.

Nie było żadnych dróg. Przebijaliśmy się przez las wzdłuż dolin rzecznych i grzęźliśmy w bezkresnych bagnach. O 9 wieczorem, gdyśmy utknęli po raz trzeci, Gorki postanowił dalej nie jechać. Rozbiliśmy więc obóz na bagnie i spędziliśmy noc wśród komarów tak wielkich i napastliwych, że zostały przez kogoś nazwane „latającymi krokodylami". I były tam muchy tak duże, że pozostawiały na ciele wyraźny dołek, w miejscu gdzie żerowały. Z wszelkich środków odstraszających po prostu się śmiały.

Następnego ranka Aleksander, Katia i ja wyruszyliśmy pieszo w trzygodzinną wędrówkę do chatki. Pozostali trzej członkowie naszej ekipy — Dmitrij Jurkowskij, Aleksiej Kowaliow (który był naszą uzbrojoną ochroną) i Siergiej Kozłow — pozostali, żeby pomóc kierowcy wykopać Gorkiego, aby mógł wrócić do Kulczecka. Dima towarzyszył mi poprzedniego roku w wyprawie do miejsca spad-

ku meteorytu Chinge, przy granicy mongolskiej. Ci trzej mieli potem spakować ciężki sprzęt i pójść naszym śladem do chatki. Gdy przyszli pięć godzin później opowiadali, że widzieli wiele śladów niedźwiedzi i jedną żmiję. Niedźwiedzie zwęszyły już nas i były bardzo zainteresowane.

Założyliśmy bazę u stóp Wielkiego Imira i następnego ranka rozpoczęliśmy wspinaczkę. Nie było żadnych śladów buldożera, który 16 lat przedtem wytaszczył na górę 1.5-tonowy, żeliwny pomnik. A jednak Aleksander pamiętał drogę. Dotarłszy do pomnika, uczciliśmy ten fakt butelką rosyjskiego szampana, który nawiasem mówiąc jest wyśmienity, i puszką plasterkowanych ananasów. Następnie Aleksander uroczyście przypiął każdemu z nas pamiątkowy znaczek Meteorytu Pallasa, aby uhonorować nasz sukces. Był to naprawdę wzniosły moment.

Pomnik wyniesiono na górę w 1980 roku. Żeliwny dysk został zmontowany z czterech części na betonowym cokole. Wykonała to grupa studentów z Krasnojarska. Ani Alina ani Aleksander nie byli obecni przy tym historycznym wydarzeniu. Jednak wrócili tam rok później, aby wziąć udział w ceremonii odsłonięcia pomnika, w której uczestniczył również reporter telewizji z Krasnojarska. Według Aleksandra, wszyscy gwarzyli radośnie, poklepując pomnik i gratulując sobie nawzajem. Wszyscy — z wyjątkiem Aliny. Siedziała na cokole smutna i milcząca, brodę podparła rękami i była bliska płaczu. „Prawie sześć lat bezustannych wysiłków, skrajnie trudnych wypraw w to miejsce, a teraz było już po wszystkim," wytłumaczył mi Aleksander.

Jedna wątpliwość, która dręczyła mnie w kwestii miejsca spadku Żelaza Pallasa wyjaśniła się w Moskwie, podczas mojej rozmowy z Aliną. Skąd pewność, że wyznaczony przez nich spłachetek o powierzchni 25 m^2 wyznaczał właściwe miejsce? Okazało się, że w 1979 roku udało jej się odnaleźć w archiwach Akademii dawno zaginione dokumenty z ekspedycji Łopatina, z roku 1873. Wśród nich była kompletna, dokładna mapa. Miejsce, które wraz z Aleksandrem oznaczyli, zgadzało się z relacją Łopatina doskonale — co mówiąc, Alina uderzyła swą małą piąstką w dłoń.

Gdzie jest Żelazo Pallasa obecnie

W roku 1825 berliński mineralog G. Rose zasugerował, że Meteoryt Pallasa powinien zostać przecięty, a jedna powierzchnia wyszlifowana i wytrawiona, w celu ukazania figur Widmanstattena. Zdawało się, że operacja ta będzie ciągnęła się całą wieczność, lecz wreszcie została ukończona w roku 1919. Wynik zapierał dech w piersi. Według Aliny, „Zdumieni widzowie ujrzeli niezwykłą tęczę barw czystego oliwinu — od jasnej zieleni do fioletu — którego krople wyglądały jak klejnoty oprawione w błyszczący nikiel, w gąbczastej masie żelazoniklu. Na szczęście odwiedziłem Muzeum Mineralogiczne im. Fersmana Rosyjskiej Akademii Nauk w Moskwie, i widziałem Żelazo Pallasa przed moją wyprawą i zanim napisałem niniejszą relację. Nie mam ochoty oglądać go znowu. Wolę zamiast tego zachować w pamięci śliczny opis Aliny. Dziś meteoryt spoczywa w swej gablocie wystawowej, matowy i rdzewiejący, w słabo oświetlonym kącie muzeum. Nawiasem mówiąc, sama gablota jest repliką meteorytu.

Poszukiwanie planetoid

Tom Gehrels
(*tłum. Marek Muciek*)

(Artykuł z kwartalnika Meteorite! Vol. 4 No. 2. Copyright © 1998 Pallasite Press)

W tym artykule zarysuję najpierw krótki szkic historyczny badań nad kometami i planetoidami. W części II przedstawiony będzie przegląd obecnego stanu tej dziedziny. Część III poświęcona będzie postępom techniki poszukiwania ruchomych obiektów przy pomocy detektorów CCD. Naukowe wyniki programu Spacewatch, prowadzonego na uniwersytecie stanu Arizona, zostaną omówione w części IV. Część V podsumowuje niebezpieczeństwo, jakie mogą stanowić komety i planetoidy. Wreszcie w części VI przedyskutujemy przyszłość tej dziedziny badań.

I. Trochę historii

W roku 1776 Titius von Wittenburg sformułował regułę określającą odległości pomiędzy planetami, znaną dziś jako prawo Titiusa-Bodego. Odkrycie Urana przez Williama Herschela w 1781 roku podsyciło przekonanie, że w odległości ok. 2,8 j.a. od Słońca powinna znajdować się brakująca planeta. W 1794 r. Chladni doszedł do wniosku, że meteoryty mają pozaziemskie pochodzenie, a następnie, w roku 1803 Olbers wysunął tezę, że są one szczątkami rozbitej planety. Pierwsza planetoida, 1 Ceres, została odkryta przez Piazziego w Palermo w Nowy Rok 1801. Gauss stworzył metodę obliczania orbit, używaną do dzisiaj. Wkrótce nastąpiły dalsze odkrycia i stało się jasne, że w okolicach 2,8 j.a. nie ma jednej planety, lecz raczej to, co nazywamy dziś pasem planetoid. Początkowo poszukiwanie planetoid szło powoli, ponieważ robiono to wizualnie. Fotografię do tych prac wprowadził Max Wolf w 1891 roku. Tymczasem w roku 1867 Kirkwood zauważył istnienie luk rezonansowych w pasie planetoid. Pierwszą planetoidę, która mogła znaleźć się stosunkowo blisko Ziemi, odkrył Witt w Berlinie. Był to Eros, którego odległość peryhelium wynosi 1,13 j.a. Von Oppolzer obserwował zmienność jej blasku, którą wyjaśnił jako skutek obrotu ciała o nieregularnym kształcie. Reinmuth odkrył planetoidę Apollo w roku 1932 (odległość peryhelium 0,65 j.a.). Została ona potem zagubiona, lecz ponownie odnaleziona w 1973 r.

Do roku 1900, w Berlinie i Kilonii utworzono ośrodki, w których obliczano orbity i efemerydy małych planet. Po II wojnie światowej podjęto tę pracę w Heidelbergu i Cincinatti. W końcu przeniesiono ją do Centrum Małych Planet Międzynarodowej Unii Astronomicznej w Cambridge, w stanie Massachusetts, którym od 1978 roku kieruje Brian Marsden. Efemerydy małych planet są publikowane przez Instytut Astronomii Teoretycznej w St. Petersburgu.

W roku 1944 O.J. Schmidt postawił tezę, że w odległości 2,8 j.a. od Słońca miał miejsce proces tworzenia się planety poprzez akumulację cząstek i planetozymali, który został przerwany przez perturbacyjne działanie Jowisza. W rezultacie zamiast jednej planety powstał pas planetoid. Ten tok myślenia był kontynuowany w Moskwie przez Safronowa i innych. W 1949 roku Kuiper rozpoczął serię badań fotometrycznych, oraz zainicjował przegląd planetoid, prowadzony w obserwatoriach Yerkes i McDonald. Zaczął również publikowanie swoich prac na temat pochodzenia Układu Słonecznego. Whipple zaproponował model „brudnej kuli śniegu" dla jąder kometarnych. W roku 1953 Piotrowski* opublikował fundamentalne studium o zderzeniach pomiędzy planetoidami. Ten wątek był potem kontynuowany przez Andersa, Wetherilla i innych. W 1957 r. Begemann ze współpracownikami zmierzyli po raz pierwszy wiek ekspozycji meteorytu na promieniowanie kosmiczne. W roku 1964 Wanke wysnuł tezę, że hel, obecny w znacznych ilościach w niektórych meteorytach został do nich „wszczepiony" przez wiatr słoneczny. W tym samym roku Anders sformułował obszerną i spójną teorię pochodzenia meteorytów z planetoid. Jednocześnie J.A. Wood obliczył tempo stygnięcia meteorytów żelaznych i doszedł do wniosku, że musiały one powstać w obiektach o średnicy 100––500 km. W roku 1968 wykonano radarowe obserwacje planetoidy Ikar.

Pierwszy artykuł na temat planetoid opublikowałem w „Physical Studies of Minor Planets" (NASA SP-267) w roku 1971. Była wówczas ożywiona debata za i przeciw misjom do planetoid. Herrick w roku 1979 był pierwszym, który zaproponował wykorzystanie asteroid. Sugerował mianowicie, by celowo doprowadzić do zderzenia z planetoidą Geographos w 1994 roku, aby zbudować nowy Kanał Panamski. Uznano to wówczas za zbyt fantastyczny pomysł i nie opublikowano jego artykułu na ten temat. Wydano go dopiero pośmiertnie, w książce „Asteroids", z przeprosinami od wydawcy. Pierwsze szczegółowe projekty wypraw kosmicznych do planetoid opublikowali Stuhlinger i in. w 1972, oraz Whipple i in. w 1973 roku. W połowie lat siedemdziesiątych prowadzono już obszerne badania statystyczne, polarymetryczne, radiometryczne, spektrofotometryczne i przy pomocy fotometrii UBV. Dziedzina się rozwijała! Stało się jasne, że według charakteru widma planetoidy mogą być podzielone na węgliste, krzemianowe i metaliczne (oznaczane odpowiednio C, S i M), i jeszcze kilka typów. Dotychczas zidentyfikowano około 50 rodzajów. Ich kształty zaczęliśmy poznawać nieco później. Niektóre planetoidy mogą być luźno sklejonymi kupami gruzu. W tym czasie również Helin i Shoemaker, 46-cm teleskopem Schmidta na Mt. Palomar, rozpoczęli systematyczne poszukiwanie planetoid zbliżających się do Ziemi.

W roku 1980 ojciec i syn Alvarezowie, wraz ze współpracownikami, odkryli nadobfitość irydu w osadach geologicznych pochodzących sprzed 65 mln lat. Stwierdzili, że jest to ślad po uderzeniu wielkiej planetoidy lub komety, wyjaśniając tym zagładę gatunków, jaka miała miejsce na granicy pomiędzy kredą i trzeciorzędem. Rok później w Kolorado odbyła się pierwsza konferencja poświęcona niebezpieczeństwom związanym z kometami i planetoidami. Sprawozdanie z niej jednak nie zostało nigdy opublikowane z powodu braku zainteresowania. Wówczas również rozpoczął się rozwój elektronicznych technik badania kosmosu, choć trzeba było poczekać na pojawienie się matrycy CCD o rozmiarach 2048×2048 pikseli, zanim w roku 1989 odkryliśmy tą techniką pierwszą planetoidę przelatującą koło Ziemi.

Dopiero jednak na początku lat 90-tych realność tego zagrożenia szerzej dotarła do świadomości uczonych. Przyczyniło się do tego zderzenie komety P/Shoemaker-Levy 9 z Jowiszem w 1994 r. Wtedy zaczęto regularnie organizować konferencje poświęcone obiektom zbliżającym się do Ziemi.

Piękno komet i planetoid

W roku 1994 wydałem książkę pt. „Hazards due to Comets and Asteroids" („Niebezpieczeństwa związane z kometami i planetoidami"), na którą złożyły się prace 120 autorów. W 46 rozdziałach przedyskutowane są niemal wszystkie aspekty ich piękna i sposobów odkrywania, niebezpieczeństw realnych i nierealnych.

Niebezpieczeństwo istnieje. Jest rzeczywiste i przerażające. Jednak nawet w tym niebezpieczeństwie tkwi piękno, ponieważ jesteśmy na drodze do rozwiązania tego problemu. Jest ono wielkim zagrożeniem dla ludzkości, ale zaczynamy się nim zajmować. Może się to stać przykładem rozwiązania problemu globalnego.

Największe piękno tkwi w naszych badaniach astrofizycznych. Komety i planetoidy są pozostałością po procesie tworzenia się Układu Słonecznego. Wciąż zbierają pył i gaz z materii międzygwiazdowej. Widzimy Drogę Mleczną dzięki miliardom gwiazd, z których się składa. Ale istnieją przecież ciemne obszary, w których światło gwiazd jest pochłaniane przez chmury pyłu. Poszczególne jego cząstki są tak malutkie, że gdybyśmy mieli je w garści nie bylibyśmy w stanie ich dojrzeć, mają bowiem rozmiary mikronowe. Jednak właśnie z takich chmur gazu i mnóstwa ziarenek kurzu utworzyły się gwiazdy i Układ Słoneczny. Mechanizmy tych procesów są bardzo złożone. Opisane zostały w podręczniku „Protostars and Planets III" („Protogwiazdy i planety III"), wydanym przez Levy'ego i Lunina (1993), który wkrótce wyjdzie w unowocześnionej postaci jako „Protostars and Planets IV".

Mgławica, z której utworzył się Układ Słoneczny, zawierała oprócz pyłu i gazu również większe ciała, o rozmiarach kilometrowych. Nazywamy je planetozymalami. Te z nich, które przetrwały do współczesności, to komety i planetoidy. Ziemia utworzyła się w drodze akumulacji pyłu, gazu i planetozymali. Wraz ze wzrostem masy Ziemi (a więc i jej przyciągania

* Prof. Stefan Piotrowski, jeden z naszych najwybitniejszych astronomów, twórca polskiej astrofizyki (przyp. red.)

grawitacyjnego), bombardowanie stawało się coraz bardziej intensywne. Musiał to być straszliwie hałaśliwy spektakl. Wraz ze wzrostem energii zderzeń rosła również temperatura. W końcu skorupa Ziemi prawdopodobnie częściowo się roztopiła. Gdy materiał wewnątrz Układu Słonecznego został zużyty, bombardowanie stopniowo ustało. Nastąpiło to około 4 miliardów lat temu. Rozpoczęła się faza stygnięcia, od zewnątrz do środka. W rezultacie na powierzchni Ziemi pojawiła się stała skorupa. Jednak ok. 3,5 mld lat temu nastąpiła kolejna fala obstrzału, gdy zewnętrzne części Układu Słonecznego przybierały swój ostateczny kształt. Komety i planetoidy utworzyły jądra planet zewnętrznych, które następnie otoczyły się kokonami, głównie gazowymi, by stać się gazowymi olbrzymami — Jowiszem, Saturnem, Uranem i Neptunem.

Wreszcie Układ Słoneczny osiągnął stan stabilny. Planetoidy pozostały w główny pasie, w większości pomiędzy 2,2 a 3,3 j.a. To jest wciąż raczej wewnętrzna część Układu, blisko Słońca, gdzie temperatury były na tyle wysokie, że gazy wyparowały. W rezultacie planetoidy w wewnętrznej części pasa składają się głównie z piaszczystych krzemianów.

W zewnętrznej części pasa planetoid obserwujemy przejście ku planetoidom weglistym, zbudowanym z bardziej lotnych substancji. Komety znajdują się w zewnętrznych częściach Układu Słonecznego, w odległościach rzędu 100 000 j.a. Jest to zimny magazyn jąder kometarnych zwany Obłokiem Oorta, na pamiątkę Jana Oorta, który wysunął tę ideę w swej klasycznej pracy. Pomysł ten zrodził się w czasie jego wykładów na uniwersytecie lejdejskim, w Holandii, których i ja miałem cudowną okazję słuchać. Obłok Oorta jest bardzo rozrzedzony, ale olbrzymi. Zawiera ok. 10^{13} obiektów. Z powodu niskiej temperatury w tak wielkiej odległości od Słońca, jądra kometarne wciąż składają się ze śniegu, lodu, gazów i pyłu, oraz zawierają dużo substancji bogatych w węgiel. Mówimy o nich „brudne, śniegowe kule". Prawdopodobnie są luźnymi zlepkami planetezymali, o rozmiarach rzędu setek kilometrów.

Wróćmy na Ziemię. W pokładach geologicznych obserwujemy stopniowy, powolny proces rozwoju prymitywnych form życia, po którym, ok. 400 mln lat temu, nastąpił raptowny wybuch ewolucji bardziej rozwiniętych gatunków. Pojawiły się duże kręgowce, takie jak dinozaury, które włóczyły się po Ziemi przez ok. 200 mln lat. A potem nagle znikły. Dość przekonująco dowiedziono, że ich zagłada była wynikiem uderzenia planetoidy lub komety, o średnicy ok. 12 km. Skąd się ona wzięła?

Orbity jąder kometarnych w Obłoku Oorta są stabilne, jednak mogą one zostać zakłócone przez przyciąganie grawitacyjne gwiazd lub masywnych obłoków międzygwiazdowych, mijających Układ Słoneczny. Może to być również efekt okresowego przechodzenia Układu Słonecznego przez płaszczyznę dysku galaktycznego. Jest to tak zwany efekt Sziwy — wyraźne powtarzanie się masowej zagłady gatunków co 29 mln lat. Wykonano modele takich odległych spotkań. Okazało się, że orbity kometarne mogą być zakłócane w ten sposób, że komety są albo wyrzucane z Układu Słonecznego, albo kierowane na eliptyczne tory prowadzące do wnętrza Układu. Możemy je wówczas zaobserwować jako aktywne komety. W cieple Słońca lody sublimują i powstaje otoczka oraz warkocz. Gdy materia się ogrzewa, gazy wystrzeliwują z jądra ogromnymi strumieniami, jak z wulkanu. Wraz w gazem rozsiewane są ziarna pyłu. Dzięki temu możemy podziwiać wspaniałe warkocze — pyłowy i zjonizowanego gazu.

Jeśli chodzi o pas planetoid, to jego mieszkańcy mają z reguły stabilne orbity. Jednak jest ich tak dużo, że czasem się zderzają. Jeśli do zderzenia dochodzi w miejscu, który pozostaje w rezonansowym stosunku do orbity Jowisza (a wiec zbliżenia z Jowiszem powtarzają się tam rytmicznie), to mają miejsce bardzo złożone zjawiska. Przyciąganie Jowisza powoduje, że bryły gruzu, powstałe w wyniku kolizji, są albo wyrzucane z Układu Słonecznego, albo kierowane na eliptyczne tory prowadzące do wnętrza Układu, w strefę planet wewnętrznych, wraz z Ziemią.

Mamy stan stabilny, z równowagą podaży i popytu. Podaż zapewniają zderzenia i perturbacje, podczas gdy popyt powstaje w wyniku grawitacyjnego wymiatania gruzu przez planety. Typowy czas życia planetoidy, która krąży w okolicach Ziemi jest rzędu 10 mln lat. W końcu musi zderzyć się ona z Marsem, systemem Ziemia-Księżyc, Wenus, Merkurym, albo Słońcem.

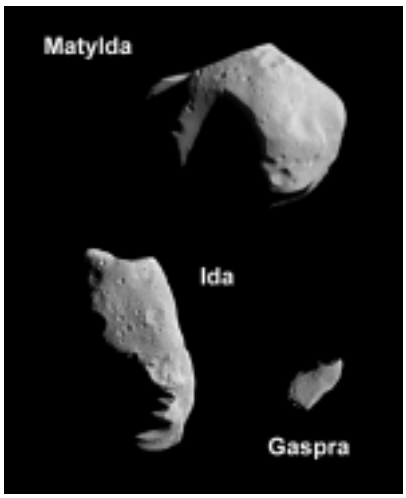
Zasadnicze piękno komet i planetoidów tkwi w tym, że uczestniczyły one w pierwotnym akcie Tworzenia. Bez nich nie byłoby ani Ziemi — takiej jaką mamy — ani nas samych.

Następną ich zasługą jest to, że zakłócały darwinowską, stopniową ewolucję życia. Żarłoczne dinozaury zostały wyeliminowane dając lepsze szanse rozwoju ssakom, i oto jesteśmy.

Kolejny ich czar, to szansa wysłania misji kosmicznych do komet i planetoid, wylądowania na nich i pobrania próbek ich powierzchni do szczegółowej analizy. Tę kwestię omawia ostatnio wydana książka Lewisa, „Mining the Sky". Zarówno w USA, jak i w Europie i Japonii rośnie zainteresowanie misjami do komet i planetoid, zwłaszcza w ramach wielostronnej współpracy międzynarodowej.

Ich urok dla samych astronomów jest łatwy do ujęcia: polowanie na nie jest cudowne. To wyzwanie, które wymusza rozwój technik do poszukiwania tych nieuchwytnych ciał. Odkrycie nowego obiektu, zwłaszcza komety, albo szybko poruszającej się bliskiej planetoidy, to niezapomniane przeżycie dla każdego obserwatora; tym bardziej ekscytujące, że nowy obiekt musi być śledzony, zanim znowu zginie w głębinach kosmosu. *(c.d.n.)*

Adres Autora:
Space Science Building,
University of Arizona,
Tucson,
Arizona 85721, USA



Wielka gorączka meteorytowa w Złotym Basenie

Geoffrey Notkin

(Artykuł z kwartalnika Meteorite! Vol. 4 No. 2. Copyright © 1998 Pallasite Press)

Przy tych ilościach kosmicznego gruzu, jakie trafiły w Arizonę, można by pomyśleć, że ktoś tam na górze ma szczególne względy dla tego stanu Wielkiego Kanionu.

Wyobraźcie sobie samotnego podróżnika wędrującego przez Arizonę w 1912 roku. Może jest to weteran wojny domowej w podeszłym wieku, albo młody poszukiwacz zachęcony opowieściami o Dzikim Zachodzie. Osoba ta mogła wysiąść z pociągu Atlantyk-Pacyfik w małym miasteczku Holbrook 19 lipca, zaledwie trzy miesiące po tym, jak Arizona stała się czterdziestym ósmym stanem USA, w samą porę, aby być świadkiem ulewy 14000 kamieni z nieba spadających na nie spodziewające się niczego miasteczko.

Wędrując dalej na zachód i rozmyślając nad rzadkością i niezwykłością tego zjawiska nasz podróżnik przebyłby niecałe sześćdziesiąt mil natrafiając na miejsce innego niezwykłego zdarzenia meteorytowego: najsłynniejszy i najbardziej błędnie nazwany ze wszystkich struktur uderzeniowych Krater Meteorowy. Może nasz poszukiwacz przygód skierował się potem na północny zachód do hrabstwa Mohave, aby spróbować szczęścia przy poszukiwaniu złota, i tam wędrował nieświadom niczego, jak wielu innych poszukiwaczy, wśród pozostałości innego wielkiego deszczu meteorytów — po polu starych, pozaziemskich kamieni, które pewnego dnia miały zostać rozpoznane przez poszukującego złota amatora, sklasyfikowane jako trzydziesty pierwszy meteoryt odnaleziony w Arizonie i nazwane od malowniczej kotliny położonej między Górami Granatowymi a Senatorskimi — Gold Basin.

„Desert Gold Diggers" (pustynni kopacze złota) — klub poszukiwaczy z Tucson, gościł kiedyś meteorytyka, dr Davida Kringa z Uniwersytetu Arizońskiego. Dr Kring mówił o meteorytach i o możliwości znalezienia ich podczas poszukiwania samorodków złota. Dla poszukiwacza złota Jima Kriegha musiała to być pouczająca prelekcja, ponieważ zaczął on znajdować meteoryty — najpierw Greatervill-le, a potem, w listopadzie 1995 r., obszar rozrzutu Gold Basin.

Było to dwa lata wcześniej, zanim świat usłyszał o odkryciu Jima — dwa lata spędzone na sporządzaniu w tajemnicy map terenu spadku, zbieraniu okazów i przygotowywaniu danych dla Uniwersytetu Arizońskiego. Gdy usłyszeliśmy o Gold Basin, przygotowywałem się do dorocznej Giełdy Minerałów i Klejnotów w Tucson. Pośród podniecenia wymianą okazów z handlarzami meteorytów z Francji, Rosji, Chin i USA myślą nieustannie wracałem do nowego odkrycia. Było nieuniknione, że mając obszar rozrzutu meteorytów oddalony zaledwie o kilka cali na samochodowej mapie Arizony, znów znajdę się na szosie z dwoma wykrywaczami metalu, trzema aparatami fotograficznymi i moim kumplem, nieustraszonym Stevem Arnoldem.

Gdy wyjechaliśmy z Tucson w pogodny niedzielny poranek, miasto zastąpił falisty, niezabudowany krajobraz w cieniu gór Katalina. Tam, w stojącym samotnie cienistym domu przywitał nas Jim Kriegh i jego energiczna sąsiadka i wspólniczka w poszukiwaniach, Ingrid „Twink" Monrad.

Ślady wcześniejszej kariery Jima jako profesora budownictwa lądowego na Uniwersytecie Arizońskim były wszędzie widoczne: półki wypełnione podręcznikami, artykułami i publikacjami naukowymi. Między nimi były różne książki na temat meteorytów H.H. Niningera i innych i było dla mnie jasne, że ten bystrooki i energiczny mężczyzna nie zamierzał siedzieć spokojnie na emeryturze, lecz pochłonęło go nowe zajęcie łowcy meteorytów. Jim wyjął kilka swych znalezisk, aby nam pokazać, ale jeden z najładniejszych okazów był już wyeksponowany na szyi Twink. Była to piękna płytka Gold Basin — białe chondry i srebrzyste plamki wyraźnie widoczne w szarym cieście skalnym — oprawiona w srebro. Ten niezwykły okaz biżuterii zrobił sam Jim.

Do hrabstwa Mohawe przyciągnęły Jima Kriegha samorodki złota, a niespodziewane odkrycie meteorytów sprawiło, że wciąż tam powraca. Wraz z Twink robią od tego czasu co miesiąc 800-milową wycieczkę dokoła hrabstwa. Przez lata inni poszukiwacze złota pozostawiali na powierzchni wykopane „gorące kamienie" (ziemskie skały zawierające tyle metalu, że wykrywacz metalu zaczyna buczeć) i Jim pomyślał, że niektóre z nich mogą być meteorytami. Zabrał je do dr Kringa, który sklasyfikował je jako chondryty zwyczajne L4 zawierające oliwin, piroksen, pigeonit i augit w „różnobarwnym, od szarego do czarnego wnętrzu krzemianowym [z] wyraźnymi inkluzjami metalu." Zawartość węgla-14 wskazywała, że spadek nastąpił około 20 000 lat temu.

„Teren ten był w przeszłości intensywnie przeszukiwany wykrywaczami metalu." powiedział Jim. Znajdowaliśmy meteoryty leżące na wierzchu obok dołów, które ludzie wykopali szukając złota. Myśleli, że są to zwyczajne gorące kamienie."

Po otrzymaniu potwierdzenia od doktora Kringa Jim i jego wspólnicy zaczęli gromadzić szczegółowe dane na temat nowych znalezisk dokładnie zaznaczając położenie każdego meteorytu na mapach topograficznych. „David potrzebował tej informacji", mówił Jim, „a my staraliśmy się mu pomóc. Czasem znajdowaliśmy sześćdziesiąt lub siedemdziesiąt dziennie, może nawet sto."

„Mam niewielkie doświadczenie" uśmiechnęła się Twink. „Policzyłam te, które znalazłam i było ich tylko sto osiem." Wszyscy wybuchnęli śmiechem.

Dotąd znaleziono mniej więcej 2200 meteorytów o łącznej wadze 87,8 kg, ilość która może wywołać nową gorączkę złota. Liczby te jednak nie uwzględniają godzin spędzonych na bezowocnych poszukiwaniach w trudnym terenie. „Można szukać cały ranek i znaleźć tylko jeden okaz albo i nic," dodał Jim.

Ponieważ ciągle znajdowano nowe okazy, stało się jasne, że określenie rozmiarów elipsy rozrzutu nie będzie łatwe. „Jest bardzo duża" mówił Jim. „David sądzi, że znaleźliśmy tylko jedną dziesiątą okazów możliwych do znalezienia. Znalezienie wszystkich może potrwać lata." Dr Kring podejrzewa, że obszar spadku Gold Basin „może w końcu konkurować z deszczem Holbrook pod względem liczby znalezionych okazów" i uważa, że jest to najstarszy obszar spadku meteorytów poza Antarktydą.

Jim pokazał szczególnie duży okaz Gold Basin przeznaczony dla Smithsonian Institution. Niektóre zostały podarowane Flandrau Science Center, inne sprzedano prywatnie i trafiają teraz na rynek kolekcjonerski.

„W Tucson mówiono, że Gold Basin może być sprzedawany po 3 dolary za gram", wspomniał Steve. „Drogo, jeśli wziąć pod uwagę, jak dużo okazów pojawi się w następnych latach."

Później, gdy przygotowaliśmy się ze Stevem do odjazdu pragnąc jak najszybciej samemu zobaczyć Gold Basin, Jim podarował każdemu z nas meteoryt ze swych zbiorów i poradził wyskalować wykrywacze metalu. Ze świeżymi meteorytami prosto z ręki odkrywcy wskoczyliśmy do wypożyczonego Pontiaca i obiecując dokładnie zapisywać wszystkie istotne informacje pomachaliśmy na pożegnanie i skierowaliśmy się na drogę 93. Jechaliśmy cały dzień mijając wąwozy, urwiska czerwonego piaskowca i strome skały wulkaniczne, które urywały się nagle na pola kaktusów saguaro, o ramionach wskazujących na czyste, pustynne niebo. Krajobraz jednak niewiele nas interesował. W wyobraźni już kopaliśmy w ziemi Złotego Basenu. „No ruszże się, człowieku!" wrzasnął raz Steve, gdy wlokący się motocyklista blokował nam drogę. „Nie wiesz, że meteoryty na nas czekają?"

Kingman jest jedynym większym miastem w pobliżu Złotego Basenu. Przybyliśmy tam późnym wieczorem, ale po zatrzymaniu się na zakupy (torby na suwak i linijka do umieszczania obok znajdowanych okazów przy fotografowaniu) pędziliśmy dalej jeszcze przez godzinę. „Zatrzymamy się w tym małym motelu niedaleko terenu spadku" powiedział Steve. „A może poszukamy trochę po ciemku", dodał śmiejąc się.

Opustoszałą szosą dowlekliśmy się, mijając tablice z ogłoszeniami „Możesz mieć rancho w Arizonie za 79 dolarów miesięcznie!", do podejrzanie wyglądającego, słabo oświetlonego motelu. Być może elegancki w latach pięćdziesiątych, teraz sprawiał opłakane wrażenie nawet na nas obu odzianych w wojskowe buty i zakurzone koszulki. Przejechaliśmy jednak blisko 400 mil i każde łóżko było dla nas do przyjęcia. Przygarbiony, starszy mężczyzna spoglądał na nas nieprzychylnie z wnętrza nie zamierzając otwierać. Steve walił w zamknięte drzwi, aż ktoś w końcu krzyknął „Nie ma miejsc!"

Twink Monrad i Jim Kriegh nad mapą topograficzną Złotego Basenu w gabinecie Jima.

Przeszliśmy na drugą stronę szosy do sklepu poprosić o pomoc.

„Jest tu gdzieś inny motel? spytałem. „Ten jest pełny."

„Który?"

„Po drugiej stronie", powiedziałem wskazując w ciemność.

„Nie, tam nie można się zatrzymać. Ludzie... ci tam, wiesz, mieszkają tam cały czas."

Steve spojrzał na mnie znacząco i szepnął „Poszukiwacze."

„Jest gdzieś jeszcze?"

„Myślę, że jest jakiś dalej, koło jeziora."

„Masz jego telefon?"

„Nie"

„No dobrze, a wiesz, jak się nazywa?"

„Nie mam pojęcia."

Pojechaliśmy więc z powrotem do Kingman, gdzie Steve zjadł duży stek, a ja wypiłem dużą whisky Tennesee i poszliśmy spać.

Poniedziałek przywitał nas słoneczną, ale chłodną pogodą. „W górach tylko 9 stopni" ostrzegano w prognozach.

Przecięliśmy rozległą, aluwialną równinę i jechaliśmy krętymi, zakurzonymi drogami między niskimi pagórkami pocętkowanymi drzewami Joshua — kanciastymi i niezgrabnymi jak karłowate małpy. Pamiętałem, jak Jim pokazywał nam na mapie topograficznej to właśnie miejsce. „Znajdowaliśmy meteoryty po obu stronach drogi tu i tu," mówił. Steve zatrzymał samochód i jakbyśmy się umówili, wziął południową stronę, a ja skierowałem się do szerokiego wąwozu na północ. Niemal natychmiast uzyskałem silny sygnał. „Coś to za łatwo idzie" pomyślałem. Wykopałem niewielki dołek i znalazłem zabłoconą bryłkę, która przylepiła się ochoczo do magnesu. Już miałem wrzasnąć „Mam jeden!", gdy zauważyłem kryształy ziemskiego kwarcu. Zasypałem więc dołek i próbowałem dalej. Następny sygnał i kilka minut kopania dały bezużyteczny dziesięciofuntowy gorący kamień. Dziesiątki następnych znalezisk obejmowały naboje, drut kolczasty, gwoździe i łuski. No i oczywiście mnóstwo gorących kamieni.

„Może te meteoryty Gold Basin są warte 3 dolarów za gram", mruknął Steve po paru godzinach bezowoc-

nych poszukiwań. Próbowaliśmy szukać w różnych miejscach, nawet jeszcze po zachodzie Słońca, ale nie znaleźliśmy niczego. W końcu zrezygnowaliśmy z zamiaru obozowania i pojechaliśmy siedemdziesiąt mil przez góry do Las Vegas, gdzie próbowaliśmy zapomnieć o naszych rozczarowaniach wśród kasyn.

Następnego ranka patrzyłem przez zaparowane okna na szare strugi deszczu spadające na ulice miasta. Steve był zachwycony okropną pogodą. „Postawilibyśmy namioty akurat na dnie jednego z tych suchych wąwozów," grzmiał pokładając się ze śmiechu. „Aby mieć osłonę od wiatru. Zmyłoby nas aż do zapory Hoovera!"

We środę wypogodziło się, więc wróciliśmy do Złotego Basenu. Naszą nową strategią było dotarcie do jak największej liczby miejsc i krótkie przeszukanie każdego z nich. Jeśli coś znajdziemy, to przez resztę czasu będziemy szukać w tym miejscu. Naszym pierwszym znaleziskiem była tablica „Wstęp wzbroniony" przed nędznie wyglądającym miasteczkiem przyczep, ciężarówek i drutu kolczastego.

„Znowu poszukiwacze złota," domyślał się Steve. Chyba jedyny sposób, to wziąć sobie działkę."

„Nie rozumiem tego," powiedziałem wskazując na przyczepy. „Wszyscy martwią się o kilku zbieraczy meteorytów, a tymczasem wszyscy ci poszukiwacze spokojnie tu siedzą."

Inni mieli podobne myśli. Pewien przyjacielski i pełen entuzjazmu łowca meteorytów używający internetowego pseudonimu „Bolidechaser" założył strony (http://members.tripod.com/~bolidechaser/index.htm), na których opisał swe dwie wizyty w Złotym Basenie. Bolidechaser otrzymał później oficjalną prośbę, aby „nie odwiedzać tego miejsca w celu zachowania jego integralności naukowej."

Spytałem dr Kringa, co sądzi o prywatnych osobach poszukujących meteorytów w Złotym Basenie:

„Poza badaniami laboratoryjnymi naszym celem jest sporządzenie mapy rozrzutu okazów z zaznaczeniem ich mas, tak aby można było obliczyć wysokość, na jakiej eksplodował meteoroid. Da nam to informację o spoistości meteoroidu. Nie wiemy, jaka jest wytrzymałość meteoroidów. To powoduje, że trudno ocenić niebezpieczeństwo zderzenia z tymi obiektami i wybrać sposoby, jakie można by zastosować do zepchnięcia planetoidy z kolizyjnej orbity. Ponieważ obszar rozrzutu Gold Basin może nam w tym pomóc, więc jest bardzo ważna ochrona tego miejsca, aż zbierzemy dostateczną ilość informacji do przeprowadzenia niezbędnych obliczeń."

Steve zabiera się do pracy swym „Goldmaster"

Bolidechaser chciał przyłączyć się do zespołu badawczego. Jego prośba została odrzucona, więc odwiedził Gold Basin samotnie. „Spotkałem tam trochę członków Desert Gold Diggers i trochę biwakujących ludzi," powiedział mi podczas rozmowy telefonicznej. „Dokoła było mnóstwo ludzi i jakiś miejscowy facet przejeżdżający tamtędy spytał, „Co tu się u diabła dzieje? Strajk jaki, czy co?" Jeszcze trochę i potrzebny będzie parking i połączenie autobusowe dla tych wszystkich „poszukiwaczy". Jeśli ich naprawdę interesuje znalezienie wszystkich okazów, to będą musieli wykorzystać do poszukiwań tych amatorów."

Ponieważ wraz ze Stevem szukaliśmy w pogodne, ciche popołudnie, trudno nam było wyobrazić sobie tłum poszukiwaczy zalewający Złoty Basen. Jedynym naszym towarzyszem owego dnia, o którego obecności wiedzieliśmy tylko ze śladów świeżo odciśniętych w wilgotnym piasku, był kuguar. Jego ślady wiodły wzdłuż koryta wyschniętego strumienia przypominając nam, jak daleko byliśmy od cywilizacji.

Znów pracowaliśmy do późna wypełniając do połowy wiadro bezwartościowymi gorącymi kamieniami wyglądającymi niemal tak samo, jak meteoryty, które dał nam Jim. Jim miał jednak tę przewagę, że zabrał ze sobą w zeszłym roku piłę do cięcia kamieni i generator. Przecinanie jest czasem jedynym sposobem odróżnienia gorących kamieni z polewą pustynną od autentycznych chondrytów.

Gdy ściemniło się, po raz pierwszy od dziesięciu dni skierowaliśmy się na wschód, rozczarowani, że Złoty Basen nie ujawnił nam żadnej ze swych tajemnic. Jednak gdy byliśmy w Vegas, Steve oczyścił stoły black jacka w Caeser's Palace, więc wracaliśmy mając trochę złota w kieszeniach.

Uwaga autora: *Obszar rozrzutu Gold Basin obejmuje zarówno tereny prywatne jak i federalne. Meteoryty znajdowane na terenach federalnych w Stanach Zjednoczonych należą do Smithsonian Institution. Wszelkie informacje dotyczące znalezisk w Złotym Basenie należy najpierw przesyłać do Jima Kriegha (kriegh@azstarnet.com), 40 East Calle, Concordia, Oro Valley, Arizona 85737, USA. Jednak Jim nie życzy sobie, aby zwracać się do niego o pozwolenie na poszukiwanie meteorytów. Ktoś, kto chce prowadzić poszukiwania, musi uzyskać zezwolenie w inny sposób.*

Skrupulatne notatki prowadzone przez Jima Kriegha i jego kolegów, oraz okazy, jakie przekazali oni do muzeów, pokazują, że amatorzy i profesjonaliści mogą efektywnie współpracować w dziedzinie meteorytyki. „Ich udział w projekcie był satysfakcjonujący." powiedział mi dr Kring. „Podeszli do tego poważnie i wykonali znakomitą robotę. Dostarczyli pierwszorzędnych danych." Jest to piękny przykład dla wszystkich.

For sale

20 to 160 acres in the center of historic Gold Basin meteorite strewnfield.
US$1000 per acre.
Mostly unhunted.

John Blennert.
Ph (520) 325-8585.

Meteorytowa wycieczka do Wiednia

Andrzej S. Pilski

Jechać do Wiednia tylko po to, aby obejrzeć meteoryty, to prawie tak jakby odwiedzić Watykan i nie chcieć zobaczyć Papieża. Jeśli jednak ktoś ma mało czasu i bardzo jednostronne zainteresowania, to wszelkie wspaniałości pięknej stolicy Austrii stają się mało istotne. Liczy się tylko słynna Cesarsko-Królewska kolekcja.

Przy wiedeńskim Ringu, który kojarzy się z krakowskimi Plantami, stoją dwa ogromne gmaszyska oddzielone równie ogromnym placem z pomnikiem Marii Teresy. Jeden, to wspaniałe Muzeum Sztuki, tym razem nie zaszczycone uwagą. Drugi, to Muzeum Przyrodnicze (Naturhistorisches Museum), kryjące jeden z najwspanialszych zbiorów meteorytów. Droga do niego prowadzi przez amfiladę sal wypełnionych minerałami, przy których najlepsze polskie kolekcje wydają się skromnymi, prywatnymi zbiorami. Gdyby chcieć je oglądać, dotarcie do meteorytów zajęłoby kilka dni. Mijamy je więc niemal obojętnie. Wreszcie natrafiamy na zamknięte drzwi z prośbą o zamykanie ich ze względu na klimatyzację. Za nimi kryją się meteorytowe skarby. By się tam dostać, nie potrzeba czarodziejskiego zaklęcia. Wystarczy nacisnąć klamkę.

Nawet ktoś, kto widział wszystkie polskie zbiory meteorytów, musi doznać szoku. Ogromna sala. Wzdłuż ścian gabloty. Na środku szeregi gablot. I wszystko wypełnione meteorytami!

Zgodnie ze znaną zasadą Hitchkoka, że film powinien zaczynać się od trzęsienia ziemi, a potem napięcie powinno stopniowo rosnąć, zaraz po wejściu zwiedzający staje oko w oko z Kniahinią. Ten ważący blisko 300 kg okaz chondrytu L5 przez wiele lat był największym meteorytem kamiennym, zanim został zdetronizowny przez Norton County, a potem przez Jilin. Nadal jednak przezentuje książęcą wspaniałość. Podobnie jak w przypadku Jilina spadł jeden wielki kamień i ponad 1000 mniejszych. Zdarzyło się to półtora roku przed deszczem pułtuskim na dzisiejszym pograniczu Ukrainy, Słowacji i Polski. Wówczas były to Austrowęgry. Małe okazy meteorytu Knyahinya, bo pod taką nazwą występuje w katalogach, można znaleźć w wielu innych gablotach, podobnie jak okazy meteorytu Mocs z Siedmiogrodu zaliczanego dziś do rumuńskich meteorytów.

Oglądanie wszystkiego po kolei przyprawiłoby już po godzinie o ciężki ból głowy. Zaczęło się więc wydłubywanie „rodzynków". Polskie meteoryty: Wreszcie można zobaczyć, jak wygląda Białystok. Prześliczna „lakierowana" eukrytowa skorupa i jasnoszare wnętrze są dalekie od tego, co pewien handlarz z Warszawy wciska ludziom, jako meteoryty o tej nazwie. Duży okaz Pułtuska, jest bliźniaczo podobny do tego z Muzeum Ziemi PAN w Warszawie. Pięknie trawione płyty Świecia i Przełazów. Bardziej chyba słowacki, ale pięknie wytrawiony Lenarto. Nigdzie jednak nie widać Łowicza, ani Morasko, nie mówiąc już o Baszkówce.

Po obejrzeniu innych meteorytów zaczęło potwierdzać się podejrzenie, że kolekcja ta jest martwa, lub przynajmniej uśpiona. Nie tylko sala ma dziewiętnastowieczy wystrój. Meteoryty też są głównie dziewiętnastowieczne, a nawet towarzyszące im informacje nie są pierwszej świeżości. Nie widać okazów, które spadły, lub zostały znalezione w ostatnich latach. Nie ma też katalogu zbiorów

Uwagę przyciąga oczywiście wielka marsjańska trójca: Shergotty, Nakhla, Chassigny. Zagami jednak już nie ma. Przepięknie prezentują się pallasyty. Jest oczywiście Steinbach. Na przeciwnym krańcu sali, najdalej od wejścia, wśród innych wielkich meteorytów żelaznych, widać dwie „perełki": Orientowany okaz Cabin Creek, którego zdjęcie można spotkać chyba w każdej książce o meteorytach i słynny „zaczarowany burgrabia" — meteoryt żelazny, który spadł podobno w 1400 roku i przez lata był przechowywany w ratuszu w Elbogen. Zły burgrabia, ale bądź co bądź wysokiego rodu, nie został zaklęty w meteoryt jakiegoś pospolitego typu, lecz w dość rzadko spotykany IID.

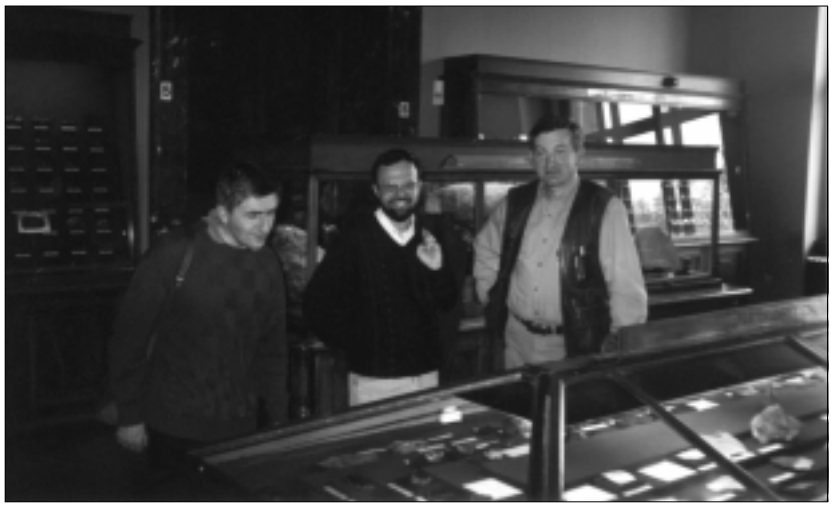
W gablotach pod ścianami można podziwiać ogromne przekroje meteorytów. Tu wreszcie mogłem zobaczyć strukturę Canyon Diablo. W płycie ponad półmetrowej średnicy tkwiły kilkucentymetrowej średnicy inkluzje grafitu i troilitu. Meteoryt rozpadał się wzdłuż inkluzji, które szybko wietrzały i mniejsze okazy tego meteorytu mają co najwyżej na brzegach dołki po inkluzjach. Bryłki grafitu znajdowane są osobno wokół krateru w Arizonie.

Sala z meteorytami w Naturhistorisches Museum w Wiedniu.

Generalnie gabloty na środku zawierały meteoryty ułożone według typów, natomiast w gablotach przy ścianach meteoryty zebrano pod kątem dydaktycznym pokazując przykłady budowy zewnętrznej i wewnętrznej. Ku naszemu zaskoczeniu nikt nie bronił fotografować okazów, na co nie byliśmy przygotowani po doświadczeniach z polskimi muzeami. Dlatego zdjęcia mają tylko pamiątkowy charakter.

Pomysł wyjazdu do Wiednia zaczął rodzić się rok wcześniej, gdy do Fromborka zawitał dr Christian Pinter, znany czytelnikom „Meteorytu" z relacji z monachijskiej wystawy i giełdy. Zaproponował, że będzie naszym przewodnikiem i wywiązał się z tej roli znakomicie. Potem znalazłem w Internecie ofertę Ericha Haiderera i razem z moim przyjacielem, bardzo aktywnym kolekcjonerem meteorytów, Kazimierzem Mazurkiem (zob. relację z Tisnova) stwierdziliśmy, że warto pojechać do Haiderera na zakupy i obejrzeć wspaniałe wiedeńskie zbiory.

Uprzedzano nas, że w kontaktach z Haidererem mogą nas czekać niespodzianki. Istotnie o umówionej porze zastaliśmy drzwi zamknięte, bez żadnej informacji. Na szczęście Haiderer znalazł się „na drugim końcu" telefonu komórkowego i obiecał, że będzie najdalej za dwie godziny. Dalsze niespodzianki były już przyjemne. Na centralnym miejscu wypełnionego meteorytami mieszkania leżała półmetrowej średnicy płyta chondrytu L5. Na nią jednak nie mogliśmy sobie pozwolić. Interesowały nas zresztą głównie Gibeony,



W królestwie meteorytów. Od lewej Andrzej S. Pilski, Christian Pinter, Kazimierz Mazurek.

„Perełki" wiedeńskich zbiorów: z lewej oktaedryt Cabin Creek, z prawej „zaczarowany burgrabia" z Elbogen.

których było zatrzęsienie, oraz chondryt El Hammami (zob. nowiny) występujący jeszcze wówczas pod handlową nazwą Hammami Mountains. Ten ostatni wyglądał, jak kawałek jasnego, kruszącego się betonu, bez śladu metalu i trudno było uwierzyć, że jest on typu H5. Na niektórych fragmentach była czarna skorupa pięknie kontrastująca z jasnym wnętrzem.

Autor stracił głowę dla australijskiego meteorytu Mt. Stirling ważącego blisko tonę. Z prawej dr Christian Pinter.

Ceny były u Haiderera zróżnicowane, choć generalnie niskie. Widać było, że nie chce dorabiać się na meteorytach za wszelką cenę. Można też było wytargować pewną obniżkę, w czym zresztą mój przyjaciel jest mistrzem. Najbardziej szokująca była dla mnie cena efektownego chondrytu L4 Saratov, mniej więcej czterokrotnie niższa od najniższej, jaką widziałem w ofertach internetowych. Musiałem się ugryźć w język, by nie spytać, czy się nie pomylił. Po kupieniu parokilogramowego Gibeona Haiderer dorzucił jeszcze jako „premię" spory kawałek El Hammami.

Haiderer mówi trochę po polsku i prawdę mówiąc ktoś, kto uczył się niemieckiego, łatwiej może zrozumieć Haiderera mówiącego po polsku, niż po „austriacku". Najłatwiej dogadać się z nim po angielsku, choć przeważnie w użyciu był niezły koktajl językowy. Jeśli ktoś ma ochotę pojechać naszym śladem, to do Haiderera najłatwiej trafić przez Internet korzystając z adresu http://www.meteorite.com i potem „klikając" na znajdującą się tam winietkę „Erich & Sylvia's Meteorites and Moldavites". Można też robić zakupy pocztą, ale wtedy trudno coś utargować.

XXIII Międzynarodowa Wystawa Minerałów Tišnov — 1–3 maja 1998 r.

Kazimierz Mazurek

Niewiele ponad 200 km od granicy z Polską, w pobliżu Brna, leży nieduże miasteczko Tišnov. Ostatnie 50 km, to piękne, kręte drogi wśród wzniesień i skał Morawskiego Krasu, co wskazuje, że miejsce największej czeskiej wystawy minerałów, skał i skamieniałości nie zostało wybrane przypadkowo. Tam więc po raz dwudziesty trzeci odbywała się na początku maja wystawa uchodząca za najbardziej liczącą się u sąsiadów z południa, a ciesząca się także uznaniem u naszych wystawców, handlowców i kolekcjonerów.

Kraków, Katowice, Warszawa, Wrocław? — tak, ale Tišnov to jest dopiero to. Takie opinie spowodowały, że nasze oczekiwania były ogromne. Czy się spełniły? Częściowo tak. To duża wystawa, ponad 300 stoisk ulokowanych w dwóch budynkach. Wielkie sale parteru i piętra w jednym i sześć klas w budynku gimnazjum mieściły przede wszystkim wystawców skał i minerałów oraz skamieniałości. My szukaliśmy meteorytów i wszelkiej materii z nimi związanej.

Stłoczone stoiska i tłum zwiedzających sprawiły, że dopiero po dłuższej chwili wyłuskaliśmy kilka meteorytów w gablotach firmy Moldavite Mining Zdenka Prokopca z Czeskiego Krumlova. Piękna płyta Gibeona, trawiona, z figurami Widmanstättena, kosztowała 14 500 koron tj. ok. 1450 zł (1 zł = 10 koron). Okazy Canyon Diablo o wadze 360 g i 630 g. kosztowały odpowiednio 300 zł i 500 zł, czyli poniżej 1$/gram.

W oczy rzuciły mi się australity, wielka rzadkość na giełdach, w cenach od 20 do 120 zł za okaz. Ich średnice nie przekraczały 10 mm, waga oscylowała wokół 1 g. Kilka okazów filipinitów, ryzalitów z charakterystycznymi bruzdami, kosztowało w granicach 40–70 zł. Nabyłem okaz ważący prawie 80 g za kwotę, po negocjacjach, 45 zł. Co prawda nie ma on kształtu piłki golfowej, jak okaz trzymany w ręku kilka dni wcześniej w Wiedniu, za jedyne $300, ale to jednak ryzalit i to za dobrą cenę. Szkło libijskie, obecne było tylko na tym jednym stoisku, po 95–250 zł za okaz, przy wadze od 20 do 50 gramów. Zdenek miał też ogromną ilość wełtawitów po 25–100 koron, czyli do 10 zł/gram. Ale wełtawity, to na tej wystawie oddzielny temat. Warto też wspomnieć o przepięknych indochinitach, okazach prawdziwie muzealnych, o wadze przekraczającej 200 gramów, w cenie ok. 5000 koron (500 zł).

Znalazłem jeszcze jednego wystawcę posiadającego meteoryty. Były to okazy Canyon Diablo. Ceny były grubo poniżej dolara za gram. W postaci naturalnej 10 koron/gram, piętka szlifowana i trawiona 15 koron/gram. Po dłuższej rozmowie okazało się, że Jaroslav z Czeskich Budziejowic ma jeszcze kilka meteorytów żelaznych i kamiennych. Z żelaznych pokazał australijskie: Mundrabillę i Henbury po 1$/gram. Okazy ważyły po kilkadziesiąt gramów. Ciekawsze były jednak chondryty, w tym atrakcyjny Sierra Colorada L5 pokazany chyba po raz pierwszy na targach w Tucson w 1996 r., oraz Juanita de Angeles H5 znany od 1992 r. Okazy ważyły od 10 do 80 gramów.

Wyjściową cenę $1/gram można było jeszcze obniżyć w toku negocjacji. Jaroslav posiadał także chondryt węglisty Allende, ale nie dowiedziałem się, w jakiej cenie. Sądzę, że była jednak niższa niż u nas. Atrakcyjne były także, nie oglądane na giełdach w Polsce, okazy szkła Darwina — tektytu z Tasmanii, wyglądem i barwą odbiegające od wszelkich azjatyckich tektytów, lecz o takim samym wieku, jak one. Były to przeważnie kilkugramowe okazy po 1,8 DM/gram. Irgizyty były, o dziwo, droższe niż w Polsce i to ponad dwukrotnie. W Polsce można je kupić po 20 zł/gram przy średniej wadze okazu 0,4–0,5 grama. Przyznać trzeba jednak, że oferowane irgizyty — tektyty kazachskie z krateru Zhamanshin, były znacznie większe, bo ważyły 1,2–1,5 g. U Zdenka Prokopca ceny były podobne.

No i na koniec wełtawity. Oferowało je przynajmniej 40 stoisk po cenach od 8 koron (80 groszy) za gram za niewielkie „wióry", poprzez 25–45 koron za gram za całkiem ładne okazy, do 80 koron za gram za te najpiękniejsze. Te muzealne okazy o sporej wadze kosztowały często w granicach 2500 koron (250 zł). Widać więc, że najpiękniejsze wełtawity, lub większe ich ilości należy kupować u źródła, w Czechach. Polscy handlarze zdecydowanie przesadzają z cenami żądając nawet 20 zł za gram za okazy gorszej jakości, niż oferowali czescy wystawcy. Tysiące wystawianych wełtawitów w rozsądnych cenach, niektóre naprawdę niezwykłe, biżuteria wełtawitowa, filigrany, kamee i inne wyroby, oprawne także w srebro i złoto, cieszyły oczy wielu zwiedzających.

Jakie więc wnioski płyną dla polskiego zbieracza z tej wystawy? Chyba takie, że ceny oferowanych meteorytów i tektytów, z małymi wyjątkami, są niższe niż na polskich giełdach. Liczba okazów jest jednak zbyt mała, by tę wystawę można było traktować, jako szansę na znaczne wzbogacenie zbiorów, nie mówiąc już o większych zakupach w celach handlowych. Wyjątkiem są tylko tektyty, szczególnie wełtawity. W ich dużej podaży należy upatrywać przyczyny względnie niskich cen na pozostałe rodzaje tektytów pochodzące, jak sądzę, z wymiany. Wystawa w Tišnovie z pewnością warta była obejrzenia, nie przyprawiała jednak o spodziewany zawrót głowy. Dla kolekcjonera meteorytów mogła stanowić jednak okazję do niespodziewanych, a znakomitych zakupów. Czy warto więc było jechać? Oczywiście! Dałem losowi szansę, a on mi się zrewanżował. ☆

Stoisko Zdenka Prokopca.

Meteorytowy sklepik „Meteorytu”

Meteoryty

Allende — chondryt węglisty CV3
— kilkugramowe płytki po 14 zł/g

El Hammami — chondryt H5
— płytki od kilku do kilkunastu gramów po 5 zł/g

Gibeon — oktaedryt drobnoziarn. IVA
— płytka trawiona, ze skorupą, 98,3 g (295 zł)
— płytka trawiona, 20,2 g (60 zł)
— całkowity okaz, 845 g (2544 zł)

Imilac — pallasyt
— całkowity okaz, 1,3 g (20 zł)
— całkowity okaz, 0,9 g (20 zł)

Juanita de Angeles — chondryt H5
— płytka ze skorupą, 10,5 g (115 zł)

Kaigorod — chondryt L5(?)
— płytka ze skorupą, 11,6 g (150 zł)

Morasko — oktaedryt gruboziarn. IA
— całkowity okaz, 32,9 g (115 zł)

Mt. Tazerzait — chondryt L5
— płytki od kilku do kilkunastu gramów po 12 zł/g

Mundrabilla — oktaedryt anom. IIICD
— całkowity okaz, 17 g (85 zł)

Sierra Colorada — chondryt L5
— płytka ze skorupą, 9,5 g (105 zł)
— płytka ze skorupą, 7,5 g (82 zł)
— fragment, 1,0 g (11 zł)

Sikhote-Alin — oktaedryt bardzo gruboziarnisty IIB
— całk. okaz „odłamek”, 33,7 g (67 zł)
— całk. okaz „odłamek”, 32,1 g (64 zł)

Toluca — oktaedryt gruboziarn. IA
— płytka traw., ze skorupą, 46,1 g (92 zł)

Wolf Creek — oktaedryt średnioziarn. IIIAB
— całkowity okaz (utleniony), 19,8 g (60 zł)

Tektyty

Indochinit 16,0 g (80 zł), 12,7 g (64 zł), 4,8 g (24 zł)

Moldawit 16,6 g (116 zł), 3,5 g (21 zł), 2,4 g (12 zł)

Zamówienia można kierować pod adresem: skr. poczt. 6, 14-530 Frombork, lub telefonicznie (wieczorem) pod nr 0-55-243-73-92. Obowiązuje zasada „kto pierwszy ten lepszy”. Po otrzymaniu meteorytu zamawiający przesyła należność lub odsyła okaz, jeśli mu się nie podoba. Przy zamówieniach poniżej 50 zł doliczany jest koszt przesyłki. Powyższe zasady dotyczą członków Klubu Kolekcjonerów Meteorytów. Osoby spoza Klubu płacą 10% drożej i muszą wpłacić należność przed otrzymaniem meteorytu.

Spytaj geologa

odpowiada Bernhard Spörli
Wydział Geologii, University of Auckland

Publikacja z kwartalnika Meteorite! Vol. 4 No. 2.
Copyright © 1998 Pallasite Press

1. Co utrzymuje cząstki w całości w skałach osadowych takich jak piaskowce?

Piasek przekształca się w piaskowiec, muł przekształca się w mułowiec, węglan wapnia wytrąca się z wody tworząc wapienie. Ten proces zwany jest lityfikacją lub diagenezą. Podczas zagęszczania, co jest jednym z licznych mechanizmów diagenetycznych, ziarna w osadach są ściskane przez ciężar dodatkowej materii osiadającej na nich, co zmniejsza pory istniejące początkowo między nimi. To sprawia, że ziarna łączą się silniej i zwiększa wytrzymałość osadów. Woda krążąca w porach nowo powstałego osadu także odgrywa istotną rolę. Fragmenty muszli w wapieniu mogą być na przykład częściowo rozpuszczane przez kwaśne ciecze przepływające przez pory i węglan wapnia osadza się na innych ziarnach. Niektóre krystaliczne ziarna w wapieniu, na przykład pojedyncze płytki morskich jeżowców, wymiatają węglan wapnia z wody w porach, co umożliwia ich wzrost drogą powstawania kalcytowej obwódki. Te procesy chemiczne prowadzą do cementowania osadu, dzięki czemu staje się on twardą skałą. Najczęstszymi cementującymi substancjami są: kwarc, kalcyt i różne tlenki żelaza. Konkrecje są szczególnie fascynującymi przejawami diagenezy. Te często sferyczne bryły mają większą twardość i gęstość od otaczającej materii i utworzyły się w specyficznych warunkach chemicznych wokół jąder (którymi często były rozkładające się zwłoki jakiegoś zwierzęcia przeobrażające się w skamieniałość), które wywoływały wytrącanie się węglanowego lub krzemianowego spoiwa. Elastyczne kwarcyty (itacolumity) są innym, godnym uwagi wytworem diagenezy. Powstają one w wyniku mechanicznego połączenia się odpowiednio ukształtowanych ziaren kwarcu, które z powodu dalszego wzrostu kryształów podczas diagenezy, zazębiają się wzajemnie, ale nadal mogą przemieszczać się względem siebie.

2. Co oznacza „zrównoważony” i „niezrównoważony”?
(To pytanie pojawiło się w numerze 3/95, ale jest powtórzone na ogólne życzenie.)

Słowo „równowaga” jest stosowane w najrozmaitszych kontekstach w geologii i pokrewnych dziedzinach nauki. W najbardziej ogólnym znaczeniu przedstawia końcowy stan procesu, taki że nie zachodzą już żadne dalsze zmiany póki warunki pozostają te same. Na przykład mówimy o równowadze osiąganej w procesach fizycznych takich jak płynięcie materii (wody, lodu), czy równowadze między osadzaniem a erozją osadów. Innym, być może najważniejszym pojęciem, jest pojęcie równowagi chemicznej. Określa ono stan dynamicznej równowagi w reakcjach chemicznych. W geologii istotnym zagadnieniem jest, czy została osiągnięta równowaga między stopioną ziemską materią (magmą), a kryształami, które utworzyły się z niej. Podczas krystalizacji w warunkach równowagi, kryształy tworzące się w wyniku stygnięcia reagują w sposób ciągły z cieczą, tak że utrzymuje się stan równowagi. Gdy lawa gwałtownie oziębia się, to powstające szkliwo wulkaniczne reprezentuje próbkę cieczy w tym konkretnym stadium krystalizacji. Chemiczna analiza zarówno szkliwa, jak i zawartych w nim kryształów może wykazać, czy są one w równowadze, czy też nie. Stosując to do meteorytów można zbadać szkliwo lub ciasto skalne chondr lub fragmentów brekcji w porównaniu z zawartymi w nich większymi kryształami, aby stwierdzić, czy istnieje między nimi równowaga. Można z tego uzyskać informacje, w jakim tempie przebiegało stygnięcie tego okruchu skały, lub chondry. To samo podejście można zastosować do całego chondrytu. W większości chondrytów wszystkie ziarna zostały zrównoważone do tej samej temperatury przez zjawiska cieplne, które nastąpiły po utworzeniu się meteorytu. Istnieje jednak trochę niezrównoważonych chondrytów, które uniknęły tych procesów i minerały w różnych chondrach wciąż zachowują temperatury różnych środowisk, z których każda z nich pochodzi.

3. Co oznacza $\delta^{13}C$?

Jest to zapis stosowany przy analizach izotopowych. Mierzenie względnych ilości izotopów pewnego pierwiastka (np węgla, tlenu, siarki itd) pozwala na uzyskanie dość zawiłych informacji o warunkach oddziaływujących na skałę lub minerał zawierający ten pierwiastek. Podczas procesów fizycznych i chemicznych rozmieszczenie izotopów może się zmieniać, ponieważ ich różne masy sprawiają, że każdy z nich zachowuje się w inny sposób. Mierząc powstały skład izotopowy można uzyskać informację o środowisku, w jakim następowało wytrącanie minerału (np. morskie lub nie), lub w przypadku węgla, czy dane atomy węgla przeszły przez cykl obejmujący żywe organizmy. Stosunki stabilnych izotopów można także użyć jako termometr geotermiczny, to znaczy możemy wyznaczyć temperaturę, w której krystalizowały minerały w skale. Istnieje znacznie więcej interesujących zastosowań. Skład izotopowy mierzy się spektrometrem masowym, który może oddzielać izotopy danej substancji zależnie od ich masy. Węgiel ma dwa izotopy: ^{12}C i ^{13}C. Wyznaczamy ich stosunek w analizowanej substancji, a następnie porównujemy wynik ze „standardem” akceptowanym przez wszystkie laboratoria. δ (grecka litera „delta”) oznacza różnicę między naszą próbką, a standardem. $\delta^{13}C$ jest wyrażana w procentach i jest wskaźnikiem zawartości izotopu ^{13}C w badanym materiale. Jej wartość może być dodatnia lub ujemna.

Gregor Pacer i jego meteoryty

Andrzej S. Pilski

O tym, że wspomniany w poprzednim „Meteorycie" Gregor Pacer pojawi się z meteorytami na giełdzie minerałów „Wawelstone", dowiedziałem się w ostatniej chwili. Na szczęście sobotę miałem wolną i po długiej podróży znalazłem się w zalanym słońcem Krakowie. Giełda odbywała się w hali Wisły. Temperatura wewnątrz była równie wysoka, jak na zewnątrz. Przez okna widać było baseny Wisły, w których moczyły się tłumy „normalnych" Krakowiaków. Gdy jednak spóźniony nieco Pacer zaczął wykładać przywiezione okazy, zrobiło się jeszcze bardziej gorąco.

Bywalcy giełd minerałów wiedzą, że normalnym widokiem są tam stoły „zawalone" różnobarwnymi minerałami, tak że nie ma gdzie wetknąć szpilki. Pierwszy raz w Polsce zobaczyłem jednak na giełdzie stół zawalony w taki sam sposób meteorytami. Chyba połowę miejsca zajmowały Gibeony: od malutkich, kilkugramowych całkowitych okazów, które można było „przesypywać" jak ziarnka żwiru, do pięknie trawionych płyt trzydziestocentymetrowej średnicy. Nie brakowało też innego znanego „żelastwa": Canyon Diablo, Odessa, Henbury, Mundrabilla.

Cenniejsze skarby schowane były pod szkłem: Prześliczne płytki pallasytu Esquel od całkiem małych do całkiem sporych, nieduże całkowite okazy Imilaca i duża rzadkość: płytka tego pallastu z przezroczystymi oliwinami. Był też fragment syderofiru Steinbach, cenny, ale niezbyt efektowny. Podobnie można określić okaz pallasytu Glorietta Mountains.

Wśród meteorytów kamiennych uwagę zwracały duże okazy chondrytów Saratov i Mt. Tazerzait. Prawdziwy rarytas Pacer trzymał jednak w kieszeni i wyciągał tylko na życzenie. Pudełeczko z kilkoma płytkami Zagami. Jedna z nich miała nawet z boku fragment błyszczącej skorupy.

Ceny nie odbiegały zbytnio od tego, co można zobaczyć w ofertach internetowych. Generalnie można stwierdzić, że u Haiderera jest taniej. Było jednak wiele małych okazów, więc nawet przy dość wysokich cenach za gram nie były one szokująco drogie. Można więc było wzbogacić trochę swój zbiór.

Pacer planował przyjazd na wrześniową giełdę do Warszawy. Okazało się jednak, że jej termin pokrywa się z bardziej atrakcyjną dla niego giełdą w Heidelbergu. Obiecał natomiast, że przyjedzie w listopadzie do Sosnowca. O terminie i miejscu tej giełdy powiadomię we wrześniowym meteorycie.

Nowiny

Europejska Sieć Obserwacji Bolidów

Kiedyś były trzy duże sieci obserwacji bolidów (Hal Povenmire ma jeszcze jedną, prywatną na Florydzie) znajdujące się w U.S.A., Kanadzie i Europie. Artykuł J. Oberstа i in. (Meteoritics & Planetary Sciences, styczeń 1998 r.) omawia aktualny stan i dokonania sieci europejskiej. Sieci w USA i Kanadzie już niestety zlikwidowano.

Europejska Sieć Obserwacji Bolidów jest kontynuacją programu obserwacji fotograficznych małymi kamerami z dwóch stacji rozpoczętego w obserwatorium w Ondrzejowie w 1951 roku. Jego największym sukcesem było zarejestrowanie bolidu — 19 wielkości, 7 kwietnia 1959 roku, co doprowadziło do odnalezienia czterech okazów meteorytu Pribram. Był to pierwszy przypadek zarejestrowanego fotograficznie spadku meteorytu.

Sieć małych kamer utworzono w byłej Czechosłowacji na początku lat sześćdziesiątych i stopniowo rozciągnięto ją na teren Niemiec. Obecnie składa się ona z 34 kamer oddalonych o 100 km; 12 w Czechach i Słowacji i 22 na terenie Niemiec, Belgii, Szwajcarii i Austrii. Obejmuje powierzchnię około miliona kilometrów kwadratowych. Rocznie wykrywa się około 50 dużych meteorów.

Od 1959 roku sieć zarejestrowała w sumie 23 meteory, po których powinny spaść meteoryty, co wynikało z tempa hamowania, głębokości wejścia w atmosferę i oceny końcowej masy. Mimo, że po większości z tych zjawisk prowadzono poszukiwania terenowe, Pribram pozostał jedynym znaleziskiem. Ostatnim zjawiskiem był bolód z 23 listopada 1995 r. dla którego wynikała z obliczeń końcowa masa 2 kg. Poszukiwania prowadzone przez pięć osób w ciągu około tygodnia nie dały żadnego rezultatu. Takie bezowocne poszukiwania były regułą.

Badając 13 dużych bolidów (masa przed wejściem w atmosferę > 1000 kg lub jasność > -15^m) stwierdzono, że tylko 7 było kandydatami na meteoryty, a pozostałe składały się ze zbyt kruchej materii. Autorzy stwierdzają: „okazuje się więc, że mniej więcej połowa dużych meteoroidów, to obiekty, które nie są reprezentowane w naszych zbiorach meteorytów, a więc niewiele o nich wiemy."

Eads

Gdzieś w zeszłym roku Allen Shaw wraz z bratem odwiedzali miejscowości w stanach Kansas, Missouri i sąsiednich, w których znajdowano kiedyś meteoryty. Najczęściej ich poszukiwania okazywały się bezowocne, chociaż w Archie, w stanie Missouri i Leedy w stanie Oklahoma znaleźli oni osoby posiadające meteoryty, które jednak nie chciały ich sprzedać.

Uzbrojeni w 370 g Gao i 3 kg Canyon Diablo skierowali się do Hugoton w stanie Kansas i zaczęli wędrówkę od drzwi do drzwi. Chyba w trzecim domu napotkali pana „B", który stwierdził „Czemu nie, myślę że mam coś takiego jak to". Poprowadził braci za dom i pokazał leżący obok silosu meteoryt, ważący 4,86 kg. Po krótkim targowaniu się Alan z bratem odeszli z meteorytem. Pan „B" pokazał im także miejsce w Eads, w stanie Colorado, gdzie znalazł ten meteoryt w 1975 r. leżący na ścieżce między chatą a stodołą, przypuszczalnie pozostawiony tam przez poprzedniego właściciela, o którym nic nie wiadomo.

Próbkę 24 g przesłano do dr. Alana Rubina (UCLA), który sklasyfikował to jako chondryt H4 nadając mu tymczasową nazwę Eads.

Metoda znajdowania meteorytów wymyślona przez H. H. Niningera wciąż działa!

Meteorytowe skamieniałości

Wraz z Hansem Rickmanem odwiedziłem niedawno miejsce znalezienia meteorytowych skamieniałości koło Gothenburga w Szwecji (zob. pracę Schmitza i in. Science 278, str. 88-90, 1997 r.). Meteoryty były bardzo ładne, uwięzione w lśniących płytach szarego i czerwonego marmuru z mnóstwem skamieniałości wokół. Wyraźnie były to chondryty, ponieważ były widoczne chondry. Znaleziono je, ponieważ zapalony włoski geolog amator i kolekcjoner skamieniałości, Mario Tassinari, który mieszka w Szwecji od 30 lat, zaprzyjaźnił się z właścicielami i pracownikami kamieniołomu marmuru, w którym te okazy znaleziono. Założył on także ciekawe Muzeum Paleogeologii w pobliskim mieście Linkoping, gdzie niektóre meteoryty są eksponowane.

Z danych wynika oczywisty wniosek, że około 500 mln lat temu docierał do Ziemi przez 1 – 2 miliony lat potężny strumień meteoroidów, 10 – 100 razy większy niż obecnie. Był właśnie taki, jakiego można się spodziewać w wyniku utworzenia się rodziny planetoid (Maria? Nysa? Flora? Eunomia?) blisko rezonansu w wewnętrznej części pasa. Warto zauważyć, że w obecnych chondrytach typu L widać wyraźne ślady ogromnego rozpadu około 500 mln lat temu (zob. Haack i in. 1996 r. *Icarus* 119, s. 182). Przygotowywana jest praca na temat wniosków z tego znaleziska dotyczących planetoid.

Paolo Farinella, Uniwersytet w Pizie

Meteoryt Monahans (1998)

W niedzielę między 6.45 a 7 po południu jasny meteor z zielonkawym odcieniem przeleciał wysoko po niebie nad Teksasem. Następnie rozpadł się na fragmenty, z których jeden wylądował tylko 10 metrów od grupy młodzieży grającej w koszykówkę w Monahans (Teksas). Miejscowość ta znajduje się około 340 km na wschód od El Paso, gdzie niedawno eksplodował inny meteoroid. Meteoryt był z zewnątrz „czarny jak węgiel", ważył ok. 11 kg i miał w przybliżeniu 22 cm długości, 10 cm szerokości i 5 cm grubości. Uważa się, że jest to chondryt.

Drugi okaz znaleziono w odległości około 240 metrów. Oba zabrał do analizy Everitt K. Gibson, chemik z Centrum Kosmicznego Johnsona. Okazy trafiły do laboratorium po 50 godzinach od momentu spadku. Przeprowadzenie analiz zaraz po spadku ma zasadnicze znaczenie dla wyznaczenia zawartości krótko żyjących izotopów, jak ^{24}Na o czasie połowicznego rozpadu tylko 15 godzin. Ponieważ ten izotop jest wytwarzany przez promieniowanie kosmiczne padające na meteoryt, więc dostarcza istotnych informacji o aktywności słonecznej. Przy maksimum aktywności korona słoneczna jest rozległa, a jej pole magnetyczne rozciąga się daleko w kosmos. Chroni to meteoryty przed galaktycznymi promieniami kosmicznymi, tak że ilość izotopów w meteorycie spada. Mierząc ilość tych izotopów w meteorytach, które spadły w różnych miesiącach i latach dowiadujemy się więcej o cyklu aktywności Słońca.

Monahans zostało już obdarowane wcześniejszym znaleziskiem meteorytu żelaznego — oktaedrytu w 1938 r. (który otrzymał teraz nazwę Monahans (1938) — przyp. tłum.). To niesprawiedliwe.

Meteoryt El Hammami

The Meteoritical Bulletin, No. 82, podaje ostateczną nazwę meteorytu, którego fragmenty były oferowane ostatnio na sprzedaż pod różnymi nazwami: Mhamid, Hamada du Draa, Hammami Mountains. W styczniu 1997 roku poszukiwacze meteorytów kupili pewną ilość fragmentów chondrytu, prawdopodobnie odłupanych od większego kamienia, od nomadów w pobliżu miasta Mhamid w Maroku. Nomadzi twierdzili, że meteoryt ten znaleziono na południu, w Algerii, tam gdzie obserwowano bolid w styczniu 1995 r. We wrześniu 1997 r. ci sami nomadzi dostarczyli Edwinowi Thompsonowi fragment meteorytu, który według ich twierdzeń spadł10 sierpnia 1997 roku. W listopadzie 1997 r. Thompson pojechał do Mauretanii i zebrał u podnóża gór El Hammami (1000 km na południowy zachód od Mhamid) sześć świeżo wyglądających meteorytów kamiennych (80, 51, 30, 26, 8 i 4 kg). Prawdopodobnie było to miejsce, gdzie one spadły. Fragmenty tych meteorytów Thompson i inni handlarze sprzedawali pod nazwą El Hammami. Klasyfikacja i mineralogia okazów, sprzedawanych pod nazwami Hamada du Draa i El Hammami, jest tak podobna, że uznano je za pochodzące z jednego spadku i nadano nazwę El Hammami pozostawiając drugą z wymienionych nazw, jako synonim. Charakterystyczną cechą okazów sprzedawanych pod obiema nazwami są widoczne gołym okiem na przekrojach żyłki metalu, które pod lupą okazują się łańcuszkami ziarenek metalu. Meteoryt ten ma niski stopień przeobrażeń szokowych, S2, i rzeczywiste żyłki metalu, charakterystyczne dla bardziej przeobrażonych meteorytów (jak np. Pułtusk) w nim nie występują. Jest dość kruchy. Na pierwszy rzut oka wygląda jak jasnoszary beton i nic nie wskazuje na wysoką zawartość metalicznego żelaza. Niektóre fragmenty mają piękną, czarną skorupę. Zaliczony został do typu H5.

Skradziono

Z przesyłki pocztowej wysłanej 20 lutego 1998 r. z Hanau do Berlina skradziono następujące okazy meteorytów:

HH 193, Libia, winonait, płytka 12 g.

DG 313, Libia, niezrównoważony chondryt typu 3, płytka 2 g.

DG 298, Libia, chondryt LL4, płytka 11 g.

Jeśli ktokolwiek będzie oferował te meteoryty na sprzedaż, lub ktoś wie, gdzie są te meteoryty, prosimy poinformować redaktora „Meteorite!" Obiecano nagrodę.