

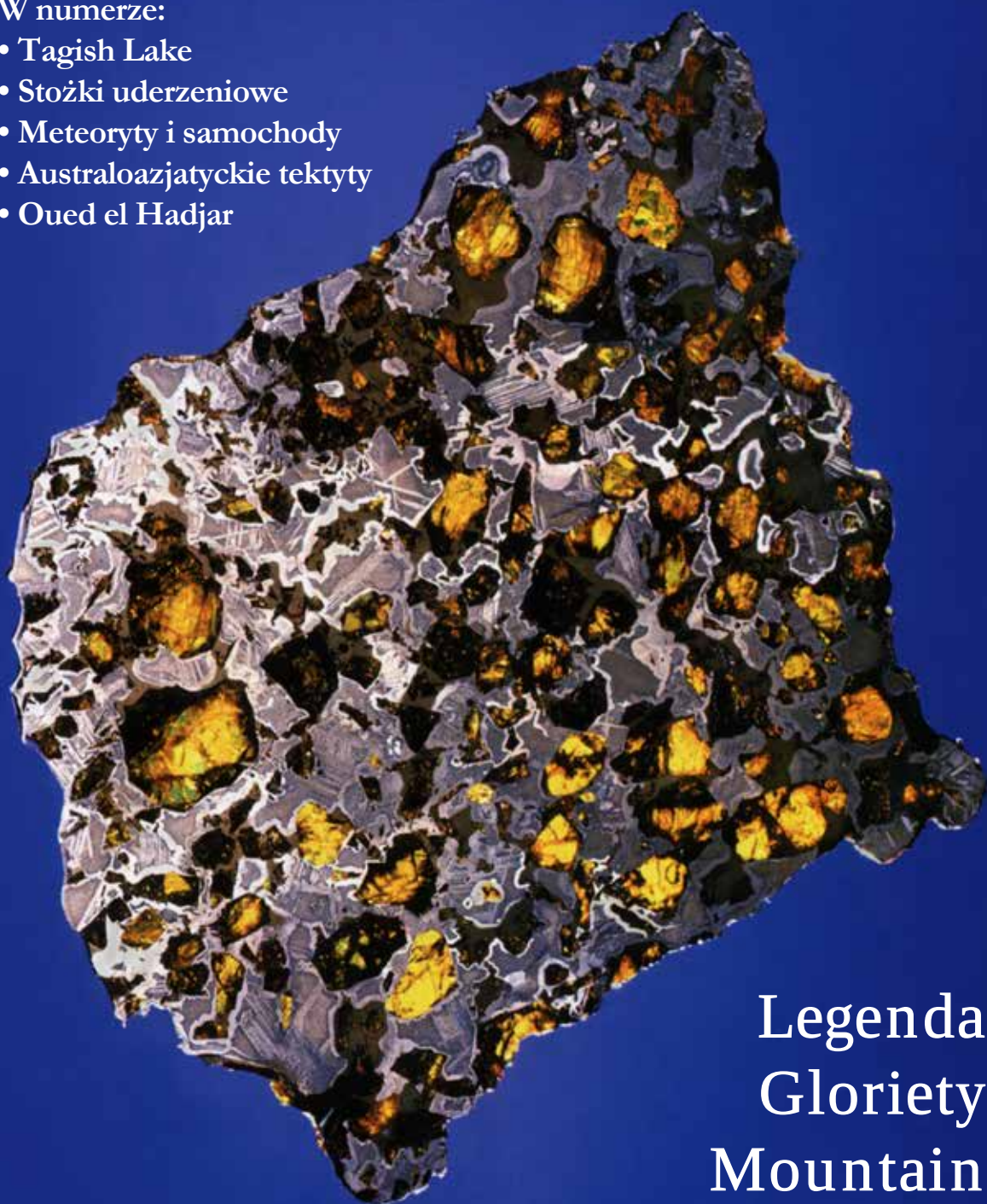
METEORYT

Nr 1 (37)

Marzec 2001

W numerze:

- Tagish Lake
- Stożki uderzeniowe
- Meteoryty i samochody
- Australoazjatyckie tektyty
- Oued el Hadjar



Legenda
Gloriety
Mountain

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,

0-604-178-072

e-mail: aspmet@wp.pl

Biuletyn wydawany jest kwartalnie i dostępny wyłącznie w prenumeracie. Roczna prenumerata wynosi w 2001 roku 20 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:

Trudno mi w to uwierzyć, ale rozpoczynamy dziesiąty rok wydawania „Meteorytu”. Jak zwykle pierwszy numer wysyłany jest do wszystkich dotychczasowych prenumeratorów. Przed wysłaniem kolejnego numeru Planetarium sprawdzi jednak, czy prenumerata jest opłacona. Ponieważ w minionym roku zdarzyło się, niestety, że księgowość przeoczyła kilka wpłat, więc jeśli ktoś do połowy lipca nie dostanie drugiego numeru mimo opłacenia prenumeraty, proszę niezwłocznie mnie powiadomić.

Nasz źródłowy kwartalnik „Meteorite” postanowił od nowego tysiąclecia spoważnieć i wyrzucić wykrzyknik ze swego tytułu. Uznali widocznie, że krzyczeć o meteorytach już nie trzeba. Niemniej numer jest interesujący. Ewentualnym chętnym do zaprenumerowania „Meteorite” podpowiadam, że nowym prenumeratorom dorzucą kawałek saharijskiego chondrytu. Jeden nasz kolekcjoner już to sprawdził.

Grzegorz Pacer, czyli nasz sponsor, swą relację z Tucson ograniczył do krótkiego stwierdzenia „Nic ciekawego tam nie było”, a na przygotowanie reklamy o swojej firmie nie znalazł czasu. Na szczęście ze sponsorowania jeszcze się nie wycofał.

Szczęśliwy znalazca Gloriety (zob. Legenda pallasytu Glorieta Mountain), Steven Schoner, podrzucił jednak pewną ciekawostkę: Na targach w Tucson pojawił się pewien klient z Polski z ponad 30 kg bryłą żelaza, którą chciał spieniężyć, jako meteoryt. Zewnętrznie nawet na meteoryt wyglądała. Nie chciał powiedzieć, gdzie ją znalazł; twierdził tylko, że jest ich tam więcej. Niestety analiza wykazała brak niklu.

Olsztyńskie Planetarium i Państwowy Instytut Geologiczny postanowiły przyćmić spotkanie w Guciowie i zapraszają na konferencję do Olsztyna. Sądząc po ilości i tematyce zgłoszonych referatów zapewne im się to uda. Najważniejsze, że znów nadarza się okazja do spotkania się osób zainteresowanych meteorytami. Szczegóły w numerze.

Lista nowo sklasyfikowanych meteorytów przynosi znów kilka niezwykłości. Obok zdumiewającego angrytu D’Orbigny i afrykańskiego bliźniaka Zakłodzia pojawił się meteoryt, którego okaz od lat budził zdumienie tych nielicznych, którym dane było go oglądać w Muzeum Ziemi w Warszawie. Klasyfikacja okazała się równie niezwykła, jak wygląd: bencubbinit. Stał się więc najcenniejszym okazem w zbiorach tego muzeum. Mam nadzieję, że prof. Łukasz Karwowski nie tylko opowie o nim w Olsztynie, ale zechce przedstawić go czytelnikom „Meteorytu” w następnym numerze.

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



Rys. Grzegorz Gnysiński (kolekcjoner meteorytów)

*Zdjęcie na okładce: Niebiańska płyta — pallasyt Glorieta Mountain (patrz str. 25).
Fot. Darryl Pitt*

Poszukiwania meteorytu Tagish Lake

Howard Plotkin, Phil McCausland, Peter Brown

University of Western Ontario

(Artykuł z kwartalnika METEORITE Vol. 6 No. 4., Vol. 7 No. 1. Copyright © 2000, 2001 Pallasite Press)

Część I

Wstęp

(Howard Plotkin)

Widowiskowy meteor przemknął po niebie nad północno-zachodnią Kanadą tuż po 8:43, 18 stycznia 2000 r. Jak mówili mieszkańcy Terytorium Yukonu i Kolumbii Brytyjskiej oraz stanów Alaska i Washington w USA, jaskrawy, wielobarwny bolid sprawił, że niebo przed świtem stało się jaśniejsze niż w środku dnia. Towarzyszyły temu trzaski, osobiwa, cuchnąca woń i gromy dźwiękowe powodujące drżenie ziemi. Dane z obserwacji satelitarnych Departamentu Obrony USA i ze stacji sejsmicznych szybko wykazały, że w ziemską atmosferę wpadła bryła o średnicy około 5 metrów i masie blisko 200 ton, która eksplodowała z siłą równoważną 3–5 kiloton TNT.

Jim Brook, który mieszka w odludnym zakątku nieco na południe od granicy Yukonu i Kolumbii Brytyjskiej, gdzie, jak przypuszczano, mogła spaść kosmiczna materia, skontaktował się z Urzędem Nauk Geologicznych Yukonu i otrzymał trochę plastikowych torebek do zbierania śniegu mogącego zawierać pył meteorowy. Brook, pilot i przewodnik prowadzący Brooklands Wilderness Camp nad Tagish Lake w Kolumbii Brytyjskiej, był szczególnie zainteresowany możliwością znalezienia fragmentów z eksplozji.

Po południu 25 stycznia jadąc samochodem do domu po zamrożonym ramieniu Taku jeziora Tagish zauważył, że tego dnia na jeziorze jest niewiele śniegu i pomyślał, że może to być doskonałe miejsce na poszukiwania. Tuż przed zapadnięciem zmroku zauważył kilka małych, czarnych kamieni na śnieżnej skorupie, kilkaset metrów od brzegu. Mając uniwersytecką wiedzę geologiczną i doskonałą znajomość okolicy natychmiast zaczął podejrzewać, że to meteoryty.

Aby ich nie dotykać, chwycił je przez czysty plastik i umieścił w plastikowych torebkach. Zauważył, że ich po-

wierzchnia wyglądała na „spieczoną”, a wewnątrz miały stopione kuleczki. Tylko pod jednym meteorytem śnieg był nadtopiony, a pozostałe nie stopiły nawet kawałeczka śniegu. Zauważył ponadto, że meteoryty są niezmiernie kruche i najmniejsze po uderzeniu w zmrożony śnieg rozsypały się na kawałki. Po jednym z większych pozostał jednak ślad toczenia się po śniegu. Wszystkie okazy znalazł mniej więcej wzdłuż linii prostej, przy czym największe leżały najdalej na południe.

Po powrocie do domu Brook włożył plastikowe torebki z meteorytami do zamrażarki, aby zachować je w pierwotnym, zamrożonym stanie. Następnego ranka wrócił na to samo miejsce i znalazł trochę mniejszych fragmentów kilka kilometrów dalej na północ. Odnalezienie kolejnych okazów uniemożliwiła śnieżnica 27 stycznia pokrywając jezioro grubą warstwą świeżego śniegu. W sumie, w ciągu kilku godzin poszukiwań, Brook odnalazł 17 meteorytów o łącznej wadze około kilograma, z których pięć było wielkości małej pomarańczy a dwanaście wielkości orzecha włoskiego.

Po tygodniu Brook zawiózł znalezione okazy do Urzędu Nauk Geologicznych Yukonu w Whitehorse, skąd trafiły one do kilku naukowców. Wśród nich był Peter Brown z University of Western Ontario, który z kolei skontaktował się ze swym bliskim kolegą, Alanem Hildebrandem z University of Calgary w stanie Alberta i z Mike Zolenskim z Centrum Kosmicznego Johnsona NASA w Houston, w Teksasie. Brown uzyskał zgodę kanadyjskiej Służby Geologicznej na przekazanie okazów i dwa meteoryty znalezione przez Brookę, wciąż zamrożone, poleciały do Teksasu.

Zolensky natychmiast potwierdził, że to meteoryty (i do tego rzadko spotykane chondryty węgliste C2!), a Brown i Hildebrand szybko zorganizowali fundusze ze swych macierzystych uniwersytetów oraz z NASA i Sandia National Laboratories z Los Alamos w Nowym

Meksyku na zorganizowanie wyprawy w rejon spadku, aby zbadać zjawisko i spróbować odnaleźć dalsze meteoryty.

Na kolejnych stronach przedstawiona jest relacja z tej i późniejszej ekspedycji. Brown omawia pierwszą ekspedycję od 15 do 27 lutego, podczas której przepytano dziesiątki świadków zjawiska oraz zebrano i przeanalizowano ponad dwadzieścia zdjęć i nagrań video zjawiska bolidu. Przy pomocy obserwacji satelitarnych i zapisów sejsmicznych ekspedycji tej udało się wyznaczyć trajektorię bolidu i wyliczyć, gdzie mogły spaść meteoryty o danych rozmiarach. Chociaż te przewidywania zgadzały się z tym, gdzie Brook znalazł meteoryty, to zbyt gruba pokrywa śniegu nie pozwoliła na odnalezienie ani jednego nowego okazu.

Z naszej odmiennej perspektywy poszukiwacza i znalazcy Phil McCausland i ja omawiamy następnie drugą ekspedycję od 6 kwietnia do 10 maja. Przy sprzyjających warunkach pogodowych ekspedycja ta odnalazła około 410 miejsc spadku meteorytów w obszarze rozrzutu o długości około 16 kilometrów i szerokości trzech kilometrów i zdołała odnaleźć około 200 z tych meteorytów. W sumie wysiłki i osiągnięcia tych dwóch wypraw do odludnego zakątka



Jim Brooks u siebie, w Brooklands.

zamarzniętej Kanady składają się na wyjątkowy, naszym zdaniem, rozdział historii meteorytyki. Ponadto nasze relacje pozwalają zobaczyć, jak czasem wyglądają badania naukowe: w niezbyt idealnych warunkach, ale z entuzjazmem, pomysłowością, wytrwałością i — przynajmniej w naszym przypadku — z dużą dawką szczęścia.

Pierwsza ekspedycja: 15–27 lutego (*Peter Brown*)

Przybywam do Whitehorse na Terytorium Yukonu po długim locie z London w Ontario przez Toronto i Vancouver. Charlie Roots z Urzędu Nauk Geologicznych Yukonu, z którym rozmawiałem przy różnych okazjach, wita mnie na lotnisku i od razu zaczynamy pomiary terenu wokół chodnika przed budynkiem, skąd kamera obserwacyjna nagrała przelot bolidu. Biuro ochrony lotniska pomaga odnotować fakt, że ponieważ video rejestruje tylko co trzydziesty kadr, można uzyskać dokładny pomiar czasu trwania zjawiska bolidu. Później zatrzymujemy się przed Organizacją Monitorowania Zagrożeń Yukonu i pytamy kilka osób o relacje, jakie do nich dotarły. Przedstawiam im także swoje plany na następne dziesięć dni — mianowicie przepytanie jak największej liczby świadków.

Tego wieczoru Charlie organizuje dla mnie prelekcję w Beringia Community Center w Whitehorse w nadziei, że pomoże to szybko odnaleźć osoby, które widziały bolid i obłok pyłu, a być może także kilka zdjęć i nagrań video zjawiska. Prelekcja wypada dobrze (przyszło ok. 70 osób), po czym docierają do Charliego i do mnie nazwiska, relacje i kilka zdjęć i nagrań. Po dłuższej serii spotkań z różnymi osobami Charlie zabiera mnie do hotelu, gdzie przygotowuję się do rozpoczęcia jutrzejszych prac terenowych.

Zgodnie z sugestią Charliego rozpoczynamy je 16 lutego wczesnym (7 rano) wywiadem w radiu CBC, w którym ogłaszam zainteresowanie rozmowami z ludźmi na temat ich obserwacji bolidu. Następnie udajemy się do Urzędu Nauk Geologicznych Yukonu i ustalamy plan dalszego działania. Po dłuższej dyskusji postanawiamy około południa rozpocząć rozmowy ze świadkami zjawiska z terenu Whitehorse i spróbować odszukać osoby, które nagrały bolid na video.

Postanawiam sprawdzić, czy uda



Cessna-180 Jima na lodzie przed Brooklands.

się znaleźć jakąś kamerę z systemów ochronnych w Whitehorse, która coś zarejestrowała i wybieram się do miejscowego sklepu oferującego systemy zabezpieczeń, gdzie wyjaśniam, o co mi chodzi. Tamtejszy technik, który instaluje kamery zabezpieczające na terenie miasta, informuje mnie, że jest wiele takich, które rejestrują obraz całą dobę, ale twierdzi, że nie może mi podać żadnych nazwisk ani innych danych, gdyż są one poufne. Tłumaczę mu, że wiele z tych kamer pracuje w cyklu miesięcznym i ponieważ następnego dnia upłynie miesiąc od zjawiska, to jest to ostatnia możliwość znalezienia dodatkowych nagrań. Nie robi to jednak na nim większego wrażenia. Prawdopodobnie myśli, że pracuję dla jakiejś tajnej agencji rządowej, ale nadal nie daje mi żadnej informacji, z kim w mieście mógłbym się skontaktować. W końcu mówi, że porozmawia indywidualnie z klientami i zadzwoni do mnie, ale więcej się nie odzywa.

Tego wieczoru, mimo przenikliwego zimna (-25°C), robię kalibracyjne zdjęcia gwiazd z miejsca, skąd pracownik WHTV — lokalnej stacji telewizyjnej, zrobił jedno z najwcześniejszych, i dlatego najbardziej cennych, nagrań video. Rankiem 18 stycznia robił on fotokopie przy oknie wychodzącym na południe, więc znajdował się w idealnym miejscu, by widzieć błysk i przelot bolidu. Na szczęście niemal natychmiast zdążył otworzyć okno i zacząć nagrywać cyfrową kamerą video. Następnie idę do biura gazety Whitehorse Star i robię kolejną serię kalibracyjnych zdjęć gwiazd z miejsca, z którego jeden z pracowników zrobił kilka zdjęć obłoku pyłu.

Po zdobyciu podstawowych informacji z terenu Whitehorse moim następnym celem jest określenie azymutu rzutu trajektorii bolidu na powierzchnię Ziemi. Jego dokładne wyznaczenie ma decydujące znaczenie zarówno dla obliczenia końcowej trajektorii jak i dla określenia miejsca, gdzie mogły lądować meteoryty. Ze wszystkich relacji z Whitehorse wynikało, że bolid leciał nieco na zachód od miasta. Wobec tego 17 lutego postanawiam wyruszyć na zachód od Whitehorse na autostradę do Alaski, aby spróbować odszukać jak najwięcej świadków, którzy obserwowali bolid. Po odwiedzeniu wielu ranch przy drodze niedaleko miasta (bez sukcesu) docieram w końcu do Takhini Heights, osady liczącej około 100 mieszkańców jakieś 60 kilometrów na zachód od Whitehorse. Z mojej pierwszej rozmowy wynika, że bolid znajdował się na wschód od tego miejsca. Obchodząc wszystkie dostępne domy uzyskuję potwierdzenie tego przez trzech innych świadków. Mam pierwsze niewątpliwe ograniczenie przebiegu naziemnego rzutu trajektorii.

Jadę dalej na zachód do Haines Junction, gdzie rozmawiam z osobami z lotniska (które znajduje się na otwartym płaskowyżu położonym wyżej niż najbliższe otoczenie, co zapewnia doskonały widok nieba niemal w każdym kierunku). Najciekawszą relację uzyskuję od pilota, który właśnie skończył wlewać benzynę do zbiornika w samolocie i w momencie pojawienia się bolidu wsiadał do samochodu. Niedawno kupił nową Toyotę i miał problem z przyzwyczajeniem się do wewnętrznego światła w samochodzie, bo w jego poprzednim wozie nigdy ono nie działało. W mo-

mencie, gdy włączał zapłon, dokoła zrobiło się jasno, jak w dzień. Pomyślał, że ma to coś wspólnego z oświetleniem w jego nowym samochodzie i był bardzo zdziwiony, ale szybko uświadomił sobie, że to coś innego, bo światło sięgało znacznie dalej. Zauważył też drugi rozbłysk zaraz po pierwszym. Wysiadł z wozu i obserwował ostatnie kilka sekund bolidu.

Po wyznaczeniu z grubsza, że bolid przeleciał kilkadziesiąt kilometrów na zachód od Whitehorse mam nadzieję następnego dnia udokładnić jego azymut znajdując obserwatorów na linii prostopadłej do jego trajektorii. Oprócz autostrady do Alaski jedyna inna droga, gdzie mogą być obserwatorzy, jest około 30 minut na południe od miasta. Jadę tam i udaje mi się porozmawiać z kilkoma osobami, które widziały zjawisko.

Wracając na autostradę zatrzymuję kobietę jadącą samochodem w przeciwną stronę i pytam ją o bolid. Od samego początku widać, że nie jest ona zupełnie przytomna i sprawia wrażenie osoby eksperymentującej z jakimiś lokalnymi środkami uspokajającymi. Swoją nieskładną relację kończy ona stwierdzeniem: „Jakby tego wszystkiego było mało, ta sama rzecz (t.j. jasny bolid i głośne detonacje) zdarza się co rano od 18 stycznia.” Wkrótce potem rozstajemy się.

Udaję się następnie na południe próbując znaleźć rozmówców koło Carcross. Z pierwszych relacji jest oczywiste, że trasa bolidu przebiegała bardzo blisko i głównym pytaniem, na które chcę uzyskać odpowiedź, jest czy przelatował on

na wschód czy na zachód od miasteczka. Mam już kilka miejscowych nazwisk i wkrótce odnajduję osobę, która była na zewnątrz uruchamiając samochód owego ranka i widziała całe zjawisko.

Jestem zaskoczony faktem, że ów człowiek zauważył bolid nadlatujący od gór z północnego zachodu zaledwie cztery stopnie nad horyzontem i potem obserwował całą jego drogę niemal dokładnie nad głową aż do południowego horyzontu. Było to niezwykle, ponieważ taka długa trajektoria mogła być wytworzona tylko przez obiekt, który wszedł pod bardzo małym kątem w atmosferę. Jest to pierwsza bezpośrednia wskazówka z badań terenowych, że kąt wejścia w atmosferę był bardzo mały. Po rozmowach z innymi świadkami staje się oczywiste, że bolid przeleciał niemal nad głową, ale każdy umieszczał jego drogę nieco na zachód od miasteczka.

Po tych początkowych rozmowach napotykam ważną miejscową figurę (właściciela wielu miejscowych firm). Stwierdza on, że najbardziej skutecznym sposobem znalezienia dodatkowych świadków jest znalezienie czegoś do zjedzenia i siedzenie przy kawie w miejscowym sklepie, aby rozmawiać z każdym, kto tam przychodzi. Chociaż początkowo skuteczność tej metody wydaje mi się wątpliwa (szczególnie dlatego, że to ja płacę!), wkrótce okazuje się, że miejscowy sklep jest ośrodkiem kulturalnym Carcross i uzyskuję wiele interesujących informacji. Po zdobyciu w ten sposób wielu obiecujących nazwisk rozstajemy się i zaczynam odwiedzać kolejnych rozmówców.

Jeden ze świadków, z którym

rozmawiam, okazuje się osobą, która mieszka tylko kilka kilometrów na północ od Carcross. Widziała ona obłok pyłu po zauważeniu jasnych błysków bolidu. Szczególnie interesujące jest stwierdzenie, że kilka minut po bolidzie odczuła ona spadanie jakiejś dziwnej, drobnoziarnistej materii, jakby padał deszcz ze śniegiem (o czym wspominał także jeden ze świadków, z którym rozmawiałem wcześniej). Po jeszcze kilku rozmowach wracam do Whitehorse.

Jim Brook pojawia się w mieście następnego dnia, 19 lutego i spotykamy się przy szybkim śniadaniu. Jim musi jechać do Ten Mile (na północnym brzegu Tagish Lake), aby naprawić samochód (zepsuł się tego samego dnia, gdy po raz ostatni szukał on meteorytów na jeziorze) i będę mu towarzyszył. Planuję zatrzymać się po drodze, by porozmawiać z paroma osobami, które przeważnie Jim dobrze zna.

Z Ten Mile jedziemy do Tagish i Jim przedstawia mi jeszcze kilku świadków. Niektóre osoby z tego terenu mówią, że po głównej eksplozji słyszały serie krótkich trzasków, a jeden wspomina o siarkowym, podobnym do nafty, zapachu kilka minut po zjawisku (inni świadkowie w różnych miejscach także wspominali o podobnych odgłosach i woni). Wracając do Whitehorse zatrzymuję się w jednym miejscu, aby zobaczyć zdjęcia obłoku pyłu i wysłuchać relacji człowieka, który je zrobił, oraz jego córki. Ma on ogromną ochotę spróbować poszukać materii meteorytowej i ciężko mu wybrać, czy wydać zaoszczędzone pieniądze na remont kuchni czy na poszukiwanie meteorytów (po interwencji jego żony to pierwsze zyskuje priorytet).

Po południu, 20 lutego, przylatuje z Vancouver Alan w towarzystwie Andrew Birda i Mike Mazura z University of Calgary oraz żony Mike'a Tiny Mazur-Rubak. Jadąc do Atlin w Kolumbii Brytyjskiej nie tracimy czasu rozmawiając po drodze z kolejnymi świadkami. Do Atlin przybywamy pod wieczór i kontaktujemy się z Jimem, aby uzgodnić przewiezienie nas do Brooklands rankiem następnego dnia.

Następnego ranka staje się oczywiste, że na przetransportowanie nas z całym wyposażeniem do Brooklands potrzebny będzie cały dzień. Podczas gdy pozostali czekają w hotelu, Alan wraz ze mną wykorzystuje okazję do rozmów z jak największą liczbą



Pies próbuje wywąchać meteoryt zagrzebany w śniegu.

mieszkańców Atlin. Ogrom zjawiska widzianego z tej miejscowości uświadamia nam pewna pani, która miała doskonały widok na bolid z okna swego biura. Opowiada, że wybiegła z biura po zobaczeniu bolidu (ale zanim usłyszała potężne eksplozje), zabrała dziecko z przedszkola i pojechała do domu upewnić się, że nikomu nic się nie stało.

Jednym z ciekawszych rozmówców jest miejscowy pośrednik w handlu nieruchomościami, który siedział wówczas przy biurku twarzą w stronę bolidu. Przypadkiem miał pod ręką aparat cyfrowy, który wykorzystuje do robienia zdjęć nieruchomości i niemal natychmiast wybiegł na zewnątrz i zrobił kilka zdjęć. Na jego pierwszym zdjęciu, zrobionym po 90 sekundach od zauważenia bolidu, widać szczegóły, które okażą się decydujące dla całych naszych badań.

Późnym popołudniem pojawia się Jim swoim Cessna-180 i dwoma kursami zabiera nas z Atlin. Zanim zapadły ciemności lądujemy w końcu w Brooklands.

Rzeczywiste poszukiwania meteorytów rozpoczynamy 22 lutego. Jim zawozi nas pojazdem śnieżnym na obszar spadku na Tagish Lake. Po drodze pokazuje najbezpieczniejszą trasę do tego miejsca (miejscami widać wodę nawet w połowie lutego) i gdzie znalazł pierwsze okazy. Po krótkim obejrzeniu terenu postanawiamy, że Alan i Andrew powinni zacząć poszukiwania odgarniając śnieg z lodu blisko północnego skraju, gdzie Jim ma wrażenie, że widział przynajmniej jeden meteoryt, który od uderzenia rozpadł się na kawałki. W tym czasie Mike, Tina i ja idziemy między drzewa, by ocenić warunki i także szukać.

Ponieważ od 18 stycznia spadło sporo śniegu (ponad 30 cm), samo wędrowanie przez las jest wyczerpujące. Po jakiejś godzinie uświadamiamy sobie, że odnalezienie nawet jednego okazu w tych warunkach jest niemożliwe. W tym czasie Alan i Andrew zdołali oczyścić około 100 m² lodu ale bez powodzenia. Jak na ironię później znajdziemy meteoryty nie dalej jak 300 m od miejsca, gdzie szukali, a obszar, gdzie meteoryty leżały najęśniej będzie tylko o kilometr od miejsca, gdzie jesteśmy.

Po lunchu Alan i Andrew dalej przeszukują śnieg w kilku przypadkowo wybranych miejscach, a Tina, Mike i

ja wyruszamy do małego jeziora bez nazwy położonego około kilometra na wschód od brzegu. Wycieczka okazuje się dłuższa niż planowaliśmy (trochę pobłądziliśmy), a brnięcie przez śnieg wyczerpuje nasze siły. Odgarniamy trochę śniegu z powierzchni jeziora, ale nie znajdujemy niczego. Znow jak na ironię znajdziemy później na tym jeziorze dwa meteoryty niecałe 50 m od miejsca, gdzie teraz szukamy. Ponieważ zbliża się zmierzch, wracamy do Alana i Andrewa i wraz z nimi wracamy do Brooklands.

Następnego dnia lecimy do Atlin by dalej rozmawiać ze świadkami i spotkać się z policjantami z psiej jednostki RCMP (Royal Canadian Mounted Police — Królewska Kanadyjska Policja Konna — przyp. tłum.). Alan kontaktował się z nimi w Whitehorse i zgodzili się przybyć do Atlin i przeprowadzić eksperyment z jednym z wyszkolonych psów. W zasadzie chcemy zobaczyć, czy potrafi on wywahać meteoryt zagrzebany w śniegu. Po spotkaniu z przewodnikiem psa i miejscowym policjantem jedziemy samochodem na małe, dość zaciszne jezioro na północ od Atlin i wykorzystujemy do próby jeden z meteorytów, które znalazł Jim. Niestety albo pies nie potrafi wywahać kamienia pod śniegiem, albo (co bardziej prawdopodobne) ignoruje go, bo nie jest wyćwiczony do rozpoznawania tego zapachu. Po dłuższym zachęcaniu znajduje w końcu meteoryt, ale nie ma żadnej gwarancji, że potrafi zrobić to samo w terenie. Jesteśmy więc niestety zmuszeni zrezygnować z tego pomysłu.

Po południu lecimy z Alanem do kilku bardziej oddalonych miejscowości, by porozmawiać z osobami będącymi blisko trajektorii bolidu. Wracamy do Brooklands o zachodzie Słońca lecąc dokładnie nad obszarem spadku i, o czym nie wiemy, nad tysiącami zagrzebanymi w śniegu meteorytów. Następny dzień zajmują nam sprawy organizacyjne i 25 lutego jadę z powrotem do Whitehorse, kończąc kilka rozpoczętych spraw i wracam do London. Alan, Andrew, Mike i Tina zostają



Jedno z pierwszych zdjęć obłoku pyłu zrobione nad Marsh Lake. Udostępnił Mike McDonald.

w Brooklands do 27 lutego, ale jest oczywiste, że jeśli są jeszcze jakieś meteoryty na lodzie Tagish Lake, to nie uda ich się odnaleźć, póki nie nadejdą wiosenne roztopy, prawdopodobnie w połowie kwietnia. Postanawiamy więc, że wtedy zorganizujemy drugą wyprawę poszukiwawczą.

Część II

(Howard Plotkin)

6–10 kwietnia

Przybywam z Peterem z University of Western Ontario do Whitehorse na Terytorium Yukonu i zatrzymujemy się w hotelu. Wykupiliśmy wcześniej bilety na samolot sądząc, że w tym czasie zacznie się już wiosenne topnienie śniegów, ale chłody utrzymywały się dłużej niż przypuszczaliśmy. Czekamy więc, aż gruba warstwa śniegu, wciąż pokrywająca Tagish Lake, zmniejszy się na tyle, by warto było jechać do Brooklands.

Czekając, aż przybędą Phil McCausland i Margaret Campbell z University of Western Ontario, spędzamy czas na zakupach zaopatrzenia, rozmowach z osobami, które widziały bolid lub obłok pyłu, i próbujemy odnaleźć kolejnych świadków zjawiska, którzy być może nagrali bolid albo zrobili zdjęcie. Robimy także kalibracyjne zdjęcia gwiazd. Peter chce wykorzystać te dane, łącznie z danymi z satelitów Departamentu Obrony USA, do poprawienia wyznaczonej przez niego trajektorii lotu bolidu aby zawęzić potencjalny obszar poszukiwań.

Szukając rozmówców wyruszamy w okolice Whitehorse ogromnym, złopięcym benzynę, samochodem terenowym Ford Excursion, który udało nam się wypożyczyć. Jadąc zawiązanymi śniegiem drogami o głębo-

kich koleinach do stojących samotnie chat napotyamy wszędzie tablice „Uwaga, zły pies”. Przy większości chat są przynajmniej cztery psy. Mimo to udaje nam się porozmawiać. Większość osób nie zdawała sobie sprawy, że był to meteor. Kilku obawiało się, że wybuchł jakiś reaktor jądrowy, a większość myślała, że wybuchł ich generator albo zbiornik z gazem, a jeśli nie u nich, to gdzieś u sąsiada.

Inne wytłumaczenia nie były już tak prozaiczne. Pewien człowiek, który właśnie wyprzedził wóz policyjny na autostradzie, pomyślał, że jadą za nim i świecą jakimś potężnym reflektorem. Paru innych sądziło, że to jakiś pocisk rakietowy, albo nawet UFO. Pewien człowiek mieszkający u podnóża góry usłyszał grom dźwiękowy i wyskoczył goły z chaty myśląc, że zbocze się osuwa.

Jest także zagadka do rozwiązania w Whitehorse, skoro już tu jesteśmy. Podczas badań w lutym Peter i Alan dowiedzieli się, że na jednej z podstacji Yukon Electric stwierdzono podczas przelotu bolidu niewyjaśniony spadek napięcia ze 120 do 115 volt. Napięcie utrzymywało się na obniżonym poziomie około pół godziny i w tym czasie nastąpiła awaria przełącznika, która pograżyła w ciemności znaczną część Whitehorse. Chcemy dowiedzieć się czegoś więcej i jeśli się uda, stwierdzić, czy te zdarzenia miały ze sobą coś wspólnego, czy też ich zbieżność była przypadkowa. Zrozumiałe, że Departament Obrony USA także był zainteresowany uzyskaniem na to odpowiedzi.

Nikt, z kim rozmawiamy w podstacji, nie umie wyjaśnić spadku napięcia. Aby jeszcze bardziej zagmatwać problem, na żadnej z sąsiednich podstacji podobnego spadku napięcia nie obserwowano. Chociaż wiadomo, że z tym konkretnym przełącznikiem były problemy wcześniej, nie wiemy, czy długotrwały spadek napięcia ma coś wspólnego z jego awarią czy nie. Na taśmach rejestrujących w tej podstacji nie widać podobnych spadków napięcia o tej porze ani poprzedniego ani następnego dnia. Peter zauważa jednak, że były okresy, gdy na taśmie widać podobne spadki napięcia. Znowu nikt nie umie tego wyjaśnić.

Wreszcie jeden z kontrolerów doznaje olśnienia: „W pokoju, gdzie jest rejestrator napięcia, znajduje się ogrzewacz, który pracuje na tym samym obwodzie. Może jego włączenie powoduje spadek napięcia.” Gnamy na górę, włączamy ogrzewacz i oczywiście napięcie spada ze 120 na 115 volt. Zagadka rozwiązana. Przypuszczamy teraz, że ten spadek napięcia nie miał nic wspólnego z awarią przełącznika, ale że fala uderzeniowa związana z bolidem mogła uszkodzić i tak już osłabiony przełącznik.

11–14 kwietnia

Phil i Margaret przybywają w końcu, ale ponieważ śnieg na Tagish Lake jest ciągle zbyt głęboki, aby zacząć poszukiwania, nadal wypytywamy świadków i robimy kalibracyjne zdjęcia gwiazd. Jednego dnia razem z Philem jadę

trzy godziny na północ do Carmacks, aby zobaczyć, czy znajdziemy kogoś na trasie bolidu, kto widział zjawisko, ale nikogo nie znajdujemy. Kilka razy dziennie sprawdzamy prognozę pogody, by zobaczyć, kiedy wreszcie chłody się skończą i codziennie dzwoniemy do Jima pytając o warunki śniegowe na jeziorze.

Chociaż relacje Jima nie są zbyt zachęcające, wszyscy palimy się do rozpoczęcia poszukiwań. 14 kwietnia nie możemy już wytrzymać; mając mimo wszystko nadzieję, że Jim jakimś cudem się myli co do głębokości śniegu, załatwiamy przetransportowanie czterech pojazdów do jazdy w każdym terenie (ATV), które wypożyczyliśmy i wyruszamy na południe do Atlin, punktu wyjściowego do spotkania z Jimem.

W Atlin odwiedzamy szkołę podstawową, gdzie opowiadamy uczniom o meteorach i meteoroidach i staramy się odpowiedzieć na ich pytania. Potem rozmawiamy z tymi, którzy widzieli zjawisko (większość widziała) i robimy pewne pomiary podczas przerwy.

Następnego dnia Jim czeka na nas na brzegu Atlin w swoim ATV i prowadzi nas przez jezioro Atlin, przez wąski pas łąki i w górę zatoki Grahama do swego domu w Brooklands. Widok jest tak piękny, że dech w piersi zapiera; jesteśmy na zamrożonym jeziorze polodowcowym otoczonym wzgórzami pokrytymi śniegiem, wokół w promieniu kilkudziesięciu kilometrów nie ma żywej duszy, a my czujemy coraz większe podniecenie, że nasze poszukiwania w końcu się zaczynają.

15–19 kwietnia

Nasza czwórka lokuje się w domkach i orientujemy się, gdzie są rzeczy niezbędne do życia (wartki strumień, skąd możemy brać wodę do picia, skład drewna na opał). Marion — niezwykle serdeczna i znakomicie gotująca matka Jima — tłumaczy nam reguły zimowego obozowania, do których będziemy stosować się w Brooklands przez następnych kilka tygodni. Nie tracimy jednak czasu i sprawdzamy grubość śniegu w różnych punktach jeziora.

Ku naszemu zmartwieniu (choć nie zaskoczeniu) stwierdzamy, że Jim oczywiście miał rację: śnieg jest zbyt głęboki, by zacząć poszukiwania. Nasz zapal jest jednak ogromny i postanawiamy zaraz wyruszyć na teren poszukiwań, jakieś 40 minut drogi dla ATV, po prostu zorientować się w terenie.



Zjadający napięcie ogrzewacz na podłodze w podstacji Yukon Electric w Whitehorse. Rejestrator stoi z prawej strony monitora.



Howard, Margaret, Peter i Phil zrobili przerwę na lunch podczas poszukiwań w lesie.

Zaraz po przybyciu na miejsce nadciąga gwałtowny śnieżny szkwał zmuszając nas do powrotu.

Następne kilka dni schodzi na zabawie z pogodą w kotka i myszkę. Ponieważ pogoda zwolna się poprawia i temperatura w dzień jest powyżej zera, wciąż sprawdzamy grubość śniegu na jeziorze. Na głównym terenie poszukiwań Phil sprawdza głębokość śniegu co 100 metrów żartując, że niewątpliwie są to najdokładniejsze i najkosztowniejsze pomiary tego rodzaju, jakie kiedykolwiek przeprowadzano na Tagish Lake. Ponieważ na jeziorze nie da się prowadzić poszukiwań, postanawiamy zacząć je wzdłuż wschodniego brzegu i w przylegającym lesie w miejscach, gdzie śnieg już stopniał.

Widoki na sukces okazują się jednak zniechęcająco małe. W pierwszym miejscu brzeg jest zavalony stertami kamieni, którym procesy wietrzenia nadały smoliście czarną barwę. Znaleźcie małego, czarnego meteorytu w takich stertach kamieni jest praktycznie niemożliwe. Wchodząc w głąb łądu stwierdzamy, że z licznych olch spadają płyty kory, które gnijąc stają się czarne z białymi plamkami. Wyglądają zupełnie jak chondryty węgliste z tą różnicą, że po dotknięciu wyginają się. Pocieszamy się, że może jeśli przypadkiem nadeptniemy na meteoryt, to jakiś znajdziemy. Gdy mijają godziny, zaczynamy się zastanawiać, czy bardzo kruche chondryty węgliste mogą prze-

trwać w grubej warstwie śniegu, który zaczyna się topić. Obawiamy się, że w takich warunkach zrobią się z nich kupki błota i nasze starania pójdą na marne.

Podczas tych poszukiwań nie znajdujemy meteorytów, ale natrafiamy na coś ciekawego: świeże ślady niedźwiedzi grizzly. Nie trzeba mówić, że nie poprawia nam to nastrojów. Ed Tagliaferri (z Aerospace Corporation w Los Angeles, który dołączył do nas na tydzień) zaczyna narzekać, że nie mogliśmy zabrać ze sobą broni. Mamy tylko dwie puszki pieprzowego sprayu i zaczynamy odczuwać lęk. Instrukcja na puszcze mówi „Używać tylko na rozdrażnione niedźwiedzie”. Jeśli spotkamy głodnego misia, który akurat obudził się z zimowego snu, to jak mamy się upewnić, czy

jest rozdrażniony, czy nie? Czy zdołamy w niego wycelować jeśli nagle zaatakuje? I na ile skuteczny będzie ten spray?

Nie mając ochoty znaleźć się w sytuacji, gdy będziemy musieli znaleźć odpowiedź na te pytania, postanawiamy robić jak najwięcej hałasu podczas poszukiwań, a Margaret i ja zaczynamy nawet śpiewać. Jeśli pierwszy sposób nie jest skuteczny, to drugi na pewno pomaga, bo nie spotykamy żadnego niedźwiedzia. Wobec tych długotrwałych, męczących i bezskutecznych wysiłków, z trudem udaje nam się zachować optymizm.

20–23 kwietnia

Do 20 kwietnia rosnąca temperatura zaczyna dawać wyniki i grubość śnie-

gu na jeziorze zaczyna wyraźnie się zmniejszać. Tego dnia rano przez kilka godzin nad jeziorem wisi mgła, a gdy się podnosi, pierwszy raz możemy zacząć szukać na plamach czystego lodu. Peter proponuje, aby zakończyć już poszukiwania na lądzie i zabrać się za szukanie na jeziorze. Nie wiedząc dokładnie, jak najlepiej szukać meteorytów (o ile w ogóle tam jakiś jest) postanawiamy przeglądać połacie gołego lodu patrząc, czy nie tkwi w nim coś czarnego.

Podczas gdy Phil, Ed i ja szukamy blisko wschodniego brzegu, gdzie Jim znalazł pierwsze meteoryty, Peter i Margaret sprawdzają głębokość śniegu i przeglądają obszary w kierunku środka i zachodniej strony jeziora. Minęła zaledwie godzina, gdy zauważam jakieś zamieszanie niedaleko mnie i widzę, jak Peter pędzi ku mnie swoim ATV. „Howard” krzyczy podniecony, „Gdzie jest Phil? Znaleźliśmy meteoryt!” Podziwiamy meteoryt, który jest czarny jak sadza i leży w dołku, w cienkiej warstwie śniegu, a jego główna część wtopiła się w lód. Jest piękny i nie ma cienia wątpliwości — to chondryt węglisty.

Ze zdziwieniem słyszymy, że znaleźli meteoryt jadąc dość szybko. Omal go nie przejechali. Niewątpliwie świadczy to, że na znalezienie czeka mnóstwo okazji, nie tylko w bezpośrednim sąsiedztwie miejsca, gdzie znalazł je Jim, ale także tu, 2 km na zachód i prawdopodobnie na całej powierzchni jeziora obejmującego wiele kilometrów kwadratowych. Zaczynamy sobie uświadamiać ogrom czekającej nas pracy.

Ciąg dalszy w następnym numerze...

MM



Pierwsze znalezione fragmenty meteorytu wyglądające jak węgiel drzewny. Ślad koła ATV ponad liniijką pokazuje, jak blisko nich przejechał Peter.

Na tropie amfoterytu Oued el Hadjar

Andrzej S. Pilski

na podstawie relacji Françoise i Michela Franco

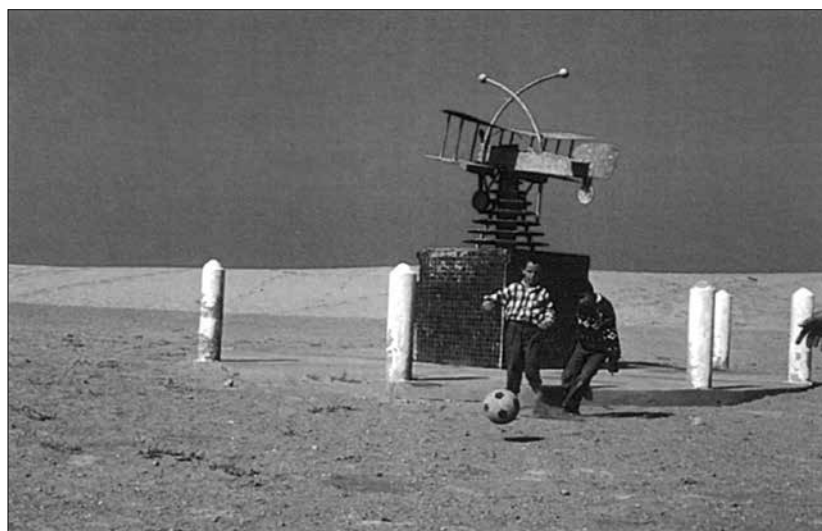
Kilka lat temu Françoise i Michel Franco postanowili wyruszyć na Saharę na poszukiwanie meteorytów. Pojechali tylko we dwoje, starym samochodem terenowym i znaleźli trzydzieści meteorytów włącznie z cennym CM2. Zachęciło ich to do drugiej wyprawy, która również okazała się owocna. Tym razem najcenniejszym znaleziskiem był inny rzadko spotykany chondryt węglisty typu Renazzo. Podczas przygotowań do trzeciej wyprawy okazało się, że Françoise spodziewa się dziecka. Nie zrezygnowali jednak z wyjazdu, postanowili tylko wyruszyć na poszukiwania w spokojniejsze miejsce, niezbyt oddalone od cywilizacji. Uznali, że odpowiednim terenem może być Sahara Zachodnia.

Z Tarfaya w Maroku, gdzie skromny pomnik przypomina, że był tu Antoine de Saint-Exupéry, gdy miejscowość ta nosiła jeszcze nazwę Bojador, wyruszyli szosą do Laayoune w Saharze Zachodniej. Liczba żołnierzy w tym mieście uświadomiła im, że francuskie gazety pomijały milczeniem to, co się tam naprawdę dzieje. W 1975 roku dawną Saharę Hiszpańską zajęły marokańskie wojska. Żyjące tam wędrownie plemiona zorganizowały zbrojny opór tworząc Front Polisario. Od tego czasu tli się tam zbrojny konflikt, nad którym próbują zapanować wojska ONZ. Marokańczycy zbudowali wał z piasku i kamieni, o długości 1500 km i wysokości 3 do 5 metrów, aby odgradzić się od ludzi Polisario, którzy dominują we wschodniej części wspierani przez Algierię. Obie grupy zaznaczają swą obecność rozmieszczając w nocy miny przeciwpiechotne po przeciwnych stronach wału. W placówce ONZ Françoise i Michel zobaczyli mapę rozległych pól minowych, przy czym wyjaśniono im, że są to tylko miejsca, gdzie wiadomo, że są miny. Wolne od min były okolice Smary (ostatnio znaleziono tam

ładne eukryty), ale wyjaśniono im, że tam są obozy marokańskich oddziałów, które mają zwyczaj najpierw strzelać, a potem zadawać pytania.

Po nieudanych próbach znalezienia mimo wszystko meteorytów, gdy co chwila napotykali wojskowe i policyjne posterunki, którym trzeba było się gęsto tłumaczyć, postanowili wrócić do Maroka, w góry Atlas, gdzie Alan Carion dostał od Beduina pierwszy okaz meteorytu Zagora. Po przybyciu do małej osady Foum Zguid, która

jest południowym punktem wyjścia w góry, zaczęli wypytywać o handlarzy minerałami na tamtejszym suku czyli bazarze. Po kilku dniach dotarli do Ahmeda Amouri. To właśnie on sprzedawał dawno temu Carionowi meteoryty Zagora. Okazało się, że niewiele wie o meteorytach i zaoferował kilka chondrytów zwyczajnych żądając za nie milionów dolarów. Otrzymał więc mały wykład, czym są meteoryty i od czego zależy ich cena — chondryt zwyczajny to nie meteoryt z Księżyca.



Pomnik upamiętniający Antoine'a de Saint-Exupéry, francuskiego pisarza i lotnika.



Michel, Françoise i dziecko w drodze.

Françoise i Michel starali się mu wyjaśnić, że ich pasją jest poszukiwanie meteorytów na Saharze. Nie prowadzą interesów z przypadkowymi osobami. Opowiedzieli o Algierii, gdzie Michel spędził wiele lat pomagając temu krajowi po wojnie dekolonizacyjnej, o Nigrze, Libii, Tunezji, Mauretanii.

Po kilku dniach zaprzyjaźnili się, zamieszkali w jego domu i wtedy opowiedział historię, którą usłyszał kilka lat temu od swego krewnego, ogrodnika z Foum Zguid: W odległych górach spadł z nieba kamień tuż obok namiotu pewnej kobiety. Ahmed zgodził się pomóc odszukać ten meteoryt. Françoise musiała wracać do Francji na badania kontrolne i z Ahmedem pojechał tylko Michel.

Po czterech dniach dowiedzieli się, że ogrodnik się przeprowadził. Sąsiad odesłał ich do pasterza, który wie, gdzie jest ogrodnik. Po drodze do człowieka, który wie, Ahmed odwiedził swego dostawcę trylobitów, którymi handlował. Zatrzymali się w obozowisku i odbyła się tradycyjna ceremonia: przed namiotem, w słońcu rozkłada się dywan, gospodarz przynosi daktyle i coś do picia — mleko, a w biedniejszych rodzinach wodę. Potem przychodzi czas na herbatę — kilka szklanek. Dopiero wtedy ludzie zaczynają rozmawiać. Uzyskanie jakiegokolwiek informacji trwa wieki.

Szukając ogrodnika wspinali się coraz wyżej nocując w namiotach koczowników, którzy hodowali wielbłądy, owce i kozy. Góry wyglądały jak ogromne sterty kamieni. Drzewa trafiały się rzadko. Skały były z rdzawego wapienia pokrytego tradycyjną



Serdeczną gościnę można było znaleźć nawet w najskromniejszym z mieszkań.

polewą pustynną bardzo podobną do skorupy meteorytowej. Trudno było szukać tam meteorytów. W końcu znaleźli ogrodnika.

Po trzech godzinach ceremonii picia herbaty okazało się, że ogrodnik nie może z nimi jechać, ale radzi odwiedzić jakiegoś Alego, od którego usłyszał o meteorycie. Ali jest pasterzem i mieszka w dolinie jakieś 60 km dalej. Pojechali do Alego nocą. Nietrudno było odnaleźć jego namiot; wszędzie były ślady i nie dało się zboczyć ze szlaku, bo po obu stronach były skały. Dojechali do miejsca, gdzie powódź rozmyła szlak i zrobiono tymczasowy objazd. Po powrocie na główny szlak po kilku kilometrach powinny być dwie akacje, a zaraz potem kopiec. Półtora kilometra dalej powinien być namiot Alego. Ahmed znał dobrze ten teren i był pewien, że trafią tam podczas księżycowej nocy. W końcu, godzinę przed północą Ahmed wysiadł

i zniknął w mroku. Za pół godziny wrócił w towarzystwie licznych postaci wyglądających jak duchy. Cała rodzina zerwała się na nogi wystraszona hałasem silnika. Niespodziewane odwiedzin zdarzały się tam rzadko. Michela zaproszono do obozowiska. Był to metrowej wysokości kamienny mur nad którym rozpięto wełniany namiot 10 na 15 metrów. Kamienne ścianki dzieliły wnętrze na kilka pomieszczeń. Goście weszli do największego „pokoju”. Ali zapalił lampę naftową, która rozjaśniła namiot drgającym światłem, i zabrał się za gotowanie herbaty częstując gości suszonymi daktylami. Jak mogłoby być inaczej!

Po śniadaniu i kolejnej herbacie wyjawili powód wizyty. Ali istotnie był tym człowiekiem, o którym mówił ogrodnik. Ali znał męża kobiety, która widziała spadający kamień. Michel pomyślał, że w tej historii o człowieku, który widział człowieka, który widział niedźwiedzia, zaczyna być widoczne zakończenie. Ali zgodził się zaprowadzić ich do namiotu, gdzie mieszka ta kobieta. Opowiedział o grzmocie, który było słychać w górach i że mąż kobiety mówił, że było słychać świst spadającego kamienia.

Do namiotu kobiety było dobre 8 godzin drogi. Ali znał jednak ośli szlak do opuszczonej kopalni barytu, który da się przejechać terenowym samochodem. Wykorzystał też okazję do podwiezienia kilku worków pszenicy do krewnego po drodze. Zabrał też trochę daktyli i syna. Pojechali długą doliną, po tamtejszej „autostradzie”: dwa metry szerokości i co metr dziura. Te drogi były robione ręcznie: pousuwano na bok co większe kamienie i już.



Herbata u Alego.

Krajobraz był skąpany w łagodnym świetle słonecznym. W powietrzu wisiał pył nadając otoczeniu biblijną atmosferę. Od czasu do czasu w oddali pojawiała się ludzka sylwetka. Wszystkich przyciągał jadący samochód. Michel zatrzymywał się. Ali wysiadał szczęśliwy, że może pokazać, iż ma takich bogatych przyjaciół z samochodem. Wymieniali miejscowe nowiny. Cały dzień zszedł na zatrzymywaniu się i ruszaniu i kolejnych herbatach z przyjaciółmi. W końcu Ali wyładował worki z pszenicą i zostawił przy nich czternastoletniego syna. Dał mu garść daktyli, dwa litry wody i derkę na zimną noc. Odebranie ładunku zostało uzgodnione podczas jednego z wcześniejszych spotkań.

Późnym popołudniem zjechali z „autostrady”. Ali poprosił o lornetkę. Był tam kilka lat temu i teraz szukał drzewa oznaczającego początek szlaku do kopalni barytu. Z dachu samochodu Michel zobaczył długą kreskę na zboczu góry. Ali zgodził się, że może to być droga do szlaku do kopalni, ale wolałby ją ominąć. Musieliby wjechać na terytorium innego plemienia, a jego kadi nie był zbyt przyjaźnie nastawiony do rodziny Alego. Królestwo Maroka wciąż rządzi się prastarymi prawami.

Ali wyraźnie obawiał się kadiego. Resztę dnia spędzili na oczyszczaniu z kamieni własnej drogi do drzewa. W końcu dotarli do starego szlaku. Wydawało się, że kończy się on u stóp urwiska. W ostatnim momencie ukazała się wąska przełęcz w łańcuchu górskim. Stary ośli szlak był naprawdę



Fragmenty meteorytu na kamieniu, na którym go rozbito.

stary. Prowadził korytem wyschniętego strumienia. Najwyraźniej spadło wiele deszczu, od kiedy ostatni raz przejeżdżał tamtędy samochód.

Następnego ranka dotarli w końcu do małego górskiego douaru (osada z kilku namiotów). Zatrzymał ich starszy mężczyzna. Znajdowali się na jego ziemi. Ahmed i Ali wyjaśnili cel podróży. Mężczyzna uśmiechnął się; namiot jego córki był trochę wyżej w korycie strumienia. W południe ujrzeli go. Nie było jednak jej męża.

Mijał 12 dzień wędrówki Michela przez góry Atlas. Zadzwonił do Françoise przez satelitę INMARSAT:

„Jestem najwyżej 300 metrów od meteorytu.”

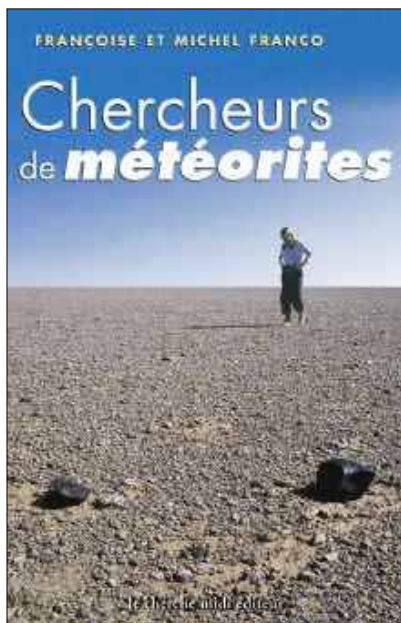
„To dlaczego nie pójdziesz i nie podniesiesz go?”

„Kochanie, tu jest po prostu góra kamieni. Wygląda to jak ogromna morena polodowcowa. Jutro powinienem go mieć. Za pięć dni jestem w domu.”

Istotnie miał rację, że był ze sto metrów od meteorytu, ale minął jeszcze tydzień, zanim dowiedział się, gdzie on jest. Dwa dni czekał na męża kobiety, która wie (mężczyzna nie może rozmawiać z kobietą bez pozwolenia jej męża). Potem mąż ciągał go przez cały dzień po górach, bo twierdził, że spadł większy kamień, ale nie mógł sobie przypomnieć, gdzie. W końcu Michel poznał całą historię. Wspomniana kobieta słyszała, jak kamień spadł kilka metrów od jej namiotu. Było to w 1986 roku, w lutym lub w marcu, chyba raczej w marcu. Piętnaście dni po tym zdarzeniu wyszła ona za mąż, dlatego zapamiętała datę i rok. Podczas ceremonii zaślubin goście rozbili kamień,

by zobaczyć, czy nie ma w nim czegoś szczególnego. Nie znalazłszy niczego wyrzucili kawałki. Trzydzieści metrów od namiotu pokazano mu jasnobrązowy płaski kamień: ołtarz, na którym złożono meteoryt w ofierze. Michel zaczął szukać koło niego. Po kilku minutach znalazł pierwszy fragment, wielkości orzecha. Widać było na nim trochę ciemnej skorupy. Magnes przylgnął do kamyka. Pilnikiem zeszlifował kawałek: błysnęły plamki metalu. Pokazał wszystkim znalezisko. Wspólnymi siłami w ciągu godziny odnaleźli garstkę fragmentów. Michel rozdał obiecane nagrody. Wszyscy byli zadowoleni, że uczestniczyli w nieziemskiej przygodzie. Nadszedł czas odjazdu. Gdy zaczęli machać rękami na pożegnanie, Hacene, młody nomad, który pomagał w poszukiwaniach, wy dostał z fałd swej gandourha (długa, obszerna, wełniana szata chroniąca nomadów przed zimnem) kamień wielkości pięści i z szerokim uśmiechem wręczył go Michelowi.

MW



Książka o przygodach Michela i Françoise.



Fragment amfoterytu Oued el Hadjar z kolekcji Jadwigi i Jacka Dążkowskich.

The Meteoritical Bulletin, No. 85, 2001 July

Oued el Hadjar, Maroko, 30°10,80'N,
6°34,63'W

Spadł w marcu 1986 r.

Chondryt zwyczajny LL6

Nomadzi słyszeli głośny świst i widzieli, jak ważący 1215,5 g kamień spadł 200 m. od ich namiotu. Kamień został rozbity na wiele fragmentów (złożony w ofierze na ołtarzu) 15 dni później podczas ceremonii weselnej. Mineralogia i klasyfikacja (A. Sexton, Open University): oliwin, $Fa_{30,0}$; piroksen, $Fs_{22,0}$; stopień szokowy S2; stopień zwietrzenia W0/1. Okazy: 18,6 g Open University; główna masa u znalazcy.

Inne świeżo sklasyfikowane meteoryty:

Gujba, Nigeria, 11°29'30"N
11°39'30"E

Spadł 3 kwietnia 1984 r. 18:30 czasu miejscowego

Bencubinit

Meteoryt o stożkowym kształcie spadł na pole kukurydzy koło wsi Boga Dingare. Przedtem obserwowano jasny bolid lecący z zachodu na wschód i słyszano eksplozję. Mieszkańcy rozbili meteoryt na kawałki i większość materii uległa rozproszeniu. Pierwotna masa jest nieznana, choć relacje z drugiej ręki mówią o objętości ok. 20 000 cm³, a więc masie ok. 100 kg. Materię pochodzącą niemal na pewno z tego spadku sprzedawano

w ostatnich latach w różnych miejscach Nigerii twierdząc, że są to nowe znaleziska. Pierwszy opis meteorytu ukazał się w: Islam M.R. & Ostaficzuk S. (1988) The Gujba mesosiderite: its petrology, mineralogy and impact. *Annals of Borno* 5, 110-124. Opis (Ł. Karwowski, Uniwersytet Śląski, na podstawie oryginalnej masy): zawiera bryłki metalu, 1,5–8 mm średnicy i bryłki krzemianów 1–15 mm średnicy z wachlarzowatymi skupieniami piroksenu; 60% bryłek, to metalowe. Opis i klasyfikacja (A. Rubin & G. Kallemeyn, Uniwersytet Kalifornijski L.A., na podstawie 282 g fragmentu kupionego w 2000 roku koło wsi Gidan Wire w stanie Kaduna): składa się z dużych bryłek metalu zawierającego zmienne ilości troilitu i skrytokrystalicznych kulek krzemianów; krzemiany to piroksen ($Fs_{1-2}Wo_{1-3}$) i rzadko występujący oliwin (Fa_2); rozkład zawartości pierwiastków syderofilnych w metalu podobny do rozkładu w Bencubbin; stopień szokowy S2; stopień zwietrzenia W0. Izotopy tlenu (R. Clayton, Uniwersytet Chicagowski): jasne krzemiany $\delta^{18}O = 0,53$, $\delta^{17}O = -2,19$; ciemne krzemiany $\delta^{18}O = 0,98$, $\delta^{17}O = -1,78$; Okazy: 12,2 kg, w większości fragmenty, Uniwersytet w Maiduguri, Nigeria; 815 g Muzeum Ziemi PAN w Warszawie; próbka do klasyfikacji, 64 g, Uniwersytet Kalifornijski; reszta bryłki 282 g, Eric Twelker, Alaska. (Patrz: zdjęcie na str. 28.)

Itqiy, Saguia el Hamra, Sahara
Zachodnia, 26°35,45'N 12°57,13'W

Spadł około roku 1990

Nie pasujący do żadnej grupy meteoryt bogaty w enstatyt (tak samo sklasyfikowano Zakłodzie — przyp. red.).

W roku 1990 (± 1 rok) po detonacji i ukazaniu się światła, pewien nomad odnalazł niedaleko Itqiy kamień 410 g. Większy kamień 4310 g odnaleźli Marc, Luc i Jim Labenne szukając meteorytów w tym samym miejscu w lipcu 2000 roku. Większy kamień ma czarną skorupę obtopieniową z zakrzepłymi strużkami. Klasyfikacja i mineralogia (D. Hill & A. Patzer, Uniwersytet Arizoński): tekstura równoziarnista z licznymi potrójnymi spojeniami; enstatyt (wielkość ziaren 0,5–4 mm), 78% objętościowo, ma $Fs_{0,2}Wo_{3,0}$; metal (wielkość ziaren 0,2–2 mm), 22% objętościowo, to kamacyt z $Fe = 90,4\%$ wagowo, $Ni = 5,77\%$ wagowo, $Si = 3,13\%$ wagowo, w przedziale chondrytów EH; troilit prawie nieobecny; siarczki Mg-Mn-Fe pośrednie między typowymi dla chondrytów enstatytowych niningerytem i alabandytem oraz nietypowe siarczki Fe-Cr są nierównomiernie rozproszone między ziarnami (0,2–1 mm średnicy); średni $Mg/Si = 0,82$ mol/mol, w dolnym przedziale EL (nieco więcej niż w EH); średni $Fe/Si = 1,13$ mol/mol w górnym przedziale EH; nie zaobserwowano żadnych pozostałości chondr; stopień szokowy S5, stopień zwietrzenia W1-2; dalsze szczegóły w: Patzer A., Hill D.H., Boynton W.V. (2001) Another Weird Rock from Space: A Unique Enstatite Achondrite from the Saharan Desert. In *Lunar and Planetary Science XXXII*. Lunar and Planetary

Do redaktora „Meteorite”

Szanowny Panie. Przeczytałem artykuł Boba Verisha o identyfikacji meteorytu Los Angeles na Uniwersytecie Kalifornijskim L.A. (Meteoryt 4/2000) i chciałbym dodać, jak to wyglądało z mojego punktu widzenia. Relacja Boba jest w zasadzie zgodna z prawdą, ale pomija kilka interesujących szczegółów. Gdy Bob dał mi kawałek meteorytu Los Angeles, uznałem, że to jeszcze jeden ziemski bazalt. Tak więc nie starałem się oszczędzać materiału i przekazałem cały kawałek do zrobienia zslifu petrograficznego. Nie oszczędzano tam materiału; zslif ma średnicę 1 cala i prawdopodobnie jest to największa płytka cienka marsjańskiego meteorytu. (Gdyby Bob pokazał mi cały kamień pokryty skorupą obtopieniową, to wiedziałbym, że ten bazalt jest pozaziemski i do zrobienia płytki cienkiej wykorzystałbym znacznie mniejszy fragment.) Jednocześnie z bazaltem Bob dał mi kawałki kilku chondrytów zwyczajnych, które znalazł na dnie wyschniętych jezior na pustyni Mojave. Płytki leżały na moim biurku przez jakiś tydzień. Postanowiłem nie zajmować się nimi, póki nie przyjdzie Bob. Gdy przyszedł, wziąłem garść płytek i nawet nie miałem zamiaru brać bazaltu pod mikroskop. Ponieważ jednak poniesiono już koszty na zrobienie zslifu, wziąłem go. Gdy usiadłem przy mikroskopie, postanowiłem obejrzeć ze dwa pseudometeoryty, a potem zając się dość nudnymi, zwietrzałymi chondrytami zwyczajnymi. Umieściłem najpierw na stoliku mikroskopu bazalt, by mieć go z głowy. Gdy spojrzałem przez mikroskop, zobaczyłem kryształ piroksenu wapniowego wykazujące mozaikowe wygaszanie. Zdumiało mnie to. Ta skała doznała przeobrażeń szokowych. Ponieważ prawdopodobnie nie był to kawałek bazaltu wyrzucony z ziemskiego krateru uderzeniowego (jedyne taki na Ziemi jest w Indiach), to musiał to być szokowy bazalt pozaziemski. Były trzy możliwości: eukryt, bazalt z księżycowego morza lub shergottyt. Zawołałem Paula Warrena. Idąc korytarzem powiedział z przekąsem: „Księżycowy czy marsjański?” Odpowiedziałem „Noo...” podkreślając to słowo. Paul szybko zauważył maskelynit (szkliwo plagioklazo- we, które jest całkowicie czarne pod mikroskopem przy skrzyżowanych

polaroidach). Maskelynit rzadko występuje w eukrytach i dość rzadko w meteorytach księżycowych; pełno go za to w bazaltowych meteorytach marsjańskich. W ciągu kilku minut przekonałem się, że kamień pochodzi z Marsa. Przyznaję, że byłem nieco zły na Boba, że nie pokazał mi kamienia za pierwszym razem i czekał godzinę, zanim powiedział, że jest drugi kamień. Tak czy owak minął rok odkąd nowy marsjański meteoryt trafił do naszego laboratorium i niecierpliwie czekam na następny.

Alan Rubin

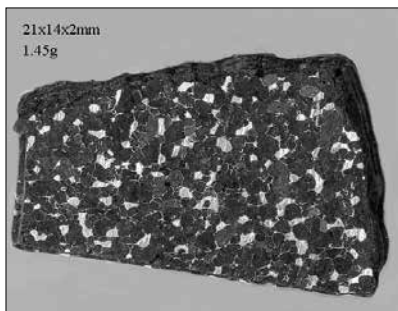
Instytut Geofizyki i Fizyki Planet,
Uniwersytet Kalifornijski L.A.

Szanowny Panie. Rolf Bühler zajmował się meteorytami od 1972 roku. Kierował Bally-Prior Museum w Schoenenwerd w Szwajcarii z kolekcją meteorytów oraz Swiss Meteorite Laboratory. Celem tego ostatniego było poszukiwanie nowych meteorytów i sprzedawanie ich instytutom badawczym, muzeom i kolekcjonerom. Rolf był autorem najlepszej niemieckiej książki o meteorytach *Meteorite, Urmaterie aus dem interplanetaren Raum* wydanej w 1988 roku i współautorem elektronicznego katalogu meteorytów i kraterów meteorytowych *WinMetCat (SML)* wydanego w 1994 roku. Rolf miał bogatą ofertę dobrze ponad 100 meteorytów z kilkoma specjalnościami jak meteoryty australijskie, Mt. Tazewait i szkliwo Wabar. Niestety z powodów osobistych Rolf musiał wycofać się całkowicie z meteoritowej działalności we wrześniu 1999 roku.

Udało mi się przejąć cały stan posiadania Swiss Meteorite Laboratory. Ponieważ jestem tylko zamilowanym kolekcjonerem, a nie dealerem, chciałem sprzedać większość tego zbioru po bardzo atrakcyjnych cenach.

Rico Mettler

Rico-Rudolf.Mettler@winterthur.ch



Płytki Itqiy oferowana przez Labennów.

Institute, Houston TX (CD-ROM). Abstract. Okazy: główna masa u Labennów, próbka do klasyfikacji 22,17 g w tym 2 płytki cienkie, Uniwersytet Arizoański.

**Morávka, Północne Morawy, Czechy,
49°36'N 18°32'E**

Spadł 6 maja 2000 r., 11:51:52 UT
Chondryt zwyczajny H5

Po jasnym bolidzie obserwowanym w Czechach, Polsce i Słowacji oraz gromie dźwiękowym znaleziono kamień 214 g, który przeleciał przez gałęzie świerka i spadł w ogrodzie. Później w maju i w czerwcu znaleziono jeszcze dwa kamienie 329 g i 90 g. Przelot bolidu został sfilmowany, co pozwoliło na obliczenie elementów orbity (P. Spurný, J. Borovicka, Z. Cepelch, Instytut Astronomii Czeskiej Akademii Nauk): $a = 1,95 \pm 0,11$ j.a., $e = 0,50 \pm 0,03$, $i = 33,0^\circ \pm 0,7$, $q = 0,9833 \pm 0,0011$ j.a., $Q = 2,92 \pm 0,23$ j.a. $W = 46,2580^\circ \pm 0,0001$. Mineralogia i klasyfikacja (P. Jakeš & J. Frýda, Wydział Geochemii Uniwersytetu Karola w Pradze): oliwin $Fa_{19,2}$; piroksen z małą zawartością Ca $Fs_{16,9}$; piroksen z dużą zawartością Ca $Fs_{6,2}Wo_{44,3}$; Okazy: Czeska Akademia Nauk.

**Smara, Sahara Zachodnia, 26°41'N
11°44'W**

Znaleziony w kwietniu 2000 r.

Achondryt, eukryt polimiktyczny

Ważący 12,87 kg kamień znalazł poszukiwacz meteorytów. Mineralogia i klasyfikacja (J. Barrat, Université d'Angers, P. Gillet, Ecole Normale Supérieure de Lyon): brekcja składająca się z różnego rodzaju okruchów jak subofitowe bazalty, ziarniste mikrogabra, gabra i stop pozderzeniowy, osadzonych w drobno- i średnioziarnistej skale macierzystej; okruchy stopu pozderzeniowego są liczne i sięgają do 1 cm średnicy. Okazy: 27 g plus dwie płytki cienkie, Lyon; główna masa u znalazcy.

Zakładzie, poprawka

Właściwa postać nazwy tego meteorytu, opublikowanego w Meteoritical Bulletin no. 84, powinna obejmować diakrytyczne przekreślenie małej litery L, jak pokazano wyżej.



Angryt D'Orbigny

(Notatka z kwartalnika METEORITE Vol. 7 No. 1. Copyright © 2001 Pallasite Press)

W lipcu 1979 roku pewien rolnik pracował na farmie, gdy nagle usłyszał, że pług o coś zaczepił. Zszedł z traktora i zobaczył ze zdziwieniem, że z ziemi wystaje duży, szary kamień pokryty wgłębieniami. Został on wyciągnięty z ziemi przez lemiesz. Było to na równinach niedaleko miasta D'Orbigny w argentyńskiej prowincji Buenos Aires. Aż do końca XIX wieku znajdowała się tam linia małych fortów oddalonych jeden od drugiego „na odległość strzału”, które oddzielały „cywilizowany świat” od terytorium Indian Pampas. W rezultacie obszar ten był widownią nieustannych wędrowek oddziałów i potyczek z Indianami.

Ponieważ znajdowano tam często groty strzał, „boleadoras” (rodzaj procy stosowanej przez Indian do polowań) i różnego rodzaju narzędzia z tamtego okresu, rolnik pomyślał, że może to być moździerz, ponieważ z jednej strony był wklęsły. Zaniósł kamień właścicielowi rancza, w którego domu leżał on przez piętnaście lat. Później właściciel zabrał kamień do swego domu w mieście Buenos Aires, gdzie znajduje się on do dziś.

W 1998 roku po przeczytaniu artykułu o meteoroidach w gazecie *La Nación* właściciel pomyślał, że jego „moździerz” może być meteoroidem. Zaczął przeglądać strony internetowe na ten temat i w końcu postanowił dać kamień do zbadania. Wyniki były bardzo różne: jedni twierdzili, że nie jest to meteoroid, a inni mówili, że to shergottyt. Wreszcie we wrześniu 2000 roku dr Gero Kurat z Naturhistorisches Museum w Wiedniu przedstawił swój werdykt: angryt!

Meteoroid jest „świeży” i w większości pokryty ciemnoszarą skorupą obtopieniową. Według Dr Kurata zawiera liczne okrągłe pory, aż do 2,3 cm średnicy oraz druzi zawierające augit i sporadycznie centymetrowej wielkości zielone kryształy oliwinu.

Lista angrytów znalezionych do dziś:

Angra dos Reis	Brazylia	spadł w styczniu 1869 r.	1500 g
Asuka 881371	Antarktyda	znaleziony w 1988 r.	11 g
D'Orbigny	Argentyna	znaleziony w 1979 r.	16550 g
LEW 86010	Antarktyda	znaleziony w 1986 r.	7 g
LEW 87051	Antarktyda	znaleziony w 1987 r.	1 g
Sahara 99555	Sahara	znaleziony w 1999 r.	2710 g

Oscar A. Turone
Buenos Aires, Argentyna



Ważący 16,55 kg angryt D'Orbigny z ciemnoszarą skorupą i śladami przelotu.

Kilka praktycznych lekcji obróbki meteorytów

O. Richard Norton

(Artykuł z kwartalnika METEORITE Vol. 7 No. 1. Copyright © 2001 Pallasite Press)

O d pewnego czasu zamierzałem omówić kilka istotnych spraw dotyczących obróbki meteorytów, o których warto wiedzieć. Aby uzyskać dobry rezultat, trzeba traktować powierzchnię meteorytu jak powierzchnię optyczną. Najlepiej przygotowane meteoryty, obojętnie czy piętki czy płytki, muszą być płaskie aż do krawędzi. W przypadku płytki stosunek rozpiętości do grubości powinien wynosić około 25:1 i obie strony powinny być wyszlifowane na płasko, tak aby znikły wszelkie ślady cięcia. Aby wydobyć z okazu jak najwięcej informacji, obie strony powinny być wypolerowane.

Odcinanie płytki

Płytki o kształcie klina mówią nam coś o wykonawcy: niestaranny. Dlaczego jest ważne, aby płytki były płaskorównoległe? Obecnie wielu kolekcjonerów nie zadowala się tylko posiadaniem okazów. Korzystając

z mikroskopu chcą dowiedzieć się więcej o upragnionych okazach. Oglądanie klinowatych płytek pod mikroskopem jest źródłem irytacji. Mikroskopy mają bardzo ograniczoną głęboką ostrości, tym mniejszą im większego powiększenia używamy. Oglądając klinowatą płytkę nie możemy uzyskać ostrego obrazu na całej powierzchni. Musimy starać się zlikwidować skos przy pomocy klina lub innej podpórki. Nigdy nie jest to jednak wygodne. Płytki powinny być cięte tak, aby ich obie powierzchnie były równoległe. Ponadto jeśli wyślemy klin do laboratorium, by mieć płytkę cienką, w laboratorium utną płytkę o równoległych powierzchniach. Klin jednak zawsze pozostanie klinem. Pozostały fragment nadal będzie klinowaty, chyba że poprosimy o zeszlifowanie reszty tak by uzyskać równoległe powierzchnie tracąc znaczną ilość cennego materiału. *Pierwsza przestroga: Unikaj klinowatych płytek. Wybieraj tylko te o równoległych powierzchniach.*

Szlifowanie płytki

Podobnie jak w przypadku szlifowania zwierciadła teleskopu szlifowanie płytki meteorytu zaczynamy od najgrubszego ziarna aby usunąć ślady przecinania i uzyskać płaską powierzchnię *do samego brzegu*. Można stosować albo papier ścierny, albo proszek. Jeśli meteoryt jest bardzo porowaty (10–20%) lepiej stosować papier ścierny, którego ziarna nie wykruszają się łatwo. Mniej proszku ściernego utknie wtedy w porach. Jest to szczególnie istotne przy drobniejszym ziarnie. Można zorientować się,

na ile płaska jest powierzchnia, rysując flamastrem linie na niej. Wystarczy wtedy kilka ruchów płytki po papierze i gdy powierzchnia jest płaska, linie całkowicie znikną. Przy szlifowaniu drobnym ziarnem okaz trzeba obmyć, wysuszyć i obejrzeć przy silnym świetle, najlepiej przezroczystej żarówki, tak że obraz włókna widać na szlifowanej powierzchni. Przy użyciu pięciokrotnej lupy ślady po wcześniejszym szlifowaniu grubszym ziarnem widać jako plamki światła na tle ciemniejszej powierzchni wyszlifowanej drobniejszym ziarnem. Trzeba przejść przynajmniej cztery stopnie: 250; 400; 600; 1000. Większość sklepów z narzędziami oferuje papiery ściernie o takiej gradacji. Jeśli ktoś woli kupić okaz już obrobiony, warto pamiętać o kolejnej przestrodze. *Dруга przestroga: Zwracaj uwagę na zaokrąglone brzegi. Niewiele obrobionych płytek jest płaskich aż do krawędzi.* Jest to szczególnie istotne w przypadku meteorytów żelaznych. W tych meteorytach zaokrąglone brzegi inaczej odbijają światło i dają różne odcienie szarości odmienne od reszty powierzchni.

Rdzewienie meteorytów żelaznych

Chyba najwięcej trudności sprawia obróbka meteorytów żelaznych. Jako dobry przykład wybrałem niesławny Nantan uważany za króla rdzy. W okazach tego meteorytu rdza wnika głęboko do ich wnętrza. Przed szlifowaniem i polerowaniem zardzewiałych meteorytów żelaznych trzeba usunąć rdzę spomiędzy płytek kamacytu i wokół inkluzji troilitu. Na szczęście są obecnie dostępne doskonale środki do usuwania rdzy i chroniące przed korozją, opracowane pierwotnie dla ochrony sprzętu wojskowego. Firma Uncommon Conglomerates w St. Paul, w stanie Minnesota oferuje zestawy składające się ze środka do usuwania



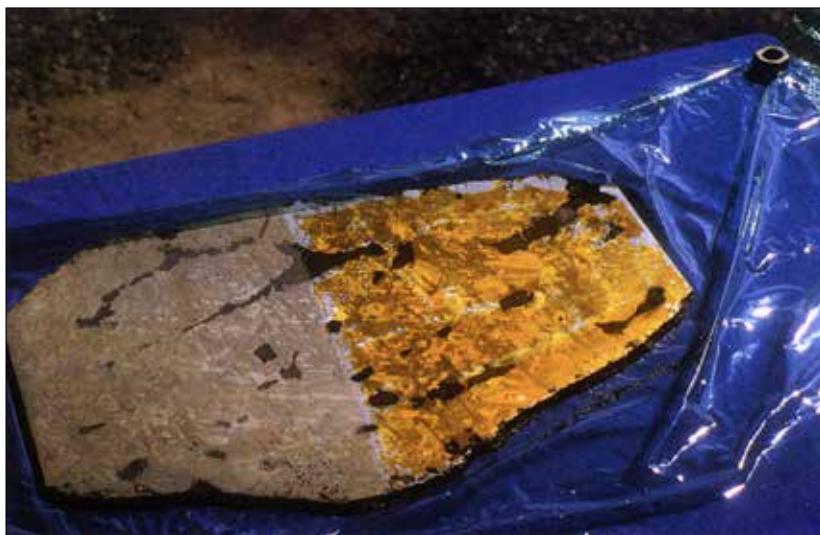
Płytkę meteorytu Nantan z przebarwieniami po rdzewieniu. Meteoryt został oczyszczony odrdzewiaczem i wytrawiony chlorkiem żelazowym. Doskonały kontrast między płytkami kamacytu jest charakterystyczny dla trawienia chlorkiem żelazowym.

rdzy i środka ochronnego, działające bardzo dobrze w przypadku meteorytów żelaznych. Jeśli pewien obszar meteorytu rdzewiał przez dłuższy czas, może pozostać przebarwienie, ale rdza zostanie usunięta.

Trawienie meteorytów żelaznych

Gdy płytka meteorytu żelaznego zostanie wyszlifowana i wypolerowana (gradacja 600–1000) jak opisano powyżej, można przystąpić do trawienia. Jest kilka sposobów trawienia meteorytów żelaznych, aby uzyskać figury Widmanstättena. Najczęściej stosowany jest Nitol, kwas azotowy rozcieńczony etanolem. Można go przygotować wlewając 10 ml stężonego kwasu azotowego do 90 ml 99% etanolu lub alkoholu izopropylowego. Zapewnia to dość powolne, płytke trawienie. Jako rozcieńczalnik stosuje się alkohol a nie wodę, ponieważ siarczki żelaza reagują z mieszaniną wody i kwasu dając brunatne zabarwienie, które nie da się usunąć inaczej jak przez szlifowanie.

Ostatnio Ronald N. Hartman i jego syn James eksperymentowali z chlorkiem żelazowym jako środkiem trawiącym. W pierwszej chwili ten pomysł budzi obawy, bo wszyscy słyszeli straszne opowieści o lawrencycie, chlorku żelazowym, który reaguje z żelazem wytwarzając kwas solny i chlorek żelazowy w cyklicz-



Lewa połowa tej płytki Nantana została wytrawiona tradycyjnym Nitolem. Zwróćmy uwagę na słaby kontrast. Prawa strona jest trawiona chlorkiem żelazowym. Kontrast po tej stronie jest znacznie większy. Fot. Bill Mason, Uncommon Conglomerates.

nym procesie. Chlorek żelazowy stosowany w obecności wody wytwarza jako produkty uboczne wodorotlenki żelaza i kwas solny. Jest stosowany w maksymalnym stężeniu i ma postać żółtej cieczy zawierającej HCl i około 35% chlorku żelazowego. Reakcja jest doprawdy zdumiewająca. Trawienie trwa 30 sekund wobec 5–10 minut w przypadku Nitolu, a końcowy rezultat jest doprawdy znakomity. Jim Hartman sugeruje polerowanie meteorytu na wysoki połysk przed trawieniem. Twierdzi, że polerowana powierzchnia daje najładniejsze figury. Trzeba uważać, jeśli powierzchnia meteorytu jest polerowana na tarczy polerskiej, bo łatwo spowodować za-

okrąglenie brzegów płytki. Jedynym niebezpieczeństwem jest to, że łatwo przesadzić z trawieniem. Oznaką zbyt długiego trawienia jest pociemnienie trawionej powierzchni i gwałtowny spadek kontrastu między płytkami kamacytu. Po trawieniu meteoryty należy zneutralizować amoniakiem, opłukać wodą, wysuszyć w piecu w temperaturze 70° C, po czym zanurzyć w 99% etanolu na kilka godzin, aby wchłonął resztki wody.

Po trawieniu należy zastosować powłokę ochronną. W przeszłości stosowano powłoki poliuretanowe, ale nie zapewniały one całkowitej szczelności i zwykle takie meteoryty żelazne, jak Nantan, zaczynały dalej rdzewieć. Bill Mason z firmy Uncommon Conglomerates dostarcza trójstopniowy środek ochronny, który, jak twierdzi, całkowicie chroni powierzchnię przed wilgocią.

Nikt nie stosował jeszcze tych środków wystarczająco długo, aby z całą pewnością stwierdzić, że ten sposób obróbki jest skuteczny na dłuższą metę. Jest to pytanie; znalezienie na nie odpowiedzi jest zadaniem czytelników.

Podziękowania

Autor pragnie podziękować Ronowi Hartmanowi i Jamesowi Hartmanowi, których można znaleźć pod: www.meteoritel.com i www.themeteoritesite.com. Z Bilem Maso-nem można się skontaktować przez: uncommon@bitstream.net



Ta płytka Canyon Diablo była trawiona chlorkiem żelazowym. Kontrast jest doskonały. Igielki rhabdytu otoczone cohenitem oznaczają centra nukleacji w kamacycie. Płytkę ma długość 11,5 cm. Okaz trawił James Hartman.

Do redaktora „Meteorite”

Szanowny Panie. W bieżącym numerze *Meteorite* Richard Norton omawia stosowanie przez nas chlorku żelazowego do trawienia meteorytów żelaznych. Pragniemy podkreślić, że stosujemy ten sposób trawienia od 10 lat z doskonałymi wynikami i *bez rdzewienia przez długi czas*. Chociaż stosujemy gotowy roztwór sprzedawany przez Radio Shack (Cat. # 276-1535A), to jest to standardowy roztwór przygotowany do trawienia miedzi, brązu i metali żelaznych. Technika stosowania go do trawienia meteorytów nie jest jednak taka sama. Przez ostatnich kilka lat wielu kolekcjonerów, korzystających z naszych wskazówek, wypróbowało metodę trawienia chlorkiem żelazowym uzyskując wyniki zgodne z tym, co pisze Pan Norton. Niektórzy korzystali z tabletek chlorku żelaza, z których przygotowywali roztwór. Chlorek żelazowy jest stałą, żółtą substancją i trzeba go rozpuścić w wodzie lub kwasie, aby móc go użyć.

Jeśli chodzi o cykliczne reakcje chemiczne, które przyczyniają się do niszczenia meteorytu żelaznego, trzeba wziąć pod uwagę, że w tych przypadkach czynniki destrukcyjne wnikają głęboko w meteoryt. Przy trawieniu meteorytu chlorek żelazowy kontaktuje się z metalem przez bardzo krótki czas, po czym jest szybko wypłukiwany i neutralizowany. Mamy doskonałe wyniki przy trawieniu takich meteorytów jak Canyon Diablo, Odessa, Deport, Cape York i Mundrabilla. Red Rock, który jest znacznie łagodniejszy, sprawia znaczne trudności przy kontrolowaniu dobrego trawienia.

Szczegółowe informacje znajdują się na naszych stronach internetowych wymienionych w powyższym artykule.

Ronald N. Hartman, James Hartman
Wydział Nauk o Ziemi i Astronomii
Mt. San Antonio College
Walnut, CA

Państwowy Instytut Geologiczny w Warszawie oraz Olsztyńskie Planetarium i Obserwatorium Astronomiczne zapraszają na SEMINARIUM METEORYTOWE OLSZTYN 26–27 kwietnia 2001 roku

Komitet organizacyjny:

Przewodniczący:

prof. dr hab. inż. Andrzej Manecki — Kraków

Członkowie:

dr Jadwiga Biała — Olsztyn

doc. dr hab. Jerzy Borucki — Warszawa

mgr Elżbieta Plucińska — Olsztyn

dr Marian Stępniewski — Warszawa

Program seminarium:

26-04 (czwartek)

9 ⁰⁰	Uroczyste otwarcie
9 ³⁰ – 11 ⁰⁰	Sesja referatowa
11 ⁰⁰ – 11 ³⁰	Kawa / herbata
11 ³⁰ – 13 ³⁰	Sesja referatowa
13 ³⁰ – 15 ⁰⁰	Oobiad
15 ⁰⁰ – 16 ⁰⁰	Sesja referatowa
16 ⁰⁰ – 16 ³⁰	Kawa / herbata
16 ³⁰ – 17 ³⁰	Sesja referatowa
17 ³⁰ – 19 ⁰⁰	Zwiedzanie Obserwatorium
19 ⁰⁰	Uroczysta kolacja

27-04 (piątek)

9 ⁰⁰ – 11 ⁰⁰	Sesja referatowa
9 ³⁰ – 11 ⁰⁰	Sesja referatowa
11 ⁰⁰ – 11 ³⁰	Kawa / herbata
11 ³⁰ – 13 ³⁰	Sesja referatowa
13 ³⁰ – 15 ⁰⁰	Obiad
15 ⁰⁰ – 18 ⁰⁰	Zwiedzanie Olsztyna
18 ⁰⁰ – 19 ⁰⁰	Projekcja w Planetarium
19 ³⁰	Kolacja

28 kwietnia w godzinach 8⁰⁰ – 17⁰⁰ — wycieczka „Śladami Mikołaja Kopernika”.

Olsztyn – Lidzbark Warmiński – Frombork

Referaty

- doc. dr hab. Nonna Bakun-Czubarow; dr Jolanta Gałązka-Friedman — *Mossbauerowskie badania meteorytów*.
- dr Jadwiga Biała — *Problemy z planetami*.
- doc. dr hab. Jerzy Borucki — *Formy występowania żelaza metalicznego i troilitu w chondrycie Baszkówka*.
- prof. dr hab. Rajmund Dybczyński — *Badania nad określeniem zawartości pierwiastków w chondrytach Baszkówka i Mt Tazewait oraz rozważania nt. podobieństwa obu meteorytów*.

- prof. dr hab. Stanisław Hałas; Piotr Mackiewicz — *Pomiary zawartości potasu w meteorytach metodą rozcieńczania izotopowego*.
- prof. dr hab. Hieronim Hurnik — *Problemy pyłu kosmicznego*.
- doc. dr hab. Tadeusz Jarzębowski — *Planety – uboczny produkt ewolucji gwiazd*.
- dr Tadeusz Jopek — *Astronomia meteorytowa*.
- prof. dr hab. Łukasz Karwowski — *Meteoryt Gujba – nowy rodzaj chondrytu czy zmiana skali wielkości chondr*.
- prof. dr hab. Łukasz Karwowski; dr Jacek Siemiątkowski — *Skład fazowy meteorytu Zakłodzie*.
- mgr inż. Janusz W. Kosiński — *Dydaktyka planetologii*.
- prof. dr hab. inż. Andrzej Manecki — *Kosmomineralogia – wybrane problemy*.
- dr Tadeusz A. Przylibski; mgr Andrzej S. Pilski; dr Paweł P. Zagożdżon — *Petrologia chondrytu L5 Baszkówka jako odzwierciedlenie budowy i procesu formowania się powierzchni ciała macierzystego*.
- mgr Elżbieta Plucińska — *Jak odkrywane są planety innych gwiazd?*
- dr Jacek Siemiątkowski — *Badanie statystyczne różnorodności składu mineralnego chondr i ich struktur z meteorytu Baszkówka*.
- dr Jacek Siemiątkowski — *Meteoryt Baszkówka – dowód na protoplanetarny dysk, czy istnienie chondrytowych planetoid*.
- dr Marian Stępniewski — *Z historii meteorityki*.
- dr Marian Stępniewski — *Meteority kopalne*.
- dr Marian Szurgot; Andrzej Rybak — *Mikromorfologia powierzchni trawionych kryształów i meteorytów*.
- dr Krzysztof Ziolkowski — *Nowy obraz Układu Słonecznego*.

Miejsce seminarium

Seminarium będzie się odbywało w **Olsztyńskim Planetarium przy ul. Piłsudskiego 38**.

Kontakt z organizatorami

Osoby zainteresowane udziałem w seminarium proszone są o wysłanie **formularza zgłoszeniowego** do dnia **31 marca 2001 roku** na adres:

Olsztyńskie Planetarium i Obserwatorium Astronomiczne
al. Piłsudskiego 38; 10-450 Olsztyn
tel. (0-89) 533-49-51; fax: (0-89) 533-49-84
e-mail: ela@planetarium.olsztyn.pl

Krater meteorytowy na naszym podwórku

David L. Coleman

(Artykuł z kwartalnika METEORITE Vol. 7 No. 1. Copyright © 2001 Pallasite Press)

O d owego popołudnia, gdy moja żona Sarah Kennedy-Coleman i ja siedzieliśmy w saloniku astronoma Davida Levy i zauważyliśmy na stoliku pod ścianą piękny kawałek skały wyglądający jak stożkowy czubek pocisku, zafascynowały nas stożki uderzeniowe. Ten akurat stożek znalazł przyjaciel i współpracownik Davida, Gene Shoemaker, i był to piękny przykład skały stanowiącej oznakę dawnego uderzenia meteorytu w Ziemię. Samo wzięcie go do ręki wywołuje żywy obraz przeszłości...

Gdy ogromny meteoryt uderza w Ziemię, wywołuje nie tylko natychmiastową eksplozję i zniszczenie krajobrazu i życia, ale także powoduje strukturalne zmiany skał, w które uderza. Najbardziej znanym rezultatem jest powstanie krateru, który może mieć setki kilometrów średnicy, ale wytworzenie go przez ogromne ciśnienie wywołane eksplozją trwa sekundy. Na wyidealizowanym modelu uderzenia (Fig. 1) pokazano koncentryczne strefy ciśnienia. W rzeczywistości różne kąty uderzenia, różna prędkość, struktura skał w miejscu zderzenia i cała masa innych czynników sprawiają, że rzeczywisty rozkład ciśnienia jest bardziej skomplikowany. W każdym przypadku zauważmy, że w sercu eksplozji wytwarzane są ciśnienia od 50 do 400 gigapaskali. Dla porównania statyczne ciśnienie



Fig. 2. Jeden z prawdziwych stożków uderzeniowych znalezionych w strukturze uderzeniowej Glover Bluff. Ten okaz ma 90 mm długości. Zdjęcie autora.

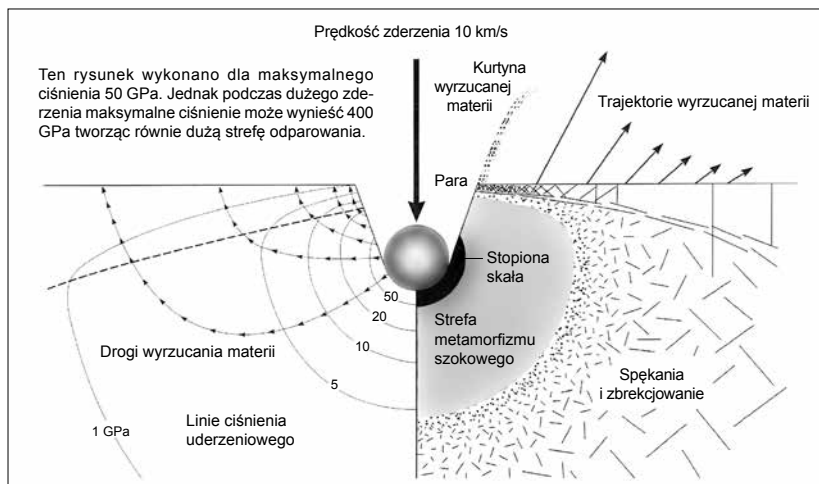


Fig. 1. Idealizowane koncentryczne strefy maksymalnych ciśnień i rozkład ciśnienia względem punktu uderzenia meteorytu. W prawej części wymieniono rodzaje przeobrażeń skał towarzyszące różnym wartościom ciśnienia. (Adaptacja z French, 1998, Fig. 3.2, p. 19).

tej wielkości (choć zdecydowanie inne niż gwałtowny szok wywołany uderzeniem) występuje głęboko w płaszczu Ziemi pod warstwą skały o grubości od 50 do 1000 km. Wiemy z doświadczeń laboratoryjnych, że niektóre strukturalne przeobrażenia skały czyli metamorfizm szokowy występują przy większych ciśnieniach niż możliwe do uzyskania na powierzchni Ziemi pod działaniem innych naturalnych sił. Przykładami są powstawanie stożków uderzeniowych, deformacje planarne kwarcu i skalenia, przekształcenie kwarcu w coesyt i stiszowit, przekształcenie grafitu w diament, stopienie skały i powstanie szkliwa. Dlatego, chociaż różne autorytety przypisują różne znaczenie tym oznakom, obecność tego rodzaju przeobrażeń skał w danym miejscu potwierdza, że istotnie nastąpiło tam uderzenie z prędkością kosmiczną.

Takim miejscem jest na przykład Glover Bluff w stanie Wisconsin. Jest to niemal na naszym podwórku.

Odbyliśmy kilka wycieczek do tego urwiska badając jego strukturę i występujące tam skały. Znajduje się tam kamieniołom dolomitu działający od początków XX wieku i w nim znaleźliśmy trochę ciekawych materiałów. Chociaż od lat trzydziestych wiadomo, że występują tam nietypowe warstwy skalne, jakby przyniesione

z zewnątrz, to dopiero w 1983 roku odnaleziono tam kilka małych stożków uderzeniowych. Dzięki temu Glover Bluff zyskało status potwierdzonej struktury uderzeniowej i od tego czasu figuruje na liście kraterów uderzeniowych.

Podczas naszej pierwszej wycieczki stwierdziliśmy, że prace w kamieniołomie odsłoniły zdeformowane warstwy starego dolomitu i piaskowca. Biegły one pod najrozmaitszymi kątami od prawie poziomego do niemal pionowego. Taki układ warstw jest czymś niezwykle dla tego terenu, położonego zaledwie około pięciu kilometrów od granicy ostatniego kontynentalnego zlodowacenia. Obszar tuż na zachód od Bluff ciągnący się na południowy zachód w dolinę Mississippi w północno-wschodnim Iowa nie był już objęty zlodowaceniem. Wieki erozji i nacisk warstw lodu zdeformowały strukturę tak że trudno powiedzieć, jaka była jej wielkość. Potrzeba znacznie więcej badań w tym terenie, by poznać szczegóły uderzenia, które odcisnęło swe piętno w skałach.

Fig. 2 przedstawia jeden z wielu stożków uderzeniowych znalezionych w kamieniołomie. Ma on 9 cm długości i jest bardzo podobny do pierwszych stożków odnalezionych w 1983 roku. Na powierzchni widać charakterystyczne dla stożków węglanowych

delikatne linie spękań przypominające układem koński ogon. Jak widać z Fig. 1 mówi to o ciśnieniu formowania z dolnej granicy strefy metamorfizmu szokowego czyli 5–20 Gpa. Wiemy, że stożki uderzeniowe są formami spękań wytworzonymi przez ciśnienie podczas przechodzenia przez skałę wysokoenergetycznej fali uderzeniowej. Wydaje się, że fala uderzeniowa wytwarza stożkową powierzchnię spękań, gdy napotyka twarde miejsce w skale i zaczyna rozbiegać się, jak stożkowa fala uderzeniowa wytwarzana przez samolot naddźwiękowy. Wierzchołki stożków uderzeniowych w miejscu zderzenia generalnie wszystkie wskazują ku środkowi eksplozji, czyli ku miejscu, skąd zaczęła rozchodzić się fala uderzeniowa. Proces formowania się stożków uderzeniowych nie jest w pełni rozumiany i chociaż przy zderzeniach powstawały one w znacznych ilościach i czasem osiągały ogromne rozmiary (Fig. 3), to nie udało ich się wytworzyć jednoznacznie w laboratoriach. Leżą sobie i patrzą na nas nie powiedziawszy jeszcze wszystkiego.

Często błędnie bierze się za stożki uderzeniowe inne skalne utwory. Są procesy geologiczne, które wytwarzają struktury podobne na pierwszy rzut oka do stożków, ale nie są do tego potrzebne ciśnienia wytwarzane przez falę uderzeniową. Jak się okazuje, nasza struktura Glover Bluff jest akademickim przykładem takiej sytuacji. Podczas kolejnej wycieczki odnaleźliśmy dwa rodzaje takich fałszywych stożków. Pierwszy przedstawia Fig. 4 i geolodzy nazywają to lustrem tektonicznym (slickenside). Ta forma skalna ma takie same linie spękań jak stożki

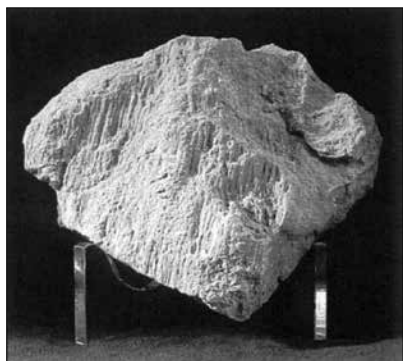


Fig. 4. Przykład lustra tektonicznego ze struktury uderzeniowej Glover Bluff. Zauważmy równoległe wyżłobienia odróżniające ten kamień od zbiegających się linii na prawdziwych stożkach. Ten okaz ma 60 mm wysokości. Zdjęcie autora.

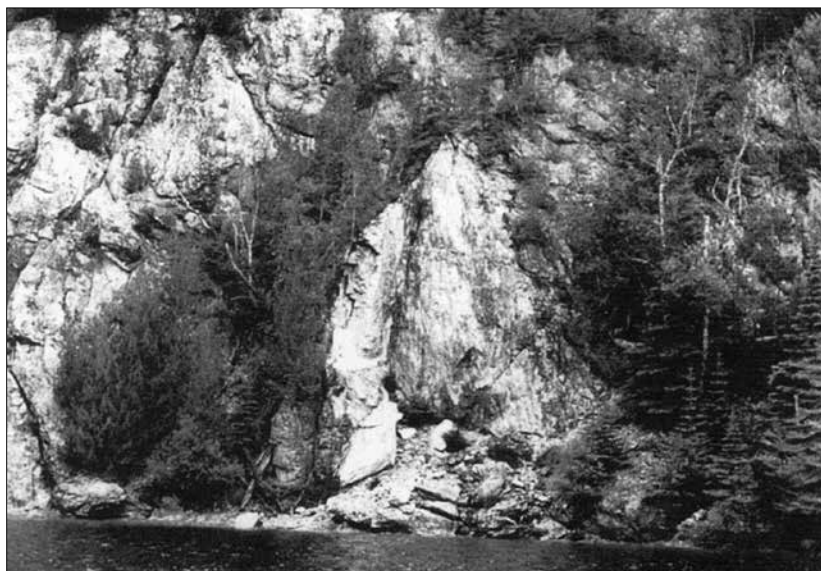


Fig. 3. Gigantyczny stożek uderzeniowy (około 10 metrów wysokości) i inne duże stożki odsłonięte w urwisku niedaleko struktury uderzeniowej Slate Islands na Jeziorze Górnym w Kanadzie. Fot. V.L. Sharpton.

uderzeniowe, ale są one równoległe i nie zbiegają się do wspólnego wierzchołka, jak w prawdziwych stożkach. Te równoległe rowki powstają przy ześlizgiwaniu się fragmentu skały, czy przesuwaniu się powierzchni skalnych względem siebie np. podczas powstawania uskoków tektonicznych. Wyobraźmy sobie przeciągnięcie gruboziarnistego papieru ściernego po powierzchni stołu, a będzie to niezły obraz powstawania linii ślizgowych. Ciekawe, że na Księżycu nie zaobserwowano stożków uderzeniowych mimo intensywnego bombardowania powierzchni, natomiast zauważono lustra tektoniczne na niektórych blokach skalnych wyrzuconych z kraterów księżycowych.

Drugi fałszywy stożek uderzeniowy przedstawia Fig. 5. Ta skała powstała w tych samych skałach dolomitowych, w których znajdowaliśmy stożki, ale jest znacznie większa (zob. linijkę). Ma wyraźny stożkowy kształt, a kąt rozbiegania się boków jest około 90 stopni, co jest typowe dla stożków uderzeniowych. Posiada rozbiegające się rysy jak stożki, chociaż nie są one tak wyraźne, jak na klasycznych stożkach uderzeniowych. W pierwszej chwili pomyśleliśmy, że znaleźliśmy największy stożek uderzeniowy w tej strukturze, a może nawet odkryliśmy nowy rodzaj.

Trudno jednak było wytłumaczyć okrągły ślad na wierzchołku stożka i widoczny na nim promienisty wzór. Jak ukazuje z bliska Fig. 6, ten twór jest niemal idealnie okrągły, prostopadły

do osi stożka i prezentuje promienisty wzór przypominający płatki kwiatu. Ma nawet „guziczek” w środku, co jeszcze bardziej upodabnia go do kwiatu. Co więcej, znaleźliśmy jeszcze 5 okazów i wszystkie miały taki sam „kwiatek” na czubku. Zaczęliśmy podejrzewać, że to niemożliwe, aby fala uderzeniowa wytworzyła w niejednorodnej skale 6 egzemplarzy stożków o identycznie spłaszczonych wierzchołkach o średnicy około 1,4 cala.

Zaczęliśmy więc pytać o zdanie badaczy zajmujących się meteorytami, strukturami uderzeniowymi, paleontologią i techniką górniczą. Nasi korespondenci byli zgodni co do jednego: że nikt stąd do Wiednia czegoś takiego nigdy nie widział. Po takim stwierdzeniu respondenci dzielili się na zwolenników jakiegoś rodzaju biologicznych form, takich jak skamieniały, pomarszczony koral (tych było najwięcej), na twierdzących, że to prawdziwy stożek uderzeniowy



Fig. 5. Nasz pierwszy „tajemniczy stożek” odnaleziony w Glover Bluff. Jest to duży, stożkowy, prążkowany kamień, który ma wiele cech stożków uderzeniowych, ale jest wytworem eksplozji wywołanej przez człowieka. Zdjęcie autora.

z odłamanym wierzchołkiem, że to szczególnego rodzaju skała osadowa, lub że to jakiś wytwór prac górniczych w kamieniołomie. Ci ostatni, jak się okazało, mieli rację. Chociaż wszystkie te domniemania mogły być prawdziwe, to fakt, że wszystkie nasze okazy miały „kwiatki” o tej samej średnicy wskazywał na działanie człowieka.

Fig. 7 przedstawia okaz gwiazdzystego wiertła. Ten egzemplarz został wykonany przez Timken Company z hartowanej stali i ma średnicę 1,375 cala z czterema promienistymi rowkami i centralnym otworem dla doprowadzania cieczy chłodzącej. Takie wiertła stosowano do twardych skał. Pracowały one łącząc ruch obrotowy i uderzenia. Wiertło najpierw uderzało w skałę, potem obracało się nieco i ponownie uderzało. W miejscowym muzeum górnictwa zrobiliśmy próbę ze starym wiertłem gwiazdzystym, które nie było na wystawie. Po kilku minutach pracy doświadczony górnik zdołał wykuć ręcznie w kawałku dolomitu wzór bardzo podobny do naszego „kwiatka”. Po tym pokazie nasza teoria zyskała solidne podstawy: nasze tajemnicze stożki powstawały u podstawy otworów wiertniczych, które potem wypełniano trotylem, aby odłupać skały. Pozostały jednak dwie poważne wątpliwości. Po pierwsze nikt z naszych rozmówców nigdy nie takiego nie widział, chociaż pytaliśmy górników z wieloletnim doświadczeniem, pracowników kamieniołomu czy nauczycieli w szkole górnictwa. Po drugie, wśród badaczy struktur uderzeniowych dominowało przekonanie, że żadne konwencjonalne wybuchy nie są w stanie wytworzyć dostatecznych ciśnień, aby powstały stożki uderzeniowe (choć stożki

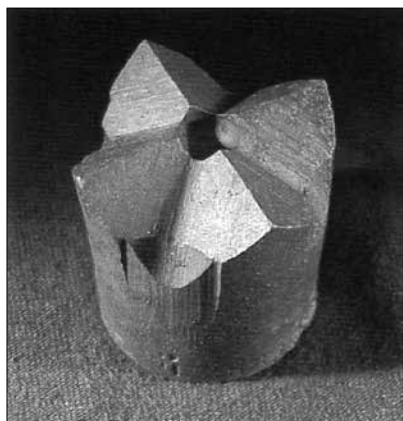


Fig. 7 Gwiazdźiste wiertło wykonane z hartowanej stali wykorzystywane do wierceń w twardych skalach.

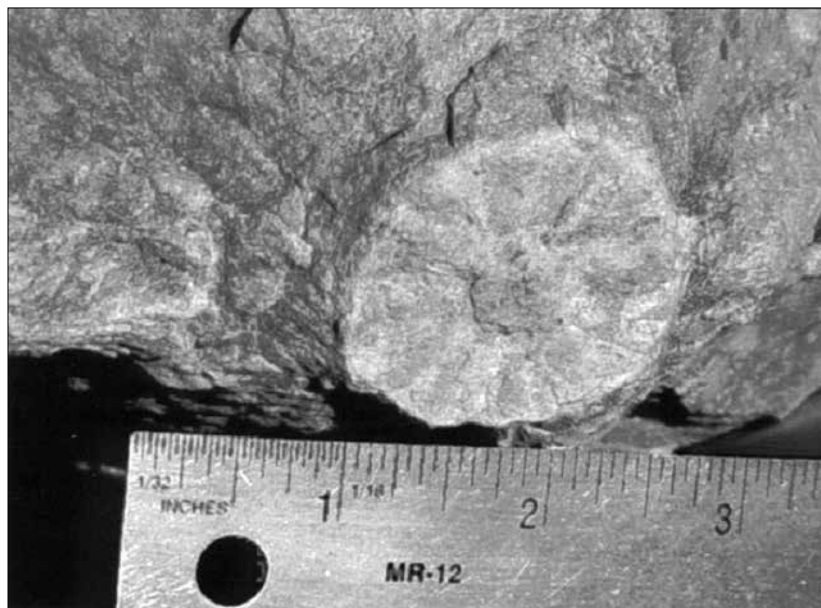


Fig. 6. Zbliżenie „kwiatka” na wierzchołku tajemniczego stożka. Ten utwór powstał na dnie odwiertu strzelniczego w kamieniołomie Glover w wyniku usunięcia reszty skały wokół „kwiatka” przez eksplozję ładunku trotylu. Zdjęcie autora.

znajdowano w miejscach próbných eksplozji jądrowych — zob. Fig. 8).

Uznaliśmy zagadkę identycznych stożków za rozwiązana, po odnalezieniu zdjęcia, które w 1968 roku opublikował Robert Dietz. Zdjęcie to przedstawia Fig. 9 i Dietz nazywa to „stożkiem TNT” znalezionym w kamieniołomie. W swojej pracy podaje on różnice między prawdziwymi stożkami uderzeniowymi a tymi tak zwanymi „prymitywnymi stożkami”, podkreślając fakt, że prawdziwy stożek łatwo rozpoznać dzięki gęsto rozmieszczonemu, delikatnemu prążkowaniu.

Tak więc kilka popołudni spędzonych na poszukiwaniu kamieni w jednym ciekawym miejscu niemal „za płotem” wprowadziło nas w badania, które w końcu objęły cały glob. Zaczęliśmy także doceniać fakt, że stożek uderzeniowy — tajemniczy ślad opowiadający o dawnym uderzeniu meteorytu — jest równie fascynujący jak jego partner: sam meteoryt.

Literatura:

Bunch T.E. & Quaide W.I. (1968) Shatter Cones in the Danny Boy Nuclear Crater; from *Shock Metamorphism of Natural Materials* (1968, French B.M. & Short N.M. eds.)

Dietz R.S. (1968) Shatter Cones in Cryptoexplosive Structures; from *Shock Metamorphism of Natural Materials* (1968, French B.M. & Short N.M. eds.)

Ekern G.I. & Thwaites F.T. (1930) The Glover Bluff Structure, a Disturbed Area in the Paleozoics of Wisconsin; *Transactions of the Wisconsin Academy of Science and Arts*, vol. 25.

French B.M. (1998) Traces of Catastrophe; *LPI pub. 954*

Read W.F. (1983) Shatter Cones at Glover Bluff, Wisconsin; *Meteoritics*, vol. 18, no 3.

Sharpton V.I. & Grieve R.A.F. (1990) Meteorite impact, cryptoexplosion and shock metamorphism; A perspective on the evidence at the K/T boundary; *GSA Special Paper 247*

mw



Fig. 8. Stożek uderzeniowy będący dziełem człowieka. Ma on wszystkie cechy prawdziwego stożka uderzeniowego z miejsca uderzenia meteorytu, ale został wytworzony przez stosunkowo małą próbną eksplozję jądrową w latach sześćdziesiątych. Fot. Bunch i Quaide.



Fig. 9. Odpowiedź na nasz tajemniczy stożek przedstawiona na zdjęciu opublikowanym przez Roberta Dietza w 1968 roku i nazwana przez niego stożkiem TNT. Fot. R.S. Dietz.

Kiedy meteoryt spotyka samochód

Oscar A. Turone

tłum. Magdalena Pilska-Piotrowska

(Artykuł z kwartalnika METEORITE Vol. 7 No. 1. Copyright © 2001 Pallasite Press)

O 9:00 rano, 29 września 1938 roku, meteoryt ważący 1,7 kg spadł w Bendl, w Illinois, USA. Trafił w garaż Eda McCaina, przebił dach i spadł na jego Pontiac. Było to tak niecodzienne wydarzenie, że część pojazdu została umieszczona na wystawie w Field Museum of Natural History w Chicago. Można ją nadal zobaczyć spoczywającą w obszernej gablocie.

W konsekwencji, firmy ubezpieczeniowe zaczęły brać pod uwagę szkody wyrządzone przez „upadek meteorytów”. Obecnie polisa ubezpieczeniowa samochodu w Argentynie zawiera następującą klauzulę:

Warunki ogólne – Rozdział B – Uszkodzenia pojazdu objęte ubezpieczeniem.

Ubezpieczyciel wypłaci odszkodowanie ubezpieczonemu w wypadku materialnych szkód doznanych przez pojazd będący przedmiotem ubezpieczenia, spowodowanych bezpośrednio lub pośrednio przez ogień, wybuch, uderzenie pioruna lub przewrócenie; zarówno będący w ruchu, jak też holowany czy zaparkowany, na powietrzu lub w garażu, lub podczas transportu lądowego, lotniczego czy wodnego.

Ubezpieczenie obejmuje także uszkodzenia samochodu spowodowane przez meteoryt, trzęsienie ziemi, wybuch wulkanu; tornado, huragan lub cyklon, burze gradowe, powódzie itp.

Bendl nie był jedynym przypadkiem i jeden z podobnych miał miejsce 9 października, 1992, o 7:50 wieczorem w

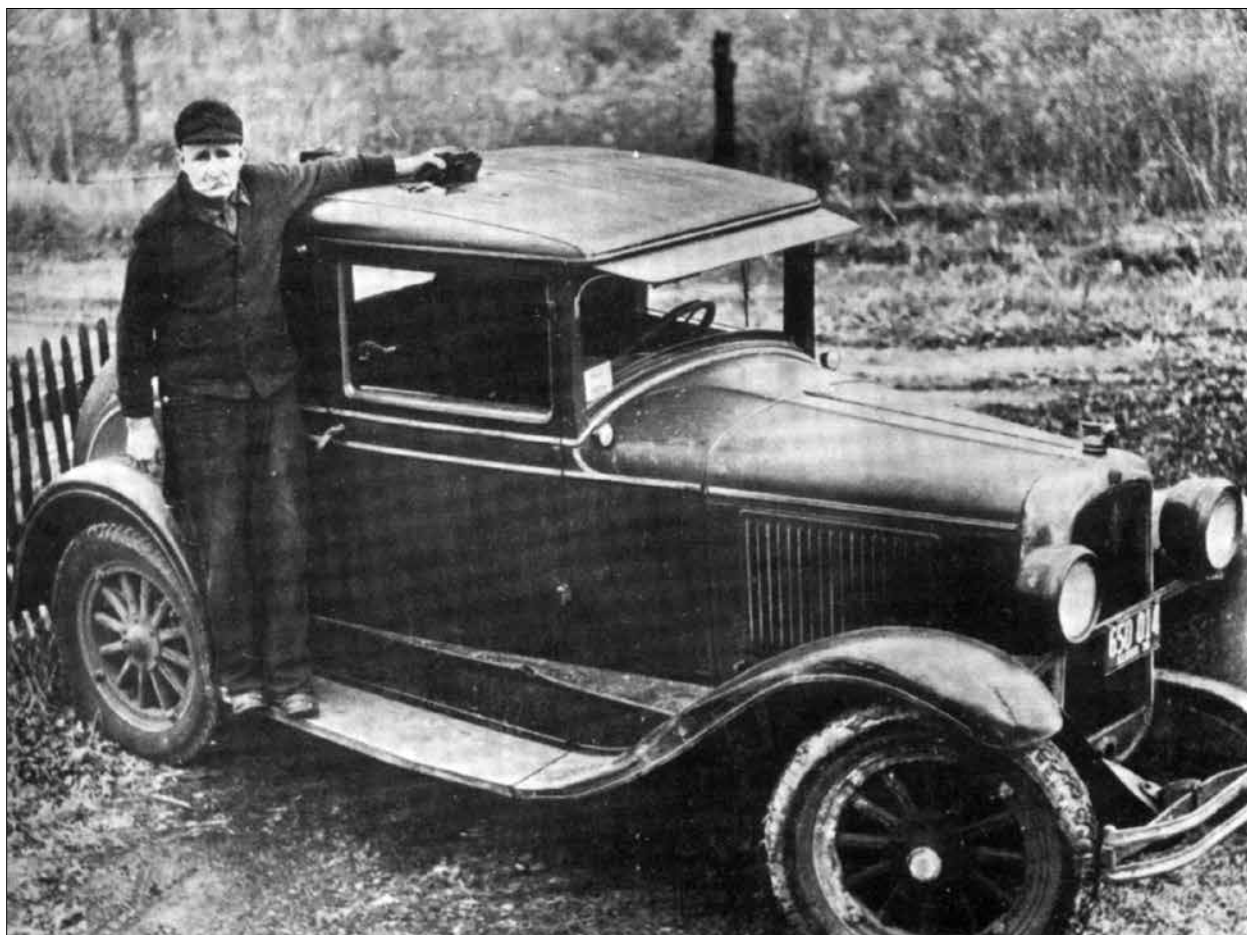
Peekskill, w stanie Nowy Jork. Meteoryt o wadze 12,4 kg uderzył w bagażnik Chevroleta Malibu z 1982 roku, należącego do Michelle Knapp.

Podobny wypadek zdarzył się w Neagari w Japonii, gdzie o poranku 18 lutego 1995 roku meteoryt uderzył w bagażnik Subaru należącego do K. Sasatani. Tym razem zebrano łącznie 420 g chondrytu typu L6.

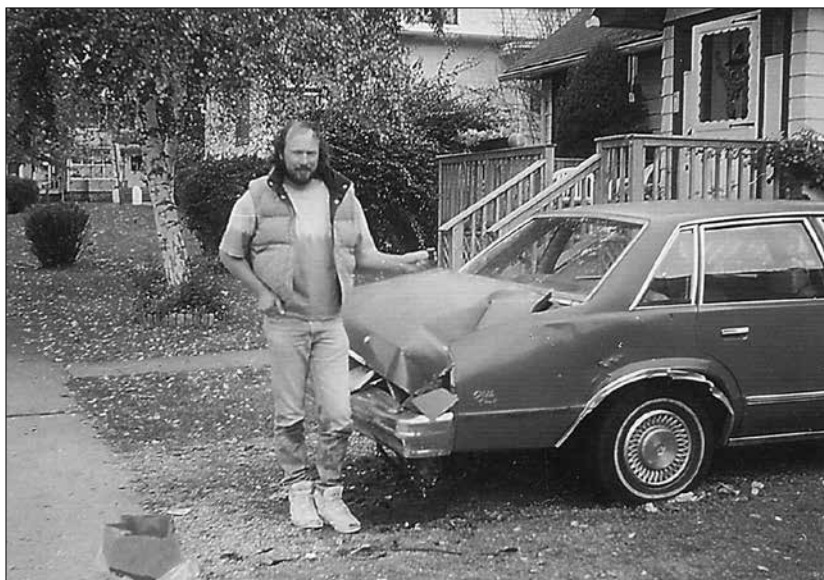
Znane mi są inne podobne wypadki samochodowe, a mianowicie:

- West Florissant Avenue, St. Louis, Missouri, USA. Meteoryt kamienny o masie 1 kg uderzył w samochód 10 grudnia 1950 roku o 22:07. Chondryt oliwinowo-bronzytowy (H4).

- Barwell, Leicestershire, Anglia, 24 grudnia 1965 roku, godz. 16:20. Fragment o masie 3 kg uderzył w sa-



Meteoryt Bendl i Pontiac Eda McCaina.



Słynny Chevrolet Malibu uderzony przez meteoryt Peekskill. Zdjęcie udostępnił Ray Meyer (stoi przy samochodzie).

mochód na podjeździe domu zwanego Brind Lea. Meteoryt kamienny. Chondryt oliwinowo-hiperstenowy (L6).

- Louisville, Jefferson County, Kentucky, USA, 31 stycznia 1977 roku, godz. 15:30. Jeden z czterech fragmentów uderzył w samochód. Meteoryt kamienny. Chondryt oliwinowo — hiperstenowy (L6).

Powinno się dodać do polis ubezpieczeniowych jeszcze jeden punkt: spadek „sztucznego meteorytu”, czyli kawałka „kosmicznego złomu”, który lata ponad naszymi głowami. Oczywiście w 1938 roku nasze niebo nie było zanieczyszczone, i takie wydarzenia nie były brane pod uwagę.

Jako dowód przedstawiam kilka wydarzeń. 25 sierpnia 1975 roku, o godz. 18:15, fragment radzieckie-

go sztucznego satelity spadł w Los Corrales, Entre Rios, Argentyna. W lutym 1991 roku, gdy resztki stacji orbitalnej Salut 7/Kosmos 1686 spadły w Argentynie, jedna z nich uszkodziła dom Dalii Palazzo. Parę lat później spadający Mars 96 w Salta, rozsiał nad tą piękną argentyńską prowincją śmiertelną dawkę (180g) radioaktywnego plutonu. Podobne zdarzenie miało miejsce w Kanadzie. Różne badania wskazują, że te „sztuczne meteoryty”, obecnie okazjonalne, staną się liczniejsze w niedalekiej przyszłości. Dlatego, firmy ubezpieczeniowe... strzeżcie się.

Podziękowania: Pragnę podziękować za pomoc Phillipowi Bagnallowi i Masako Shima.



Subaru (japońska nazwa gromady gwiazd Plejady) i meteoryt Neagari. Zdjęcie udostępnił Masako Shima.

Tatahouine i ALH 84001

tlum. Magdalena Pilska-Piotrowska

(Notatka z kwartalnika
METEORITE Vol.7 No.1.
Copyright © 2001 Pallasite Press)

Jedną z głównych wątpliwości, czy przypominające skamieniałości formy, znalezione w marsjańskim meteorycie ALH 84001, można uznać za pozostałości dawnych żywych organizmów, był ich zbyt mały rozmiar. Obecnie francuski zespół, Ph. Gillet i in. w *Earth & Planetary Sci. Lett.* 175, 2000, 161-167, napotkał na dowód świadczący, że formy życia mogą występować w nanometrowej skali. Badając meteoryt Tatahouine przy użyciu różnych technik analitycznych, odnaleźli oni szczątki prawdziwych skamieniałych bakterii o nanometrowych rozmiarach. Według autora, „Nowe obserwacje i eksperymenty mikrobiologiczne wskazują, że formy nanobakterii zaobserwowane w produktach wietrzenia meteorytu Tatahouine są rzeczywiście prawdziwymi bakteriami.” Ponadto, ich badania, „...pokazują, że formy bakteryjne o średnicy mniejszej niż 100 nm mogą rzeczywiście reprezentować prawdziwe bakterie lub ich szczątki ... Małe szczątki bakteryjne o rozmiarach poniżej 50 nm średnicy i 200 nm długości, uwięzione w minerałach z meteorytu Tatahouine, reprezentują najmniejsze dotychczas opisane skamieniałości. Niektóre z „nano-obiektów” opisane w meteorycie ALH 84001, posiadają rozmiary porównywalne z tymi obserwowanymi w meteorycie Tatahouine (np. 200–600 nm długości i 40–60 nm średnicy). Nie przesądzając kwestii ich biologicznego pochodzenia, powoływanie się na rozmiar, jako argument przeciw obecności domniemyanych szczątków życia (marsjańskiego lub ziemskiego pochodzenia) w meteorycie ALH 84001 nie jest już uzasadnione w stosunku do tych obiektów.”

Źródło australoazjatyckich tektytów?

Michael Paine

tłum. Magdalena Pilska-Piotrowska

(Artykuł z kwartalnika METEORITE Vol. 7 No. 1. Copyright © 2001 Pallasite Press)

Wstęp

Jedną z przeszkód we wzroście publicznej świadomości ryzyka zderzenia z planetoidą lub kometa jest brak niezbitych dowodów niedawnych wielkich zderzeń. Dlatego zwrócił moją uwagę artykuł w wydaniu *Science* z marca 2000 roku. W wykopaliskach archeologicznych w południowych Chinach, niedaleko miasteczka Bose, znaleziono kamienne narzędzia w pokładach zawierających australoazjatyckie tektyty (Yamei i in. 2000). Poszukiwacze znaleźli również ślady spalonych zdrewniałych roślin, rozległych zniszczeń lasu i ekspozycji „wybrukowanej powierzchni”, skąd ziemia została wymyta. Sugerowali oni, że zniszczenia były spowodowane przez wydarzenie, w wyniku którego powstały tektyty — a mianowicie uderzenie wielkiego meteorytu w Indochiny (Wietnam, Laos, Tajlandia i Kambodża). Jest to ciągle w sferze domysłów (i kontrowersji), ale jeśli zostanie udowodnione, może dodać kluczowy kawałek układanki, która powinna w końcu udowodnić pochodzenie australoazjatyckich tektytów. Mogłoby to pomóc określić wielkość tego wybuchowego zdarzenia.

Ten artykuł opisuje moje starania,



Mapa Indochin przedstawiająca miejsca wymienione w artykule.

aby dowiedzieć się więcej o zjawisku, które wytworzyło australoazjatyckie tektyty i zawiera spekulacje na temat globalnych konsekwencji tego wydarzenia.

Australoazjatyckie tektyty

Większość tektytów to szklane paciorki lub kulki, które powstają poprzez wyrzucenie materiału stopionego przez uderzenie dużej planetoidy lub komety. Przez lata naukowcy badali australoazjatycki obszar rozrzutu tektytów, który rozciąga się od Chin po Australię, a także wschodnie rejony Oceanu Indyjskiego. Dowody wskazują na uderzenie w Indochiny około 800 000 lat temu (Schmidt i in. 1993, Hartung i Koeberl 1994, Schnetzler i Mchone 1996, Howard i in. 2000, Glass 1999). Jednak krater po tym uderzeniu wciąż trudno odnaleźć.

Pracując nad geograficznymi zmianami koncentracji tektytów, Glass i Pizzuto (1994) ocenili, że średnica krateru uderzeniowego wynosi od 32 km do 114 km. Nie rozważali oni charakteru ciała, które spadło. Jeżeli była to kamienna planetoida poruszająca się z prędkością 22 km/s, to jej średnica mieściłaby się w granicach 2 do 5 km. Wcześniejsze oceny na podstawie koncentracji irydu sugerowały, że średnica krateru wynosi niecałe 20 km (Schmidt, Zhou i Wasson 1993), lecz późniejsze oceny są prawdopodobnie bardziej zbliżone do rzeczywistości.

Wydaje się to niezwykle, że taki duży „świeży” krater nie został odnaleziony lecz porównanie ilości znanych kraterów z oczekiwanym natężeniem spadków sugeruje, że wiele starych kraterów nie zostało odkrytych (Lewis 1999). Jest możliwe, że krater w Indochinach jest zupełnie zerodowany lub pokryty przez grube osady — prawdopodobnie w delcie Mekongu. Jednakże niepewna sytuacja polityczna i wojskowa na tych terenach nie pozwalała na geologiczne ekspedycje.

Hartung i Koeberl (1994) badali

region w północnej Kambodży niedaleko jeziora Tonle Sap (znanego także jako Tonle Sab). Wskazali oni na możliwość, że jezioro o rozmiarach 100 km na 35 km może być kraterem. Przedstawili argumenty za i przeciw tej hipotezie i wywnioskowali, że „wiele cech jeziora i basenu Tonle Sap jest zgodnych z hipotezą, że jest to krater źródłowy... ale potrzebne są dalsze badania.”

Schnetzler i Mchone (1996) badali kilka regionów w Laosie, poszukując źródeł tektytów. Wniosek był taki „żadnych widocznych oczywistych dowodów na pozaziemskie spadki [kratery]”.

Howard z kolegami (2000) badał miejsca w północno-wschodniej Tajlandii w pobliżu miasta Khorat, szukając środowiskowych następstw dużego spadku. Znaleźli oni skamieniałe drzewa o pniach dochodzących do 2 metrów średnicy „roztraskane, pozbawione gałęzi, połamane, wyrwane z korzeniami i wypalone” oraz ślady katastrofalnej powodzi. Piszą, że badany teren jest położony „ok. 400 km na zachód od obszaru, gdzie najliczniej występują uwarstwione tektyty, wielu uważa, że ten teren jest bliski centrum uderzenia”.

Povenmire, Liu i Xianlin (1999) donoszą o kilku nowych znaleziskach australoazjatyckich tektytów w Chinach w pobliżu regionu Bose. W połączeniu z niepotwierdzonymi wzmiankami o tektytach występujących jakieś 1000 km dalej na północ w prowincji Ganzu, proponują, że cały ten obszar rozrzutu może stanowić ponad 30% powierzchni Ziemi. „Australoazjatyckie wydarzenie musiało być o wiele rozleglejsze niż przypuszczano pierwotnie. Prowadzi nas to ponownie do najbardziej podstawowego pytania, gdzie znajduje się ten 100 km krater?”

Dass i Glass (1999) przebadali inkluzje mineralne w tektytach australoazjatyckich typu Muong Nong i ogłosili, że wstępne dane zgadzają się

z lokalizacją krateru w południowym Laosie lub na terenach sąsiadujących. Następnie Glass (1999 i 2000) opisał dalsze badania cyrkonów w tektytach. Stwierdził, że są potrzebne dodatkowe badania w celu wyznaczenia południowej, geograficznej granicy występowania metamorfizmu szokowego w tektytach i dzięki temu położenia źródłowego krateru (na podstawie innych obszarów rozrzutu, Glass przypuszcza, że metamorfizm szokowy w tektytach wzrasta wraz z odległością od źródłowego krateru).

Regionalne środowiskowe następstwa spadku

W ostatnich latach przeprowadzono znaczące badania środowiskowych następstw uderzenia dużego meteorytu (Toon i in. 1997). Większość tej pracy wymagała modeli komputerowych. Pomimo, że dane o wielkich zderzeniach stopniowo stają się coraz bardziej dostępne (np. — badania dotyczące krateru Chicxulub i zderzenie komety Shoemaker-Levy 9 z Jowiszem), to modelowanie zjawiska nadal należy traktować jako nieco spekulatywne.

Wnioski ze zniszczeń w Bose

Jeśli przyjmiemy, że miejsce uderzenia dla upadku Indochińskiego znajdowało się w okolicach północnej Kambodży, to Bose jest około 1200 km na północ. Dlatego, aby spowodować obserwowane w Bose zniszczenia lasu, potrzebne by było uderzenie kamiennej planetoidy o średnicy 5 km. Opiera się to na obliczeniach, że takie zderzenie wytworzyłoby falę uderzeniową (ok 7 kPa nadciśnienia) zdolną powalić drzewa odległe o 1100 km od miejsca uderzenia. Trzeba podkreślić, że konieczne są dalsze badania, aby precyzyjnie wyznaczyć moment zderzenia i moment zniszczenia lasu w Bose i powiązać te wydarzenia, aby uzasadnić powyższe przypuszczenia.

Uderzenie ciała tej wielkości utworzyłby przejściowy krater o średnicy 40 km, który opadłby tworząc strukturę pierścieniową o średnicy 100 km. Jest to w zgodzie z obliczeniami Glass'a i Pizzuto'a, opartych na rozprzestrzenieniu tektytów.

Sugestia, że lasy Bose zostały podpalone przez wyrzucone odłamki (w efekcie przez ciepło promieniujące od milionów meteorów — Toon 1997)

podtrzymuje tę hipotezę. Taki efekt wystąpiłby w promieniu 5000 km po uderzeniu planetoidy o rozmiarach 5 km, ale ograniczyłby się do 600 km, gdyby w Ziemię uderzyła planetoida o rozmiarach 2 km. Zauważmy jednak, że ten region jest narażony na częste wyniszczające pożary lasów, więc powiązanie tego ze zjawiskiem uderzenia może być bardzo wątpliwe. Alternatywną możliwością wobec zapalenia w wyniku rozrzuconych odłamków, jest możliwość, że spadający obiekt poruszał się pod bardzo małym kątem i mógł narażać pas ziemi na intensywne promieniowanie ciepłe przed zderzeniem (Lewis 1999).

Można oczekiwać regionalnego wyginięcia roślin i zwierząt lecz jest to region, w którym można również oczekiwać szybkiego odrodzenia poprzez regenerację i migrację.

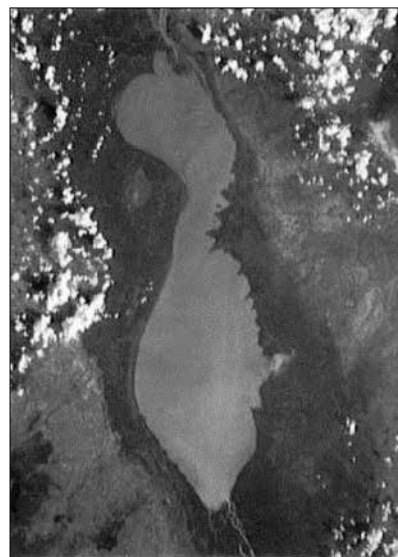
Współczesna analogia

Gdybyśmy przenieśli miejsce domniemanego zderzenia indochińskiego do San Francisco, to przy zachowaniu odpowiednich proporcji:

- Krater miałby rozmiary Zatoki San Francisco;
- Gigantyczne sekwoje z Sequoia National Park, znajdujące się ok. 400 km na wschód, byłyby powalone i spalone (odpowiednik regionu badanego przez Howarda i in.)
- 1200 km dalej na północ, w stanie Waszyngton, w regionie wulkanu St Helens obserwowaloby się zniszczenia porównywalne ze skutkami wybuchu tego wulkanu w 1980r. (odległość porównywalna do regionu Bose).

Globalne środowiskowe następstwa upadku

Gdyby kamienna planetoida o średnicy 5 km uderzyła w Indochiny 800 000 lat temu to pył, sadza i tlenki siarki rozprzestrzeniłyby się wokół globu w ciągu dni i przemieniły dzień w noc. Nawet na tropikalnych terenach zapanowałyby mrozy. Minęłyby miesiące, a może i lata, zanim mogłaby ponownie zachodzić fotosynteza. Dodatkowym nieszczęściem dla, usiłującego przetrwać, życia byłoby zniszczenie powłoki ozonowej, wskutek czego, po oczyszczeniu nieba z pyłów, promieniowanie UV byłoby śmiertelnie niebezpieczne. Po oczyszczeniu nieba mogłoby wystąpić umiarkowane ogrzewanie w wyniku



Jeziro Tonle Sap w Kambodży. Fot. NASA.

efektu cieplarnianego. Niezależnie od tego przez lata pogoda byłaby poważnie zaburzona, co prowadziłoby do ekstremalnych susz i powodzi.

Pomimo poważnych skutków dla życia wynikających ze skrajnych zmian środowiskowych wygląda na to, że byłoby mało długotrwałych śladów tego wydarzenia na Ziemi. Zależnie od składu spadającego obiektu i charakteru zderzenia, powłoka irydu i inne wskaźniki zderzenia powinny być widoczne w lodowcach, osadach oceanicznych, osadach jezior i skamieniałych rafach koralowych (Schmidt 1993). Prawdopodobnie problemem jest to, że jest to bardzo trudny okres do datowania, przekraczający zasięg wielu technik datowania ale nie wystarczająco stary dla innych technik. Zjawisko, które wytworzyło tektyty, było różnie datowane między 770 000 a 800 000 lat temu. W niedawnej publikacji Lee i Wei (2000) wykorzystali dwa wiercenia w dnie morza i określili wiek tektytów na 793 000 lat. Oni także oszacowali, że średnica krateru zawierała się między 90 a 116 km.

Bardzo surowy zimny okres był prawdopodobnie za krótki, aby został odnotowany w zapisach paleoklimatycznych (i mógł być przerywany krótkotrwałymi okresami ocieplenia spowodowanego przez efekt cieplarniany). Dane prezentowane niedawno przez Rutherforda i D'Hondt'a (2000) w odniesieniu do cykli zlodowaceń w ciągu ostatnich 3 milionów lat nie ukazują wyraźnych fluktuacji temperatury 800 000 lat temu. D'Hondt ostrzega, że chociaż powszech-

nie twierdzi się, że przejście na 100 000-letnie cykle zlodowaceń nastąpiło około 700 do 800 tysięcy lat temu, to w rzeczywistości zaczęło się ok 1,5 miliona lat temu (prywatna korespondencja).

Podobnie, nie obserwuje się żadnych oznak przypuszczalnych zniszczeń życia na powierzchni spowodowanych czasową utratą powłoki ozonowej.

Gdyby takie uderzenie planetoidy miało miejsce obecnie, spowodowałoby setki milionów, a może miliardy zgonów, głównie przez zniszczenie rolnictwa i powszechny głód. (Paine 1999 i Garshnek 2000, Steel 2000). 800 000 lat temu nasi przodkowie, *Homo erectus*, przemierzali Afrykę i południową Azję. Ci, którzy przeżyli bezpośrednią falę uderzeniową i ciepłą powstałą w wyniku upadku, przez kilka lat musieli znosić niezwykle przykre globalne warunki. Gatunki, które potrafiły kontrolować i używać ogień były w dużo korzystniejszej sytuacji podczas tych ciemnych i zimnych miesięcy.

Upadek ten mógł przysłużyć się ludzkości w walce o przetrwanie.

Podziękowania

Na wdzięczność autorów za rady i komentarze zasłużyły następujące osoby: Andrew Glickson, Charles Schnetzler, Steven D'Hondt, Alan Harris, David Morrison, Jay Melosh i Peter Haines.

Skradziono meteoryty!

W Borken (Niemcy), 5 lutego 2001 roku, został okradziony kolekcjoner i znalazca chondrytu Ramsdorf. Oprócz głównej masy tego chondrytu (kilka fragmentów, w sumie ok. 4 kg) zginęły m. in. chondryty Homestead i Mocs, eukryt Macibini i mezosyderyt Mincy. Prawdopodobnie była to kradzież na zamówienie, gdyż skradziono tylko meteoryty i biżuterię.

Jeśli gdzieś będą oferowane meteoryty Ramsdorf, Macibini czy Mincy, będę wdzięczny za informację.

Rainer Bartoschewitz
Gifhorn, Niemcy



Następstwa eksplozji wulkanu Mt St Helens. Fot. USGS/Cascades Volcano Observatory.

Literatura

- Dass J.D., Glass B.P. (1999). Geographic variation in concentration of mineral inclusions in Muong Nong-type Australasian tektites: implications regarding the location of the Australasian tektite source crater, *30th Annual Lunar and Planetary Science Conference*.
- Garshnek V., Morrison D., Burkle F. (2000). The mitigation, management and survivability of asteroid/comet impact with Earth, *J. Space Policy* Vol. 16 213-222.
- Glass B.P., Pizzuto J.E. (1994). Geographic variation in Australasian microtektite concentrations: Implications concerning the location and size of the source crater, *J. of Geophysical Research* vol. 99, No. E9, 19075-19081.
- Glass B.P. (1999). Muong Nong-type Australasian tektites: implications regarding the parent material and source area, *Ninth Annual V.M. Goldschmidt Conference*, Massachusetts, August 1999.
- Glass B.P. (2000). Relict zircon inclusions in Muong Nong-type Australasian tektites: implications regarding the location of the source crater, *Proceedings of 31-st Lunar and Planetary Science Conference*.
- Hartung J., Koberl C. (1994). In search of the Australasian tektite source crater: the Tonle Sap hypothesis, *Meteoritics*.
- Howard K.T., Bunopass S., Burret C.F., Haines P.W., Norman M.D. (2000). The 770KA tektite producing impact event: evidence for distal environmental effects in NE Thailand, *Proceedings of 31-st Lunar and Planetary Science Conference*.
- Lee M.Y., Wei K.Y. (2000). Australasian microtektites in the South China Sea and West Philippine Sea: implications for age, size and location of the impact crater, *Meteoritics and Planetary Science*, vol. 35 1151-1155.
- Lewis J.S. (1999). *Comet and asteroid impact hazards on a populated Earth*, Academic Press.
- Paine M. (1999). Asteroid impacts: the extra hazard due to tsunamis, *Science of Tsunami Hazards*, vol. 17, No. 3.
- Povenmire H., Liu W., Xianlin I. (1999). Australasian tektites found in Guangxi Province, China, *30th Annual Lunar and Planetary Science Conference*.
- Rutherford S., D'Hondt S. (2000). Early onset and tropical forcing of 100000 year Pleistocene glacial cycles, *Nature*, Vol 408, 72-74.
- Schmidt G., Wasson J.T. (1993). Masses of the impactor, the Australasian tektites, and size estimates of the main source crater, *Meteoritics*, vol. 28. No. 3, 430.
- Schmidt G., Zhou L., Wasson J. (1993). Iridium in sediments containing large abundances of Australasian microtektites from DSDP hole 758B in the Eastern Indian ocean and from DSDP hole 769A in the Sulu Sea, *Proceedings of 24-th Lunar and Planetary Science Conference*.
- Schnetzler C.C., Mchone J.F. (1996). Source of the Australasian tektites: Investigating possible impact sites in Laos, *Meteoritics and Planetary Science*, No. 31 73-76.
- Steel D. (2000). *Target Earth*, Readers Digest Association Inc.
- Toon O., Morrison D., Turco R.P., Covey C. (1997). Environmental perturbations caused by the impacts of asteroids and comets, *Reviews of Geophysics*, vol. 35, No. 1, 41-78.
- Yamei H., Potts R., Baoyin Y., Zhengtang G., Deino A., Wei W., Clark J., Guangmao X., Weiwen H. (2000). Mid-Pleistocene Acheulean-like stone technology of the Bose Basin, South China, *Science*, vol 287 1622-1626.



Legenda pallasytu Glorieta Mountain

Geoffrey Notkin

(Artykuł z kwartalnika METEORITE Vol. 7 No. 1. Copyright © 2001 Pallasite Press)

Gdyby młody Steve Schoner (powiedzmy około roku 1970) zrobił spis rzeczy, których doświadczy poszukując pallasytu Glorieta Mountain, to lista mogłaby wyglądać mniej więcej tak:

Spotkania z dr H.H. Niningerem (liczne); testowanie w terenie nowych wykrywaczy metali (kilka); spadnięcie z urwiska, które omal nie zakończyło się tragicznie (jedno); spotkanie z czarnym niedźwiedziem (jedno); spotkanie z handlarzami narkotyków (jedno); spotkania z grzechotnikami (niezliczone); lata spędzone na poszukiwaniach (piętnaście); wyprawy na obszar rozrzutu (siedemdziesiąt).

Historia meteorytu Glorieta Mountain rozpoczyna się w 1884 roku na pewnym ranchu w dzikim i górzystym hrabstwie Santa Fe. Niejaki Charles Sponsler znalazł na skalnej półce, jakąś milę od stacji pocztowej Glorieta, trzy meteoryty ważące 67, 52 i 24 kg. Dr G.F. Kunz, mineralog z Nowego Jorku i rzeczoznawca kamieni szlachetnych w Tiffany & Co. opisał je w *American Journal of Science* z września 1885 roku. Kunz stwierdził, że są to sydereyty, ale szczególnie zainteresowały go małe, jubilerskiej jakości wtrącenia oliwiny w największym okazie „około 10 centymetrów kwadratowych... o barwie w niektórych przypadkach brązowawo złotej albo intensywnie żółtej, równie liczne jak w żelazie Pallasza.”

Harvey Nininger także zainteresował się Glorieta publikując pracę na temat tego meteorytu w tym samym czasopiśmie pięćdziesiąt pięć lat później. „Od 1926 roku”, pisał, „zachęcałem mieszkańców okolic Gloriety do rozglądania się za meteorytami.” Sam prowadził tam poszukiwania w 1937 i 1938 roku i jak napisał w *Out of the Sky*, nabył „jeszcze kilka brył zdradzających oznaki fragmentacji w powietrzu”. Przypuszczał, że podobnie jak Brenham, meteoryt Glorieta

był częściowo meteoritem żelaznym a częściowo pallasystem, i że „części bogate w kruche oliwiny zaginęły, a jedna z większych metalowych części ... była źródłem brył znalezionych przez Kunza.” To była istota sprawy. Niemal wszystkie znalezione okazy Gloriety były żelazne. Jeśli trzy meteoryty Kunza stanowiły główną masę meteorytu żelaznego, to gdzie była główna masa pallasytu?

W swych notatkach terenowych Nininger zapisał, że poszukiwania były „stymulowane przez coroczne wizyty... i odnaleziono dalsze okazy, w sumie dziewięć”. Wszystkie Nininger kupił od tamtejszych mieszkańców; sam nie znalazł żadnego. Wiele lat później Nininger wciąż wierzył, że główna masa pallasytu wciąż kryje się gdzieś w górach Gloriety i tak też mówił pewnemu nastolatkowi nazwiskiem Steve Schoner, który przyszedł na jedną z jego prelekcji w La Verne College, w Kalifornii, gdzieś w roku 1965.

Schoner, jeden z najmłodszych słuchaczy na sali, bombardował Niningera trudnymi pytaniami o pocho-

dzenie chondr i Nininger, na którym meteorytowa wiedza młodzieńca zrobiła wrażenie, zapoczątkował korespondencję, która przerodziła się w przyjaźń. W listach często tytułował swego zapalonego protegowanego „Dr Schoner”. Podczas studiów i pracy w Obserwatorium Lowella i potem, gdy był on strażnikiem w parku narodowym, kolekcja meteorytów Schonera rosła zarówno dzięki zakupom u Niningera i Glena Hussa jak i dzięki poszukiwaniom.

„Często rozmawiałem z Niningerem o Gloriecie i uzyskałem od niego informacje, które doprowadziły do znalezisk, kiedy wyruszyłem na poszukiwania” mówił Schoner, który sądził, że bryły badane przez Kunza umieścili na miejscu znalezienia Indianie lub poszukiwacze złota i nie zostały one rozbite przy zderzeniu z Ziemią. Koncepcję rozpadu w powietrzu poparł V.F. Buchwald, który w swym dziele „Handbook of Iron Meteorites” stwierdził, że „trzy największe bryły są orientowanymi całkowitymi okazami ze skorupą obtopieniową i regmagliptami”



Dr H.H. Nininger i młody Steve Schoner. Zdjęcie zrobiono w 1970 roku, gdy Nininger miał 83 lata.

i że wygląd ich powierzchni „zgadzał się z późnym rozpadem w atmosferze, tak późnym, że bryły te spadły blisko siebie.”

Skoło rozpadły się w locie i wylądowały na stosunkowo małym obszarze rozrzutu, to czy na pustyni czekają jeszcze inne okazy?

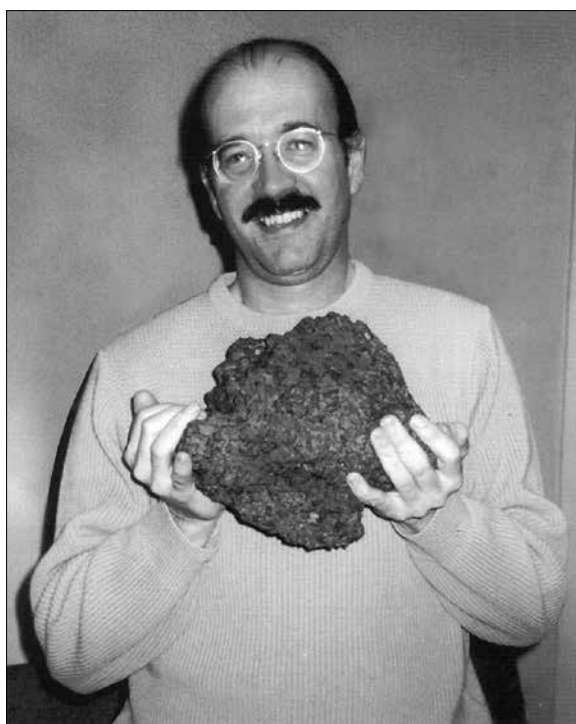
Z domu Schonera w Arizonie do obszaru spadku jest około 700 kilometrów. Pierwszy raz wyruszył on na poszukiwania 97 lat po znalezieniu meteorytów przez Charlesa Sponslera, ale nie znalazł niczego. Podobnie było podczas kolejnych wyjazdów przez cztery lata. Szukając samotnie od wschodu do zachodu Słońca w gorącym, nieruchomym powietrzu nieraz przez trzy tygodnie bez przerwy, przemierzając górzysty, niebezpieczny teren Steve odbył siedemdziesiąt takich wypraw.

Gdy wreszcie udało się znaleźć pierwszy meteoryt, był to okaz ważący 39 gramów odnaleziony przy pomocy wykrywacza Garreta ADS3. Jak mówi Schoner „na dzisiejsze czasy jest to zabytek, ale wciąż go mam. Lubię go za zdolność ignorowania gorących kamieni (ziemskich kamieni dających sygnał w wykrywaczu — przyp. red.). Koło Los Alamos jest kaldera starego wulkanu, z której wylatywały różne bardzo dziwaczne kamienie, dzięki czemu ten teren jest ciekawy pod względem geologicznym, ale dla poszukiwacza meteorytów jest to koszmarny.”

Kilka znalezisk nie wymagało nawet wykrywacza. „Zobaczyłem okaz 1,592 kg wystający z ziemi na cztery czy pięć cali, przypominający wyglądem szczękę krowy. Choć nie jest to największy okaz, to jest to najlepiej zachowany meteoryt, jaki tam znalazłem.” Schoner znalazł także kilka małych pallasytów — odłamki, które oderwały się od większej bryły. To właśnie przekonanie o istnieniu tej większej bryły skłaniało go do wracania tam każdego roku.

Letnie upały w górach Gloriety sprawiają, że jest tam duszno i trudno oddychać. Wokół roi się od kleszczy i grzechotników. Do plecaka Schoner zabiera zawsze dwa galony wody, która jak mówi, jest dla niego tym,

czym paliwo dla samochodu. Bez niej daleko nie zajdziesz. Po całodziennych poszukiwaniach są one jednak puste. „Nie ma miejsca na błędy. Wychodzę daleko i jest to dość niebezpieczne. Jeśli zostaniesz ranny, musisz umieć doczłapać się z powrotem.” I rzeczywiście musiał. Po utracie oparcia dla stopy na zboczu góry Schoner spadł i uratował się tylko dzięki temu, że udało mu się złapać za drzewo na skraju ponad dwudziestometrowego urwiska. Wykrywacz został zniszczony, a Steve skrzył nogę tak mocno, że musiał ją unieruchomić przy pomocy gałęzi i sznurowadła i z trudem dokuśtykał do obozowiska. Leczenie trwało cały rok, ale



Steve Schoner ze znaną przez siebie główną masą pallasytu Glorieta Mountain. Fot. Harald Stehlik.

z tej wyprawy przywiózł 1,035 kg meteoryt ze śladami oliwiny.

Nocnymi gośćmi w górach Gloriety były zwykle jelenie i kuguary, ale spokój okolicy zakłóciły pewnego razu światła i szum silników w niedalekim łózysku strumienia. Wiedząc, że zauważenie go może oznaczać śmierć Schoner czekał bez ruchu w ukryciu, aż ekipy dwóch samochodów terenowych zakończą przeładunek narkotyków.

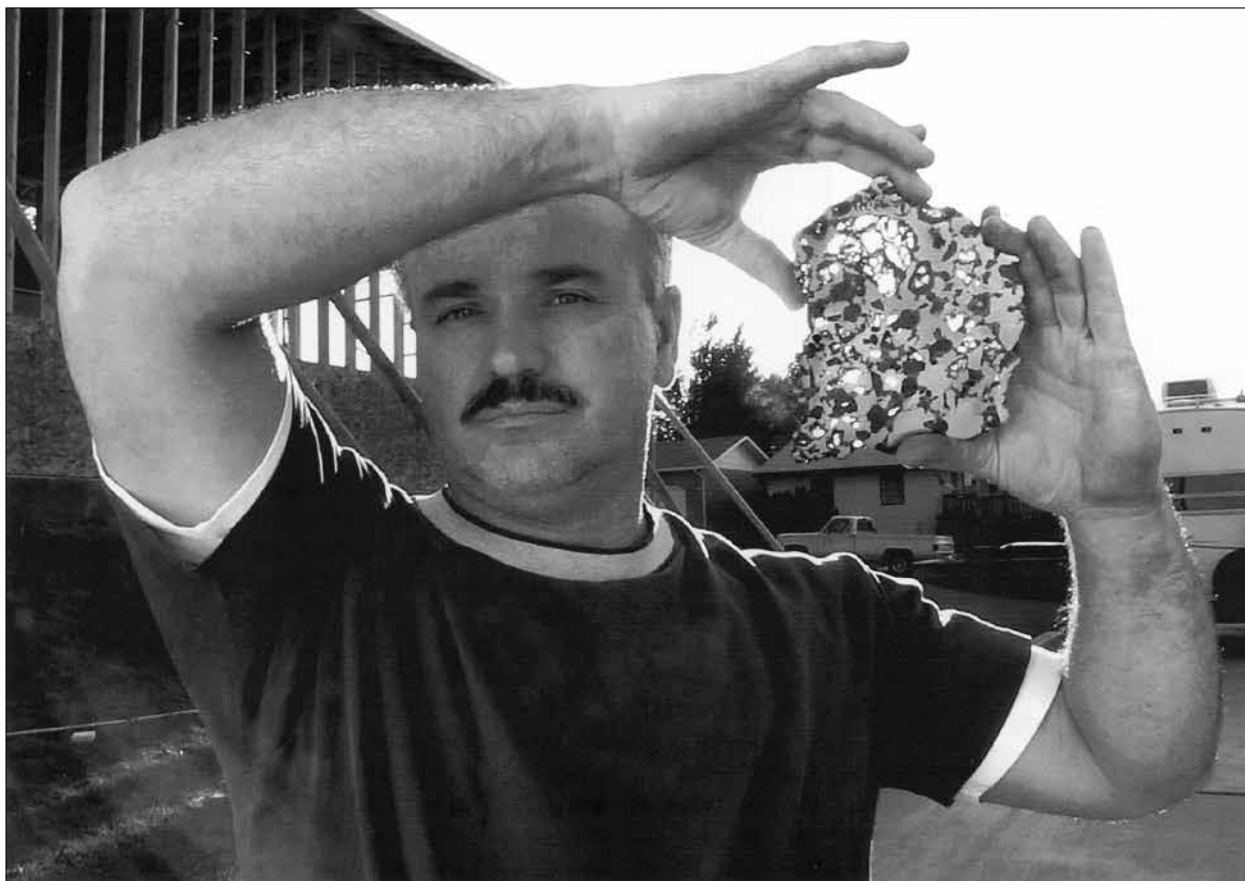
W dzień mogło być jeszcze bardziej niebezpieczne: „Zawsze noszę broń ze sobą. Pewnego razu zobaczyłem czarnego niedźwiedzia. Był naprawdę duży. Znajdowałem się na grani. Niedźwiedź zobaczył mnie i pognął w górę zbocza w moją stronę. Pomyślałem sobie: „O,

to coś potrafi biegać.” Obawiając się, że będzie musiał strzelać, Schoner stał nieruchomo, a niedźwiedź zbliżył się na jakieś trzydzieści metrów, zatrzymał się i wiercił się w miejscu czekając. Z pistoletem gotowym do strzału i pewnością, że tylko trafienie w łeb może zatrzymać zwierzę, Schoner powoli odłożył wykrywacz, podniósł dwa kamienie i uderzał nimi o siebie, aż niedźwiedź wystraszył się i uciekł.

Znacznie częściej dni mijały Schonerowi w ciszy i spokoju. Koncentrował się na poszukiwaniach tak, że zdawało mu się czasem, że jeśli skupi się na tym i nie będzie myślał o niczym innym, to w jakiś tajemniczy sposób trafi do tego, czego szuka. „Mam przed oczami obraz tego, czego szukam i ten obraz mobilizuje mnie do poszukiwań przez cały dzień. Wykrywacz jest tylko narzędziem, takim jak młot czy różdżka w ręku różdżkarza. W ręku kogoś, kto umie się z tym obchodzić, potwierdza, że jesteś nad celem. Do znalezienia meteorytu potrzeba jednak czegoś więcej. Doświadczeni poszukiwacze mówią, że wykorzystują wewnętrzny zmysł; przecucie, że jest to na tym zboczu, a nie na tamym.”

Tak też było pewnego ranka w piętnastym roku poszukiwań. Schoner dopiero co przyjechał na obszar rozrzutu i zamierzał przetestować prototypowy wykrywacz Wilsona. Przez piętnaście minut chodził niedaleko samochodu, tam gdzie dotąd niczego nie znalazł, zaciekawiony, co ten wykrywacz potrafi. Jego

uwagę zwróciło niewielkie zagłębienie, może z półtora metra średnicy, przypominające dół po wyrwaniu drzewa z korzeniami. Po dojściu do zagłębienia wykrywacz zaczął sygnalizować, że jest tam coś dużego. Odczyt wskazywał na obiekt kilka stóp przed nim na głębokości około trzech stóp. Schoner był zdumiony natężeniem sygnału. Zaczął ostrożnie kopać spodziewając się znaleźć jakąś oś, albo kołpak. Grunt był bardzo miękki i pozbawiony większych kamieni. Bez trudu wykopał nieduży dołek, na dnie którego znalazł obiekt o nieregularnym kształcie ze sterczącym ku górze wybrzuszeniem, zupełnie jak „wydłużone, pryzmatyczne fragmenty” opisane przez Buchwalda.



Marlin Cilz z Montana Meteorite Laboratory ze stanowiącą pełny przekrój płytą Gloriety, którą odciął. Fot. Odasan Macovich.

Z bijącym coraz szybciej sercem Schoner odgarnął więcej ziemi starając się ocenić wielkość obiektu i zaczął się denerwować: *Jakie to duże? Jak ja go wydostanę z Ziemi? Co będzie, jak nie dam rady zanieść go do samochodu?* Nawet po piętnastu latach zainwestowanych w Gloriety chciałby okazać trochę więcej cierpliwości. „Kopię bardzo ostrożnie. Nie staram się wyciągać okazji gwałtownie. Jeśli trzeba to robić cały dzień, aby go nie uszkodzić, to to robię. Dlatego zajęło mi to trochę czasu. Gdy trochę go poruszyłem, wiedziałem, że waży ponad 20 funtów. Wyciągnąłem znalezisko z ziemi, przeszedłem z dziesięć kroków i położyłem. Potem spojrzałem na dołek i stwierdziłem. »To jest mały krater. To jest miejsce, gdzie spadł meteoryt.«”

Schoner dźwignął bryłę i wciąż nie wiedząc dokładnie, co to jest, zaniósł do strumienia. Gdy zimna woda wymyła resztki ziemi i pyłu, załśniły plamki zielonego oliwinu. Niewątpliwie był to pallasyt. Znalezisko życia.

Nie od razu jednak Schoner podał do publicznej wiadomości fakt znalezienia bryły. „Przekonałem się, że po znalezieniu meteorytu nie warto tego rozgłaszać, bo inaczej wszyscy z rodzinami przyjadą tu kopać.” Dokładnie

przeszukał otaczający teren, ale nic większego już nie znalazł.

Schoner sprzedał już wiele małych okazów Gloriety (chyba ponad sto), aby sfinansować poszukiwania. Ważąc 20,2 kg bryła była zdecydowanie największą, jaką Schoner dotąd znalazł i ustępowała wielkością tylko meteorytom Sponslera z 1884 roku. Gdy jej istnienie stało się znane, chętnych do kupienia było wielu. Jednak Schoner sprzedawał wcześniej znalezione okazy według nietypowej zasady: kto kupił najwięcej, miał prawo pierwokupu nowych znalezisk. Największy znaleziony dotąd pallasyt (395 g) kupił Darryl Pitt, kustosz Macovich Collection w Nowym Jorku, i to jemu zaoferował Schoner swe wielkie znalezisko. „Wiele mówi to o człowieku, że potrafi dotrzymać słowa, mimo wszystkich ofert, jakie otrzymał”, mówi Pitt. Trudno w to uwierzyć, ale Pitt odkrył później, że kupiony przez niego wcześniej 395 g okaz idealnie pasuje do głównej masy, jak klucz do zamka.

Nastąpiła dłuższa wymiana korespondencji. Pitt był zainteresowany, ale chciał dowodu, że meteoryt nie jest na przykład przetransportowanym okazem Brenhama, albo tylko częściowo pallasytowy. Schoner zaproponował

pomysłowe rozwiązanie: pomiar ciężaru właściwego pozwoliłby określić stosunek oliwinu do metalu. Nie dysponując odpowiednim naczyniem pomiarowym i osiemdziesięcioma galonami wody destylowanej Schoner pożyczył wagę lekarską, pojechał nad najbliższy staw, podwinął nogawki, wszedł do lodowatej wody ze swym czterdziestopięciofuntowym meteoritem i szybko przeprowadził pomiar na oczach zdumionych mieszkańców. Wynik był obiecujący: Ciężar właściwy 5,6 lokował bryłę pośrodku między oliwinem (3,5) i żelazem (7,8) sugerując, że proporcje są pół na pół. Nie można jednak było wykluczyć możliwości, że pallasytowa skorupa otaczała żelazne jądro. Przecięto więc okaz udowadniając ponad wszelką wątpliwość, że Glorieta jest wspaniałym pallasytem i dobito targu.

Po zdjęciach zrobionych w Nowym Jorku meteoryt Schonera pociął na duże płyty Marlin Cilz z Montana Meteorite Laboratory; dokładne prace wykończeniowe przeprowadzili Bill Kroth, Derek Yoost i Anthony Tomaselli w New Jersey. Straty podczas cięcia były duże i pozostało tylko 11,4 kg. Dr John Wasson z Uniwersytetu Kalifornijskiego L.A. stwierdził nietypowo



Ważąca 20,2 kg pallasytowa bryła meteorytu Glorieta Mountain, którą znalazł Steve Schoner. Fot. Darryl Pitt.

duże inkluzje troilitu, a jego analiza wykazała „dobrą zgodność” z wcześniej znalezionymi okazami. Okaz zlokalizowany przez wykrywacz Schoner w samotnym zagłębieniu na pustyni był brakującą główną masą pallasytową meteorytu Glorieta Mountain, w której istnienie przez tak wiele lat wierzyli Nininger i Schoner.

„Znalezisko życia” Schoner nie jest już jedną bryłą. Zostało pocięte, wypolerowane i w niektórych przy-

padkach wytrawione, opracowane, zważone, sfotografowane, zbadane i teraz opisane. Piękne, kolorowe płyty trafiły do muzeów całego świata. Jak ocenia Schoner zyski swej piętnastoletniej pracy?

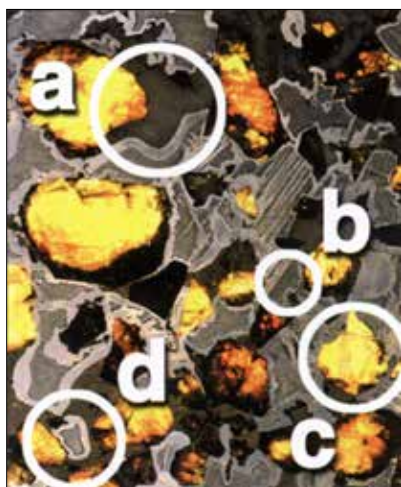
„Nigdy nie zapomnę momentu, gdy wykopałem okaz. Ogromnego wzruszenia i zdumienia. Jego piękna wówczas i obecnie. Co do mnie, góry i pagórki

Gloriety wciąż mnie ciągną.... Zamierzam znaleźć więcej meteorytów.”

Wiemy, że to zrobi.

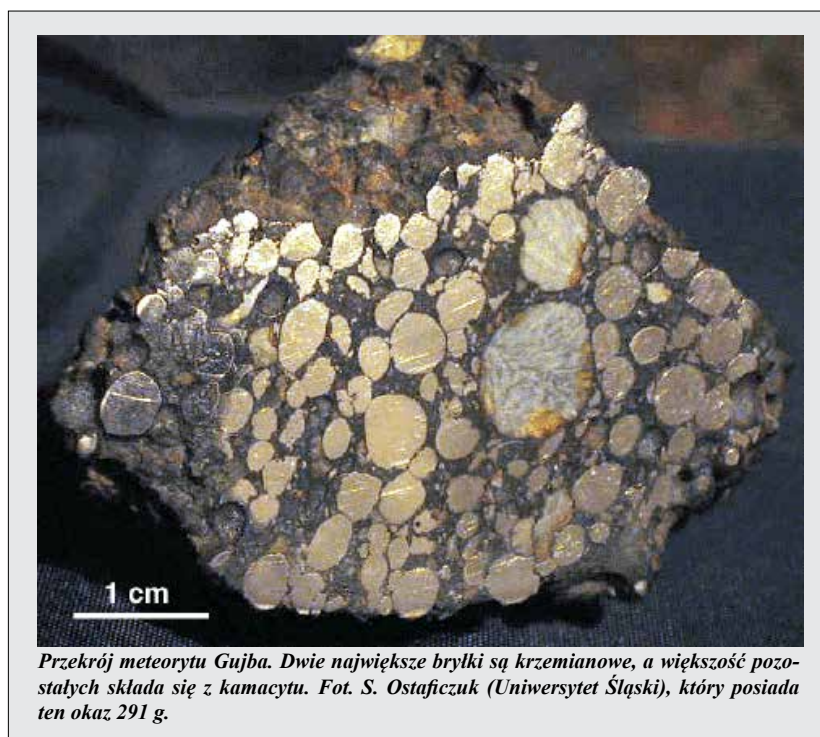
Autor pragnie podziękować Stevenowi Schonerowi, Darrylowi Pittowi, Haraldowi Stehlikowi, Berndowi Pauliemu, dr Alanowi Rubinowi i dr Johnowi Wassonowi za uprzejmą pomoc przy przygotowywaniu tego artykułu.

✍



Przykłady typowych utworów znalezionych w pallasycie Glorieta Mountain: [a] troilit (wyjątkowo liczny w tym meteorycie); [b] pole plessytowe; [c] kanciasty kryształ oliwinu; [d] zawinięte pasmo kamacytu (kamacyt jest jasny, taenit jest ciemny).

Fot. Darryl Pitt.



Przekrój meteorytu Gujba. Dwie największe bryłki są krzemianowe, a większość pozostałych składa się z kamacytu. Fot. S. Ostaficzuk (Uniwersytet Śląski), który posiada ten okaz 291 g.