

METEORYT

Nr 4 (64)

Grudzień 2007

ISSN 1642-588X

W numerze:

- Chodźmy Correo
- Moss w Norwegii
i meteoryty roku 2006
- wizyta w Kainsaz
- szok w ziemskich strukturach
uderzeniowych
- woda pod powierzchnią Marsa
- nowy meteoryt z... 1799 roku



Moss



Correo

METEORYT

kwartalnik dla miłośników
meteorytów

Wydawca:

Olsztyńskie Planetarium
i Obserwatorium Astronomiczne
Al. Piłsudskiego 38
10-450 Olsztyn
tel. (0-89) 533 4951
opioa@planetarium.olsztyn.pl

konto:

88 1540 1072 2001 5000 3724 0002
BOŚ SA O/Olsztyn

Kwartalnik jest dostępny głównie
w prenumeracie. Roczna prenu-
merata wynosi w 2008 roku 44 zł.
Zainteresowanych prosimy o wpła-
cenie tej kwoty na konto wydawcy
nie zapominając o podaniu czytel-
nego imienia, nazwiska i adresu do
wysyłki. Wydawca dysponuje także
numerami archiwalnymi.

Większość publikowanych arty-
kułów jest tłumaczona z kwartalnika
METEORITE za zgodą jego wy-
dawcy, który zachowuje prawa do
tych artykułów.

Redaguje i tłumaczy większość
tekstów:

Andrzej S. Pilski
skr. poczt. 6
14-530 Frombork
tel. 0-604-178-072
aspmet@wp.pl

Skład: Jacek Drażkowski

Druk: Jan, Lidzbark Warmiński

Od redaktora:

Sekretarz Polskiego Towarzystwa Meteorytowego, zastanawiając się nad sposobem nakłonienia członków PTM do prenumerowania „Meteorytu”, zachęcił mnie do sprawdzenia, jak się sprawy mają. Okazało się, że kwartalnik prenumeruje tylko (a może aż) 31% członków PTM. Przestałem się więc dziwić, że propozycja połączenia prenumeraty ze składką członkowską dwukrotnie przepadła w głosowaniu na Walnym Zebraniu PTM.

Towarzystwa o podobnym charakterze wydają zazwyczaj jakieś pismo, które członkowie otrzymują w ramach składki członkowskiej. Niedoścignionym (chyba) wzorem jest Meteoritical Society i „Meteoritics and Planetary Science”, które otrzymują za składkę członkowską (trochę wyższą niż w PTM). Ostatnie Walne Zebranie PTM uznało, że Towarzystwo może sobie pozwolić na wydawanie rocznika, który członkowie będą otrzymywać w ramach składki. Tak więc „Meteoryt” pozostaje samorządny i niezależny.

Ciekawa jest także druga strona statystyki. Spośród indywidualnych prenumeratorów tylko (czy aż?) 42% należy do PTM. Widać więc, że mamy dwa towarzystwa ze sporą częścią wspólną. Pytanie, czy trzeba koniecznie starać się, aby ten stan zmienić, pozostawiam do rozważenia Czytelnikom. Jeśli jednak prenumerator „Meteorytu” zechce wstąpić do PTM, redakcja gotowa jest podpisać deklarację.

Koniec roku i wyjątkowo ponura na Wybrzeżu grudniowa pogoda, skłania także do zastanawiania się, czy może po 16 latach wojowania z różnymi przeciwnościami (i własnym lenistwem) nie warto już pójść na wcześniejszą meteorytową emeryturę. Pojawił się pomysł, aby „Meteoryt” ukazywał się tylko w wersji elektronicznej, co byłoby łatwiejsze w realizacji. Ostatecznie zdecydował głos redaktora technicznego (trochę młodszy ode mnie), że jeszcze przez najbliższy rok działamy po staremu, a potem się zobaczy.

Aby ułatwić dostęp do „Meteorytu” wprowadzam możliwość zaprenumerowania go także przez sklepik ASPMET. Wysokość prenumeraty na rok 2008 jest taka sama, jak w Olsztyńskim Planetarium, ale stali klienci ASPMET-u otrzymują zniżkę.

Przygotowania do meteorytowej konferencji we Wrocławiu idą pełną parą. Organizatorzy wyraźnie zamierzają przyćmić wszystkie dotychczasowe spotkania. Namawiam raz jeszcze do zarezerwowania sobie czasu 18–20 kwietnia i zgłoszenia udziału, a tych, co mają coś ciekawego do powiedzenia, do przygotowania referatów lub plakatów. Szczegóły na stronie www.ptmet.org.pl/wroclaw2008.htm

Andrzej S. Pilski



Zapraszamy na stronę
Polskiego Serwisu Meteorytowego
<http://jba1.republika.pl>

METEORITE

THE INTERNATIONAL QUARTERLY OF METEORITES
AND METEORITE SCIENCE

Arkansas Center for Space and Planetary Sciences,
University of Arkansas, 202 Old Museum Building,
Fayetteville, Arkansas 72701, USA

Email: metpub@uark.edu, <http://meteoritemag.uark.edu>

Meteorite is available only by subscription, for US\$35
per year. Overseas airmail delivery is available for an
additional US\$12 per year.



Marcin Cimata i Kazimierz Mazurek targują się z Mohamedem Sbai.
Na relację z Targów w Monachium zapraszamy na str. 26.

NOWINY

Grant na badanie Moraska

26 października 2007 r. zapadła decyzja o przyznaniu środków na projekt badawczy «Morasko, Przelazy, Jankowo Dolne — deszcz meteorytów żelaznych». Projekt ma być zrealizowany w ciągu 33 miesięcy. Kierownikiem projektu jest prof. dr hab. Andrzej Muszyński (UAM), a głównymi wykonawcami są: prof. dr hab. Ryszard Kryza (UWr), prof. dr hab. Łukasz Karwowski (UŚI), dr Piotr Dzierżanowski (UW) i mgr Andrzej Piłski (MMK Frombork). Oto streszczenie projektu zawarte we wniosku:

Największe znane na terenie Polski nagromadzenia meteorytów żelaznych występują w trzech rejonach rozłożonych wzdłuż linii Przelazy (niem. Seläsgen), Morasko i Jankowo Dolne (ok. 160 km). Poszczególne miejsca znalezisk były odkrywane: Przelazy — 1847, Morasko — 1914 i Jankowo Dolne — 2004 r. Ponadto w kilku rejonach wzdłuż wyżej wymienionej linii spotykane są pojedyncze znaleziska podobnych meteorytów. Duża liczba okazów meteorytów żelaznych znajdujących w tych rejonach tłumaczona jest przez dwie hipotezy: a) bezpośredniego deszczu meteorytów na wymienionych miejscach kilka tysięcy lat temu, b) deszczu meteorytów przed

końcem ostatniego zlodowacenia, przetransportowania meteorytów przez lodowiec i osadzenia ich na morenie czołowej.

Wyjątkowo intrygującym jest rozstrzygnięcie, czy i która z wymienionych hipotez jest bardziej prawdopodobna, ewentualnie ustalenie wieku ziemskiego znalezionych meteorytów. Podstawowym zagadnieniem będzie odpowiedź na pytanie, czy wszystkie znajdowane meteoryty mają taką samą budowę i wspólne pochodzenie, czy też mogły spaść w różnym czasie i pochodzić z różnych ciał niebieskich. W oparciu o posiadane dane inwentaryzacyjne planuje się określenie zasięgu obszaru rozrzutu tych meteorytów oraz porównanie ich z meteorytami z innych deszczów, których typ chemiczny sugeruje podobne pochodzenie. Planuje się przeanalizowanie większej liczby okazów pod względem podobieństwa i różnic od strony strukturalnej i chemicznej. Dotychczas dostępne dane pochodzą z pojedynczych małych próbek, a wnioski z nich ekstrapolowane są na cały deszcz meteorytowy. Do wykonania postawionego zadania potrzebne jest wybranie większej ilości okazów pod kątem osobliwości strukturalnych i mineralogicznych. Wydaje się koniecznym wykonanie analiz pierwiastków śladowych na znacznej liczbie okazów, niezbędnych do klasyfikacji meteorytów żelaznych. Przewiduje się wykonanie analiz mineralogicznych zróżnicowanych fragmentów meteorytów, jak i szczegółowe badania

mineralogiczne nodule troilitowo-grafitowych z krzemianami i nodule fosforanowych, pospolitych w omawianych meteorytach. W związku z zagadkowym pochodzeniem wypełnienia tych nodule, planuje się wykonanie analiz izotopowych tlenu dla poszczególnych minerałów z grupy krzemianów (enstatyt, kosmochlor, skalenie, krzemionka) oraz fosforanów (apatyt, brianit, buchwaldyt). Badane będą także izotopy siarki w fazach siarczkowych (troilit, pirotyn, sfaleryt). Do wyjątkowych minerałów w obrębie omawianych meteorytów należy alit (PbTe), z którego skład izotopowy ołowiu może sugerować wiek materii jak i stosunki izotopowe we wczesnym stadium ewolucji materii praplanetarnej. Jednym z najbardziej interesujących zagadnień z punktu widzenia poznawczego jest wyjaśnienie natury zjawisk towarzyszących spadkom omawianych meteorytów, jak odtworzenie losów kosmicznych i w trakcie przelotu przez atmosferę. Obecność wśród znajdowanych okazów fragmentów meteorytów zszokowanych wybuchem w zetknięciu z powierzchnią Ziemi, może sugerować impaktową genezę niektórych struktur morfologicznych.

Konkretnymi efektami projektu będzie:

a) prezentacja wyników badań na konferencjach naukowych krajowych i zagranicznych (Konferencja Pol. Tow. Meteorytowego — Olsztyn, Konferencja Meteoritical Society w Nancy (Francja) 2009, ewentualnie prezentacje (posterowe) na konferencjach Meteoritical Society w Tucson (USA) i Matse (Japonia).

b) Opublikowanie artykułów w czasopismach krajowych i zagranicznych, w tym z listy filadelfijskiej, np. «Meteoritics and Planetary Science». Rozważana jest możliwość poświęcenia numeru «Geological Quarterly» wynikom badań meteorytów Przelazy, Morasko, Jankowo Dolne.

c) Opublikowanie w języku polskim i angielskim monografii o badanym deszczu meteorytowym.

d) Wyprodukowanie filmu popularnonaukowego o największym meteorycie Polski — studio filmowe UAM.

Pozostaje tylko życzyć na Nowy Rok (i parę następnych), aby wszystkie te zamierzenia zostały zrealizowane.

Andrzej S. Piłski

Andrzej S. Piłski



Morasko 164 kg po przecięciu i wytrawieniu. Fot. A. Muszyński.

Chodźmy Correo

Robert Woolard

(Artykuł z kwartalnika METEORITE Vol. 13 No. 3. Copyright © 2007 ARKANSAS CENTER FOR SPACE & PLANETARY SCIENCES)

Jeśli kiedyś zajmowałeś się tym hobby, pamiętasz dreszcz emocji, gdy w poczcie pojawiał się nowy, lśniący katalog meteorytów. Później następowało wiele miłych godzin oglądania jego stron, gdy ślinka ciekła na widok znajdujących się tam wspaniałych skarbów. Któregoś dnia na początku roku 1995 kartkowałem taki właśnie katalog, o którym sądziłem, że znam go już na pamięć. Tym razem jednak pewne zdanie jakby wyskoczyło do mnie ze strony.

Okaz, na który patrzyłem, to był meteoryt Correo z Nowego Meksyku. Podpis zawierał zwykłe, podstawowe informacje, takie jak typ (chondryt zwykczajny H4), miejsce (Correo, Nowy Meksyk) i datę znalezienia (lipiec lub sierpień 1979 r.). Był tam jednak jeden bardziej intrygujący fragment informacji. Brzmiał on: „*Okazy można wciąż znaleźć obecnie*”.

Każdą stronę tego katalogu oglądałem przynajmniej z dziesięć razy. Wciąż nie rozumiem, jak mogłem nie zauważyć wcześniej tego fragmentu. Ale był tam i wciąż chodził mi po głowie przez następne tygodnie. Przypominałem sobie, że zdjęcie okazu Correo było także w katalogu meteorytów Roberta Haaga. Gdy ponownie przeczytałem, co napisał on o nim, i potwierdziło się, że dobrze pamiętałem, że on rzeczywiście sam go znalazł, wiedziałem, że muszę zaplanować wyjazd na poszukiwania.

Zadzwoniłem do Roberta jeszcze tego samego dnia. Jak zwykle bardzo entuzjastyczny i przyjacielski opowiedział mi o swych poszukiwaniach. Powiedział, że rzeczywiście znalazł ten 176-gramowy okaz Correo i dodał, że dwaj kumple, którzy z nim byli, znaleźli „chyba z tuzin” w ciągu tylko trzech godzin poszukiwań. Teraz już byłem naprawdę podniecony perspektywą poszukiwań.

Chciałem przeczytać i dowiedzieć się wszystkiego, co tylko mogłem, o meteorytach Correo. Niestety było to w okresie raczkowania Internetu (przynajmniej dla mnie) i nie byłem w stanie wiele znaleźć. Drukowane informacje były równie mizerne. Najwięcej

dowiedziałem się z ust trzech ludzi, którzy wcześniej z powodzeniem tam szukali. Wspominałem już, że Robert Haag był bardzo pomocny przekazując swe własne doświadczenia, ale jeszcze ważniejsze było to, że podał mi nazwisko innego odnoszącego sukcesy poszukiwacza, Steve Schonera. Steve prowadził tam poszukiwania wielokrotnie w ciągu dziesięciu lat i znalazł kilkanaście okazów. Skontaktowałem się z nim i on także chętnie podzielił się ze mną informacjami. Podał mi także nazwisko pierwszego odkrywcy obszaru rozrzutu Correo, Gordona Nelsona.

Udało mi się uzyskać numer telefonu pana Nelsona mimo tego, że już wyprowadził się poza stan. Był uprzejmy porozmawiać i odkryliśmy w trakcie rozmowy, że mamy inne wspólne zainteresowanie. Podobnie jak ja, pan Nelson był przez długi czas poszukiwaczem indiańskich zabytków archeologicznych. Właśnie poszukiwał gro-tów strzał, gdy przypadkiem natrafił na meteoryty Correo. Zwróciło jego uwagę, że wyglądały dość dziwnie, więc podniósł kilka. Gdy zidentyfikowano ich prawdziwą naturę, powracał kilkanaście razy na ten teren i odnalazł co najmniej 35 okazów ważących w sumie około 700 g.

Catalogue of Meteorites podaje całkowitą znaną wagę (tkw) Correo jako 700 g, tyle samo, ile podano w *Mete-*

oritical Bulletin no. 58 w 1980 r. Elektroniczna wersja *Meteoritical Bulletin* wykorzystuje informacje z *Metbase* i podaje dodatkowe 700 g, zwiększając całkowitą wagę do 1400 g. Prosiłem kilkunastu poszukiwaczy i kolekcjonerów, by podali mi liczbę i łączną wagę okazów Correo, które znaleźli, albo przynajmniej wiedzieli, że zostały znalezione. Dowiedziałem się, że jeden poszukiwacz sam znalazł ponad 3 kilo okazów Correo, z których większość była wielkości orzecha włoskiego. Potem dowiedziałem się, że inny znalazł stosunkowo „olbrzymi kamień” ważący trochę ponad 900 g. (To jest największy całkowity okaz, o którym mi wiadomo.) Wreszcie odkryłem, że szukało tam zaskakująco dużo osób, z których większość znalazła przynajmniej jeden okaz. Opierając się na tym wszystkim zaryzykowałbym przypuszczenie, że rzeczywista całkowita znana waga meteorytów Correo jest chyba 10 razy większa, niż podawana w naukowych bazach danych.

Spieszę dodać, że nie oznacza to wcale, iż lekceważąc patrząc na tych, którzy pracują tak ciężko, by prowadzić ogromną i wciąż rosnącą meteorytową bazę danych. Rozbieżności dotyczące tkw są prawdopodobnie w tych bazach nieuniknione. Chociaż w momencie pierwszej publikacji fakty były stwierdzone właściwie, to po prostu nie ma



Fot. 1. Punkt handlowy w Correo z widokiem gęstej trawy i nierównego terenu.

praktycznego sposobu aktualizowania tkw dla każdego meteorytu w przypadku znajdowania z czasem kolejnego nowego fragmentu. Jest to szczególnie prawdziwe w odniesieniu do najbardziej pospolitych chondrytów zwyczajnych, takich jak Correo. Taka praca byłaby czasochłonna i wymagałaby znakomitej współpracy wszystkich kolekcjonerów i redaktorów baz danych. W przypadku chondrytów zwyczajnych korzyść naukowa byłaby prawdopodobnie zbyt mała by kiedykolwiek to zrealizować.

Tak czy owak mój partner do poszukiwań meteorytów, Jerry Hinkle, miał taką samą wielką ochotę spróbować znaleźć Correo jak ja. Postanowiliśmy jednak także wykorzystać okazję do sprawdzenia paru innych obszarów rozrzutu w Nowym Meksyku, skoro już tam będziemy. Dlatego zaplanowaliśmy spędzenie w Correo tylko dwóch dni. Zamówiliśmy odpowiednie mapy i zaczęliśmy planować naszą wyprawę. Wreszcie o 2:30 po południu, 24 maja 1995 r, wyruszyliśmy w drogę.

Pomimo przelotnego deszczu osiągnęliśmy całkiem dobry czas i około 7:30 dotarliśmy do Oklahoma City. Było to krótko po strasliwym zbombardowaniu tam kompleksu biur rządowych (zamach terrorystyczny 19 kwietnia 1995 r. – przyp. red.) i myśleliśmy o wszystkich ludziach dotkniętych tym tragicznym zdarzeniem. Jechaliśmy dalej i dokładnie o północy przybyliśmy do Amarillo w Teksasie. W ciągu 9,5 godziny przejechaliśmy prawie 600 mil. Uznaliśmy, że to aż nadto i pora się przespać.

O 6 rano obudziła nas całkiem ładna burza z piorunami. Zjedliśmy śniadanie i o 6:30 znów wyruszyliśmy w drogę. Prawie przez całą drogę do Albuquerque pojawiały się przelotne deszcze. W końcu zaczęło pojawiać się piękne, błękitne niebo, ale wiatr dmuchał bez opamiętania. Był tak silny, że obawialiśmy się, że może nas zdmuchnąć z drogi, albo nawet przewrócić naszego Blazera, który był dość wysoki.

Byliśmy jednak przyzwyczajeni do dziwnej pogody podczas naszych poszukiwań. Zdaje się, że za każdym razem, gdy wyruszaliśmy na poszukiwania, zaczynało się od jazdy setki mil w deszczu, który na szczęście zawsze kończył się na krótko przed dotarciem do miejsca poszukiwań. Naszym prawdziwym znakiem rozpoznawczym były



Fot. 2. Meteoryt Correo Jerry'ego w sypkiej, piaszczystej ziemi.

jednak niższe niż normalnie temperatury. I rzeczywiście, gdy słuchaliśmy prognozy pogody w pokoju hotelowym minionej nocy, stwierdzono, że była to najchłodniejsza noc 24 maja w Amarillo od niepamiętnych czasów z zaledwie 47 F (8°C). Usłyszawszy to Jerry zauważył: „Chłopie, to na pewno przez nas, nieprawdaż?”

Jadąc przez Albuquerque wiedzieliśmy, że jesteśmy już prawie na miejscu. Do naszego zjazdu było niecałe 25 mil. Wreszcie około 11:00, 25 maja, dotarliśmy do obszaru rozrzutu Correo po przejechaniu 880 mil w ciągu 14 godzin. Steve Schoner poinformował nas, że jego zdaniem obszar rozrzutu Correo rozciągał się z grubsza od SE ku NW i miał około 5 mil długości i 2 mile szerokości. Wygląd terenu i szczegóły krajobrazu pasowały do opisów,

jakie nam podano, więc wiedzieliśmy, że jesteśmy na właściwym miejscu. Spędziliśmy trochę czasu jeżdżąc po okolicy i upewniając się, czy właściciele ziemi nie mają nic przeciw naszym poszukiwaniom. Każdy był bardzo serdeczny, wielu życzyło nam powodzenia, a kilku nawet znalazło czas, by pokazać nam miejsca, gdzie według ich wiedzy, znaleziono okazy.

Wraz z Jerryem mieliśmy za sobą kilkanaście udanych wypraw na poszukiwanie meteorytów, więc nie byliśmy zupełnymi nowicjuszami. Jednak każde miejsce jest inne i stwarza swoje niepowtarzalne problemy. Nie wiedzieliśmy dokładnie, czego się spodziewać, jeśli chodzi o warunki gruntowe, ale byliśmy obaj trochę zaskoczeni, jak wiele kamieni było tam w większości miejsc. Roślinność także była znacznie



Fot. 3. Meteoryt Correo w miejscu znalezienia. Znalezione przez Roberta Woolarda 26 maja 1995 r.

bardziej gęsta, niż mieliśmy nadzieję. Niektóre miejsca były tak gęsto pokryte grubą, wysoką trawą, że nie było żadnej możliwości ich przeszukania.

Niemniej już kilka minut po rozpoczęciu poszukiwań, gdy nie zdążyliśmy przejść nawet stu jardów, Jerry powiedział: „Hej, założę się, że to jest jeden”. Zwykle mamy zwyczaj pozostawiania każdego kamienia nietkniętego póki obaj nie będziemy mogli go zobaczyć i zrobić zdjęcie w miejscu znalezienia. Dopiero potem go podnosimy. Jednak w tym przypadku Jerry widział tylko mały narożnik kamienia wystający z piaszczystej ziemi. Nie przypuszczając, że to meteoryt, kopnął go butem. Jerry znalazł spękany kamień wielkości piłki golfowej mniej więcej o 12:15, więc szukaliśmy najwyżej 5–10 minut. Uścisnąłem mu dłoń i powiedziałem: „Dobra robota chłopie. Pozbieramy je.”

Myliłem się (No, może nie całkiem.)

Kontynuowaliśmy poszukiwania przez 7 godzin przechodząc ponad 12 mil i nie znajdując ani jednego więcej. Znalazłem dwie stare kulki do gry... i dwa węże. Jerry też znalazł dwa węże, ale stwierdziliśmy z zadowoleniem, że przynajmniej żaden z nich nie był grzechotnikiem. Robiło się już późno, więc pojechaliśmy z powrotem do Albuquerque, by dostać trochę mleka, by mieć do płatków na śniadanie następnego ranka po nocy w obozowisku na terenie spadku. Myśleliśmy, że zdołamy kupić trochę w małym „Super Stop Grocery”. Gdy nie mogłem wypatrzeć ani jednego w szeregu lad chłodniczych,



Fot. 4. Widok z góry na ważący 326 g meteoryt Correo. Wymiary 75×65×40 mm.

spytałem sprzedawczyni, czy nie ma mleka, czy tylko go nie zauważyłem? Jej dziwna odpowiedź zastanawia mnie do dziś dnia.

Ze zdumieniem na twarzy spytała: „Jakiego mleka:?”

Gdy odpowiedziałem, „Krowiego mleka”, spytała, „A co Pan robi z tym mlekiem?”

Poczułem się, jakby mnie coś przeniosło do jakiegoś obcego kraju. Odpowiedziałem z niedowierzaniem, „No co, piję. Albo wlewam do płatków. No wie Pani, mleko”

Pokręciła tylko głową i powiedziała, „Nie mamy żadnego tego krowiego mleka.”

Wydawało mi się to niewiarygodne,

ale wyglądało na to, że ona nigdy nie słyszała o ludziach pijących mleko, albo wlewających go do płatków. Wyszliśmy stamtąd i pojechaliśmy trochę dalej w kierunku miasta, gdzie z ulgą znaleźliśmy to nieuchwytnie i widocznie egzotyczne krowie mleko.

Wróciliśmy do Correo, roztawiliśmy namiot i ugotowaliśmy na kolację zupę z kurczaka. Temperatura była całkiem przyjemna pomimo wiatru, a niebo było krystalicznie czyste. Była więc idealna okazja, by trochę poobserwować niebo. Leżeliśmy parę godzin na zewnątrz, na pryczach pod osłoną namiotu i w nagrodę zobaczyliśmy kilka ładnych meteorów.

W nocy nie mogliśmy się wyspać. Wiatr wciąż był silny, więc musieliśmy ustawić namiot obok wysokiego nasypu przy torach kolejowych przecinających obszar rozrzutu. Nieustannie budziły nas więc przejeżdżające pociągi. Poddaliśmy się, gdy tylko zaczęło świtać i wstaliśmy przed 6 rano. Temperatura była lodowata, 45F, ale przynajmniej wiatr osłabł. Zjedliśmy nasze płatki na śniadanie (z mlekiem), zwinęliśmy obóz i o 7:45 rozpoczęliśmy poszukiwania. Temperatura szybko wzrosła i nadeszła pora na koszulki z krótkim rękawem.

Trudno porównać z czymkolwiek uczucie „w momencie odnalezienia”. Ponieważ nie ma zupełnie żadnego sposobu, by przewidzieć, kiedy, a nawet czy w ogóle to się zdarzy, pierwszy widok leżącego meteorytu zawsze przynosi ogromny przypływ radości. I właśnie takiego uczucia doznałem, gdy zro-



Fot. 5. Widok z boku ukazujący regmaglipty, zastygłe strużki i pozostałości czarnej skorupy obtopieniowej. Górna powierzchnia meteorytu była widoczna w momencie znalezienia.

biłem krok, który pozwolił mi zobaczyć skrawek czystego gruntu zasłonięty wcześniej przez niewielki krzak. Usadowiony na ziemi, cierpliwie oczekujący od dziesiątków lat, a może od ponad setki, aż przybędę go oswobodzić, był tam bardzo podejrzanie wyglądający „kamień”.

Krzyknąłem do Jerry’ego, by przyszedł zobaczyć, co znalazłem. Gdy szedł do mnie, wyciągnąłem mój niezawodny magnes na sznurku i zacząłem zbliżać go bardzo powoli do kamienia. Wiedziałem, że po prostu to musi być meteoryt, ale wciąż pozostawał jakiś cień wątpliwości. Gdy magnes był w odległości około cala, nagle podskoczył i przylepił się mocno do kamienia, jakby pragnął go dostać w swoje ręce tak samo, jak ja. Gdy Jerry przyszedł i zobaczył mnie klęczącego przy kamieniu, dał mi solidnego, gratulacyjnego klapsa w tyłek.

Po zrobieniu kilku zdjęć na miejscu znalezienia sięgnąłem nieco drżącymi rękami, by wyciągnąć go z ziemi. Byłem zachwycony widząc, że znalazłem orientowany, całkowity okaz z regmagliptami, zakrzepłymi strużkami i nawet resztkami czarnej skorupy obtopieniowej. Ocenialiśmy, że musiał ważyć przynajmniej 250 g (okazało się, że waży 326 g). Spojrzałem na zegarek i zobaczyłem, że była dopiero 8:15.

Oznaczało to, że szukaliśmy tylko 30 minut.

To poranne znalezisko ożywiło znów nadzieję, że możemy znaleźć więcej tego dnia. Kontynuowaliśmy przeszukiwanie zaplanowanego obszaru przez parę godzin, zanim postanowiliśmy wrócić do samochodu. Dotarliśmy do niego krótko po południu po 4,5-godzinym szukaniu i przejściu 10,5 mili. Zjedliśmy na lunch masło orzechowe i kanapki z galaretką i znów ruszyliśmy na poszukiwania. Znów zerwał się wiatr i z upływem dnia stawał się coraz silniejszy. O trzeciej po południu dmuchał już chyba 40 mil na godzinę. Podrywany wiatrem piasek stawał się poważnym problemem, więc stwierdziliśmy, że już pora powiedzieć Correo „do widzenia” i wyruszyć do następnego miejsca. Odjeżdżaliśmy jednak z głębokim poczuciem wdzięczności. Spotkaliśmy miłych gospodarzy, spacerowaliśmy po pięknej, dzikiej okolicy i każdy z nas znalazł własny okaz meteorytu Correo.

Po kilku latach powróciłem do Correo, tym razem z żoną i jeszcze jednym małżeństwem, by znów spróbować. Ale to już jest opowieść na inną okazję. Niestety okazuje się, że szanse na znalezienie meteorytów Correo w przyszłości coraz bardziej maleją. Niedawno skontaktował się ze mną ojciec

z synem, by zobaczyć, czy mógłbym dać im trochę wskazówek odnośnie szukania na tamtym terenie. Próbowałem odwdziżyć się za uprzejmość, której doznałem wcześniej, i powiedziałem wszystko, co mogłem. Niestety wygląda na to, że warunki tam znacznie się pogorszyły. Napotkali oni na przeszkody w postaci bujnej roślinności, dużych obszarów stojącej wody, które nazywali jeziorami, wraz z ogromną inwazją komarów, oraz postępującego dzielenia obszaru rozrzutu na coraz mniejsze działki.

Czuję się bardzo uprzywilejowany z powodu moich doświadczeń stamtąd i cieszy mnie, że paru innych poszukiwaczy także doznało dreszczu odnalezienia swych meteorytów Correo w ciągu minionych kilku lat. Mam wielką nadzieję, że nie jest jeszcze za późno na przyszłe opowieści o udanych poszukiwaniach na tym wielkim małym amerykańskim obszarze rozrzutu.

Robert Woolard, szpitalny farmaceuta, szuka meteorytów od co najmniej dwudziestu lat i miał dość szczęścia, by znaleźć, wraz ze swymi przyjaciółmi, ponad 2000 okazów z całego świata. Przeważającą większość, w sumie kilkaset funtów, podarowali oni miejscowemu planetarium.

E-mail: meteoritefinder@yahoo.com

RM

Woda pod powierzchnią Marsa

Robert Pilgrim

(Artykuł z kwartalnika METEORITE Vol. 13 No. 3. Copyright © 2007 ARKANSAS CENTER FOR SPACE & PLANETARY SCIENCES)

Zazwyczaj Mars kojarzy się z obrazem suchego, monotonnego nudnego miejsca. Jednak ostatnie obserwacje i badania sugerują, że pod powierzchnią jest inaczej. Są tam sprzyjające warunki do istnienia ciekłej wody, ukrytej głęboko pod powierzchnią. To właśnie tam promieniotwórcze izotopy z jądra wytwarzają dość ciepła, by stopić lód. Dzięki temu tworzy się ciekła woda, a skoro jest woda, to jest zaopatrzenie dla ewentualnej wyprawy załogowej na Marsa, i główne miejsce do szukania życia w przeszłości i obecnie.

NASA ma dwa główne cele naukowe. Pierwszym jest „Księżyć, Mars i dalej.” Księżyć jest stacją pośrednią na drodze do Marsa i to tam będziemy wypróbowywać główne technologie

potrzebne do następnego kroku – wysłania misji załogowej na Marsa. Dostanie się na Marsa jest tylko niewielką częścią problemu. Po znalezieniu się tam ludzie muszą przeżyć w surowym środowisku na powierzchni. Statek kosmiczny może dostarczyć jedynie ograniczoną ilość materiałów i innych niezbędnych rzeczy jak żywność, woda, sprzęt i pomieszczenia mieszkalne.

Wszelkie zasoby, które można wydobyc z planety, mają istotne znaczenie dla powodzenia wyprawy. Najwyższym priorytetem jest zidentyfikowanie obszarów, gdzie możliwe jest pozyskanie wody z Marsa. Aby uzmysłowić sobie potrzeby, przeciętnie powinniśmy pić około dwóch litrów wody dziennie. Powiedzmy, że załoga lecąca na Marsa liczy cztery osoby. Minimalny czas

pobytu będzie około sześciu miesięcy. Oznacza to potrzebę około 1300 litrów, czyli 1,3 tony wody. Nie zapominajmy o wielomiesięcznej podróży tam i z powrotem, na którą potrzebne są zapasy. Oczywiście jest, że nie da się zabrać wszystkiego, co potrzebne jest do przeżycia, na jednym statku. Wyprawa załogowa będzie obejmowała wysłanie zaopatrzenia zanim załoga przybędzie na powierzchnię. Nawet wtedy będą oni musieli także „żyć na ziemi”. By to zrobić, potrzebne będą wiercenia.

Drugim celem naukowym NASA jest „Poszukiwanie wody”. Dotyczy to kwestii poszukiwania życia obecnie, lub dowodów istnienia życia w przeszłości na innych planetach. Jak wiadomo, życie krąży wokół wody. Chociaż mamy wiele sposobów na wy-

krycie życia w przeszłości i obecnie, potrzebujemy najpierw wiedzieć, gdzie szukać, aby mieć jakiegokolwiek nadzieje na znalezienie życia.

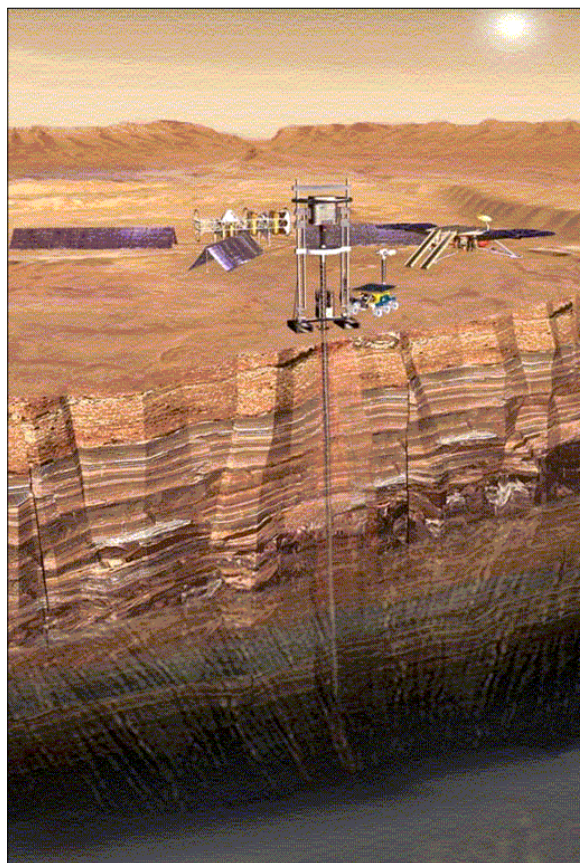
Powierzchnia

Jest czerwono-brązowa i monotonna; niewiele się zmienia jeśli chodzi o scenerię. Temperatura waha się od najniższej 160 K na biegunach, do najwyższej 220 K na równiku. Pamiętając, że woda zamarza w temperaturze 273 K nie spodziewamy się ciekłej wody na powierzchni. Jednak niedawno odkryte utwory przypominające jary sugerują, że jakiś rodzaj cieczy jest w stanie płynąć przynajmniej przez krótki czas. Niemniej w dużej skali Mars jest w zasadzie obecnie taki sam, jak był w odległej przeszłości. Właściwości powierzchni zmieniają się z miejsca na miejsce z powodu zmian w składzie regolitu (regolit jest „naukowo poprawną” nazwą gleby, co do której nie możemy wykazać, że kiedykolwiek podtrzymywała życie). Na przykład przewodnictwo cieplne zmienia się znacznie z miejsca na miejsce; jak wskazuje nazwa, jest to zdolność materii do przewodzenia ciepła do warstw położonych niżej.

Płytką warstwa podpowierzchniowa

Ponieważ nad powierzchnią Marsa każdego dnia wschodzi i zachodzi Słońce, energia cieplna jest transportowana pod powierzchnię. Im wyższe jest przewodnictwo cieplne regolitu, tym więcej tej energii jest przekazywanej w dół

przez warstwy podpowierzchniowe. Z powodu dobowych zmian temperatury powierzchni warstwy bliskie powierzchni nigdy nie osiągają stałej wartości temperatury. Jako analogię wyobraźmy sobie długą, żelazną belkę ogrzewaną z jednego końca. Gdy dotykamy ręką belki blisko ogrzewanego końca, czujemy ciepło przez belkę. Gdy oddalamy rękę coraz bardziej od ogrzewanego końca, to im większa jest odległość od źródła ciepła, tym mniej ciepła czujemy. Przesuwając rękę jeszcze dalej dojdziemy do odległości, w której już nie będziemy odczuwać ciepła. Oznacza to, że cała energia z ogrzewanego końca została rozproszona, zanim mogła dotrzeć do ręki. To samo można powiedzieć o temperaturze blisko powierzchni. Powierzchnia może ogrzewać się w dzień i ochładzać w nocy, ale te zmiany temperatury rozchodzą się w głębie tylko na skończoną odległość. Poniżej tej odległości, obojętne jakie zmiany temperatury będą występowały na powierzchni, warstwy zu-

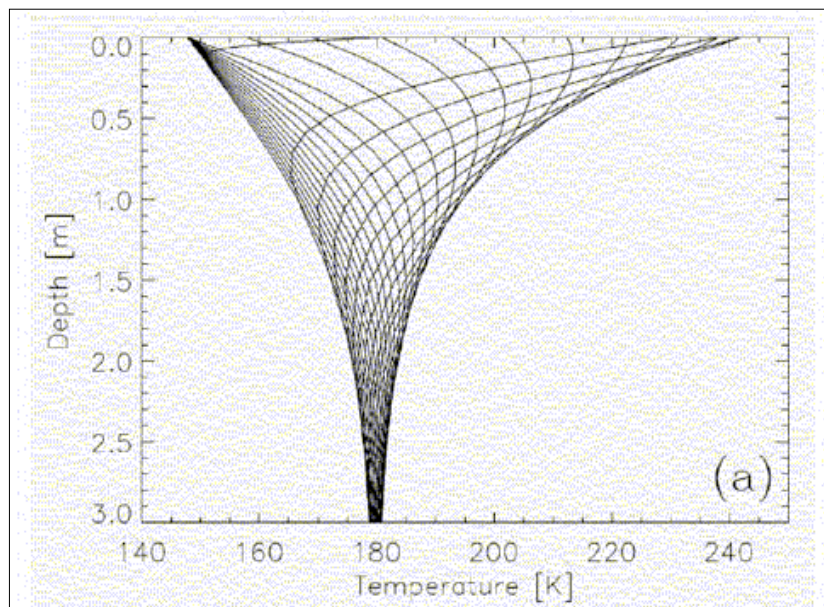


Rys. 1. Artystyczny obraz marsjańskiej instalacji wiertniczej (udostępnili Jet Propulsion Laboratory i NASA).

pełnie tego nie odczują i będą pozostawały w tej samej, stałej temperaturze. Na rys. 2 widzimy, że ta odległość równowagi wynosi około 3 m. Poniżej jest utrzymywana stała temperatura około 180 K nawet jeśli temperatura na powierzchni waha się od 150 do 240 K.

Geotermalny strumień ciepła i głęboka warstwa podpowierzchniowa

Mars ma jądro, które wytwarza ciepło w wyniku rozpadu izotopów promieniotwórczych. To ciepło płynie z jądra na zewnątrz ku powierzchni i jest nazywane geotermalnym strumieniem ciepła. Ocenia się, że jest to około 15 K na kilometr. Oznacza to, że można się spodziewać, że z każdym kilometrem pod powierzchnią temperatura będzie wzrastać o 15 stopni. Temperatura powierzchni zmienia się codziennie, gdy słońce wschodzi i zachodzi. Gdy wędrujemy coraz dalej w głąb, te zmiany są coraz mniejsze, aż po kilku metrach osiągamy stałą temperaturę. Obojętne, jakie są zmiany temperatury na powierzchni, tu pozostaje ona stała, znacznie poniżej temperatury zamarzania wody. Wędrując dalej w głąb zaczniemy odczuwać cie-



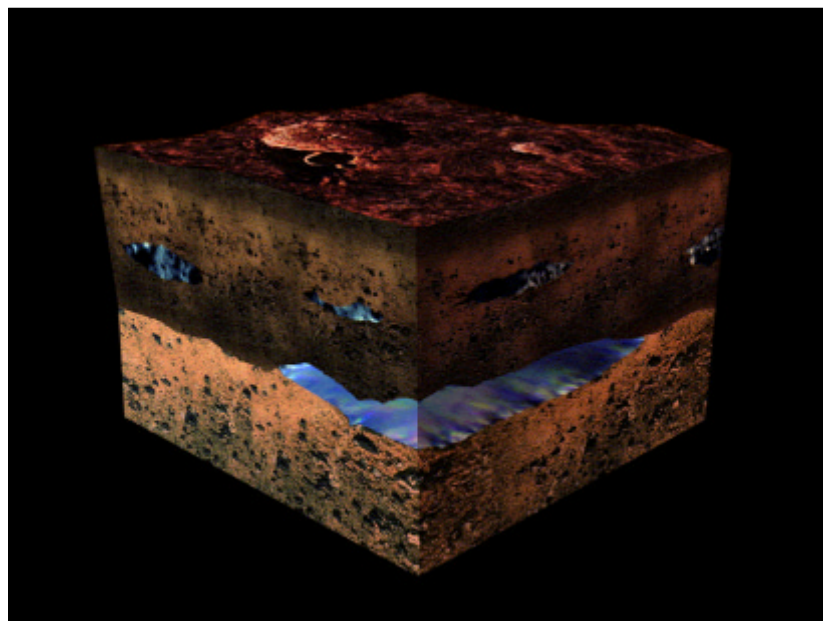
Rys. 2. Widzimy tu duże zmiany temperatury na powierzchni, ale im głębiej idziemy, tym zmiany stają się mniejsze.

pło z gradientu geotermalnego. Profil temperatury z tego źródła ciepła w miarę wzrostu głębokości będzie zależał od przewodnictwa termicznego warstw. Można osiągnąć punkt między bardzo gorącym jądrem a zamrożoną powierzchnią, gdzie jest możliwe istnienie ciekłej wody. Głębokość tej warstwy będzie zależna od tego, z jakiej materii jest zbudowane wnętrze planety. Suchy materiał typu regolitu dawałby ciekłą wodę na głębokości 150 m pod powierzchnią, materiał typu piaskowca przesunąłby tę głębokość do 3 km, a materia typu regolitu wypełnionego lodem lokowałaby tę głębokość około 7 km.

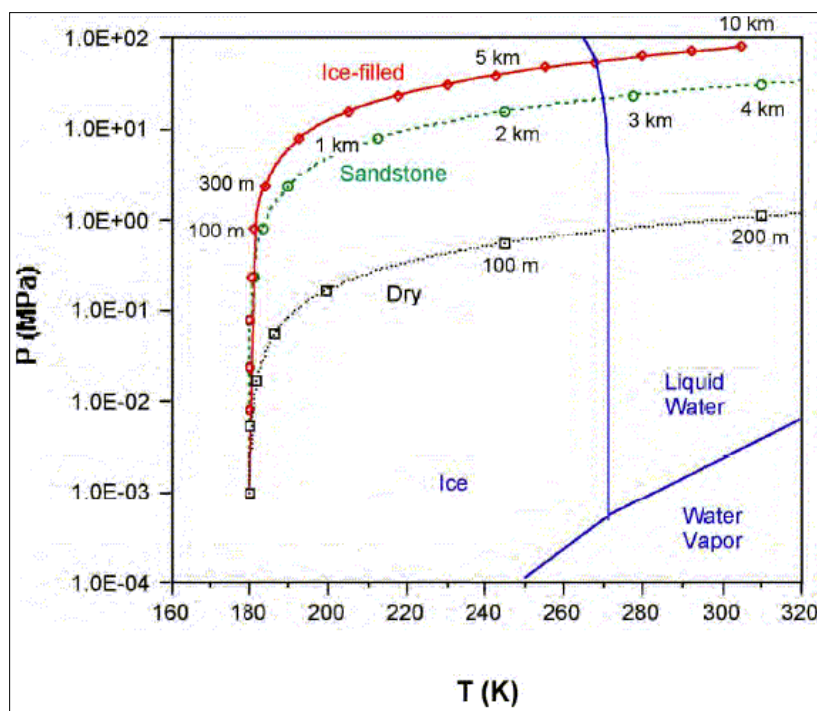
Lód podpowierzchniowy

Jeśli nawet jesteśmy pewni, że warunki dla istnienia ciekłej wody występują głęboko pod powierzchnią Marsa, nie oznacza to, że rzeczywiście woda tam jest. Póki nie zrobimy odwiertu na taką głębokość i nie napotkamy tam wody, nie ma sposobu, by mieć 100% pewności. Wiemy jednak na pewno, że jest znaczna ilość wodnego lodu w czapach biegunowych i tuż pod powierzchnią. Modele pokazują, że lód pod powierzchnią w jakimkolwiek miejscu planety sięga w głąb warstwy podpowierzchniowej na głębokość rzędu kilometrów.

Chociaż jest możliwe stworzenie realistycznego modelu komputerowego profili temperatury na Marsie, to czynnikiem ograniczającym dokładność przewidywania tego, co rzeczywiście jest w dole, są dane wejściowe. Na przykład materia, która stanowi główną masę planety, nie ma jednolitej struktury; jej skład będzie się zmieniał od miejsca do miejsca. W obecnym momencie to nie modele są niedokładne, ale zmienne, które musimy do nich wprowadzić. Póki nie dostaniemy dokładniejszych pomiarów cech charakterystycznych marsjańskiego regolitu i póki nie będziemy w stanie sondować obszarów podpowierzchniowych, nie będziemy mogli powiedzieć z całą pewnością, że istotnie pod powierzchnią jest ciekła woda.



Rys. 3. Artystyczne przedstawienie wody pod powierzchnią Marsa. Copyright: ESA 2001. Ilustracja Medialah.



Rys. 4. Mamy tu trzy różne sytuacje: regolit wypełniony lodem, piaskowiec i suchy regolit. Im głębiej idziemy, tym wyższa temperatura. Przy założeniu, że suchy regolit tworzy całą planetę, dla ciekłej wody byłaby wystarczająca głębokość 150 m; dla piaskowca prawie 3 km; a dla regolitu wypełnionego lodem 7 km.

Z pewnością wiemy, że jest zamrożona woda na biegunach i jest we wczesnym stadium planowania wyprawa, która zawiezie sondę, by zrobić odwiert pod lodową powierzchnią północnej czapy biegunowej, pod stałym lodem do ciekłej wody, która jest po-

niżej. Cele NASA „Księżyc, Mars i dalej”, oraz „Poszukiwanie wody” są pasjonującymi obszarami, które będą ukierunkowywać starania głównych aktorów na scenie nauk kosmicznych przez wiele przyszłych lat.

Robert Pilgrim jest absolwentem Arkansas Center for Space and Planetary Sciences na Uniwersytecie Arkansas.

Email: rpilgrim@uark.edu



Moss w Norwegii i meteoryty roku 2006

Morten Bilet

(Artykuł z kwartalnika METEORITE Vol. 13 No. 3. Copyright © 2007 ARKANSAS CENTER FOR SPACE & PLANETARY SCIENCES)

W piątek, 14 lipca, o 10:15, pan Ragnar Martinsen, właściciel chaty, siedział w ustępie, gdy usłyszał huk i grzmoty z kierunku wojskowego lotniska oddalonego o kilka kilometrów. Po pięciu minutach, gdy już wyszedł z ustępu, usłyszał świszczący dźwięk w powietrzu za nim. Z góry spadł kamień i uderzył w arkusz blachy dwa metry od niego.

Tego samego dnia Knut Jorgen Roed Odegaard, najbardziej znany astronom i prezes Norweskiego Towarzystwa Astronomicznego, otrzymał wiele za-

pytań od ludzi z całej południowo-wschodniej części Norwegii dotyczących jasnego bolidu, który obserwowano nad powiatem Ostfold. Widziano go z odległości ponad 300 kilometrów. Norweska Sieć Sejsmiczna (NORSAR) także odebrała sygnały. Mając nadzieję na znalezienie meteorytów tego samego dnia powiadomiliśmy media lokalne i ogólnokrajowe.

Na szczęście pan Martinsen zatrzymał kamień, który omal nie trafił w niego dzień wcześniej. Po przeczytaniu gazety zadzwonił do Knuta Jorgena informując o odłupanym kawałku,

który był czarny na zewnątrz, szary w środku i magnetyczny.

Tego samego dnia Knut Jorgen i ja (jako znawca meteorytów) pojechaliśmy do chaty pana Martinsena. Gdy podniosłem mały kamyk, niemal zaniemówiłem z wrażenia. Pan Martinsen znalazł kawałek czternastego norweskiego meteorytu. Mając go w ręku miałem dziwne wrażenie. Był jasnoszary z kilkoma dobrze widocznymi szczegółami i magnetyczny, ale gdzie chondry i inne szczegóły? Z pomocą dziesięciokrotnej lupy stało się to bardziej jasne. Szybko zrozumiałem, że to meteoryt węglisty, ale jakiego typu? Pozostała, większą część kamienia znalazła żona Knuta Jorgena, Anne Mette, w miejscu na ognisko, na zewnątrz. Prawie niemożliwe było odróżnienie jej od kawałków węgla. Łączna waga obu części kamienia wynosiła 34,7 g. Był to dopiero początek kilku bardzo emocjonujących dni i fantastycznego norweskiego spadku meteorytu.

Media podeszły do sprawy bardzo entuzjastycznie i przyszło wiele doniesień od osób, które znalazły podejrzane kamienie. Wyjeżdżano wielokrotnie, by je sprawdzić. Poszukiwania wokół Moss powinny dać więcej rezultatów. Na tym terenie jest wiele lasów, pól i zbiorników wodnych, gdzie trudno znaleźć meteoryty. Jednak tam, gdzie są domy i ogródki oraz budynki przemysłowe, powinno być łatwiej je zauważyć.

Po trzech dniach, w poniedziałek 17 lipca, zadzwonił o nas pan Frode Johansen z Moss. Mieszka on około 4,5 km na północny zachód od domu pana Martinsena. Wrócił właśnie z letnich wakacji. Gdy kosił trawnik, zauważył połamane gałęzie śliwy i duży kamień na trawniku. Na szczęście pan Johansen widział artykuły o bolidzie. Co za widok, gdy przybyliśmy do jego domu! Przyniesiono nam pięknie ukształtowany meteoryt ważący 752 g! Po kilku dniach pod naszą opieką przekazaliśmy kamień do Mineralogiczno-Geologicznego Muzeum Uniwersytetu w Oslo. Uznaliśmy, że jako narodowy skarb meteoryt powinien tam się znaleźć.



Fot. 1. Rodzina Martinsenów z dwoma największymi fragmentami.



Fot. 2. Meteoryt nr 1 ważący 34,7 g

Później pan Johansen i Muzeum uzgodnili warunki przekazania.

Wysłałem zdjęcia obu kamieni do Mike Farmera i Rainera Bartoschewitza i zaproponowałem, że może to być chondryt węglisty typu CO. Byli tego samego zdania i wkrótce do Moss przybyło wiele osób by szukać dalszych okazów. Pierwszymi, których spotkałem, byli Stefan Ralew i Andi Gren z Niemiec.

Minęło kilka dni zanim znaleziono następny meteoryt. Jednym z poszukiwaczy meteorytów w Moss był Michael Mazur. Jego opowieść brzmi następująco:

„23 lipca 2006 roku, gdy skręcałem na autostradę, by wrócić do domu do Stavanger, otrzymałem telefoniczną informację o możliwym znalezieniu meteorytu w Moss. Wcześniej sprawdziłem parę innych doniesień, ale okazywało się, że to ziemskie skały. Tym razem było jednak inaczej. Informacja o czarnej skorupie i jasnoszarym wnętrzu była zbyt dobra, by ją zlekceważyć. Po obejrzeniu kamienia i potwierdzeniu, że to rzeczywiście trzecie znalezisko Moss, udałem się na miejsce znalezienia z norweskim przyjacielem (którego spotkałem po drodze). Po mniej więcej 10 minutach przeszukiwania terenu znalazłem więcej fragmentów. Szybka ocena pokazała, że dość duży kamień (ok. 2 kg) rozpadł się przy uderzeniu w ziemię rozrzucając resztki na powierzchni kilkuset metrów kwadratowych. Po krótkiej dyskusji o metodzie



Fot. 3. Rodzina Johansenów



Fot. 4. Od lewej: Mike Farmer, Moritz Karl, Thomas Kurtz, Robert Ward, Alexander Gehler, Rainer Bartoschewitz, Robert Haag, i autor.

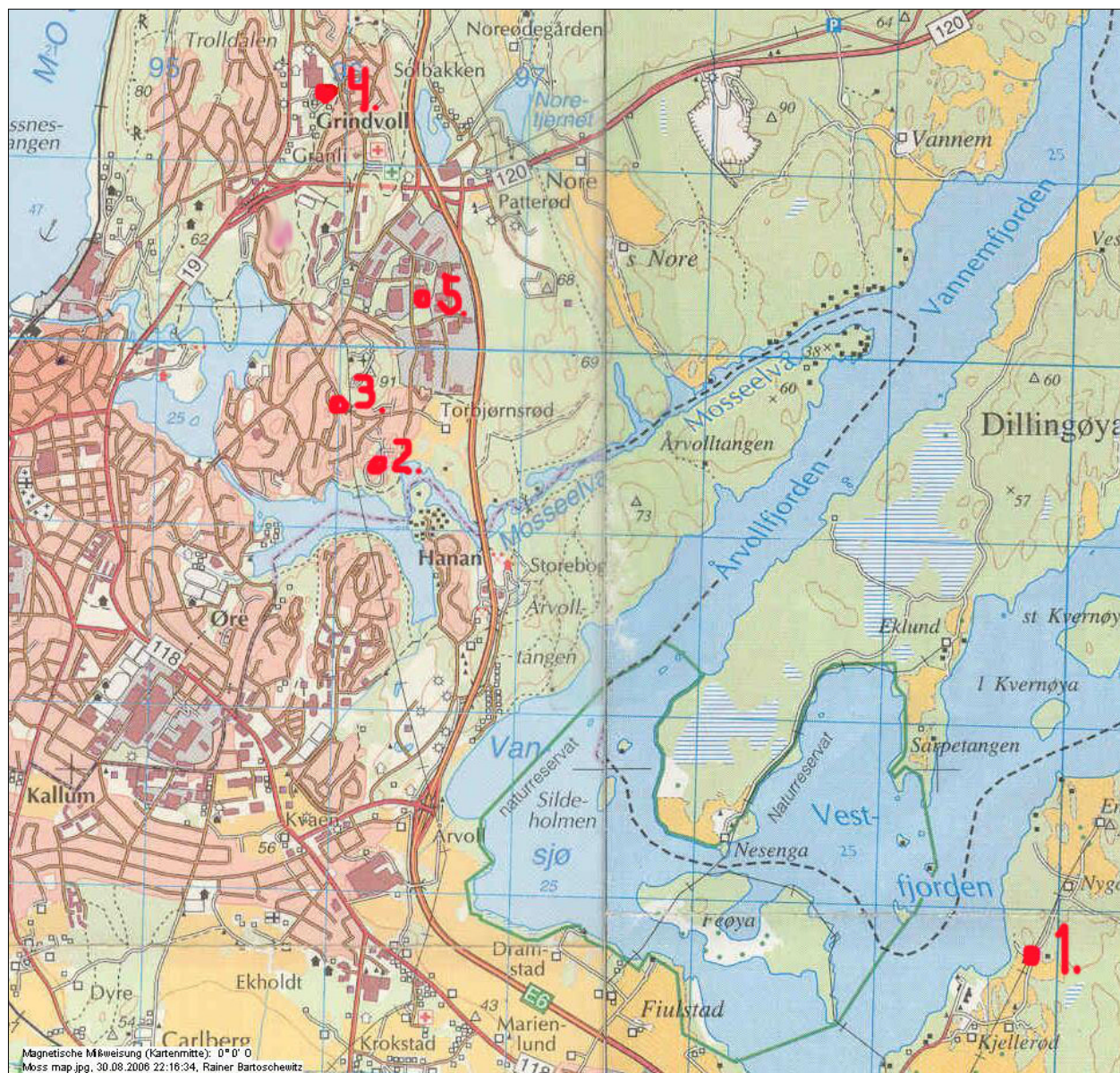


Fot. 5. Knut Jorgen i dekarze, dziura i meteoryt.

zbierania szybko zaczęliśmy zbierać i ważyć materię. Wyciąganie kawałków z krótko strzyżonej trawy przy pomocy kawałków folii aluminiowej (żeby nie dotykać kamieni gołymi rękami), to coś, czego nigdy nie zapomnę. Jestem pewien, że dla przechodniów w tym ruchliwym punkcie miasta wyglądaliśmy dość głupio, ale była to cena warta zapłacenia.”

Po kilku następnych dniach, wieczorem 30 lipca zamierzaliśmy z Mike Farmerem sprawdzić drewniany płot, w który mógł uderzyć meteoryt – wiadomość od Roberta Warda. Po rozmowie z miejscowymi ludźmi stwierdziliśmy jednak, że w płot uderzył samo-

chód. Robert był w hotelu gdy Mike i ja jeździliśmy po okolicy szukając dalej. Późnym wieczorem wjechaliśmy na parking na terenie przemysłowym, wysiedliśmy z samochodu, rozejrzeliśmy się dokoła i tam, pod niskim murem znaleźliśmy nasz kamień – w wielu, wielu kawałkach! To miejsce było tylko kilkaset metrów od poprzedniego kamienia. Ten uderzył w betonową powierzchnię i rozleciał się na przestrzeni 10–20 m. Zebraliśmy trochę kawałków, wróciliśmy do hotelu, zabraliśmy Roberta i razem znaleźliśmy setki kawałków; w sumie około 800 g. Niestety wiele fragmentów zostało rozniesionych przez samochody i traktory. Miejsce lądowania było tylko górką z szarym pyłem i próbowaliśmy tę materię, która powstała przed naszą własną planetą (żaden z nas nie zaczął wyglądać jak kosmita i jak dotąd antenek nie mamy).



Fot. 6. Mapa przedstawia Moss i okolice, znaczki pokazują miejsca znalezienia kolejnych okazów: 1 = 34,7 g (chata Martinsena), 2 = 752 g (chata Johansena), 3 = około 1,5 kg (M. Mazur), 4 = 800 g (Bilet/Farmer), 5 = 676 g (kamień z dachu). Ilustracja R. Bartoschewitz/M. Bilet

Dla mnie był to pierwszy przypadek znalezienia meteorytu i świeży spadek, 20 km od domu w moim własnym kraju był czymś fantastycznym. Było to także na urodziny mojej córki, 14 lipca, gdy skończyła ona 14 lat, i był to czternasty norweski meteoryt. Dla Mike'a, który znalazł wiele meteorytów, było to bardzo miłe doświadczenie. Dziękujemy Robertowi Wardowi, który wyciągnął nas z hotelu tego wieczoru.

Ale to jeszcze nie był koniec. 7 sierpnia zadzwonili do Knuta Jorgena dwaj dekarze, Arne Bill i Tor Henning Skau. Naprawiali oni dach budynku należącego do Norgesgruppen Company tylko 850 metrów od domu pana Johansena. Wezwano ich, bo dach zaczął przeciekać. W dziurze w dachu znaleźli kamień, który wbił się na 10 cm. Był to piękny kamień, ważący 676 g, i pasował idealnie do kamienia znalezione-

go przez pana Johansena.

Norgesgruppen Company postanowiła podarować meteoryt do Muzeum Uniwersytetu w Oslo. Przekazanie odbyło się w obecności wszystkich mediów. Po przekazaniu wszyscy weszli na dach, by zobaczyć dziurę zrobioną przez meteoryt. Dwa najładniejsze kamienie: 750 g i 676 g trafiły do Muzeum w Oslo. Pozostałe okazy znalazły się w zbiorach prywatnych całego świata.

Chciałbym podziękować wszystkim ludziom zainteresowanym meteorytami, którzy odwiedzili Moss, za ich udział, poszukiwania, entuzjazm i towarzystwo. Bez Was znaleziono by mniej meteorytów, a ta opowieść byłaby znacznie krótsza i niepełna. Na szczególne podziękowanie zasłużył Knut Jorgen Roed Odegaard, bez entuzjazmu którego, jak sądzę, nie odnaleziono by żadnego meteorytu.

Morten Bilet zajmuje się promowaniem towarów (i w przyszłości ma nadzieję pracować tylko z kamieniami). Minerale kolekcjonuje od 1969 roku, a skamieniałości i meteoryty od 1995 r. Ma 49 lat, dwójkę dzieci i sklep z minerałami 40 km na południe od Oslo, gdzie na co dzień pracuje jego żona.

Email: barb-o@online.no



Nowy francuski meteoryt – z 1799 roku

Alain Carion i Pierre-Marie Pele

(Artykuł z kwartalnika METEORITE Vol. 13 No. 3. Copyright © 2007 ARKANSAS CENTER FOR SPACE & PLANETARY SCIENCES)

Uwaga od Anne Black: W październiku 2006 roku Alain Carion zakupił kolekcję Chadela. Wśród ogromnego zbioru minerałów i skamieniałości znalazł on male, tekturowe pudełko zawierające mały kamień i etykietkę: „Fragment meteorytu z St-Quen-en-Champagne, Sarthe, (1799).” Oto jego opowieść.

Kamień jest oczywiście meteoritem, co do tego nie ma żadnych wątpliwości, ale ta nazwa nie pojawia się nigdzie w oficjalnych katalogach. Jest to bardzo stary i zupełnie nieznaną francuski spadek.

Krótkie poszukiwania w Internecie ujawniają, że Musee Vert w Le Mans posiada inny kawałek meteorytu Saint-Quen-en-Champagne. Kontaktujemy się z kustoszem muzeum, panem Nicolasem Morel, i umawiamy się na 5 stycznia 2007 r.

Jak ten meteoryt zdołał pozostać tak długo w ukryciu?

Pan Nicolas Morel wita nas w muzeum i opowiada, co wie o tym meteorycie. Dokumentacja jest bardzo uboga. Najstarszy znany tekst jest datowany 1841 r., ale w artykule opublikowanym w 1881 r. w „Bulletin de la Societe d'Agriculture, Sciences et Arts de la Sarthe” Albert Guillier pisze, że ten meteoryt spadł 29 września 1799 r. o 3 po południu, koło gospodarstwa Le Pin we wsi Saint-Quen-en-Champagne, około 50 km na północny wschód od Le Mans, w departamencie Sarthe. Parobek, zajęty młóceniem zboża, zoba-

czył, jak kamień spadł mu pod nogi i powiedział, że „nie mógł go podnieść od razu z powodu gorąca”. Albert Guillier dodaje, że kamień „wrażący 9 funtów 7 uncji, został podzielony, a fragmenty rozdane”. Całkowita masa była więc 4,6 kg. Dowiadujemy się też, że fragment otrzymał już w kilka dni po spadku Louis Maulny, miejscowy przyrodnik i namiętny kolekcjoner lokalnych osobliwości. Po jego śmierci w 1815 r. cała jego kolekcja została zakupiona przez departament Sarthe i złożona w muzeum w Le Mans. Fragment meteorytu w tej kolekcji waży 39 g.

Ważącą jeden gram próbkę okazu otrzymała obecnie Catherine Caillet-Komorowski z Narodowego Muzeum Przyrodniczego w Paryżu, więc można zrobić dokładną analizę, ale już wiemy, że jest to chondryt. Następne pytanie jest oczywiste: gdzie są inne fragmenty tego meteorytu? Kustosz Musee Vert pytał już obecnych właścicieli gospodarstwa Le Pin, ale oni nie mają żadnego fragmentu. Podobnie Muzeum w Nantes i Museum de la Monnaie w Paryżu, wymienione jako obdarowane fragmentami zaraz po spadku, nie mogą znaleźć żadnego ich śladu w swych zbiorach. Wciąż brakuje ponad 4500 g tego meteorytu, ale mamy nadzieję, że pewnego dnia nasze poszukiwania je ujawnią.

W konkluzji jest zdumiewające, że miejscowa wiedza w okolicy Saint-Quen-en-Champagne zachowała histo-

rię tego meteorytu, gdy najslawniejsi uczeni dziewiętnastego wieku nigdy nie wspominali o nim w swych publikacjach. To może wyjaśniać, dlaczego ten kamień z nieba zniknął na ponad dwa stulecia. Kusi także by spytać, ile takich nieznaną meteorytów wciąż ukrywa się w prywatnych domach i w zbiorach muzealnych.

Pragniemy podziękować panu Nicolasowi Morel za życzliwość i uprzejmą pomoc. Meteoryt Saint-Quen-en-Champagne można oglądać w Musee Vert, 204 Avenue Jean-Jaures, Le Mans, 72000, Sarthe, Francja. Godziny zwiedzania dostępne w Internecie.

Alain Carion opublikował kilka książek. Najbardziej znana w języku angielskim jest „Meteorites”. Ma on sklep w Paryżu i działa w „kamiennym biznesie” od dobrze ponad 20 lat. Strona internetowa: <http://carionminerals.com>

Pierre-Marie Pele jest autorem *Les Meteorites de France*. Stworzył witrynę *Encyclopedia of Meteorites*: <http://www.meteor-center.com>

E-mail:

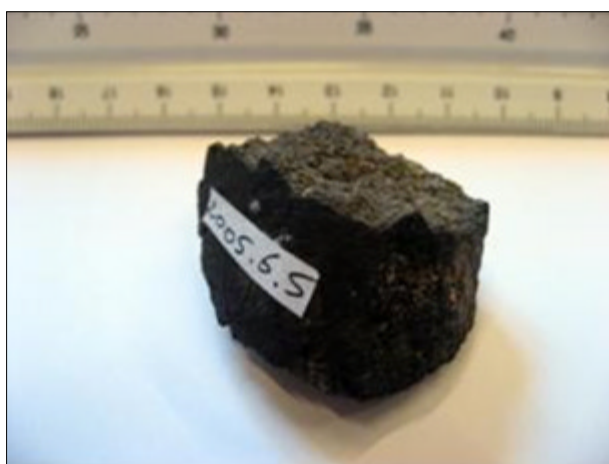
carionminerals@wanadoo.fr
Pierremariepele@yahoo.fr
Impactika@aol.com



Alain Carion



Fot. 1. Fragment meteorytu Saint-Quen-en-Champagne z kolekcji Chadela, 12 gramów. Kolekcja Cariona. Fot. Alain Carion.



Fot. 2. 39 g fragment meteorytu Saint-Quen-en-Champagne z kolekcji Musee Vert w Le Mans. Fot. Pierre-Marie-Pele.

Szok w ziemskich strukturach uderzenio- wych

**O. Richard Norton
i Lawrence A. Chitwood**

(Artykuł z kwartalnika METEORITE
Vol. 13 No. 3. Copyright © 2007 ARKAN-
SAS CENTER FOR SPACE & PLANETA-
RY SCIENCES)

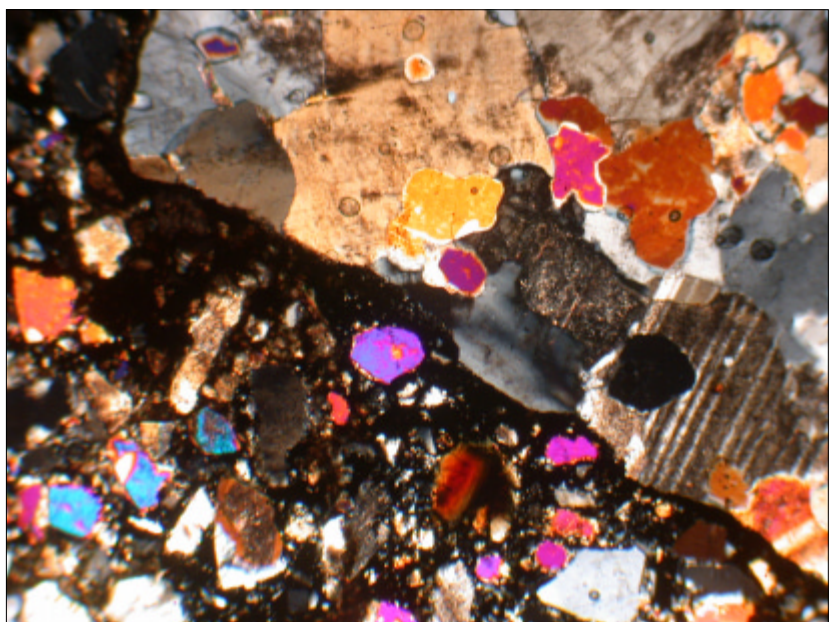
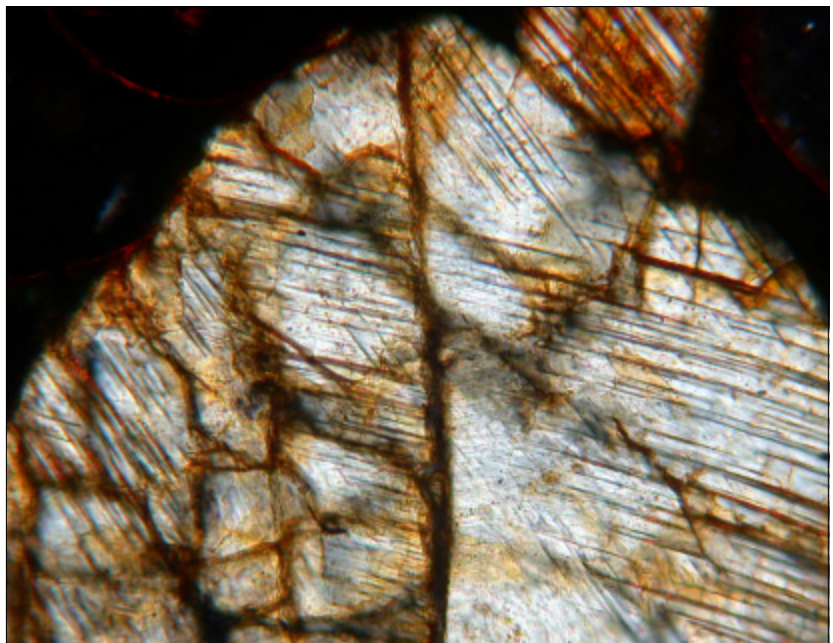
Ludzie często przychodzą do nas z kamieniami mając nadzieję, że to meteoryty, i proszą o identyfikację. (Niestety na ogół nie są to meteoryty, przykro nam.) Rzadziej odwiedzają nas szukając następnej najlepszej rzeczy – dowodu na odkrycie krateru uderzeniowego. Wobec braku oczywistych oznak, że kiedyś w przeszłości spadł meteoryt – na przykład meteorytów, albo śladów metalu lub stożków uderzeniowych – konieczne jest przyjrzenie się dokładniej samym skałom w poszukiwaniu oznak szoku. Aby to zrealizować, trzeba zrobić szlif petrograficzny z próbki skały z domniemanej struktury uderzeniowej i dokładnie go przebadać. Podobnie jak meteoryty, impaktyty są klasyfikowane przy pomocy mikroskopu petrograficznego, by znaleźć określone minerały, które są wskaźnikami szoku diagnostycznymi dla kraterów uderzeniowych.

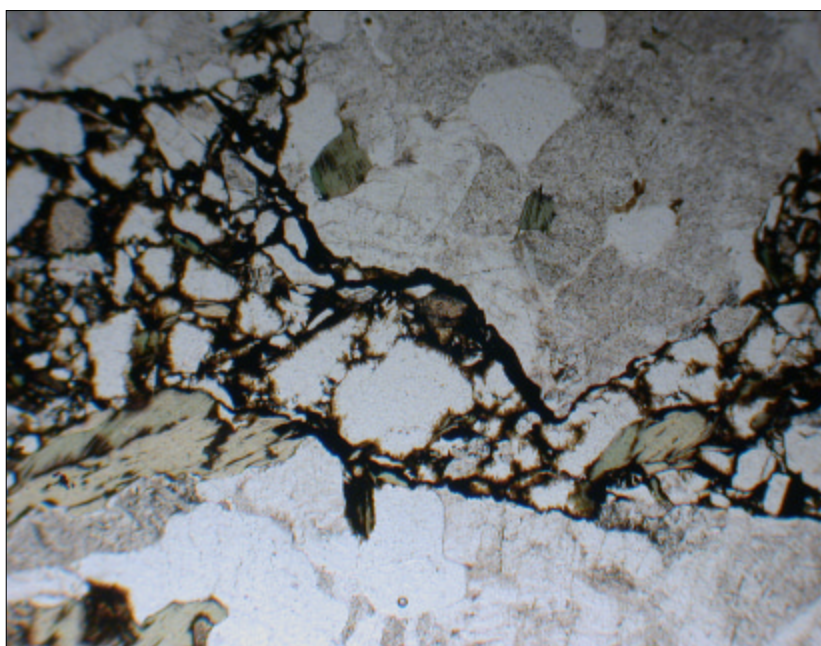
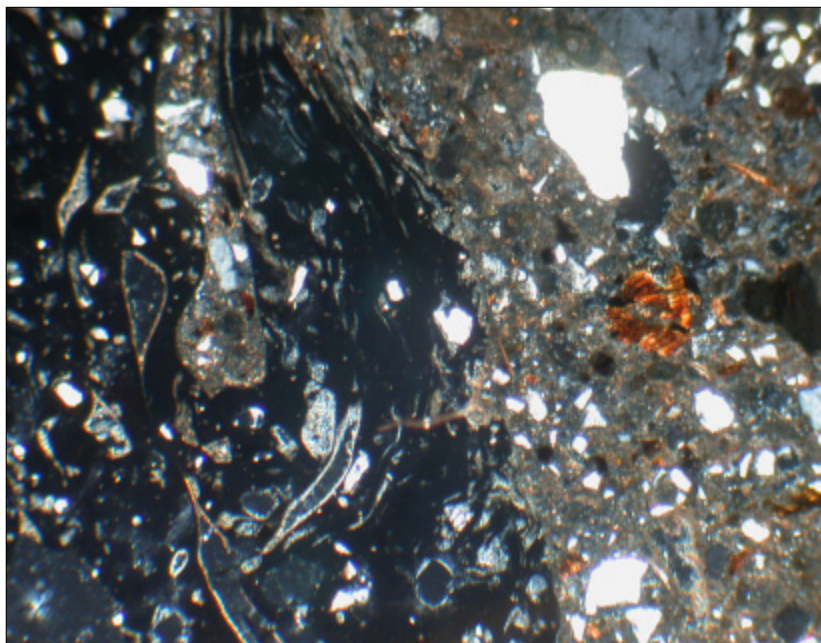
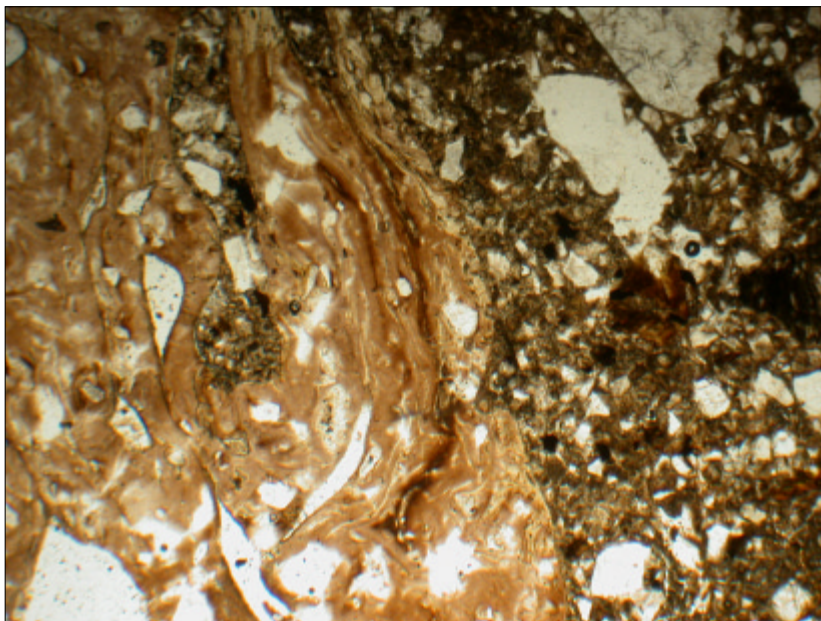
Czego więc trzeba szukać w płytkach cienkich, gdy już zostaną one zrobione? Omawialiśmy niedawno efekty

Fot. 1. Makroskopowe zdjęcie kawałka impaktytu znalezione w małym kraterze Monturaqui w Chile. Ten okaz jest kawałkiem suevitu z widocznym obficie szkliwem, małymi ilościami metalu (pozostałościami po impaktorze) i licznymi pęcherzykami, czasem zawierającymi wtórne minerały. Długość okazu 25 mm.

Fot. 2. Płytkę cienką impaktytu z Monturaqui ukazującą kryształ kwarcu z wyraźnie widocznymi PDF. Polaroidy skrzyżowane, powiększenie 250×.

Fot. 3. Brekcja stopu pozderzeniowego z Norwegii z widoczną żyłą stopu i pokruszonymi fragmentami. Ta płytka cienka jest grubsza niż 0,03 mm, co zwiększa zakres barw przy skrzyżowanych polaroidach. Powiększenie 40×.





szoku w meteorytach, ale ziemski impaktyt jest nieco inny. Ze wszystkich minerałów znajdujących w miejscach zderzenia najczęściej spotykany jest kwarc. Występuje niemal wszędzie na Ziemi, chociaż nie ma go w chondrytach. Jego wszechobecność sprawia, że jest on idealny do szukania struktur uderzeniowych. Tabela 1 zawiera pięć wskaźników, które wykorzystuje się powszechnie do określania szoku w kwarcu. Ciśnienia potrzebne do wytworzenia minerałów szokowych sięga od 30 do 50 GPa dla coesytu i od 15 do 40 GPa dla stiszowitu. Szczególnie warte uwagi pod mikroskopem są utwory nazywane planarnymi spękaniami lub utworami deformacji planarnych. Zbadanie kilku okazów ze znanych miejsc zderzeń może pokazać nam niektóre utwory, których trzeba szukać poszukując oznak szoku w ziemskich skałach.

Najpierw spójrzmy na impaktyt z krateru Monturaqui w Chile, dobrze znanego miejsca, gdzie w skałach znajdowano kropelki metalu (fot. 1). W płytce cienkiej zauważamy parę wyjątkowo ładnych przykładów deformacji planarnych czyli PDF (planar deformation features) (fot. 2). Jest to kryształ kwarcu z widocznymi zabarwionymi spękaniami. Ponadto są przynajmniej dwa zestawy PDF nakładające się w niektórych miejscach. Są to grupy równoległych linii przecinające kryształ pod różnymi kątami. Może być trzeci zestaw słabo widoczny po lewej stronie. Im wyższe jest ciśnienie podczas zderzenia, tym więcej zestawów PDF zostanie wytworzonych w zszokowanym kwarcu.

Kolorowa płytka cienka z brekcji impaktowej z Norwegii, widoczna na fot. 3 przy skrzyżowanych polaroidach, zawiera dużo kwarcu, biotytu i ciemnego szkliva. Jest to polimiktyczna brekcja z żyłkami stopu. Okruch w prawej, górnej części obrazu jest odlupanym fragmentem multikrystalicznej skały (prawdopodobnie granitu). Część

Fot. 4 i 5. Dwa widoki impaktytu z basenu Ries. (Wyżej) Przy równoległych polaroidach są widoczne figury płyniecia w stopionym szklivi i rozciągnięte i spłaszczone pecherzyki. (Niżej) Przy skrzyżowanych polaroidach szklivo znika i krawędzie pecherzyków są oznaczone przez minerały wtórne. Powiększenie 40×.

Fot. 6. Obraz ciemnej żyłki stopu z impaktytu ze struktury Gardnos widoczny przy równoległych polaroidach w powiększeniu 40×.

u dołu z lewej to żyła stopu wypełniona wprowadzonymi kanciastymi, pokruszonymi fragmentami kryształów wytworzonych przez zderzenie.

Inne dobrze znane miejsce zderzenia, to basen Nordlingen Ries w Bawarii, w Niemczech. Obejrzyjmy próbkę z basenu Ries przy równoległych (fot. 4) i skrzyżowanych (fot. 5) polaroidach. Przy równoległych polaroidach widzimy po lewej stronie brązowe szkliwo czyli suevit. Suevit jest brekcją utworzoną przez metamorfizm szokowy, w której kanciaste okruchy są osadzone w masie szkliva. W suevicie znajduje się coesyt i stiszowit. Zauważmy figury płynięcia w szklwie i rozciągnięte i spłaszczone pęcherzyki. Po prawej stronie zdjęcia jest fragment brekcji z pokruszonymi kryształami tkwiącymi w masie niewątpliwie szkliva. Na fot. 5, zrobionej przy skrzyżowanych polaroidach, zauważamy cienkie, białe, zakrzywione linie w szklwie na lewej połowie zdjęcia. Jest to prawdopodobnie zdewitryfikowane szkliwo (szkło przekształcone w drobne kryształy). Zauważmy także cienkie, zabarwione na białło lub żółto, linie w pęcherzykach. Mogą to być wtórne minerały z wody gruntowej lub zdewitryfikowane szkliwo. Widoczne kryształy, to najprawdopodobniej kwarc i piroksen. Szkliwo w matrix zaczyna ulegać dewitryfikacji, w przeciwnym razie matrix byłaby znacznie ciemniejsza.

Gardnos w Norwegii jest inną dobrze znaną strukturą uderzeniową. Na

minerał	wskaźnik szoku	zakres ciśnienia (GPa)
kwarc	planarne spękania, utwory deformacji planarnych (PDF)	5–35
	mozaikowość	10–13
	stiszowit	15–40
	coesyt	30–50
	lechatelieryt	>50

Tabela 1. Wskaźniki szoku spotykane w kwarcu.

fot. 6 mamy okaz z Norwegii przy równoległych polaroidach. Znów widzimy suevit i brekcję o składzie granodiorytu z licznym kwarcem, plagioklazem, biotytem i muskowitem. W czarnej żyłce stopu, biegnącej przez środek zdjęcia, wcisnięte są pokruszone fragmenty tych minerałów. Jasnobrązowo-zielony minerał to biotyt. Żelazo ze stopionego biotyty może być odpowiedzialne za ciemne zabarwienie szkliva w żyłce.

To są niektóre utwory, o których warto pamiętać oglądając płytkę cienką ziemskiej skały. Erupcje wulkaniczne nie wytwarzają sił potrzebnych do powstania tych wskaźników szoku. Jeśli je znajdziemy, prawdopodobnie mamy dowód zderzenia.

Literatura:

French B., 1998. Traces of Catastrophe. Lunar and Planetary Institute.

Hodge P., 1994. Meteorite craters and impact structures on the Earth. Cambridge University Press.

Email: sciencegraphics@msn.com

O. Richard Norton jest emerytowanym nauczycielem astronomii i pisze artykuły do czasopism takich jak *Astronomy*, oraz książki o meteoroidach (*Rocks from Space* i *Cambridge Encyclopedia of Meteorites*. Najnowszą książką jest *Field Guide to Meteorites*, Springer Verlag, 2007).

Larry Chitwood jest geologiem w Parku Narodowym Deschutes i ekspertem geologicznym w środkowym Oregonie. Jest współautorem ukazującej się właśnie książki *Field Guide to Meteors and Meteorites*.



✍

O kolekcjonowaniu...

O samym kolekcjonowaniu powiedziano i napisano już wiele, warto jednak zastanowić się nad nim w kontekście meteoroidów.

Od dawna wiadomo, że systematyczne zbieranie różnego rodzaju rzeczy wyzwała w nas emocje podobne do tych, jakie towarzyszyły naszym przodkom przy polowaniu: radość, satysfakcję, zaspokojenie potrzeby „sprawdzenia się”. Nie dziwi zatem fakt, że kolekcjonerami są zwykle mężczyźni. Meteoroidy nie są tu bynajmniej wyjątkiem. Wystarczy pomyśleć o radości, jaką odczuwa ktoś, kto „upolował” właśnie cenny okaz do swojego zbioru, aby analogia stała się wyraźna.

Innym ważnym powodem kolekcjonowania jest aspekt estetyczny. Zbieramy to, co się nam podoba, co zaspokaja

naszą potrzebę obcowania z pięknem. Dla większości ludzi meteoroidy to tylko kamienie, ale dla garstki pasjonatów to nieomal dzieła sztuki.

Prawdziwe kolekcjonowanie zawsze wiąże się ze zdobywaniem wiedzy, niezależnie od tego czy jest to przeczytanie książki naukowej czy tylko etykiety nowego okazu. Obcując z tajemniczym światem meteoroidów instynktownie staramy się go zgłębić, a im więcej o nim wiemy, tym bardziej nas fascynuje. Można nawet powiedzieć o swego rodzaju „kolekcjonowaniu” wiedzy, które samo w sobie dostarcza wiele satysfakcji.

Przy tworzeniu kolekcji potrzebny jest jakiś „klucz”, metoda, według której porządkujemy nasze zbiory i wybieramy nowe okazy. W bogatym świecie meteoroidów jest to szczególnie ważne,

a w wyborze tej metody pomaga nam zdobyta już wiedza. Klucze mogą być bardzo różne – możemy kolekcjonować całe okazy bądź tylko fragmenty czy przekroje; meteoroidy ze spadków historycznych albo tych najnowszych. Można zbierać tylko wybrane typy albo systematycznie zapępniać luki w zbiorach kupując okazy z grup, których jeszcze nie mamy. Prawie zawsze przy wyborze kierujemy się także własnym poczuciem piękna. Tak naprawdę istotne jest jedynie, aby być świadomym swoich kryteriów wyboru.

Tomasz Carlyle, pisarz angielski powiedział: „nie to, co mam, ale to, co tworzę, jest moim posiadaniem”. I to właśnie wydaje mi się w kolekcjonowaniu najpiękniejsze.

Tomasz Gargól – kolekcjoner

Przez dziki Tatarstan, Część I: Wizyta w Kainsaz

Svend Buhl

(Artykuł z kwartalnika METEORITE Vol. 13 No. 4. Copyright © 2007 ARKANSAS CENTER FOR SPACE & PLANETARY SCIENCES)

Odwiedziny obszaru rozrzutu meteorytu Kainsaz 68 lat po spadku

Tupolew 134 A, lecący z moskiewskiego lotniska Szeremietiewo do Samary w Tatarstanie, wyglądał ładnie. Duża, przeszklona kabina pod nosem odrzutowca wskazywała na możliwe alternatywne wykorzystanie jako wojskowy samolot rozpoznawczy, oczywiście w razie potrzeby. Moja prośba, by spędzić lot do Samary w tej właśnie kabinie, została z uśmiechem odrzucona przez stewardessę.

Odrzutowiec opuścił Szeremietiewo przez zmierzchem, a ponieważ leciał na wschód, słońce znikło za horyzontem już gdy przelatywaliśmy nad Niżnim Nowogrodem, trzecim największym miastem Rosji położonym tam, gdzie Oka wpada do Wołgi. Moim pierwszym wrażeniem z rozległych tatarskich stepów były duże pożary zarośli rozświetlające ciemność pode mną jak ślady ognistego bicia. Gęste chmury dymu zasłaniały widok, gdy pojawiły się światła milionowego miasta Samary obramowujące kręte koryto rzeki Wołgi.

Był koniec kwietnia i gdy rankiem opuszczałem Berlin, był ciepły dzień z temperaturą około 20°C. Jednak gdy zbliżaliśmy się do lotniska w Samarze, zobaczyłem z przerażeniem, że całe lotnisko, z wyjątkiem pasów startowych

i dróg, było pokryte śniegiem. Pomyślałem, że byłoby dobrze zabrać powłoki izolacyjne do mego namiotu. Przy najmniej nie będzie deszczu, gdy będziemy w terenie.

13 września 1937 r., godz. 14:15, 2 km na wschód od kołchozu Kainsaz

13 września, 1937 r., około 2:15 po południu. Iwan Barysznikow, który ścinał drewno na opał w lesie na wschód od Kainsaz, zastał w bezruchu i spojrzał w górę przerażony czarnym obiektem, który pojawił się nagle na południowo-wschodniej stronie jasnego błękitnego nieba. To intrygujące zjawisko zbliżyło się do niego z zapierającą dech w piersiach szybkością i przeleciało ze świstem nad głową. W tej samej sekundzie daleki grzmot przetoczył się nad lasem, zbliżył się i zakończył pięcioma potężnymi eksplozjami, które niemalże ogłuszyły tego 72-letniego weterana I Wojny Światowej.

Dały się teraz słyszeć wokół ciężkie, głuche uderzenia dalszych spadających obiektów. Barysznikow mówił później, że na niebie nie było dymu. Gdy Iwan wybiegł złapać swego tatarskiego konika, który przeraził się przelotem bolidu i uciekł, grzmot wciąż jeszcze rozlegał się echem w okolicznych wąwozach.

Piotr Muromow (nazwisko zmienione) i jego pomocnik Andriej czekali na mnie w hali przylotów portu lotniczego w Samarze. Był to w rzeczywistości skąpo oświetlony, drewniany barak zatłoczony ludźmi, gdzie ludzie w kożuchach, które wydawały się równie żywe, jak ich właściciele, próbowali wyrwać bagaże od przybywających pasażerów gestykulując i klęcząc, jakby to była kwestia życia i śmierci. Później dowiedziałem się, że to byli taksówkarze.

Była pierwsza w nocy i po trwającej 28 godzin podróży i spędzeniu pół dnia w hałaśliwym piwnym barze w Szeremietiewie moja uwaga na to, co się dzieje wokół mnie, powoli ale nieustannie malała. Wziąłem bagaż, zadowolony że żaden urzędnik nie prosił mnie o otwarcie go i wyjaśnienie, do czego mi potrzebny GPS, radio i wyglądające na wykrywacz min urządzenie, które wiozłem ze sobą.

Zauważyłem stojącego z tyłu mężczyznę, który w przeciwieństwie do ruchliwych postaci wokół mnie, stał tam spokojny i zrelaksowany jak radziecki Budda. Utorowałem sobie drogę do niego i nie mogłem się powstrzymać od zapytania, „Piotr Muromow, jak sądzę?” Uśmiechnął się i potwierdził i zgodnie z tym, co moim zdaniem było właściwym rosyjskim zachowaniem w takiej sytuacji, uściślałem go.

Piotr miał trzydzieści parę lat, żylastą budowę, kruczoczarne, krótko ostrzyżone włosy i parę jasnych, żywych, niebieskich oczu, które lustrowały z zaciekawieniem tego niemieckiego gościa ekspedycji. Wkrótce pojawił się jego asystent Andriej Andriejewicz i przywitałem się z nim w ten sam sposób. Obładowani moim sprzętem ekspedycyjnym udaliśmy się do samochodu.

Był kwadrans przed drugą w nocy i byłem ciekaw, jakie miejsce do spania przygotowali ci dwaj dla nas na tę noc. „Prawdę mówiąc zamierzaliśmy jechać od razu do Kainsaz,” odpowiedział Andriej.

„Jak to daleko?” spytałem. „Jakieś dwieście kilometrów, może osiem lub



Fot. 1. Barwy Tatarstanu ozdabiające brzegi rzeki Milli. Zdjęcie zrobiono z Musliumowa patrząc na północ i północny zachód w kierunku Kainsaz.

dziesięć godzin jazdy.” Chociaż nie mogłem wyobrazić sobie, co mogło być odpowiedzialne za tę dysproporcję między czasem a odległością, jego odpowiedź była dla mnie wystarczająca — tak długo, jak mogłem przymknąć oczy podczas tej jazdy.

Samochód to był 4WD Łada Niwa, rosyjski jeep, w dobrym stanie i wyposażony w silnik turbo diesel i GPS. Coś mnie irytowało. Samochód był wypchany po dach sprzętem i tylko dwa siedzenia z przodu pozostały wolne. Gdy stałem i zastanawiałem się, jak ma zmieścić się w tym pojeździe mój bagaż, nie mówiąc już o mnie, Andriej zaczął wypychać mój bagaż przez tylne okno.

Po zrobieniu tego w jakiś sposób wzięty od [Davida] Copperfielda, wcisnął się sam przez to okno i zwinął się w kłębek między garnkami, kanistrami z benzyną i beczułką, która według jego przerażającej informacji, zawierała jakiś rodzaj wybuchowej cieczy. Zająłem miejsce z przodu i do stałem rolę nawigatora.

Po kilku kilometrach na drodze szybko stało się jasne, że mottem tej podróży jest „żadnego spania do Kainsaz.” Dziury w jezdni, nad którymi łatwiej było zrobić most niż je zasypać, gigantyczne ciężarówki, które mijaly nas z dużą szybkością, bez świateł, albo blokady drogowe z groźnymi żołnierzami Omonu kierującymi na nas swe półautomatyczne Bizony i energicznie żądającymi dokumentów, stanowiły częstą rozrywkę, która nie pozwalała mi zasnąć. Gdy Andriej przejął kierownicę, mieliśmy dodatkowe emocje wiedząc, że zostawił on swoje prawo jazdy w St. Petersburgu. Kierował on Ładą całą drogę z Moskwy do Samary, około 1000 km, zanim patrol drogowy nie zatrzymał go do rutynowej kontroli i wtedy odkrył on, że go nie ma.

Pamiętam, że przez całą drogę widziałem tylko garstkę drogowoskazów, które nie były dla mnie żadną pomocą w nawigacji z powodu mojej ograniczonej znajomości cyrylicy. Jeśli mowa o drogach Tatarstanu, to po prostu ich nie ma — przynajmniej nie w naszym rozumieniu tego słowa. Później, gdy zjechaliśmy z szerokiej szosy przezwaną „Rollbahn,” zrozumiałem, dlaczego ten kraj był nie do pokonania dla wszystkich najeźdźców.

Jedyną armię, którym kiedykolwiek udało się podbić ten teren, przybyły na

końskich grzbietach. Bułgaria Kamsko-Wołżańska, jak nazywano Tatarstan aż do osiemnastego wieku, został podbity przez wojska mongolskiego księcia Batu Chana pod koniec lat 1230. Mieszkańcy, wymieszani z turecko-mongolskimi, mówiącymi kipczackim językiem wojownikami i osadnikami Złotej Ordy, zaczęli być nazywani „Tatarami nadwołżańskimi.” W latach 1430, ten region znów stał się niepodległy jako baza Chanatu Kazańskiego. Kazań założono blisko zrujnowanej stolicy Bułgarów.

Tatarstan został podbity przez wojska cara Iwana IV Groźnego w latach 1550, a Kazań został zdobyty w 1552 r. Niektórzy Tatarzy zostali zmuszeni do przejścia na chrześcijaństwo, a w Kazaniu zbudowano kościoły. Do 1593 r. wszystkie meczety na tym terenie zostały zniszczone. Rosyjski rząd zabronił budowy meczetów, a zakaz ten został uchylony dopiero w osiemnastym wieku przez Katarzynę II. Pierwszy meczet odbudowany pod auspicjami Katarzyny powstał w latach 1766–1770.

13 września 1937 r. godz. 14:15, 900 metrów na południowy wschód od kołchozu Kainsaz

Dwudziestotrzyletnia Anna Raszkulikowa pracowała tego popołudnia w polu 900 m na południowy wschód od Kainsaz. Bez żadnego ostrzeżenia nagle piekło rozpętało się wokół niej. Z piekielnym hałasem jakby metalu trącego o metal, 5 m od niej ziemia została rozerwana wysyłając w powietrze fontannę gleby, podczas gdy gorąca fala uderzeniowa momentalnie powaliła ją na ziemię.

Potem nastąpiło pięć czy sześć eksplozji i wciąż było słychać odgłosy gradu uderzającego w ziemię. Ogłuszona i w szoku leżała tam drżąc z przerażenia i próbując zrozumieć, co się stało. Chmura pyłu po uderzeniu wciąż była widoczna, gdy inni robotnicy z pobliskiego pola podbiegli, by jej pomóc, chociaż na niebie nie było widać dymu. Dwa dni potem Anna Raszkulikowa, której wciąż szumiało w uszach, mówiła że była przekonana, że spadł na nią



Fot. 2. Droga do obszaru rozrzutu.

dwupłatowiec. Po tym, jak robotnicy ją znaleźli, z głębokiego na dwie stopy dołu wykopano czarny kamień ważący 54 kg.

Po sześciu godzinach i jakichś 120 km, wschodzące słońce oświetliło scenę pierwotnych wrzosowisk i torfowisk zaburzonych tylko przez nitki rurociągów gazu i ropy znikających na mglistym horyzoncie. Łagodnie pofalowaną równinę przecinały meandrujące linie bałek, jak miejscowi nazywali wąskie i głębokie wawozy wyżłobione w żyznym lessie przez strumienie spływającej wody. Na ich wschodnich stokach zachowały się pojedyncze wyspy białoszarego śniegu świadczące o długiej i srogiej zimie. Szare czaple i czarne bociany chodziły majestatycznie wzdłuż brzegów polując na poranne ryby. Piękne miejsce. Ale zabłądziliśmy. Gruntowa droga, którą jechaliśmy przez ostatnie półtorej godziny, kończyła się w bagnie tam, gdzie mapa pokazywała szosę drugiej klasy. Ślady po prostu zniknęły pod powierzchnią, dosłownie zatopiona droga.

Szukając powrotnej drogi do cywilizacji natknęliśmy się na trochę prehistorycznych ruin pochłoniętych już

w połowie przez bujną roślinność. W Rosji są to nieomyślne oznaki zabudowanych obszarów w przeciwnym kierunku. Ponieważ przestrzeni w tym kraju nie brakuje, fabryki, stacje kolejowe, magazyny i budynki mieszkalne nie są konserwowane, odnawiane czy rozbierane. Zamiast tego wszystkie te budowle stawia się od nowa obok zniszczonych. W ten sposób miasto przenosi się na otwartą przestrzeń, pokolenie za pokoleniem, pozostawiając za sobą pas ruin i zniszczenia ciągnący się kilometrami.

Przejechaliśmy przez Krabas, potem przez Aznakajewo, inne satelitarne miasto, aż znów znaleźliśmy się na otwartej równinie. Gdy dotarliśmy na wierzchołek pasma wzgórz, ukazał się najwspanialszy widok. Pofałdowana kraina traw rozciągała się daleko, jak okiem sięgnąć. Ostry wiatr gnał srebrzyste fale przez to rozległe pastwisko, a w szerokiej dolinie pod nami jeździec, stojąc wyprostowany w siodle, gnał swego tatarskiego rumaka przez równinę pełnym galopem, pozostawiając obłoki pary znikające z wolna w już mocnym, wiosennym słońcu. Scenerię uzupełniały krzyki czerwonej kani szybującej na krystalicznie czystym porannym niebie zakreślając kręgi.

Przed dziesiątą rano dotarliśmy do małej osady Musliumowo. Zaparkowaliśmy samochód w cieniu obowiązkowego pomnika Lenina i Piotr wszedł do miejscowego posterunku milicji, by zarejestrować swego gościa zgodnie



Fot. 3. Warajst-Bas pojawia się w polu widzenia. Granica elipsy rozrzutu biegnie wschodnim skrajem tej osady.

z wymogami mojej wizy. Razem z Andriejem czekałem na zewnątrz i wkrótce potem jak Piotr zniknął z moim paszportem, usłyszeliśmy stamtąd wrzask, który Andriej przetłumaczył, „Idź do diabła ze swym turystą i tam go zarejestruj.” Nie mieliśmy zamiaru tego ranka nigdzie więcej się wybierać, więc kontynuowaliśmy naszą wyprawę bez oficjalnego potwierdzenia.

Następnym przystankiem był sklep spożywczy, by zgromadzić zapasy niezbędne do wyposażenia naszej kuchni na dwutygodniowy pobyt w lesie. Podczas gdy pozostali robili zakupy, miałem okazję studiować miejscowe oby-

czaje. Wydawało się, że obowiązują pewne zasady ubioru. Wszyscy panowie nosili kozuchy lub kurtki z kozłej skóry, sportowe spodnie ze spadochronowego jedwabiu w jaskrawych kolorach i gumowe buty. Zupełnie inaczej było z przeważnie pięknymi kobietami. Ubrane w eleganckie kostiumy według najnowszej paryskiej mody, obcisłe džinsy lub szyte na zamówienie garsonki, delikatnie kroczyły po piaszczystych ulicach wioski we włoskich butach na wysokich obcasach, jakby to był zwykły dzień na chodniku w Mediolanie. Pomyślałem, że to kraina supermodelek i pijanych facetów w kozuchach.

Dołączyłem do pozostałych w sklepie, by zastać Piotra pochłoniętego zawziętym targowaniem się o patelnię. Andriej tłumaczył, „Wątpię, czy ta patelnia będzie odpowiednia do smażenia na palniku naftowym albo na ognisku; nie jest warta takiej wysokiej ceny.”

Sprzedawca odparł, „Oczywiście że jest przyjacielu, właśnie przyrządziłem sobie na niej śniadanie i mogę zapewnić, że smaży znakomicie.” Z prawie nową patelnią ze znakiem czerwonej gwiazdy i 150 bardziej lub mniej pieczołowicie zapakowanymi jajkami opuściliśmy sklep i pojechaliśmy dalej wzdłuż zielonych brzegów rzeki Millii do naszego celu, obszaru rozrzutu meteorytu Kainsaz.

Przejazd przez mały strumień o stromych brzegach kosztował nas parę jajek, ale 4WD Łada pokonała błotniste



Fot. 4. Orientowany, ważący 73,1 g okaz Kainsaz znaleziony 2000 r. przez rosyjski zespół poszukiwaczy. Po wyglądzie trudno odróżnić niedawne znaleziska od tych z 1937 r. W dziennym świetle skorupa jest matowo czarna bez śladów wietrzenia. Okaz powyżej był fotografowany przy oświetleniu halogenowym, by uwypuklić delikatne figury spływania.

podjazd po drugiej stronie nie grzęznąć w błocie. Po piętnastominutowej jeździe na przełaj przez łagodnie pofałdowany step, nasza wyprawa przybyła na skraj brzoźowo-sosnowego lasu rozciągającego się po horyzont.

Niegrabny głuszec poderwał się z malowniczej polany, kracząc ze złością z powodu nagłego zakłócenia spokoju przez nasze przybycie. GPS wyświetlał cienką linię przechodzącą przez naszą pozycję, biegnącą z południowego wschodu na północny zachód pod kątem 47 stopni. Była to oś elipsy rozrzutu. W tym miejscu mieliśmy obozować przez najbliższe dwa tygodnie.

Pierwszą rzeczą do postawienia był namiot gospodarczy. Ścięto drzewa, by zrobić jego szkielet, który został następnie zbity gwoździami i przywiązany linami do dwóch grubych drzew. Konstrukcję dopełniały ściany i dach z przezroczystego plastiku, stół, dwa krzesła i lampa olejowa. W tym momencie pospieszyłem rozstawić mój własny namiot, ponieważ teraz rozpaczliwie potrzebowałem trochę snu. Właśnie miałem zamiar rozwinąć śpiwór, gdy Andriej zaanonsował spotkanie w namiocie gospodarczym.

13 września 1937 r., godz. 14:50, droga z Tash-Elga do Kainsaz

Wracając do Kainsaz Iwan Barysznikow szedł drogą z Tash Elga do Kainsaz, gdzie napotkał podniecony tłum ludzi, którzy właśnie wykopali z pola obok drogi czarną jak węgiel bryłę wielkości futrzanej czapki. Ten obiekt wbił się w glebę na głębokość stopy i wy-

tworzył krater o szerokości jednej stopy. Ktoś powiedział, że to jest bomba, więc ludzie cofnęli się i bali się go dotknąć. Iwan znał bomby i ten obiekt nie był podobny do żadnej z tych, które widział podczas wojny. Jednak gdy ludzie spyтали go, co to może być innego jeśli nie bomba albo pocisk, podrapał się po brodzie i przyznał, że nie ma pojęcia. Później tego dnia znaleziono jeszcze jeden kamień, a ludzie z sąsiedniej wsi powiedzieli, że czarny kamień ważący 22 kg spadł na innym polu około 50 m od rolnika na traktorze w Kraśnym Jarze.

Na stole stała butelka wódki i trzy szklanki. Piotr rozlał krystalicznie czystą ciecz do szklanek upewniając się, że są one wypełnione po sam brzeg. Chociaż było dopiero około południa, uznałem, że trochę trunku przed snem nie zaszkodzi, zanim w końcu nie wrócę do rozpaczliwie upragnionego śpiwora. Piotr wniósł toast za powodzenie naszej wyprawy, który powtórzyliśmy przed opróżnieniem naszych szklanek. Zanim ból w moim gardle zdążył się zmniejszyć, Piotr znów napełnił szklanki.

Tym razem była moja kolej na wzniesienie toastu. Podziękowałem



Fot. 5. Pięknie zachowana główna masa Kainsaza o wadze 102,5 kg jest jedną z ozdób meteorytowej kolekcji w Instytucie Wiernadzkiego w Moskwie.

więc moim rosyjskim przyjaciółom za gościnność i za możliwość wzięcia udziału w tej historycznej wyprawie, ponieważ byłem pierwszym Niemcem, jeśli nie pierwszym obcokrajowcem w ogóle, który przybył na obszar rozrzutu Kainsaz. Po trzeciej rundzie chwyciłem za krzesło. Otworzono następną butelkę z groźnym niedźwiedziem na etykiecie.

Korzystając z okazji zaproponowałem zrobienie małej przerwy, ponieważ po południu chciałem zacząć poszukiwania. Piotr kiwnął głową i zgodził się, że czekająca nas ciężka praca wymaga nadludzkiej siły. Tę można uzyskać tylko pijąc więcej wódki. Po pół godziny i jeszcze kilku toastach śniadanie uznano za zakończone i wczółgałem się do mego namiotu, nie całkiem pewien, czy wciąż mam ochotę wstać za parę godzin, by chodzić po lesie z magnetometrem. Poszukiwanie meteorytu Kainsaz okazało się trudniejsze niż oczekiwałem. Znikając w namiocie słyszałem, jak Andriej zapewnia mnie, „Nie obawiaj się, rano nie pijemy dużo wódki.”

Gdy obudziłem się późnym popołudniem, czułem się, jakby grizzly z etykiety na butelce wódki siedział na mnie, gdy spałem. W rzeczywistości był to rosyjski niedźwiedź brunatny z gatunku *ursus arctos*, ale w moim stanie nie robiło to większej różnicy. Kąpiel w małym naturalnym zbiorniku topnie-



Fot. 6. Północny kraniec elipsy rozrzutu ze wsią Kainsaz, z rozmieszczeniem czterech największych brył. Podziałka około 1:50000.

jącej wody u stóp wzgórza przywróciła mnie do życia. Czysta, zimna jak lód woda, leciała z szyjki plastikowej butelki, którą Andriej przymocował do źródła. Gdy wróciłem do obozu, on już rozpałił ognisko.

13 września 1937 r., godz. 18:30, Musliumowo

Po południu, 13 września 1937 r., komisarz w Musliumowie pośpiesznie napisał raport zawierający informacje, które zdołał zebrać do tej pory. Przekablował to do Moskwy, gdzie zaalarmowano OGPU (KGB), który był przekonany, że ten incydent musiał być spowodowany katastrofą niemieckiego samolotu szpiegowskiego. Polecono komisarzowi skonfiskować wszystkich tajemniczy materiał, który spadł z nieba, i czekać na dalsze instrukcje. Moskwa nie miała wątpliwości. Należało podjąć szybkie działania, by wyeliminować nazistowskie zagrożenie w Tatarstanie.

Tego samego wieczoru polecono Instytutowi Geochemii w Moskwie, który był poprzednikiem Instytutu Wiernadzkiego założonego w 1947 r., wysłać do Tatarstanu najbardziej zaufanego starszego pracownika, by zbadał incydent w Kainsaz. L. S. Seliwanow, który był czołowym mineralogiem tego instytutu, otrzymał rozkaz startu do Musliumowa tej samej nocy, by niezwłocznie dotrzeć do strefy spadku.

Sprawdziliśmy, czy detektory i odbiorniki nie doznały uszkodzeń podczas transportu. Oprócz trzech wykrywaczy



Fot. 8. A. S. Seliwanow. Ten naukowiec z Geochemicznego Instytutu Wiernadzkiego zajmował się badaniem spadku meteorytu Kainsaz. W 1960 r. został on jednym z czołowych twórców techniki uzyskiwania obrazów w radzieckim programie Lunar Orbiter.



Fot. 7. Namiot gospodarczy w stylu Klondike. Zauważcie magnetometr Vallona pod hamakiem.

White XLC, przywieźliśmy magnetometr Vallon EL 1302 — ciężki przyrząd zaprojektowany do wykrywania artyleryjskich niewybuchów na dużych głębokościach. Po nastawieniu na maksymalną czułość ten Vallon może zlokalizować ferromagnetyczny obiekt wielkości piłki golfowej na głębokości trzech stóp. Ogromną wadą jest jego wielkość i waga oraz, jak przekonaliśmy się później, niezdolność do odróżnienia złomu pozostawionego przez ludzi i żelazistych zanieczyszczeń gleby od oryginalnego, nikłonośnego żelaza meteorytowego.

Wykrywacze White XLC są porównywalne z innymi wykrywaczami tej samej generacji jeśli chodzi o łatwość posługiwania się, zasięg w głąb i pokrywana powierzchnię. Stwierdziliśmy, że łatwo się nimi posługiwać i są niezawodne, jeśli chodzi o zdolność rozpoznawania. Meteoryt Kainsaz należy do niewielu meteorytów CO3 nadających się do poszukiwania z wykrywaczem metalu. Zawiera w sumie 25,56% żelaza, co akurat wystarczy, by dać poszukiwaczowi sporą szansę, jeśli meteoryt nie wbił się zbyt głęboko w ziemię. Wielkość jest oczywiście innym czynnikiem ograniczającym. Zawartość żelaza 25% jest jednak wciąż dość niska i odpowiada tej w chondrytach zwyczajnych typu L. Podczas gdy te ostatnie zawierają 4 do 10% Ni, chondryt węglisty Kainsaz lokuje się na dolnym końcu skali z zawartością tylko 4,5% niklu.

Chociaż żaden z nas nie palił się tego popołudnia do pracy, nastrój nam się

poprawił po przetestowaniu sprzętu. Celem była cienka, ważąca 17,9 g płytka Kainsaza o dużej powierzchni około 20 cm² którą umieściliśmy w niemetalicznym, okrągłym pudełku dla ochrony przed uszkodzeniem. Aby zrekomensować małą wagę, umieściliśmy płytkę w ziemi na głębokości 10 cm i równolegle do powierzchni. Dokładnie namierzona White'm, powodowała krótki sygnał, wystarczający aby operator mógł rozpoznać meteoryt. Magnetometr Vallona był w stanie wykryć płytkę nawet w promieniu 20 cm od miejsca, gdzie leżała i z wysokości około 25 cm. Następnego dnia zaczynamy poszukiwania.

W następnym numerze, część II: Łowy rozpoczęte

Podziękowania: Jestem wdzięczny Howardowi McLean za odnalezienie artykułu Seliwanowa w *Nature* z 1938 roku, mojemu ojcu Hasso Buhlowi za prawidłowe zidentyfikowanie *Lyrurus tetrix* (Linnaeus, 1758), i mojej narzeczonej Claire Koch za wspieranie i cierpliwe znoszenie mego nie kończącego się nigdy pragnienia znikania co pewien czas w dziwnych, odludnych miejscach.

E-mail: svendbuhl@web.de

Dr. Svend Buhl, poszukiwacz meteorytów; miłośnik pustyni i autor książek popularnonaukowych, przygotowuje obecnie trzecią wyprawę na pustynię Ténéré w Republice Nigru. W życiu codziennym pracuje jako konsultant d/s współpracy z rządem w Hamburgu, w Niemczech.



Ponowne przeanalizowanie metod poprawy jakości życia kolekcji meteorytów

William Mason III

(Artykuł z kwartalnika METEORITE Vol. 13 No. 3. Copyright © 2007 ARKANSAS CENTER FOR SPACE & PLANETARY SCIENCES)

Metody wykorzystywane do ochrony naszych zbiorów meteorytów przed naturalną autodestrukcją tu na Ziemi zostały wypracowane przez najrozmaitszych kolekcjonerów meteorytów, dealerów i kilku naukowców. Pragnąc powiększyć naszą wiedzę o przechowywaniu meteorytu, gdy trafi on na Ziemię, chciałbym podzielić się z wami kilkoma ciekawymi obserwacjami dotyczącymi korozji w meteorytach żelazno-kamiennych i paru pospolitych meteorytach żelaznych.

Myślę, że nie popełnię błędu twierdząc, że w kosmosie meteoryt ma niewiele do czynienia z korozją. Problem zaczyna się, gdy meteoryt styka się z nieprzyjaznym środowiskiem naszej Ziemi, która uwielbia niszczyć wszystko, co może utlenić się i zwierteć.

Aby jednak lepiej zrozumieć, przez co przeszedł nasz pallasyt z Kansas, cofnijmy się do kosmosu sprzed kilku miliardów lat. Norton nauczył nas, że życie meteorytu nie jest łatwe: obi-

jany, ogrzewany, gazowany, mrożony i w próżni jakoś daje się złapać w pole grawitacyjne Ziemi. Czekają go tu dalsze nieprzyjemności i można sobie wyobrazić, co się dzieje. Traci on swą próżnię w kosmosie i zaraz będzie ogrzany i ściśnięty do punktu destrukcyjnej eksplozji; spada 20 mil na sekundę i nagle zostaje zatrzymany – już tylko część tego może wykończyć!

Popatrzmy teraz, gdzie nasz nowy meteoryt znajduje miejsce we wrogim środowisku: albo w wodzie oceanu, albo głęboko zagrzebany w ziemskiej glebie. To, do czego zmierzam, to potrzeba zrozumienia, co się przydarzyło naszym cennym okazom meteorytów i jak one reagują na swój nowy dom.

- Próżnia zostaje zastąpiona przez ziemskie ciśnienie, 14,7 p.s.i. (1013 hPa – przyp. red.)
- Meteoryt jest zagrzebany w ziemi.
- Narażony na związki chemiczne z gleby rozpuszczone w wodzie i gazowe.

• Meteoryt wchłania te zanieczyszczenia z pomocą ciśnienia ziemskiego powietrza.

• Starzeje się do ostatecznej destrukcji.

Pracowałem z setkami meteorytów, które są znane ze skłonności do rdzewienia, i muszę się przyznać, że ten koszmarny Nantan omal nie wygrał, dopóki nie nauczyłem się, czym właściwie jest korozja. Stwierdziłem, że w próżni Nantan nie koroduje. Czym jest więc korozja? Jest to proces galwaniczny czyli wymiana jonów w obecności pary wodnej. Wtedy wynaleźliśmy związek, który zawierał „inhibitor korozji w fazie pary”, który można było dodawać do kwasów, zobojętniaczy, płynów chłodzących i bezbarwnych lakierów. Myśleliśmy, że problem rdzewiejących meteorytów mamy chyba rozwiązany.

Czegoś jednak zabrakło, gdy zacząłem otrzymywać do oczyszczenia meteoryty Brenham (Kansas) i Campo del Cielo. Moje dokonania były, jak to na-



Fot. 1. Pojemnik i cały układ próżniowy.

zywałem, tymczasowe, ponieważ po paru miesiącach pojawiała się plama rdzy. Wiedziałem, że rdza potrzebuje wody i tlenu, a meteoryt był odizolowany od wilgotnego powietrza wokół nas. Czego nie zauważyłem? Wracając do podstaw sięgnąłem do jednego z innych projektów badawczych. Gdzie były meteoryty bezpieczne od korozji? W próżni! Umieściłem więc dużego Brenhama w dużym pojemniku próżniowym. Zważyłem go na precyzyjnej wadze (14514,96 g). Przyczepiłem następnie chromatograf gazowy do węża odprowadzającego, by zobaczyć, co wyszło z meteorytu. Obniżyłem ciśnienie do 29,25 mmHg i „woda” wyszła wraz z mieszkanką gazów. Meteoryt stracił na wadze 1,61 g.

Wypełniłem zbiornik argonem, by trzymać wilgotne powietrze z daleka. Potem pokryłem meteoryt bezbarwnym lakierem z inhibitorem korozji. Gdy meteoryt był cięty na płytki, pokazały się obszary rdzy, które wytworzyły się, gdy był on zagrzebany w ziemi.

Czego nauczyliśmy się o odrdzewianiu meteorytu? Nasze myślenie opierało się na naszym życiowym doświadczeniu. Jeśli wieszamy mokrą koszulę na sznurze, by wyschła, albo umieszczamy w suszarce, by odparować wodę, to jest to proste; wszyscy wiemy, że to działa. Ale co to ma wspólnego z odrdzewianiem meteorytów? Różnica jest w porowatości i w sposobie, w jaki obiekt trzyma lub wiąże wilgoć wewnątrz meteorytów. Odpowiedź jest w punkcie wrzenia wody, 212 F na poziomie morza. „No to co?” jest właściwą reakcją. Nowe pojęcie dla naszych rozważań: ciśnienie pary. Ciśnienie pary jest wskaźnikiem tempa parowania cieczy. Określa ono dążenie cząsteczek czy atomów do ucieczki z cieczy. Punkt wrzenia cieczy to temperatura, przy której ciśnienie pary jest równe ciśnieniu otaczającego powietrza. W temperaturze wrzenia ciśnienie pary staje się wystarczające do pokonania ciśnienia atmosferycznego i uniesienia cieczy, by powstał stan gazowy w całej masie.

Co to ma wspólnego z uodpornieniem meteorytów na rdzewienie? Przez lata mówiliśmy, aby wygrzewać meteoryty, by je wysuszyć. Jest to dobre dla płytek, ale co z dużymi Campo, Nantanami czy Brenhamami? Moje niepowodzenia z odrdzewianiem olbrzymów były zniechęcające. Oczywiście nie



Fot. 2. Meteoryt Brenham w pojemniku.

mogłem wyciągnąć wody z mikroszczelin wewnątrz meteorytu i ogrzewanie go w bezpiecznej temperaturze sprawiało tylko, że woda robiła się cieplejsza, ale znacznie poniżej ciśnienia pary, więc nic nie opuszczało wygodnego domu wewnątrz meteorytu. Tak więc miałem nieustanną możliwość rdzewienia, obojętne pod jaką powłoką ochronną. Co robić?

Umieściłem duży meteoryt Brenham w dużym pojemniku ciśnieniowym i podłączyłem dobrą pompę próżniową Welch 1376-7. Następnie wyciągnęliśmy próżnię 29 mmHg i punkt wrzenia wody spadł do 71 F z 212 F; temperatura w mojej pracowni jest 78 F. British Vacuum Council, międzynarodowa unia wiedzy o próżni radziła, że powinienem wiedzieć, że tylko czas przy ciśnieniu co najwyżej 2 torr (2 mm Hg) da zadowalające wyniki. Wierząc, że oni wiedzą, o czym mówią, utrzymywałem próżnię przez siedem dni. Potem pokryłem Meteoryt Brenham inhibitorem korozji i byliśmy gotowi do następnego kroku; cięcia na płytki u Marlina Cilza z Montana Meteorite Laboratory w Malta, Montana.

Czy rozwiązaliśmy problem rdzewienia meteorytów? Jesteśmy bardzo blisko i w dalszych relacjach podzielę się naszymi metodami i wynikami, które możecie wykorzystać do utrzymania waszych zbiorów w pierwotnym stanie.

Literatura

The British Vacuum Council. 76 Portland Place, London W1N 3DH United Kingdom

Dushman S. Scientific Foundation of Vacuum Techniques, 2nd ed. J.M. Laferriere

ed. John Wiley & Sons, Inc. 1962.

Guthrie A. Vacuum Technology, 1963, ISBN 0 471 33722 6

Handbook of Chemistry and Physics. 1994. NASA SP-105 Vacuum Technology and Space Simulation. Library Number 66-60047. 1966.

Wikipedia. wiki/vapor_pressure

Co robi Bill Mason na co dzień? Od czego by tu zacząć? Zobaczmy: mam ukończone studia z geologii i z zarządzania, posiadam patenty na powłoki chemiczne, urządzenia mechaniczne, patenty na procesy i różne wynalazki, które zmieniły metody i materiały przemysłowe w wielu krajach. Pociąga mnie rozwiązywanie problemów. Jestem ciekaw, co sprawia, że rzeczy działają i jak uczynić je lepszymi niż je zastaliśmy. Śmieję się i kocham życie w całej pełni. Przeszedłem na emeryturę od biznesu, który sprzedałem i teraz tylko bawię się realizując pragnienie by wiedzieć więcej o wszystkim.

Email: paleobond@popp.net



W

Czy Szkło Libijskie jest produktem zderzenia?

Część I: Przeszłość

John M. Saul

(Artykuł z kwartalnika METEORITE Vol. 13 No. 3. Copyright © 2007 ARKANSAS CENTER FOR SPACE & PLANETARY SCIENCES)

Szkło Pustyni Libijskiej (LDG) jest „...unikalną materia, która zawdzięcza swe pochodzenie wyjątkowemu procesowi, zdarzeniu dotąd nie opisanemu w żadnej części zapisów geologicznych.” Ten wniosek, wciąż aktualny, pochodzi z pierwszego opracowania na ten temat *Libyan Desert Glass: a Review* (1984), które napisali Weeks, Underwood i Giegengak.

Wystarczy krótkie omówienie LDG wystarczy by pokazać, dlaczego żadna konwencjonalna hipoteza dotycząca jego pochodzenia zdaje się nie mieć sensu. (Ani żadna z proponowanych nieortodoksyjnych koncepcji.) W tym artykule sugeruję, że LDG może być skrajnym przypadkiem erupcyjnej skały, której chemiczne i fizyczne właściwości odzwierciedlają panujące głębiej warunki geologiczne, które same w sobie mogą być wyjątkowe.

Lokalizacja i geologia regionu

Izolowane kawałki szkła znajdowano na powierzchni ziemi i do głębokości ponad metr pod powierzchnią, w południowo-zachodniej ćwiartce Libijskiej albo Zachodniej Pustyni Egip-

tu. („Libijska” nie odnosi się tu do współczesnego państwa Libii, ale jest starożytnym pojęciem geograficznym używanym już przez Herodota w piątym wieku p.n.e.) Chociaż nie jest to całkiem dokładne, wygodnie jest przedstawiać główny albo „klasyczny” teren występowania LDG jako rozciągający się na około 100 km w kierunku N-S i 35 km na E-W ze środkiem w 25,5° N i 25,5° E. Jest to południowo-zachodni skraj Wielkiego Morza Piasku badanego w latach trzydziestych XX wieku przez Patricka A. Claytona i innych wyłącznie z László Almásy, pierwowzorem pacjenta z powieści i filmu *Angielski Pacjent*. Przynajmniej jeden mniejszy obszar LDG znaleziono w tym regionie ostatnio nieco dalej na północ i zachód, a jego położenie sugeruje, że LDG może być powiązane z głębokimi uskokami w podłożu z kwarcowego piaskowca.

Region, w którym znajdowane jest LDG, jest pokryty bardzo grubą, płasko położoną formacją skał osadowych z okresu jury i kredy, szczególnie przez kredowy „piaskowiec nubijski”, którego nazwę potocznie używa się na określenie całej formacji. W wielu miej-

scach ta formacja, której całkowita grubość jest nieznana, jest jednostajna z brakiem widocznych utworów stratygraficznych przez dziesiątki metrów. W takich miejscach, a w innych również, te skały składają się niemal wyłącznie z zaokrąglonych ziaren kwarcu o czystości aż do 99,5% (!) i oczywiście z powietrza między ziarnami, którego ewentualna rola zostanie wskazana później. Do podrzędnych i akcesorycznych minerałów należą cyrkon, elbait, turmalin i ilmenit oraz tlenki glinu i żelaza, ale ich łączna zawartość rzadko przekracza 2%.

Na powierzchni nubijskiego piaskowca znajdują się długie, równoległe, ciągnące się w kierunku północ-południe 60–100 m wydmy, oddzielone od siebie korytarzami o szerokości 3–5 km. Są one pokryte żwirem zwanym *reg*, składającym się z fragmentów nubijskiego piaskowca, i miejscami są tak regularne, że można jechać nimi kilometrami nie dotykając kierownicy.

Fragmenty Szkła Pustyni Libijskiej występują w tym żwirze i mają wielkość od ziarenka piasku do ponad 25 kg. Na równi z Nubijskim Piaskowcem podłoża szkło ma typową zawartość krzemionki ponad 97%. Niektóre próbki osiągają ponad 99,6% SiO₂; stopień czystości rzadko osiągany w przyrodzie (czy nawet w procesach przemysłowych) z wyjątkiem wytrącania z fazy płynnej.

Przy jednym końcu obszaru pustynnego szkła zauważono denne osady dwóch wyschniętych jezior, ale poza narzędziami paleolitycznymi i neolitycznymi przyniesionymi z zewnątrz nie zauważono niczego, co nie składałoby się z niemal czystego SiO₂. W kilku miejscach, z których dwa sfotografowano, te mające 9000 lat dna jezior są lokalnie zdeformowane, jak się przypuszcza, przez wypływanie wznoszącej się cieczy, przypuszczalnie głębokiej wody gruntowej, ale być może nie.



Fot. 1. Teren, na którym znajdowane jest Szkło Pustyni Libijskiej. Skalę pokazuje wielkość osoby w oddali, którą jest albo autor albo Edmond Diemer, współautor bibliografii LDG.

Wielu z tych, którzy zainteresowali się LDG, zaczynało od założenia, że to szkło jest spokrewnione z tektytami, a więc ze musi pochodzić z uderzenia meteorytu, jak proponowali już w 1934 r. Clayton i Spencer. Takie zderzenie miałoby nastąpić około 29 milionów lat temu. Taki wiek krzepnięcia szkła wyznaczali Gentner, Storzer i Wagner oraz późniejsi badacze. Ten pogląd doprowadził do dziesięcioleci poszukiwań krateru uderzeniowego o odpowiednich rozmiarach i wieku.

- K. S. Sanford, który przejechał blisko obszaru LDG w 1932 r. opisał grupę kraterów jako „...kratery wybuchowe o zboczach ze stromo nachylonego, utwardzonego i lokalnie stopionego nubijskiego piaskowca”. Wspomina także o „pokruszonych” ziarnach kwarcu. Relacja Sanforda opublikowana w *Quarterly Journal of the Geological Society* w 1935 r. odróżnia „stopioną”, „podobną do szkła materię”, jaką obserwował, od szkła odkrytego przez Claytona parę lat wcześniej. Jednak opublikowana „dyskusja”, która nastąpiła po ustnej prezentacji Sanforda przed Towarzystwem Geologicznym, wskazuje, że niektórzy jego słuchacze szukali sposobu porównania tych dwóch substancji. Sanford odnotował także brak wielokrotnych wylewów lawy i podkreślał, że wiele kraterów wyglądało na uformowane w trakcie pojedynczego zdarzenia.

- Wspominając o strukturach widzianych przez Sanforda, lub o innych krateropodobnych strukturach w tym regionie, bardzo wykształcony egipski przewodnik Samir Lama użył dziwnego określenia „wulkany piaskowcowe” (prywatna rozmowa 1998).

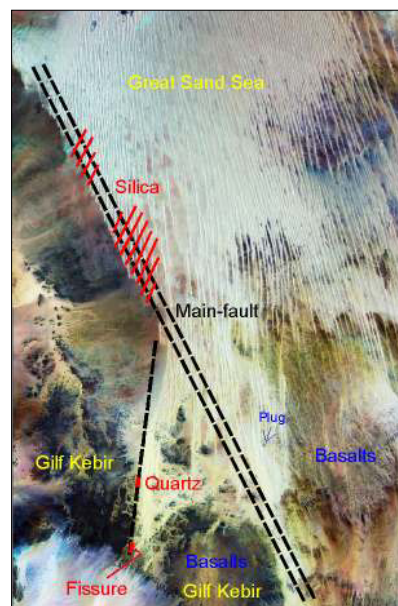
- W 2004 r. zespół kierowany przez Philippe Paillou informował o dużej

liczbie kolistych struktur w piaskowcach z górnej kredy w tym regionie, przy czym zaburzone skały wykazywały „strukтуры szokowe ... być może wytworzone przez kilkanaście meteorytów, które rozpadły się wchodząc w atmosferę” („Discovery of the largest impact crater field on Earth in the Gilf Kebir region, Egypt,” C. R. Geosciences, v. 336, pp. 1491-1500). Jednak po drugiej ekspedycji bardziej szczegółowa relacja Paillou i współpracowników (w druku *Journal of African Earth Sciences*) proponuje jako możliwe źródło 1300 (!) „struktur w kształcie krateru”: I) uderzenie meteorytu albo II) zespół otworów hydrotermalnych, zauwagając jednak, że żadna hipoteza nie tłumaczy w pełni ich obserwacji.

- Na początku 2006 r. Farouk El Baz i Eman Ghoneim, którzy pracowali przy obserwacjach satelitarnych, ogłosili istnienie dwupięściowej struktury na granicy Egiptu i Libii. Mająca 31 km średnicy była to największa tego typu struktura zaobserwowana w tym regionie. El Baz i Ghoneim przedstawili hipotezę, że to miejsce, które nazwali Kraterem Kebira, może być wynikiem uderzenia meteorytu, być może źródłem LDG.

Ogólnie te twierdzenia nie zostały dobrze przyjęte przez naukowców zajmujących się meteorytami. Geolog Norbert Brüggel na stronie <http://hometown.aol.de/SLVehicles4/LDG?LDG.htm> i Geoffrey Kolbe (<http://www.pscs-press.com/C-Nav/crater.htm>), który odwiedził krater Kebira, zdecydowanie sugerują, że nie mógł on być utworzony przez uderzenie meteorytu.

W pewnym sensie sytuacja się pogorszyła, bo teraz mamy coś jeszcze do wyjaśnienia: dlaczego „piaskowcowe

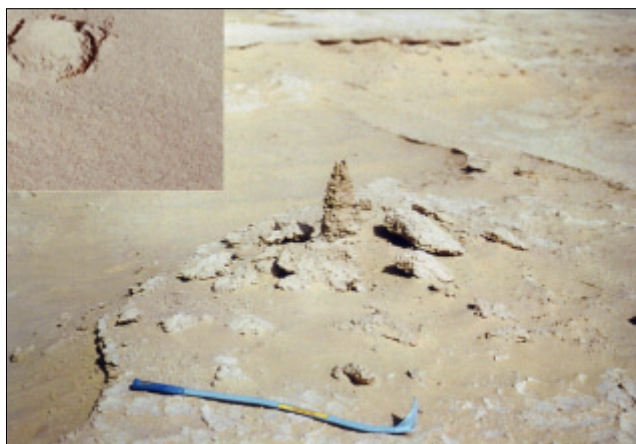


Fot. 2. Widok z góry, na którym Norbert Brüggel nakreślił obszary występowania LDG, związane z nimi uskoki i inne utwory. Reprodukacja za zgodą z: <http://hometown.aol.de/SLVehicles4/LDG?LDG.htm>

wulkany” i różne inne krateropodobne struktury, które do złudzenia przypominają ślady po uderzeniach meteorytów, są tak pospolite w tym jednym, szczególnym miejscu świata.

Jakiegokolwiek wyjaśnienie musi także brać pod uwagę, dlaczego ten obszar stanowi chemiczną skrajność. W wydmach, korytarzach, „piaskowcowych wulkanach”, dnach jezior, skałach, piasku i szkłe nie ma prawie nic innego niż SiO_2 . Ponadto Brüggel ostatnio informował o obecności fragmentów czystego, białego kwarcu żyłowego, wielkości pięści, które nazywa „nugetami kwarcowymi”. Na wschodzie, zachodzie, północy południu i w dole, wszędzie jest SiO_2 .

Wydaje się, że trudno wyjaśnić cały ten kwarc na Saharze, jako „prosty” wynik wielokrotnych cykli sedymentacji i erozji wietrznej. Pod koniec jego

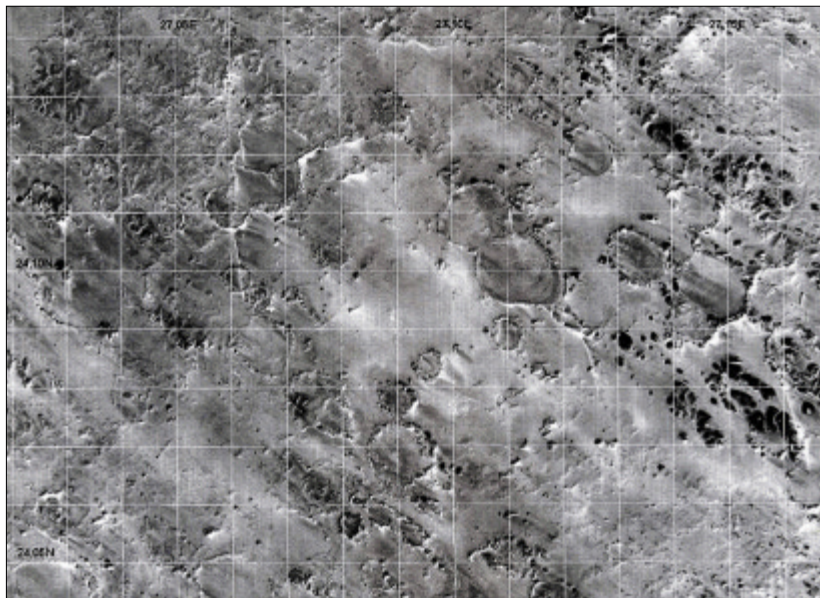


Fot. 3a i 3b. Zaburzenia osadów dennych na wyschniętym jeziorze Jux, znajdującym się na południowym krańcu głównego obszaru LDG. Długość narzędzia jest 92 cm (3 stopy). Zdjęcie autora.

długiego życia zapytano Theodore Monoda o pochodzenie tak wielkiej koncentracji kwarcowego piasku. Monod (1902–2000), jeden z największych badaczy Sahary wszechczasów i naukowiec całą gębą z ponad 2100 własnymi publikacjami, odparł, że to pytanie dręczyło go przez sześćdziesiąt lat i z przyjemnością odpowie, jak tylko sformułuje jakieś wstępne koncepcje. Sugeruje to, że stoimy w obliczu trójwarstwowego problemu: pochodzenia Szklą Pustyni Libijskiej, pochodzenia wielu krateropodobnych struktur i wreszcie pochodzenia samych kwarcowych piasków Sahary.

Gdyby Sahara (która przez większość paleozoiku i prawdopodobnie ponownie w późniejszych czasach była jednym basenem osadowym lub najwyżej kilkoma takimi basenami) miała region bogaty powiedzmy w złoto (jak Afryka Południowa), czy miedź (pas miedzianny) albo cynę (Boliwia), moglibyśmy stawiać hipotezę, że prawdopodobnie ziemski płaszcz pod skorupą w tym konkretnym miejscu świata, także zawierał dużo tej materii. Ale krzem jest tak pospolity, że takie wytłumaczenie nie przychodzi od razu na myśl. Niemniej jest to jasne: mamy do czynienia z regionalną, trójwymiarową koncentracją krzemu.

Stwierdzenie, że Szkło Pustyni Libijskiej jest bogatą w krzem materią znajdującą w bogatym w krzem obszarze,



Fot. 4. Satelitalny obraz ukazujący niezwykle utwory na powierzchni niedaleko obszaru LDG.

jest całkowicie poprawne. Jednak niedawne badania izotopowe pokazały, że sprawa nie jest tak prosta. Izotopowe sygnatury pierwiastków śladowych w LDG zostały odziedziczone po liczących 520–560 milionów lat skałach panafrkańskich, które znajdują się na dużej głębokości pod piaskowcem nubijskim. (Schaaf i Müller-Sohnius, *Meteoritics & Planetary Sciences*, v. 37, no.4 (2002) pp. 565–576). Odsłonięcia, ani fragmenty tych skał nie występują w samym obszarze LDG, ale nie są one szczególnie bogate w kwarc w innych miejscach Afryki.

W następnym numerze autor opíše chemiczne i fizyczne cechy Szklą Pustyni Libijskiej i omówi różne modele, które opublikowano, by wyjaśnić uformowanie się LDG.

Bibliografia dotycząca LDG, którą zebrali Théodore Monod i Edmond Diemer, jest dostępna na życzenie u autora lub z diemer.e@wanadoo.fr. Pod koniec roku 2006 liczyła ona dwie setki pozycji włączając cytowane tutaj.

John Saul jest prywatnym geologiem specjalizującym się w tworzeniu się złóż barwnych kamieni jubilerskich.

E-mail: john.saul@wanadoo.fr

Monachium raz jeszcze

Marcin Cimała

Na doroczne targi minerałów, skamieniałości i innych dziwactw (meteoryty) miałem w tym roku nie jechać. Byłem zniechęcony tym, że w zeszłym roku przywiozłem z nich dosłownie jeden marokański, niesklasyfikowany chondryt. Wprawdzie miał wielką, dziwną inkluzję i był piękny, ale jeżdżenie po niesklasyfikowanych chondrytach tak daleko jest bez sensu. Oferta Marokańczyków była w 2006 roku bardzo skromna, a okazy, które można było zobaczyć w Ensisheim kilka miesięcy wcześniej, były także i tu. Po prostu wiało nudą.

W tym roku jakoś się tak złożyło, że wciąż się coś działo, gdzieś coś spadało, ktoś coś znajdował. Poza tym tak na dobrą sprawę od czerwcowej giełdy

meteorytów w Ensisheim nie było żadnej większej imprezy, toteż mimo złych przeczuć cieszyłem się na wyjazd do Monachium. W końcu gdzieś się trzeba ruszyć od czasu do czasu.

Jak się okazało po przybyciu na miejsce, atrakcji nie zabrakło. Atmosfera giełdy bardzo szybko się udziela, dzięki czemu zapomina się o wszystkich wątpliwościach i zaczynają się łowy.

Już na starcie nasza ekipa, w składzie niżej podpisany TW oraz Kazimierz Mazurek, powiększyła się o Zbigniewa Grubę, Tomasza Jakubowskiego i Arka Bingoraję, którzy przyjechali na targi po raz pierwszy. Arek miał ze sobą piękną kolekcję ogromnych Pułtusków znalezionych własnoręcznie w ostatnich latach. Największe wrażenie robił

oczywiście okaz o wadze 1578 gramów. Arek szukał chętnych na swoje okazy, ale bez powodzenia. Cóż, niektórzy nie wiedzą co dobre i zamiast historycznego spadku w dobrej cenie wybierali aktualne spadki w gorszej cenie. Tuż po przybyciu udaliśmy się do hali A4, aby przywitać się z Erichem Haiderem.

Erich jak co roku miał ogromną ilość meteorytów upchanych na dwóch długich stołach i dodatkowych półkach. Było tam wszystko. Od dużych okazów Muonionalusty, Gibeona i Sikhote-Alina po urelity z Libii i księżyc z Omanu. Czasem można było wyłowić z tłumu jakiś znany i atrakcyjny meteoryt, ale w tym celu trzeba było zanurkować głębiej w te wszystkie pudełka i gabloty.

Rok 2007 okazał się bardzo bogaty we wszelkie zdarzenia natury niezemskiej. Począwszy od spadku meteorytu w Carancas, w Peru i w Mali, a na wygranej PO w wyborach kończąc. Dzięki tym wydarzeniom było warto pojechać i wszystkie te nowe spadki osobiście obmacać i obwąchać. Tak jak rok temu niewątpliwą atrakcją giełdy był świeży chondryt H5 Bassikounou, tak tym razem hitem był spadek z Erg Chech z pogranicza Algierii i Mali. Oczywiście nie obyło się bez podejrzeń, że jest to po prostu Bassikounou sprzedawane przez Marokańczyków pod inną nazwą dla kasy. Jednak, pomimo iż oba meteoryty to H i były prezentowane nieraz niebezpiecznie blisko siebie, można było bez problemu rozpoznać, co jest co, gdyż nowy spadek jest brekcją o szarym matrix, natomiast Bassi jest białe w środku i nudne bez żadnych dodatków, a do tego rdzewieje na potęgę. Niestety oba meteoryty były dość drogie, w przedziale 3–4 euro/g, niemniej jednak nie była to niespodzianka dla nikogo. Ciekawostką, jaką można było zauważyć w spadku z Mali, była duża liczba okazów posiadających tzw. „slickensides”, czyli powierzchnie złamane po linii żyłek szokowych. Objawia się to bardzo charakterystycznymi płaszczyznami, które trochę przypominają powierzchnię skorupy obtopieniową. Ostatni spadek jaki pamiętam, który służył z tego rodzaju ciekawostek, był chondryt H3-5 Zag. Mam tego świetny przykład na okazie z własnej kolekcji. Oczywiście tak samo jak w przypadku Bassi, większość okazów miała świeże obłamania powstałe w wyniku gwałtownego przyglebienia w twarde podłoże. Było dość mało kompletnych meteorytów, natomiast przekrój wagowy był bardzo szeroki, jak to przy dużym spadku, od okarów gramowych po duże 1–2 kg.

Gdzieniegdzie można było zobaczyć inny super meteorek, a mianowicie eukryt La Mancha. Nie da się opisać wyglądu skorupy obtopieniowej na tym zbrekcjowanym eukrycie. To trzeba samemu zobaczyć... pod lupą, bo niestety okazy znalezione jak dotąd są dość małe. Za to dla kontrastu cena tego eukrytu była wielka jak pupa słonia i orbitowała w okolicach cen lunaitów.

Innym rarytasem, który chciałem koniecznie zobaczyć, był chondryt z krateru nieopodal miasta Carancas w Peru. Było o tym bardzo głośno: coś

wywalilo wielką dziurę, ludzie zaczęli chorować, zabiło jakąś kozę itp. sensacje. Na dobre się zaczęło, gdy na miejscu pojawił się Mike Farmer z ekipą, co skończyło się niemal kryzysem międzynarodowym. Wokół tego spadku narodziło się już tyle nieporozumień i legend, że w zasadzie nie wiadomo, co jest prawdą, a co wymysłem. Absurd sięgnął szczytu, gdy ktoś powtórzył mi plotkę, jakoby krater był po bombie, a meteoryty ktoś rozsypał wokół dla ukrycia tego faktu. W Monachium Mike Farmer nie miał w ogóle tego meteorytu, co mnie bardzo zdziwiło, gdyż był najaktywniejszym jego sprzedawcą od przynajmniej dwóch miesięcy. Na szczęście z pomocą przyszedł Hans Kozier, który jak zawsze był zabarykadowany za okazami Campo del Cielo wszelkiej wielkości i kształtu. Wyciągnął wielkie pudło, w którym była fura fragmentów meteorytu Carancas a'la „drażetki Tic-Tac” o średnicy 5mm, które kupił od miejscowych, którzy zbierali je wokół krateru „na magnesik”. Na szczęście miał jeszcze większe okazy tego meteorytu, aż do niesamowitego 800-gramowego fragmentu, który jednak był tak popękany, że każde dotknięcie powodowało odpadanie małych fragmentów. Słyszałem, że niedługo potem okaz ten rozleciał się niestety na wiele mniejszych części. Można sobie zatem wyobrazić, co się mogło stać z masą główną leżącą w głębi krateru, pod warunkiem, że w ogóle przeżyła przyglebienie. Wobec tego nie jestem całkiem pewny, czy tam leżą jakiegokolwiek fragmenty, nie mówiąc już o tych bajkowych 10 tonach, o których się mówi tu i tam. Jeśli wokół krateru znajdują się tylko niewielkie fragmenty, oraz pył, to w kraterze nie ma albo niczego, albo jest to tak spękane, że dzięki opieszałości władz Peru, całość już namokła wodą gruntową i zgniła. Smutne to, że taki duży i niesamowity spadek będzie reprezentowany w kolekcjach przeważnie przez gruz kilogramowej wielkości. Co do dziwnego odoru wydobywającego się ponoć z krateru zaraz po spadku, to wachając ten duży okaz można było wyczuć dziwny, nieznan zapach, jednak daleko mu do zapachu, od którego można zemdleć czy też zachorować.

Z innych ciekawostek wartych odnotowania był nowy bazaltowy lunait z wyżyn z niewidocznej strony księżyca u Martina Altmanna i Stefana Rale-

wa alias Chladni's Heirs. Z kolei Ali Hmani zadziwił mnie całkiem dużą (dosłownie) kolekcją nie marokańskich meteorytów, a mianowicie całkowitym okazem Allende CV3 około 3 kg oraz przepięknym okazem Millbillillie AEUC, chyba ze 300 gramów, z zupełnie czarną skorupą bez charakterystycznej pomarańczowej patyny. Z wrażenia zapomniałem zapytać, ile te okazy ważą. Millbillillie był cały pokryty fantastycznymi strużkami na błyszczącej jak szkło skorupie i w dodatku ze śladami orientacji w trzech różnych kierunkach. Na dokładkę były dwie ogromne Tazy (NWA 859), wielka 500-gramowa płyta pallasytu Pallasovka z Rosji oraz jakiś lodranit, na który już nawet nie spojrzałem, bo trzeba było iść dalej.

Mohamed Sbair z M'Hamid w Maroku, jak zawsze szpanował swoją błękitną dżelabą i co chwila wyjmował jakieś skarby z jej przepastnej kieszeni. Na stole leżało całkiem sporo spadku z Mali oraz ładny kompletny okaz Benguerira LL6 wciąż w dobrym stanie. Był też jakiś nowy chondryt węglisty CV3, dość świeży z wyglądu z bardzo czarnym matrix i białe czerwonymi chondrami, opiaskowany eukryt z częściową skorupą obtopieniową oraz coś wyglądające na howardyt w zaporowych cenach. Moją uwagę przykuł jednak mały okaz około 250-gramowy świeżego diogenitu z ładną czarną skorupą. Niestety cena na starcie oscylowała wokół 2000 euro, więc nie było się nawet nad czym zastanawiać, ale można było za to podziwiać świeże, żółto-zielonkawo oliwinowe wnętrza. Coś pięknego.

Rosjanie mieli bardzo mało materiału, jeśli nie liczyć paręset kilogramów Muonionalusty upchanej w różnych miejscach. Sikhote-Alin był drogi, średniej jakości i w małej ilości, co chyba najlepiej obrazuje koniec tego popularnego niegdyś meteorytu.

Trzeba chyba czekać na coś nowego, w końcu rok się jeszcze nie skończył. Najlepiej żeby coś spadło u nas, tak z 10 ton i najlepiej w jakimś dobrym miejscu, może na Wiejskiej? Tym optymistycznym akcentem zakończę tę relację pozostawiając tych, co nie byli w Monachium, w przekonaniu, że stracili wiele atrakcji. Następną okazją dopiero w czerwcu na giełdzie meteorytów w Ensheim, na którą osobiście serdecznie zapraszam.



Fot. 1. Mohamed Esmail miał jak zawsze wiele meteorytów: marsjańskie, duże okazy Benguerira i Bassikounou i oczywiście nowy spadek z Mali.



Fot. 2. Ali i Mohamed Hmani mieli wiele nowych meteorytów do pokazania. Jak zawsze.



Fot. 3. Zdumiewający, duży, czarny Millbillillie. Byłem tak zaskoczony, że nie spytałem, ile waży.



Fot. 4. Mohamed Shai pokazuje swój tajny sposób na złapanie nowego meteorytu. Po prostu trzeba się rozszperzyć.



Fot. 5. 3 kg Allende. Oto czego szukamy.



Fot. 6. Jak zawsze Mohamed miał coś nowego: całkiem świeży diogenit, eukryty, duży CV3 i nie tylko.



Fot. 7. Dima Sadilenko. Najlepsza rosyjska ekipa i tylko pięć pudełek z Sikhote-Alinem? Nie, mają więcej skarbów pod stołem...



Fot. 8. Mike Farmer za stoiskiem Moritza Karla. Wszystkie zdjęcia autora.