BIULETYN MIŁOŚNIKÓW METEORYTÓW

METEORYT

Nr 4 (84) Grudzień 2012

W numerze:

- Shergotty – dokończenie
- Rekonesans w Morasku
- Pierwiastki litofilne w chondrytach
- Meteoryty a wiatr słoneczny
- Lekcja z Sutter's Mill
- Rekordowy okaz Moraska

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 prenumerata wynosi w 2012 roku 44 zł. Zainteresowanych prosimy o wpłacenie tej kwoty na konto wydawcy nie zapominając o podaniu czytelnego imienia, nazwiska i adresu do wysyłki. Wydawca dysponuje także numerami archiwalnymi.

Większość publikowanych artykułów jest tłumaczona z kwartalnika METEORITE za zgodą jego wydawcy, który zachowuje prawa do tych artykułów.

Redaguje i tłumaczy większość tekstów:
Andrzej S. Pilski
skr. poczt. 6
14-530 Frombork
tel. kom. 696 805 247

aspmet@wp.pl

Redakcja techniczna i skład komputerowy: Jacek Drążkowski

Druk: Drukarnia *Jan*, Lidzbark W.

METEORITE

THE INTERNATIONAL QUARTERLY OF METEORITES AND METEORITE SCIENCE

Arkansas Center for Space and Planetary Sciences
FELD 202
University of Arkansas
Fayetteville, AR 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.

Od redaktora:

Redakcja starzeje się i rozleniwia, więc co roku pojawia się pytanie, czy mamy jeszcze dość energii, by kontynuować pracę. Wciąż jednak aktualny jest argument, że w meteorytowym świecie tak dużo się dzieje i szkoda by było przestać o tym pisać. Poza tym redaktor osiąga wiek emerytalny dopiero w następnym roku. Współpraca z obecną redakcją „Meteorite" nie jest wprawdzie tak dobra, jak wtedy, gdy redaktorem był Larry Lebofsky, ale najważniejsze, że nadal możemy korzystać z ich artykułów. Dlatego „Meteoryt" będzie kontynuowany w roku 2013. Wydawca pozostawia cenę bez zmiany. Zachęcamy więc do przedłużania prenumeraty.

Głównym tematem tego numeru jest oczywiście Morasko. Nie udało mi się przekonać znalazców rekordowego okazu, by sami napisali o ich wspaniałym znalezisku, ale na szczęście redaktor przy tym był, więc wspólnym wysiłkiem relacja została napisana. Dodatkowo Geoff Notkin zgodził się na opublikowanie fragmentu jego książki, w którym wspomina swój pobyt w Polsce, a zwłaszcza w Morasku. Nie bez znaczenia jest tu fakt, że ciepło wspomina „Meteoryt" i swoją współpracę z nami. Mam więc nadzieję, że nie będzie to jego ostatni tekst w naszym kwartalniku.

Dokończenie historii Shergotty jest długie, ale można między wierszami wyczytać, jak dużo w meteorytyce zależy od paru upartych osób. Nevil Story-Maskelyne potrafił zaprząc całą biurokratyczną machinę brytyjskich Indii do zbierania meteorytów. Thomas Oldham z oddaniem mu w tym sekundował, chociaż w pewnym stopniu ich interesy były rozbieżne. Jednak bez nich nie byłoby nie tylko Shergotty, ale i wielu innych indyjskich meteorytów. A Kevin Kichinka zasłużył na naszą szczególną wdzięczność za udostępnienie nam tej opowieści.

Chociaż w tym numerze tłumaczenia z „Meteorite" zajmują tylko 8 stron, to jednak warto się z nimi zapoznać choćby z uwagi na autorów, którzy są wybitnymi postaciami w meteorytyce. Cieszy mnie zwłaszcza, że Derek Sears potrafił przyznać, że jego dotychczasowe podejście do poszukiwaczy meteorytów było niewłaściwe. Mam jednak wrażenie, że teraz zaczyna popadać w drugą skrajność nadmiernie idealizując prywatną inicjatywę. Niewątpliwie ma rację, że szeroka współpraca wszystkich osób zainteresowanych meteorytami przyniesie wszystkim najwięcej korzyści. Jest ważne, że taką opinię prezentuje znany naukowiec i mam nadzieję, że będzie ona brana pod uwagę.

W roku 2013 redakcja „Meteorite" zmienia terminy ukazywania się kwartalnika tak, że będzie on ukazywał się w tych samych miesiącach, co „Meteoryt". Wobec tego materiały będą tłumaczone z kwartalnym opóźnieniem. By się do tego dostosować, zrezygnowaliśmy w tym numerze z tradycyjnego artykułu z kolorowymi zdjęciami Rogera Varina i Johna Kashuby, który dotąd był tłumaczony na bieżąco. Teraz ukaże się w następnym numerze. Pozostałe materiały już były tłumaczone z opóźnieniem, więc inne korekty nie są potrzebne.

Opóźnienie „Meteorytu" zmalało tak, że nie jest jeszcze za późno na najlepsze życzenia od redakcji dla Czytelników na Nowy, meteorytowy Rok 2013: Zdrowia i wielu meteorytów!

Andrzej S. Pilski

16 listopada 2012 r., w Instytucie Geologii UAM w Poznaniu zaprezentowano nasz największy, oczyszczony meteoryt członkom i sympatykom Polskiego Towarzystwa Meteorytowego. Na spotkanie przybyli także astronomowie z Poznania: dr hab. Tadeusz Jopek i dr Agnieszka Kryszczyńska. Atmosfera stworzona przez prof. Andrzeja Muszyńskiego oraz naszych wybitnych poszukiwaczy kol. Magdalenę i kol. Łukasza, była wyśmienita. Spotkanie rozpoczęli znalazcy prezentując krótko okoliczności znalezienia i czyszczenia „ćwierćtonówki". W toku dyskusji poruszono wiele wątków dotyczących okoliczności wydobycia okazu, zabezpieczenia próbek gruntu, skorupy wietrzeniowej, w tym minerałów krótkotrwałych, sposobów dokumentowania znaleziska, okoliczności spadku, możliwości datowania spadku, perspektyw programowych dalszych badań. (WCz)

Na zdjęciu: Wiesław Czajka, Piotr Górski i Jan Specht.

Rekordowy okaz Moraska

Andrzej S. Pilski, Magdalena Skirzewska,
Łukasz Smuła, Andrzej Muszyński

Część obszaru rozrzutu meteorytu Morasko, w której znajdują się kratery, objęta jest rezerwatem przyrodniczym. Z inicjatywą utworzenia tego rezerwatu wystąpił dr Jerzy Pokrzywnicki myśląc o ochronie kraterów. Dołączono do tego pewne walory przyrodnicze i od 24 maja 1976 roku istnieje Rezerwat przyrody Meteoryt Morasko. Chroni on nie tylko kratery, ale i meteoryty.

Gdy poszukiwacze meteorytów zyskali dostęp do dobrego sprzętu, na polach wokół rezerwatu zaczęły mnożyć się znaleziska. Niestety większość poszukiwaczy była tak zafascynowana samym faktem znajdowania meteorytów, że nie dbała o prawidłowe dokumentowanie znalezisk. Przeważnie nie notowano współrzędnych miejsc znalezienia okazów, głębokości, na jakiej zostały znalezione, wagi okazów, warunków geologicznych w miejscu znalezienia ani innych okoliczności. Nawet gdy znalazca notował część danych, to zwykle zatrzymywał te informacje dla siebie nigdzie ich nie publikując. Chociaż więc samo odnajdywanie meteorytów było korzystne, gdyż zapobiegało ich dalszemu niszczeniu wskutek wietrzenia w glebie, to sposób znajdowania powodował utratę informacji związanych z tymi okazami.

Obowiązujące w rezerwacie przepisy uniemożliwiały tego rodzaju poszukiwania, choć wobec tak dużej liczby znalezisk w pobliżu było oczywiste, że meteoryty muszą być także na terenie rezerwatu. By prowadzić tam poszukiwania, niezbędna była zgoda Regionalnego Dyrektora Ochrony Środowiska. Zgodę taką udało się uzyskać w roku 2004 na okres trzech lat, co umożliwiło znalezienie w 2006 roku największego okazu, ważącego po oczyszczeniu 164 kg. (Meteoryt 4/2006). Zaskakująca była stosunkowo nieduża głębokość, na jakiej znajdował się okaz, około 70 cm, gdyż można było się spodziewać, że tak masywna bryła powinna wbić się głębiej. Z cząstkowych informacji na temat znalezisk poza rezerwatem wynikało, że większość okazów znajdowano na podobnej głębokości, niezależnie od wielkości okazu. Ta informacja i bardzo wysoka gęstość znalezisk dały podstawę do rozważania koncepcji, że deszcz meteorytów spadł na lodowiec, po czym okazy zostały przetransportowane przez lód i złożone na morenie czołowej, jaką jest Moraska Góra.

Poszukiwania w rezerwacie prowadził dla UAM Krzysztof Socha, który robił to bardzo skrupulatnie, starając się nie pozostawiać nie zbadanych miejsc. Trudny teren, a przede wszystkim ogromna ilość metalowych śmieci, alarmujących wykrywacz i zmuszających do tracenia czasu na ich wykopywanie, spowodowały, że przed upływem terminu zezwolenia nie zdołał przeszukać całego terenu rezerwatu. Ponadto, jak się później okazało, nie dysponował wystarczająco dobrym sprzętem, by wykryć wszystkie okazy.

Autorzy (bez ASP) z wykrywaczem.

Kolejna możliwość poszukiwań pojawiła się w roku 2011, gdy udało się namówić ekipę kręcącą serial „Meteorite Men" dla Science Channel do realizacji jednego z odcinków na terenie Moraska. Dzięki wpływom Discovery Channel Polska Regionalny Dyrektor Ochrony Środowiska wydał kolejne zezwolenie, tym razem na krótkoterminowe poszukiwania dla potrzeb filmu we współpracy i pod nadzorem UAM. Meteorite Men w osobach Geoffreya Notkina i Stevena Arnolda przeszukali dość pobieżnie północno-zachodnią część rezerwatu, nie przeszukaną przez Krzysztofa Sochę, co zaowocowało znalezieniem 34 kg okazu na głębokości około 160 cm. (Meteoryt 4/2011). Znalezienie go było możliwe dzięki zastosowaniu specjalnego detektora ramowego zdolnego wykryć meteoryty na dużej głębokości. Miejsce znalezienia zostało przeszukane uprzednio przez Geoffreya Notkina i jednego z autorów (ASP) wykrywaczami podobnymi do stosowanego przez Krzysztofa Sochę i nie wskazywały one na obecność meteorytu.

Znalezisko Meteorite Men wskazywało więc na możliwość, że więcej meteorytów może zalegać na dużych głębokościach i tylko ograniczenia sprzętowe były przyczyną, że ich dotąd nie znajdowano. Możliwość taką potwierdzało także znalezienie przez Łukasza Smułę już w roku 2008 okazu ok. 40 kg na głębokości ok. 160 cm przy pomocy zwykłego wykrywacza, choć nieco podrasowanego.

W marcu 2012 r. prof. Pierre Rochette (który pomagał przy klasyfikowaniu meteorytu Sołtmany) zwrócił się do autorów (ASP + AM) z następującą prośbą:

Mam możliwość przyjazdu do Polski jesienią w ramach współpracy z Instytutem Nauk Geologicznych PAN. Zapoznałem się z obszarem rozrzutu meteorytu Morasko. Byłbym zainteresowany analizą zawartości kosmogenicznych izotopów w tym meteorycie, by wyznaczyć jego wielkość przed wejściem w atmosferę (co może wskazać, jak dużo materii spadło na Ziemię) i podjęciem poszukiwań warstwy sferulek ze spadku poprzez pobranie próbek z otworu o głębokości 1,5 m z sąsiedztwa ostatnich znalezisk. Moglibyśmy także sprawdzić przydatność gradiometru magnetycznego do poszukiwania meteorytów.

Propozycję przyjęliśmy jako kolejną szansę prowadzenia dalszych poszukiwań na terenie rezerwatu. Niezależnie od niej, nieco później Łukasz Smuła zgłosił chęć prowadzenia poszukiwań na terenie rezerwatu informując, że dysponuje równie dobrym sprzętem, jak Meteorite Men, co może pozwolić na odnalezienie kolejnych okazów. Prof. Muszyński połączył obie propozycje w jeden projekt badawczy i wystąpił o zgodę na badania

REGIONALNY DYREKTOR OCHRONY ŚRODOWISKA w Poznaniu

Poznań, 01.08.2012

WPN-II.6205.41.2012.MM

DECYZJA

Na podstawie art. 15 ust. 1 pkt 24 i ust. 5 ustawy z dnia 16 kwietnia 2004 r. o ochronie przyrody (Dz. U. z 2009 r. Nr 151, poz. 1220 ze zmianami), art. 104 § 1 ustawy z dnia 14 czerwca 1960 r. Kodeks postępowania administracyjnego (Dz. U. z 2000 r. Nr 98, poz. 1071 ze zmianami)

zezwalam

na prowadzenie badań naukowych w rezerwacie przyrody „Meteoryt Morasko" w terminie od 15 września do 15 października 2012 r.

Zezwolenie obejmuje:
1) wstęp i piesze poruszanie się po rezerwacie przyrody „Meteoryt Morasko" poza wyznaczonymi szlakami,
2) wykonanie ok. 15 ręcznych wierceń do 1,5 m głębokości,
3) pobranie ok. 50 próbek gruntu w otoczeniu kraterów wielkości od 10 g do 0,5 kg,
4) pobranie ok. 60 próbek meteorytów wielkości od 50 g do 0,5 kg i ok. 150 próbek mikrometeorytów wielkości do 10 g,
5) wniesienie na teren rezerwatu na czas badań i usunięcie z terenu rezerwatu po zakończeniu badań testowego fragmentu meteorytu w celu ustalenia sygnału magnetycznego,
6) bezterminowe przechowywanie materiałów dokumentacyjnych w Instytucie Geologii Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza w Poznaniu, ul. Maków Polnych 16.

Osobami uprawnionymi do wykonania powyższych czynności są:
1) prof. Andrzej Muszyński, Instytut Geologii Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza w Poznaniu,
2) mgr Andrzej Pilski, Obserwatorium Astronomiczne we Fromborku,
3) mgr Agata Krzesińska, Instytut Nauk Geologicznych PAN, Ośrodek Badawczy we Wrocławiu,
4) mgr Łukasz Smuła, firma ART-MET. Meteoryty i Minerały, Opole,
5) prof. Pierre Rochette, CEREGE, AIX-en-Provence, Francja,
6) M.sc. Aurore Hutzler, CEREGE, AIX-en-Provence, Francja.

Swoje przybycie do rezerwatu przyrody należy każdorazowo zgłosić w Nadleśnictwie Łopuchówko.

Zobowiązuje się wykonawców badań do przestrzegania obowiązujących na terenie rezerwatu przepisów wymienionych w art. 15 ust. 1 ustawy o ochronie przyrody oraz przekazania do Regionalnego Dyrektora Ochrony Środowiska w Poznaniu sprawozdania zawierającego wyniki badań, w terminie do 31 grudnia 2012 r.

Zezwolenie jest ważne do 15 października 2012 r.

ul. 28 Czerwca 1956 r. nr 223/229, 61-485 Poznań, tel. 61-831-11-77, faks 61-831-11-99, sekretariat.poznan@rdos.gov.pl, www.poznan.rdos.gov.pl

Początek kopania.

na terenie rezerwatu. W sierpniu otrzymaliśmy upragnione zezwolenie od Regionalnego Dyrektora Ochrony Środowiska „na prowadzenie badań naukowych w rezerwacie przyrody „Meteoryt Morasko" w terminie od 15 września do 15 października 2012 r."

By wykorzystać cały przydzielony czas trójka autorów (bez ASP) rozpoczęła poszukiwania 15 września. Pojawiły się pierwsze znaleziska, ale nie przekraczały one kilkunastu kilogramów i głębokości 1,3 m. Na początku października przybył prof. Pierre Rochette ze swoją doktorantką, Aurore Hutzler i opiekującą się nimi z ramienia ING PAN Agatą Krzesińską. A 2 października pod wieczór pojawił się w wykrywaczu TEN sygnał.

Wspomina Łukasz:

Tej chwili chyba nigdy nie zapomnimy; to było pod koniec dnia naszej pracy. Pamiętam doskonale ten sygnał. Był niesamowity, aż niedowierzałem. Zatrzymałem się i powiedziałem do Magdy: „tam coś jest, ale tym razem bardzo głęboko, około 2 metrów i nie małego" Ściągnąłem słuchawki i puściłem sygnał w głośnikach urządzenia, tak abyśmy mogli posłuchać go razem. Przechodziliśmy nad nim (już teraz wiemy, że meteorytem) kilka razy, wsłuchując się raz po raz w ten magiczny sygnał. Intuicja podpowiadała nam, że to będzie ciekawe odkrycie, jednak zmrok nadchodził bardzo szybko i musieliśmy pozostawić to miejsce, wracając do niego następnego dnia.

Następnego dnia rozpoczęło się kopanie. Na szczęście miejsce było w pewnej odległości od drzew, więc korzenie nie stwarzały takich trudności jak przy znalezisku Meteorite Men. Grunt jednak był dość twardy, co z jednej strony było korzystne, bo ściany wykopu nie osuwały się, więc nie trzeba było kopać szeroko, ale z drugiej strony wymagało to więcej wysiłku. Zbity drobnopiaszczysty osad trzeba było najpierw rozkruszać łomem, bo na kilof było za mało miejsca.

Profesor Rochette z gradiometrem.

Najwięcej w wykopie pracował Łukasz, co miało tę zaletę, że dół nie musiał być szeroki i można było posuwać się dość szybko w głąb, ale z drugiej strony trudno było Łukasza zastąpić, bo pozostali już się w dole nie mieścili. Kłopoty zaczęły się, gdy głębokość wykopu przekroczyła wzrost Łukasza i nie można było już po prostu wyrzucać ziemi z dołu. Dół trzeba było nieco poszerzyć, od leśniczego wypożyczono wiaderko, znalazł się kawałek liny i od tej pory pracowały przy wykopie dwie osoby: jedna kopała, a druga wyciągała „urobek".

Łukasz zniknął już w dole.

Emocje wywołane oczekiwanym odkryciem udzieliły się wszystkim. Prof. Rochette przerywał co pewien czas swoje badania i przychodził pomagać, prof. Muszyński z żalem odjeżdżał na zajęcia na uczelni i wracał jak mógł najszybciej, by pomagać. Gdy Łukasz musiał od czasu do czasu odpocząć, do wykopu niemalże ustawiała się kolejka chętnych do kontynuowania pracy. W dole byli kolejno chyba wszyscy z wyjątkiem prof. Muszyńskiego, który zadowolił się pracą w charakterze wyciągarki.

Co pewien czas sprawdzano mniejszym wykrywaczem, czy obiekt nadal jest w dole. Wykrywacz wył coraz głośniej zapowiadając pokaźną masę. W końcu „zatkał się", czyli mimo ustawienia najmniejszej czułości intensywność sygnału przekraczała możliwość odbioru. Ponieważ w dole nadal nie było widać niczego prócz piasku, pojawiło się pytanie, czy przypadkiem nie kopiemy obok. I tu z pomocą przyszedł gradiometr prof. Rochette, który pozwolił na dokładniejszą lokalizację znaleziska. Wskazywał wyraźnie, że obiekt jest nieco przesunięty w bok względem osi wykopu, ale przede wszystkim jest głębiej.

Wreszcie po południu, po przekroczeniu 2 m głębokości, zaczął pojawiać się rdzawy piasek. Dawało to jakąś nadzieję, chociaż pamiętano, że rdzawe warstwy nie są w tym terenie rzadkością i nie raz na takiej warstwie sygnał się kończył. Tym razem intensywność sygnału była tak duża, że sam piasek nie mógł być przyczyną, ale pesymiści przypomnieli sobie, że jesteśmy przecież na dawnym poligonie, więc może to jakaś bomba? Piasek

robił się coraz bardziej rdzawy i coraz twardszy. Postanowiono skorzystać ze sposobu pokazywanego na filmach Meteorite Men: spuszczono do dołu neodymowy magnes. Przylgnął z trzaskiem do rdzawej warstwy. Jeeeest!!!

Zaczęło się odsłanianie znaleziska. Stwierdzono, że górna powierzchnia jest dość płaska i... dość rozległa. Udało się uchwycić krawędź od strony zachodniej, ale z pozostałych stron meteoryt dochodził do ścian wykopu. Stało się oczywiste, że wykop trzeba poszerzyć i... że trzeba to odłożyć do jutra, bo zaczęło się robić ciemno. Aby nie trzeba było rano wydobywać z dołu jakiegoś dzika, nie wspominając o drobniejszej zwierzynie, przykryto wykop grubymi gałęziami.

Następnego dnia rano zaczęliśmy od poszerzania wykopu, zwłaszcza od strony południowej, gdzie meteoryt wchodził w ścianę. Trzeba było poszerzyć tak, by między meteorytem a ścianą mieściła się łopatka, by móc obkopać meteoryt dokoła i ustalić jak głęboko w dół sięga. Po zlokalizowaniu brzegów zmierzyliśmy rozpiętość górnej powierzchni i wyszło około 60 cm. Pobieżne obliczenia pokazały, że przy założeniu grubości 10 cm mamy około 300 kg. Trzeba było jednak ustalić, jak daleko idzie meteoryt w głąb w rzeczywistości.

Meteoryt leżał w warstwie piasku z przewarstwieniami drobnego żwiru, więc było łatwiej go obkopać. Trudno jednak było znaleźć dolną krawędź. Scementowany limonitem piasek ciągnął się w dół coraz głębiej i nasze szacunki masy meteorytu zaczęły zbliżać się do 1 tony, aż wreszcie Łukasz zorientował się, że popełnia błąd biorąc ten piaskowiec za warstwę przylegającą bezpośrednio do meteorytu. Zamieniliśmy łopatkę na młotek geologiczny i zaczęliśmy obijać boki meteorytu. Ku naszemu rozczarowaniu krawędzie bryły okazały się niezbyt grube, a niżej piaskowiec szybko odskakiwał pod uderzeniami młotka. Szacowana waga okazu zaczęła gwałtownie spadać. Na szczęście jednak okazało się, że głębiej okaz wprawdzie zwęża się, ale idzie w dół, tak że jego kształt zaczyna przypominać łódkę z kilem. Taki kształt był korzystny, bo ułatwiał zaczepienie lin, by wyciągnąć okaz.

Coraz głębiej.

Stanęliśmy teraz przed problemem, jak wydobyć meteoryt. Przeszkody były dwojakiego rodzaju. Od strony formalnej nasze zezwolenie nie przewidziało znalezienia tak dużego okazu i podany w zezwoleniu limit był dużo niższy od szacowanej wagi znaleziska. Natychmiast więc zostało wystosowane pismo do Regionalnej Dyrekcji Ochrony Środowiska w Poznaniu z prośbą o zmianę warunków zezwolenia. Szczęśliwie zostało to bardzo szybko załatwione i od poniedziałku mogliśmy formalnie wydobyć meteoryt.

Od strony praktycznej duża waga okazu też nie ułatwiała zadania. Andrzej S. P. zaproponował, by wypróbować stary sposób wyciągania samochodu z błota przy pomocy liny przywiązanej do drzewa. Odciąganie naprężonej liny w bok dawało znacznie większą siłę ciągnącą samochód (i drzewo). Niestety okazało się, że liny, którymi dysponujemy, są nazbyt rozciągliwe, a odciąganie ich w bok utrudniają drzewa. Meteoryt ani drgnął.

Pozostało więc rozejrzeć się za wyciągarką. Po rozważeniu różnych możliwości zakupu, czy wypożyczenia doszliśmy do wniosku, że najlepszym rozwiązaniem będzie poproszenie o pomoc ojca Magdy, pana Mariana Skirzewskiego, który dysponował niezbędnym sprzętem. Tymczasem zabraliśmy się za oczyszczenie meteorytu z przylepionej warstwy piaskowca, co, jak się okazało później, znacznie ułatwiło wyciąganie. Znów ustawiła się kolejka chętnych do siedzenia w dole i opukiwania bryły młotkiem, co było dość przyjemnym zajęciem. Odłupywane fragmenty piaskowca były zbierane do woreczków do późniejszej analizy. Meteoryt zostałby oczyszczony do końca, gdyby nie przegnał nas deszcz. Znów zakryliśmy dół i pojechaliśmy na przyjęcie, na które zaprosił wszystkich prof. Muszyński. Było to zarazem pożegnanie, bo następnego dnia część osób musiała już wyjechać, jak i świętowanie wspaniałego znaleziska.

Pierwsze zarysy meteorytu.

W poniedziałek pan Marian z panem Romanem i z Łukaszem szybko i profesjonalnie przygotowali sprzęt do wyciągania, przybyła ekipa telewizji uniwersyteckiej, by uwiecznić wydarzenie dla potomności, i obwiązany taśmami przymocowanymi do łańcucha wyciągarki meteoryt powoli ruszył do góry. Bez żadnych przeszkód pojawił się na powierzchni z pokaźną jeszcze brodą piaskowca pod spodem, która odpadła, gdy bryłę opuszczono na podłożone deski i ustawione na nich specjalne sanki przygotowane przez pana Mariana. Meteoryt na sankach został odciągnięty znad dołu i przyszła pora na okolicznościowe zdjęcia.

Najtrudniejsza część została zrobiona, ale pozostało jeszcze dostarczenie okazu do samochodu, który nie mógł wjechać do rezerwatu. Najpierw jednak zdemontowano wyciągarkę i zasypano wykop, by spełnić warunki zezwolenia. Potem rozpoczął się powolny transport meteorytu na sankach przez las do samochodu.

Po drodze do Instytutu Geologii udało się zajechać do skupu złomu i zważyć bryłę razem z sankami, na których leżała. Waga pokazała równo 300 kg. Okazało się potem, że sanki ważyły 20,5 kg. Później, podczas czyszczenia odpadło jeszcze 18,5 kg zwietrzeliny i ostatecznie okaz pokazany na okładce waży 261 kg.

Podczas prowadzonych w ostatnich latach badań meteorytu Morasko (Grant N N307 33 3533) udało się zebrać od niektórych prywatnych poszukiwaczy szacunkowe dane o lokalizacji i wielkości znalezionych przez nich okazów. Chociaż w wielu przypadkach te dane obarczone są znacznym błędem, to jednak po ich połączeniu z wcześniejszymi danymi zarysował się dość wyraźny, ale zarazem zaskakujący obraz obszaru rozrzutu meteorytu Morasko sugerujący, że meteoryt spadł od wschodu. Największe znalezione okazy występują w zachodniej części obszaru rozrzutu, a mniejsze we wschodniej części. Obraz ten uzyskano przed znalezieniem największego okazu, którego miejsce znalezienia doskonale jednak ten obraz potwierdza. Nie przesądza to jednak kierunku lotu bolidu, gdyż między innymi w przypadku meteorytu Łowicz świadkowie z odległych miejsc widzieli bolid lecący od zachodu, a elipsa rozrzutu jest odwrotna.

Głębokość do górnej powierzchni.

Znalezienie największego i najgłębiej leżącego okazu meteorytu Morasko dobitnie potwierdza wcześniejsze przypuszczenia, że dotychczasowe znaleziska płytko usytuowanych okazów były wynikiem ograniczeń instrumentalnych, a nie osadzania ich przez lodowiec, że meteoryty spadły bezpośrednio tam, gdzie są obecnie znajdowane, i że można się spodziewać, iż głęboko w ziemi znajduje się jeszcze niejeden duży okaz tego meteorytu. Niejednokrotnie podsumowanie pewnych wyników badań kończy się wnioskiem, że konieczne są dalsze badania, ale w tym przypadku taki wniosek wydaje się szczególnie mocno uzasadniony.

Pomiar szerokości po oczyszczeniu boków.

Podziękowania

Prócz osób wymienionych w tekście bardzo pomocne były: Magdalena Dworzyńska pomagająca przy kopaniu, transportowaniu osób i rzeczy i z zapałem oczyszczająca w dole meteoryt z piaskowcowej otuliny, prof. Bogdan Idzikowski, który dostarczył liny do pierwszej próby wyciągania, leśniczy Zdzisław Napierała służący różnego rodzaju pomocą, a zwłaszcza wiaderkiem do wyciągania ziemi z dołu. Pani Magdalena Majewska z Regionalnej Dyrekcji Ochrony Środowiska pomogła ekspresowo załatwić zmianę warunków zezwolenia wydobycia meteorytu, a Marek i Jakub Muszyńscy pomogli przetransportować okaz do Instytutu.

Wszystkim osobom uczestniczącym czynnie w tym niezwykłym wydarzeniu serdecznie dziękujemy. Zapraszamy do obejrzenia fotoreportażu na stronie: http://www.artmet-meteoryty.pl/pl/wydarzenia/szczeguly.php?pokaz=17

Dlaczego grupy chondrytów różnią się zawartością pierwiastków litofilnych o niskiej lotności

Alan Rubin

Artykuł ukazał się najpierw w METEORITE, Vol. 18, No. 3. Copyright: Arkansas Center for Space and Planetary Sciences, 2012

Geochemicy dzielą pierwiastki chemiczne na różne grupy. Pierwiastki, które kondensują w wysokich temperaturach (albo topią się w wysokich temperaturach) są nazywane pierwiastkami o niskiej lotności; te, które kondensują lub topią się w niskich temperaturach, są lotnymi. Niektóre pierwiastki chętniej wchodzą w skład krzemianów i tlenków – te są litofilnymi. Te, które mają skłonność do wchodzenia do metalu lub siarczku, są odpowiednio syderofilnymi i chalkofilnymi.

Jedną z głównych cech charakterystycznych składu chemicznego, która odróżnia jedną grupę chondrytów od innej, jest zawartość pierwiastków litofilnych o niskiej lotności (RLE). Są to pierwiastki, które kondensują w wysokich temperaturach (≥1400K) i wchodzą w skład krzemianów i tlenków; należą do nich Al, Ca, Sc, Ti, V, Y, Zr, pierwiastki ziem rzadkich (REE) i Hf. Najprostszy sposób porównywania zawartości tych pierwiastków w różnych grupach chondrytów, to normalizowanie ich średniej koncentracji względem jakiegoś pospolitego pierwiastka litofilnego, takiego jak Mg czy Si, a potem porównywanie wyniku z otrzymanym dla chondrytów CI. Chondryty CI są wybierane oczywiście dlatego, że ich ogólny skład chemiczny jest najbardziej zbliżony do składu słonecznej fotosfery.

Ostatnie zestawienie średnich ilości RLE w chondrytach, znormalizowanych do Mg i CI (np. Rubin 2011) daje następujące wartości: CI (1,00), CM (1,13), CO (1,11), CV (1,35), CR (1,02), CK (1,24), R (0,97), H (0,90), L (0,90), LL (0,89), EH (0,88), EL (0,87). Zauważamy tendencję do pewnego naturalnego grupowania: chondryty zwyczajne (0,89 – 0,90), chondryty enstatytowe (0,87 – 0,88), CI-CR (1,00—1,02), CM-CO (1,11—1,13), CV-CK (1,24—1,35). Chondryty R (0,97) wydają się być osobno. Co mogło spowodować te różnice zawartości RLE w różnych grupach chondrytów?

Larimer i Anders (1970) sugerowali, że pierwiastki litofilne o niskiej lotności znajdowały się w stałych cząstkach, które kondensowały z mgławicy słonecznej i osiadały w centralnej płaszczyźnie mgławicy w różnym stopniu w różnej odległości od Słońca. Materia bogata w RLE, która osiadła wcześnie, była albo tracona w jakiś sposób, albo chwytana do wnętrza tworzących się planetoid. Z czasem formujące się w tych miejscach grupy chondrytów wcielały różne ilości pierwiastków o niskiej lotności z późno osiadającej materii bogatej w RLE. Problem z tym scenariuszem polega na tym, że modele dynamiczne wskazują, iż w ciągu swej historii wiele planetoid zostało rozbitych przez katastrofalne zderzenia, ale ponieważ większość fragmentów rozbitej planetoidy nie osiągnęła prędkości ucieczki, to ciało zostało wymieszane i złożone z powrotem. Ten proces prowadziłby do ujednorodnienia składu planetoid; wszelkie rozdzielone w tych ciałach materiały o niskiej lotności zostałyby gruntownie wymieszane we fragmentach ponownie połączonych w całość.

Nieco inny model zaproponował Wasson (1978). Sugerował on, że cząstki powstałe z kondensacji w mgławicy pierwiastków o niskiej lotności nie zdołały osiąść w centralnej płaszczyźnie z powodu turbulencji. Różne miejsca w mgławicy były modelowane jako doznające różnego stopnia turbulencji; wynikiem tego były różne ilości cząstek o niskiej lotności koncentrujące się w tych miejscach. Te cząstki o niskiej lotności, które pozostały zawieszone w gazie mgławicy, były usuwane z Układu Słonecznego przez radialny wypływ albo podmuchy emanujące z rodzącego się Słońca. W modelu Wassona cząstki o niskiej lotności występowały w centymetrowej wielkości stałych poprzednikach w regionie CV, które po ogrzaniu wytworzyły duże CAI (inkluzje bogate w Ca i Al). CAI osiadały w płaszczyźnie centralnej, gdzie później połączyły się z chondrami i drobnoziarnistą materią matriks tworząc chondryty CV. Brak odpowiedzi na pytanie, dlaczego cząstki o niskiej lotności uformowały gruboziarniste CAI w regionie CV-CK mgławicy, ale tylko małe CAI w regionie CM-CO i w zasadzie żadnych CAI w regionach H-L-LL i EH-EL.

By rozwiązać problem, dlaczego grupy chondrytów różnią się zawartością pierwiastków litofilnych o niskiej lotności, trzeba najpierw zobaczyć, jak te pierwiastki są rozmieszczone w różnych składnikach chondrytów. Te składniki to chondry, drobnoziarnista matriks, CAI, AOI (ameboidalne inkluzje oliwinowe albo ameboidalne skupienia oliwinu czyli AOA) i fazy nieprzezroczyste (metal, siarczki i tlenki).

W niektórych przypadkach są dostępne dane dotyczące modalnej obfitości i całkowitego składu tych składników. Na przykład weźmy (proszę) Ca w chondrytach CV3. W Allende (gdzie całkowita zawartość Ca jest 1,87%), 45% Ca występuje w chondrach, 34% w drobnoziarnistej matriks, 14% w CAI, 7% w AOI i ~0% w fazach nieprzezroczystych. Kontrastuje to z chondrytem zwyczajnym LL3.0 Semarkona (który zawiera 1,46% Ca): 90% Ca występuje

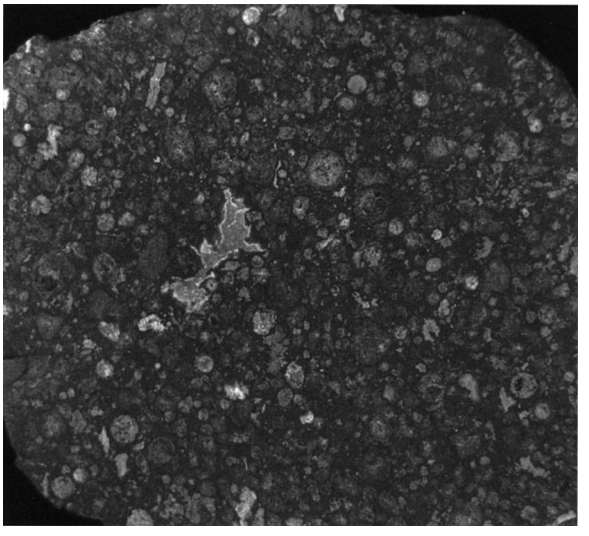
w chondrach, 10% w drobnoziarnistej matriks, 0,08% w CAI, 0,02% w AOI i ~0% w fazach nieprzezroczystych. Chociaż i w CV i w chondrytach zwyczajnych chondry i matriks zawierają lwią część Ca, to widać, że w CV CAI są znacznie ważniejszym nośnikiem RLE niż w chondrytach zwyczajnych.

Ważne jest, aby pamiętać, że grupy chondrytów różnią się nie tylko zawartością pierwiastków litofilnych o niskiej lotności. Różnią się także wielkością chondr, wielkością CAI, wielkością AOI, proporcjami chondr różnych typów teksturalnych, oraz ilością matriks, chondr, CAI i AOI.

W jednym z poprzednich artykułów (luty 2011 i „Meteoryt" 2/2011) omawiałem względne miejsca formowania się różnych grup chondrytów. Doszedłem do wniosku, że wraz z rosnącą odległością od Słońca grupy chondrytów można uporządkować następująco: EH-EL, H-L-LL, R, CR, CV-CK, CM-CO, CI. W artykule z sierpnia 2011 („Meteoryt" 4/2011) pokazywałem, że ilość pyłu w tych różnych miejscach mgławicy zmieniała się, osiągając maksimum w regionie CV-CK. To jest ten sam region, w którym jest najwięcej CAI (3—4% objętościowo wobec 0,02% w regionie chondrytów zwyczajnych). W istocie to stosunkowo duża zawartość CAI powoduje, że chondryty CV i CK mają największe zawartości RLE ze wszystkich grup chondrytów.

Wydaje się prawdopodobne, że w mgławicy istniał jakiś proces odpowiedzialny za wzbogacenie strefy CV-CK i w pył i w CAI. Ten proces był prawdopodobnie aerodynamiczny z udziałem cząstek znajdujących się w mgławicowym gazie poruszającym sie do lub od Słońca. Jak rozważałem to w Rubin 2011, aerodynamiczne zachowywanie się cząstki jest funkcją iloczynu jej wielkości i gęstości. Tak więc izolowane ziarna pyłu o wielkości poniżej mikrometra będą miały znacząco inne tempo radialnego przemieszczania się niż milimetrowej wielkości CAI — nie należy się spodziewać, że te zestawy obiektów skoncentrują się w tych samych strefach mgławicy. Jest jednak powód, by sądzić, że pył nie występował wyłącznie jako pojedyncze, maleńkie ziarna; większość jego była obecna w większych, silnie porowatych strukturach (zwanych kulami pyłu), które mogły być bardzo podobne do międzyplanetarnych cząstek pyłu (IDP).

Te kule pyłu mogłyby mieć wielkość rzędu milimetrów do centymetrów. Teoretyczne rozważania wskazują, że zderzenia cząstek z względnymi prędkościami przekraczającymi ~1 m/s powodowałyby raczej rozbijanie, a nie zlepianie się kulek pyłu; spodziewana w takich warunkach maksymalna wielkość kulki pyłu wynosiłaby około 1 cm. Sferyczna kulka pyłu o porowatości 90% i gęstości 0,32 g/cm^3 reagowałaby na siły aerodynamiczne w taki sam sposób, jak zwarta CAI o średnicy 1 mm i gęstości 3,2 g/cm^3. (Jest tak dlatego, że iloczyn promienia i gęstości obu cząstek wynosi 0,16 g/cm^2). Jednak masa kulki pyłu byłaby 100 razy większa niż masa CAI (tj. 170 wobec 1,7 mg).



Na przekroju tego meteorytu Allende z US National Museum of Natural History widać liczne inkluzje bogate w Ca i Al, odpowiedzialne za wysoką zawartość pierwiastków o niskiej lotności w tym chondrycie CV.

Istnieje dowód, że takie kule pyłu o wielkości milimetrowej do centymetra rzeczywiście istniały w mgławicy słonecznej — w istocie chondryty zawierają przeobrażone pozostałości takich kulek pyłu. Te pozostałości przetrwały jako (1) bryłki w matriks chondrytów zwyczajnych i CV, (2) ciemne inkluzje w chondrytach węglistych, (3) zawierające mikrochondry, bogate w krzemiany drobnoziarniste obwódki wokół normalnej wielkości chondr w chondrytach zwyczajnych, (4) magmowe obwódki wokół chondr we wszystkich grupach chondr prócz CI i (5) wtórne skorupy obejmujących się (tj. gnieżdżących się) chondr zespolonych.

Ten rodzaj analizy daje możliwość wytłumaczenia wszelkich pierwotnych różnic między grupami chondrytów, jak odmienności składu chemicznego i izotopowego oraz tekstur, modalnych obfitości składników i wielkości tych składników. Jak przedstawił to Bob Dylan w 1963 r.: „Odpowiedź (dlaczego grupy chondrytów różnią się między sobą) niesie wiatr."

Dziękuję prof. Andrzejowi Maneckiemu za merytoryczną korektę tłumaczenia

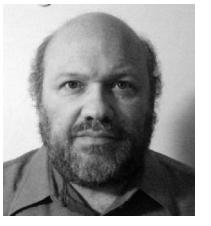
Bibliografia

Dylan B. (1963) „The Freewheelin' Bob Dylan." Columbia Records, (produced by John Hammond and Tom Wilson).

Larimer J. W. and Anders E. (1970) Chemical fractionations in meteorites – III. Major element fractionations in chondrites. Geochim. Cosmochim. Acta 34, 367-387.

Rubin A. E. (2011) Origin of the differences in refractory-lithophile-element abundances among chondrite groups. Icarus 213, 547-558.

Wasson J. T. (1978) Maximum temperatures during the formation of the solar nebula. In Protostars & Planets (ed. Gehlers T.), pp. 488-501. University of Arizona Press, Tucson.



Alan Rubin jest specjalistą od meteorytów w UCLA i członkiem zespołu doradczego czasopisma Meteorite.

Meteoryt Sutter's Mill i otrzymana lekcja

Derek Sears

Artykuł ukazał się najpierw w METEORITE, Vol. 18, No. 3. Copyright: Arkansas Center for Space and Planetary Sciences, 2012

W pierwszych poszukiwaniach meteorytów uczestniczyłem zaraz po studiach. W 1972 r. wziąłem z wydziału geologii landrovera, załadowałem zapasy, żonę i psa i wyruszyłem w piękne góry Północnej Walii. Spędziliśmy wspaniałe trzy czy cztery dni, spotkaliśmy cudownych gospodarzy wynajmujących pokoje, ale nie znaleźliśmy niczego. W początkach lat osiemdziesiątych przeszukiwałem z mymi kolegami z UCLA części Pustyni Mojave. Znów nie znaleźliśmy niczego, ale spędziliśmy wspaniale czas. 22 kwietnia 2012 r. duży bolid dzienny przeciął niebo nad górami Sierra Nevada, hałasy słyszano w całej północnej Kalifornii i Newadzie, a radary meteorologiczne wykryły kamienie spadające na kalifornijską krainę złota. Gdy więc Peter Jenniskens (SETI/NASA ARC) przyszedł do naszej Grupy Meteorytowych Zainteresowań w NASA Ames Research Center z planami przeszukania terenów wokół Sutter's Mill, ujrzałem jeszcze jedną okazję do tego wspaniałego sposobu spędzania czasu. To nigdy się nie starzeje. Kosmos przychodzi do nas. Tak więc moja żona, przyjaciele i koledzy spędzili tam wiele dni wędrując po terenie z ochotnikami, rozrzucając ulotki, a potem lecąc nad tym terenem samolotem wynajętym przez NASA.

W Marshall Gold Discovery Park i na drogach i polach wokół niego były setki rozentuzjazmowanych osób, miejscowych, poszukiwaczy meteorytów, naukowców i dziennikarzy. Personel parku witał wszystkich chętnie, oferował koszulki Sutter's Mill Meteor po 20 dolarów sztuka i tłumaczył, jak poruszać się bezpiecznie po parku. W jednym czy dwóch hotelach w najbliższym sąsiedztwie wszystkie miejsca były zajęte, właściciele pokojów do wynajęcia, obsługujący normalnie ruch turystyczny, przeznaczyli część miejsc dla poszukiwaczy meteorytów, właściciele ziemi w większości udostępnili swe ziemie i przyłączyli się do poszukiwań. Pewna właścicielka nawet poszukiwała naukowców z NASA i podarowała im meteoryt znaleziony na swojej ziemi. Kilku właścicieli ziemi wystawiło tablice „wstęp wzbroniony", ale nie było ich wielu. Dziennikarze pisali artykuły o drugiej gorączce złota i robili mnóstwo wywiadów. Każdy szukający meteorytów był proszony o wywiad. Pojawiały się doniesienia o znajdowanych okazach, dumni znalazcy prezentowali kawałki folii aluminiowej z małymi, czarnymi, zaokrąglonymi meteorytami na środku. W ten sposób inni mogli dzielić radość i zyskać zachętę. Naukowcy błagali o próbki do badań, często bez powodzenia, dealerzy oferowali okazy po $1000 za gram, zwykle z powodzeniem. Po miesiącu poszukiwań odnaleziono około 50 okazów meteorytu o łącznej wadze ponad 350 g. Okazy zaczęły pojawiać się w głównych muzeach kraju i w uniwersyteckich grupach badaczy. Wieść niosła, że jest to chondryt CM2. Wspaniale! Naukowcy pospieszyli do laboratoriów i emaile płynęły jak szalone; jest to chondryt CM, ale z paroma dziwnymi i zaskakującymi różnicami w stosunku do znanych dotąd. Jeszcze bardziej wspaniale! Planowano publikacje ze wstępnymi, informacyjnymi pracami w Nature czy Science w ciągu kilku miesięcy i pełnymi opracowaniami w ciągu roku; podejmowano decyzje o organizowaniu sesji naukowych na temat tego meteorytu na konferencji Meteoritical Society w sierpniu i na konferencji Lunar and Planetary Science w marcu 2013 r. Fantastycznie! Planetoida zderzyła się z Ziemią, wywołała ogromne poruszenie i w ciągu paru dni naukowcy pisali publikacje. Co to może powiedzieć o człowieczym duchu?

Kalifornijska kraina złota

Dla mnie jako redaktora czasopisma *Meteorite* było to doświadczenie otwierające oczy. Zrobię moją część badań naukowych okazu i wiem, że opłaci mi się przedstawić moje wyniki i rozmawiać z innymi naukowcami o ich własnych badaniach, ale nie to mnie tu zaciekawiło. To, co mnie zaintrygowało, to wzajemne oddziaływanie na siebie wszystkich, którzy w tym uczestniczyli, w szczególności znalazców meteorytów, dealerów i naukowców. W moim przemówieniu do Joela Schiffa, gdy otrzymał on nagrodę Service Award Meteoritical Society, wspomniałem o „kłopotliwej współzależności" między naukowcami i dealerami. Teraz widzę to inaczej.

To, co zobaczyłem w ostatnim tygodniu kwietnia i pierwszych kilku tygodniach maja, to była grupa zaangażowanych, pełnych zapału osób z najlepszymi intencjami, które po prostu szukały tego meteorytu, tego przybysza z kosmosu, który od razu zaczął być nazywany meteorytem Sutter's Mill. To była część dreszczu emocji. Meteoryty były pociągające bardziej niż złoto, a jedno i drugie znajduje się na tych wzgórzach. Jest zdjęcie poszukiwacza z meteorytem

Bolid z 22 kwietnia

Zachodni brzeg jeziora Folsom. Widoczny teren, nad którym latał samolot szukając dużych okazów

w jednej ręce, a bryłką złota w drugiej.

Większość meteorytów znalazły prywatne osoby, które akurat mieszkały w tej okolicy, albo zostały przygnane w te bezdeszczowe dni przez naturalną ciekawość, fascynację kosmosem na ich podwórku, czy urok pieniędzy. Gdy prywatna osoba podniosła meteoryt to, z wyjątkiem tej jedynej właścicielki ziemi, która podarowała swój meteoryt państwu, meteoryty Sutter's Mill szły jedną z dwóch dróg. Były sprzedawane jakiemuś dealerowi, albo zabierano je do domu jako pamiątkę. Wszyscy zdobywamy przez lata jakieś pamiątki. Przez pewien czas są one cenione, przez jakiś czas mają wartość, a potem są wyrzucane, albo zapominane. Czasem lamentujemy „To kosztowało tyle pieniędzy!", ale spokojnie się tego pozbywamy. Wątpię, czy choć mała część okazów Sutter's Mill zatrzymanych przez osoby prywatne będzie jeszcze w tej okolicy za 50 lat. Z drugiej strony tym, które znalazły się w rękach dealerów, natychmiast przypisano wartość pieniężną i dlatego będą przechowywane.

Nie wszyscy naukowcy szukali meteorytów, niektórzy po prostu poszukiwali informacji z terenu; chcieli wiedzieć, co gdzie spadło, aby móc ulepszyć swe modele spadania i rozpadania się. I to było łatwo zdobyć; faktycznie każdy chciał podzielić się tymi informacjami podczas tych mocno emocjonujących dni w terenie. Naukowcy, gdziekolwiek na świecie, którzy rzeczywiście chcieli okazy, dostawali je, jeśli nie od naukowców na terenie spadku, to z muzeów, które uzyskiwały okazy od dealerów kupując je lub wymieniając. Muzea spełniały swe zadanie pozyskiwania materiału do badań. Dealerzy zarabiali na życie i dawali zachętę amatorom, by iść i szukać. Amatorzy podzielali emocje i co najlepsze, otrzymywali zachętę do poszukiwań przez pieniądze, które mogli zarobić. Naukowcy mieli mnóstwo materiału i mogli wysyłać w nocy emaile, czy meteoryt miał taką czy inną historię. Nie widziałem więc kłopotliwej współzależności naukowców i dealerów. Widziałem synergię.

To co widziałem, to było działanie jak w zegarku; przekładnie, sprężyny i ręce pracujące w doskonałej harmonii. Jak w zegarku! Oczywiście zegarkową metaforę wykorzystywano wielokrotnie przy opisywaniu systemu wolnej przedsiębiorczości i zupełnie słusznie. Każda część mechanizmu dostała to, co chciała. Wygrali wszyscy. Tak więc jest absolutnie niepotrzebne, aby jakaś szczególna grupa osób jednostronnie decydowała o nadzorowaniu, albo próbowała ograniczyć ten proces w imię Nauki. W rzeczywistości można powiedzieć o utrudnianiu Nauki, ponieważ to stawia bariery między naukowcami, a okazami i nie pozwala uczestniczyć naukowcom z trzeciego świata. Potrzebujemy kogoś do pilnowania spisu nazw i może rozsądzania, jeśli trzeba, ale żądanie materiału w zamian za wprowadzenie nazwy na listę i żądanie klasyfikacji przed nadaniem nazwy nie jest konieczne, by uniknąć mylenia czy dublowania nazw. Wśród wzgórz krainy złota rozbrzmiewało echem zdanie: „meteoryty należą do osoby, na której ziemię spadły". Takie jest prawo w USA. Ludzie szanowali to prawo i nie było żadnych problemów. Jeśli właściciel chciał sprzedać lub podarować, to nie było z tym problemów. W innych krajach są inne prawa. Wystarczy, by każdy wiedział, na czym stoi.

To czego nauczył mnie przypadek Sutter's Mill, to że pora odłożyć do lamusa negatywizm „kłopotliwej współzależności", która, przynajmniej ja tak sądziłem, istnieje między naukowcami a dealerami. Potrzebują oni siebie wzajemnie. Ludzie w terenie, prowadzeni przez znalazcę pierwszego okazu, nazwali meteoryt Sutter's Mill. Dealerzy zapewnili, że okazy nie będą chwilowymi pamiątkami. Muzea dostały okazy taką drogą, jak zawsze: poprzez zakupy lub wymiany. Naukowcy przepychający się, by zobaczyć meteoryt, dostali próbki i to oni decydują, gdzie i kiedy opublikować wyniki swych badań. To czego dowiedziałem się ze spadku meteorytu Sutter's Mill czterdzieści lat po mych pierwszych poszukiwaniach meteorytów, to że trzeba pozwolić temu systemowi działać. Nie potrzebujemy żadnej specjalnej polityki odnajdywania meteorytów i publikowania badań naukowych. Wystarczą dwa ustanowione prawa. Prawo ziemi, obojętne jakie prawo i jakiej ziemi, i prawo publikowania naukowego, to znaczy po recenzjach.

Informacja dla dziennikarzy o poszukiwaniach

Meteoryty a wiatr słoneczny

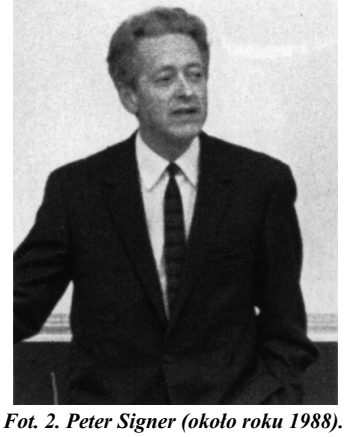
Ludolf Schultz

Artykuł ukazał się najpierw w METEORITE, Vol. 18, No. 3. Copyright: Arkansas Center for Space and Planetary Sciences, 2012

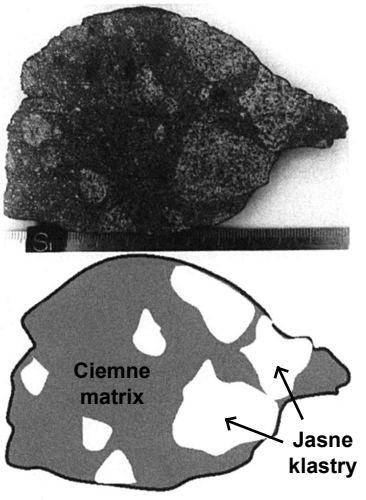
Naukowe badania meteorytów są interdyscyplinarne. Te pozaziemskie skały badają geolodzy, chemicy, fizycy i astronomowie, którzy wytworzyli powiązania między meteorytami, a swą dziedziną wiedzy. Formowanie się Układu Słonecznego, kosmiczne proporcje pierwiastków chemicznych, modele ewolucji gwiazd czy nawet liczby magiczne w jądrach atomów mają pewien związek z badaniami meteorytów.

Jeden z takich związków został zauważony około 60 lat temu. Zaskakujące powiązanie między meteorytami, a naszą centralną gwiazdą — Słońcem — jest przykładem, jak prowadzono badania naukowe przed erą emaili i Internetu. Głównym miejscem wymiany informacji były konferencje i warsztaty, narodowe i międzynarodowe. Nowe wyniki naukowe przekazywano werbalnie, zanim pojawiały się publikacje. Korzystanie ze „ślimaczej poczty" sprawiało, że cały proces przebiegał znacznie wolniej. Ponadto publikacje były bardziej wielojęzyczne. Wiele prac publikowano po niemiecku czy po rosyjsku, co nie przyczyniało się w rzeczywistości do rozpowszechniania bieżących informacji naukowych.

Zaczęło się w roku 1954 od obserwacji V. V. Cherdyntseva i jego współpracowników w Moskwie, którzy starali się wyznaczyć wiek aubrytu Pesyanoe (zwanego także Staroje Piesjanoje) metodą potas-argon. Znaleźli oni w tym meteorycie wyjątkowo duże ilości gazu szlachetnego, helu (około 0,1 cm^3/g). By zmierzyć te gazy dokładniej, wysłali oni próbkę tego achondrytu do E. K. Gerlinga w Leningradzie (dziś St. Petersburg). Gerling i Levski (1956) stwierdzili, że ten meteoryt ma istotnie nie tylko wysoką koncentrację helu, ale także zawartość neonu i argonu jest stosunkowo wysoka, czego nie można wytłumaczyć rozpadem promieniotwórczym uranu i toru („radiogenicznym") ani wytwarzaniem przez promieniowanie kosmiczne („kosmogeniczne"). Autorzy sugerowali więc, że te gazy znajdowały się w macierzystych stopach, z których powstała materia tego meteorytu. Ponieważ wniknięcie gazów wymaga bardzo wysokiego ciśnienia gazu, mogło to się zdarzyć tylko we wnętrzu ciał o wielkości planet — dalekosiężny wniosek. Ten nowy rodzaj gazów szlachetnych nazwano pierwotnymi („Uredelgase").



Fot. 2. Peter Signer (około roku 1988).



Fot. 1. Jasno-ciemna tekstura chondrytu Fayeteville (Zob. Meteorite 17, Nr 1, str. 31!!).

Minęło trochę czasu, zanim inne laboratoria zareagowały na tę publikację, która była w języku rosyjskim, ale jednak w następnych latach te gazy stały się głównym tematem dla badaczy meteorytów całego świata. W roku 1960 Zähringer i Gentner zweryfikowali obecność pierwotnych gazów w Pesyanoe i ogłosili stwierdzenie podobnych proporcji gazów szlachetnych w howardycie Kapoeta. Poszukiwania zostały więc rozpoczęte i szereg laboratoriów gazów szlachetnych szukało meteorytów z dużą zawartością helu i neonu we wszystkich klasach meteorytów. Reynolds (1960) i Staufer (1961) zaobserwowali wysoką zawartość lekkich gazów szlachetnych w niektórych chondrytach węglistych. Następnie grupa w Moguncji, w Niemczech, znalazła szereg chondrytów zwyczajnych z dość wysoką zawartością lekkich gazów szlachetnych: Pantar i Tabor (König et al. 1961) oraz Breitscheid (Hintenberger et al. 1962). Pantar był także badany przez Merrihue et al. (1962).

Najwyższe koncentracje gazu stwierdzili w chondrycie H, Fayetteville Signer (1963), Manuel i Kuroda (1964) i Manuel (1967). Badanie Fayetteville i Pantar zainicjował Hans Suess — chodziły pogłoski, że potrafi on wywąchać pierwotne gazy. Houtermans (1966) stwierdził: „On [Hans Suess] dochodzi do prawidłowych wniosków mając bardzo skąpe dowody, albo i bez żadnych dowodów."

König et al. (1961) zrobił inną ważną obserwację: Chondryt Pantar (i wszystkie inne meteoryty z wysoką zawartością lekkich gazów szlachetnych) składa się z jasnych, centymetrowej wielkości inkluzji, otoczonych ciemniejszą, drobnoziarnistą matriks (fot. 1). Wysoką zawartość gazów stwierdzono tylko w ciemnych częściach. Chondryty o jasno-ciemnej budowie opisano wiele lat wcześniej (np. Reichenbach, 1860), ale pochodzenia tych meteorytów ani przyczyn powstania takiej struktury nie znano. Oczywiście są to brekcje utworzone przez nagromadzenie różnych typów fragmentów. Dziś wiemy o tych meteorytach znacznie więcej. Bischoff i Schultz (2004) zbadali zawartość gazów szlachetnych w 1544 pojedynczych meteorytach kamiennych. 12,2% z nich zawierało pierwotny hel i neon. Liczba ta jest jednak różna w poszczególnych klasach meteorytów. Najwięcej spotyka się w chondrytach węglistych oraz chondrytach H i R.

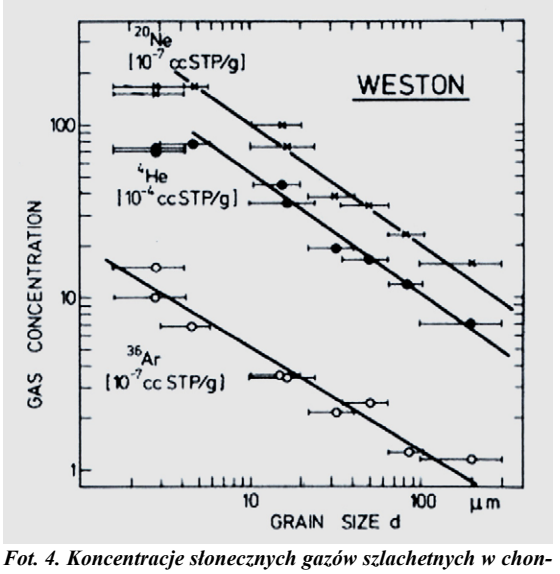
Wobec występowania pierwotnych gazów w chondrytach zwyczajnych

koncepcja Gerlinga i Levskiego (1960), że gazy były wprowadzone do stopów przy wysokich ciśnieniach gazu, nie była już możliwa do obrony. Co więcej rozpuszczalność gazów szlachetnych w krzemianowych stopach także wydawała się o wiele za niska, by wytłumaczyć duże ilości gazów szlachetnych w tych meteorytowych ziarnach. Nowe obserwacje i nowe badania były potrzebne, by rozwiązać ten problem, który w gruncie rzeczy był dwojaki: Co wytworzyło jasno-ciemną strukturę tych meteorytów i jaki(e) był(y) mechanizm(y) wprowadzania gazu?

Początkowo skupiono się na zbadaniu, w jakich składnikach meteorytu znajduje się nadwyżka tych gazów. Czy skupiają się one w określonych minerałach? Czy są one równomiernie rozproszone w ziarnach minerałów? Pierwsze wyniki Zähringera (1962) pokazały wysokie stężenie gazu w drobnoziarnistym „szkliwie" Kapoety, ale nie w bardziej gruboziarnistych minerałach. König i Wlotzka (1962) także znaleźli duże ilości gazów w drobnoziarnistym żelazie niklonośnym i troilicie wyseparowanym z ciemnych części Pantar, ale nie w większych ziarnach krzemianów czy cząstkach FeNi. Zähringer (1962) wprowadził nową technikę do badania rozproszenia gazów szlachetnych w meteorytach. Próbki są odgazowywane w kolejnych krokach przy coraz wyższej temperaturze i analizuje się gazy uwolnione przy każdym kroku. Zähringer mógł pokazać, że pierwotne gazy są uwalniane w dość niskich temperaturach w porównaniu z gazami kosmogenicznymi czy radiogenicznymi. Doszedł do wniosku, że „pierwotne gazy są głównie uwięzione w defektach kryształów". Także DuFresne i Anders (1962) badali Pesyanoe i powiązali pierwotne gazy z siarczkami.

Fot. 3. Badacze meteorytów z Moguncji (około roku 1962): Hans Voshage, Heinrich Wänke, Else Vilcsek i Heinrich Hintenberger (od lewej do prawej).

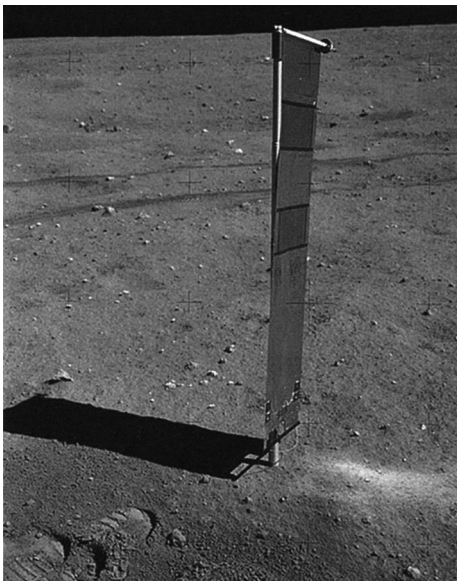
Frederiksson i Keil (1963) zaproponowali, że te gazy były wprowadzone do ziaren minerałów przez zdarzenia szokowe po tym jak meteoryt został ściśnięty — pociągająca idea. Pokazano, że istotnie było możliwe wprowadzenie gazów do minerałów przez szok (Frederiksson i De Carli, 1964) i że meteorytowa materia ciemniała w wyniku szoku. Ta hipoteza szokowa nie mogła jednak wyjaśnić innej obserwacji. Wlotzka (1963) i Müller i Zähringer (1966) zaobserwowali różnice chemiczne między jasnymi i ciemnymi fazami meteorytów zawierających pierwotne gazy. Ciemne fazy były wzbogacone w węgiel nawet pięciokrotnie, co także tłumaczyło ich ciemne zabarwienie. Zdarzenia szokowe nie mogły być prostym wytłumaczeniem tej różnicy składu chemicznego. Zaproponowano więc, że pierwotne gazy zostały wprowadzone do tej materii przez nośnik, być może o składzie chondrytu węglistego (Müller i Zähringer, 1966; Mazor i Anders, 1967). Z tego materiału źródłowego zdarzenia szokowe mogły wprowadzić gazy na powierzchnie istniejących ziaren.



Fot. 4. Koncentracje słonecznych gazów szlachetnych w chondrycie Weston są skorelowane odwrotnie z wielkością ziaren, wskazując ich usytuowanie na powierzchni (Schultz et al., 1975)

Zaproponowano także inną teorię. Czy mogło być możliwe, że gazy były implantowane przez napromieniowanie cząsteczkami o niskiej energii, jakie są w wietrze słonecznym? Wiatr słoneczny jest strumieniem naładowanych cząsteczek, głównie protonów i elektronów, ale także nuklidów o wyższych masach, wyrzucanych z powierzchni Słońca z podobnymi prędkościami (dlatego wiatr słoneczny) rzędu około 400 km/s. Koncepcję, że cząsteczki ze Słońca są przyczyną wysokiej koncentracji gazów w meteorytach, zaproponowali w tym samym czasie, niezależnie Peter Signer (fot. 2) i Heinrich Wänke (Fot.3) (Signer and Suess, 1963; Wänke, 1963; Signer, 1964; Suess et al., 1964). Wänke pisze w przypisie do swej pracy „Der Sonnenwind als Quelle der Uredelgase in Steinmeteoriten" (Wänke, 1965):"Latem 1963 r. [albo 1962?] podczas warsztatów meteorytowych w La Jolla zauważyłem z przyjemnością, że dr P. Signer miał niezależnie podobny pomysł." Hintenberger et al. (1964) sugerował implantowanie gazów do meteorytowego pyłu na powierzchni ciał pozbawionych atmosfery (Księżyc, planetoidy), gdzie materiał na powierzchni jest nieustannie mieszany przez zderzenia. Meteoryty o jasno-ciemnej strukturze są zestaloną, powierzchniową materią tych ciał. Taka warstwa luźnego materiału pokrywającego stałą skałę została później bezpośrednio zaobserwowana na Księżycu i jest obecnie nazywana regolitem.

Grupa z Moguncji używała dalej metody kontrolowanego, chemicznego trawienia, by pokazać, że nadwyżka gazów znajduje się w najbardziej ze-



Fot. 5. Prowadzony na Księżycu eksperyment pomiaru składu wiatru słonecznego Apolla (NASA).

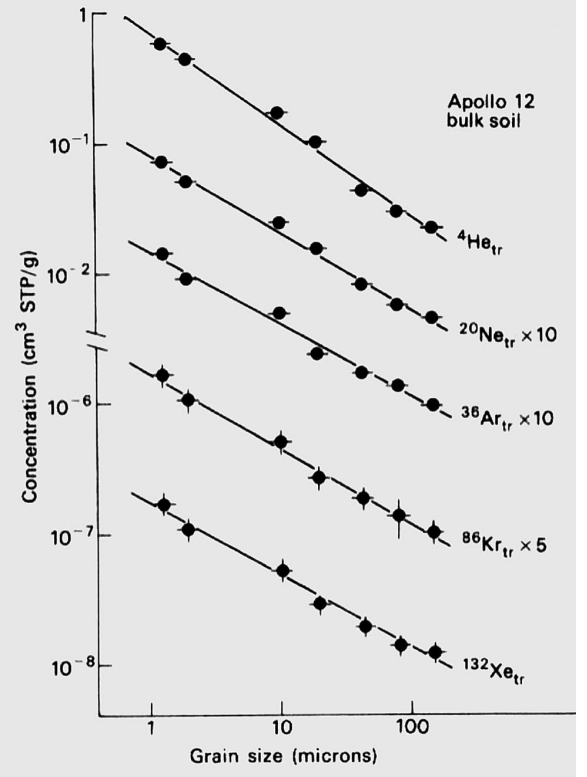
wnętrznych warstwach pojedynczych ziaren minerałów (Hintenberger et al, 1964; 1965). Ci autorzy pokazali także, że miały miejsce utraty gazu poprzez dyfuzję, co miało wpływ na stężenie głównie helu i neonu. Grupa z Uniwersytetu w Bernie (Szwajcaria) badała ziarna minerałów wyseparowane z aubrytu Khor Temiki i pokazała w przekonujących, eleganckich eksperymentach, że pierwotny hel, neon i argon istotnie koncentrują się w powierzchniowych warstwach ziaren (Eberhardt et al, 1965a; 1965b; 1966) (fot. 4).

W 1965 r. zaproponowano (Signer et al, 1965), że folia wystawiona na powierzchni Księżyca będzie chwytała jony wiatru słonecznego. Wystawienie i przywiezienie takich folii byłoby możliwe podczas załogowych wypraw na Księżyc. I ten szwajcarski eksperyment, składający się z arkusza folii aluminiowej rozpiętego na słupie i skierowanego do Słońca, był wysłany na Księżyc podczas pięciu wypraw Apolla (fot. 5). Ludziom w Szwajcarii było bardzo miło, że ich „flaga" była wystawiana nawet przed Gwiazdami i Paskami!

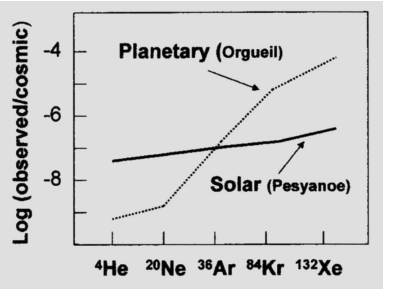
Części folii były analizowane później w laboratorium na Ziemi (np. Geiss et al, 2004). Wyniki dobrze się zgadzają z pomiarami w meteorytach (fot. 6).

By uzyskać dokładne pomiary innych pierwiastków w wietrze słonecznym, w 2001 roku wysłano statek Genesis. Poza ziemskim polem magnetycznym zbierano cząsteczki wiatru słonecznego przez 884 dni. Pomimo nieudanego miękkiego lądowania, w niektórych detektorach można było zmierzyć gazy szlachetne i uzyskać bezpośredni pomiar składu izotopowego części materii słonecznej (np. Heber et al., 2009).

Signer i Suess (1963) zrobili inny ważny krok w kierunku zrozumienia znaczenia zawartości gazów szlachetnych w meteorytach. Na podstawie słonecznych albo kosmicznych proporcji pierwiastków, które wywnioskowali Suess i Urey (1956), zidentyfikowano dwa rodzaje gazów szlachetnych. Składnik podobny do gazów znalezionych w meteorytach o jasno-ciemnej teksturze, w których proporcje pierwiastków przypominają słoneczne, oraz składnik podobny do proporcji w ziemskiej atmosferze, składnik frakcjonowanego gazu ze stosunkowo niewielką ilością lekkich gazów. Według Signera i Suessa (1963) oraz Pepina i Signera (1965) pierwotne gazy w bogatych w gaz meteorytach są mieszaniną — jak to nazwali — gazów słonecznych i planetarnych. Oba rodzaje gazów charakteryzują się odmiennymi proporcjami pierwiastków i izotopów (fot. 7).



Fot. 6. Korelacja gazów słonecznych w księżycowych ilmenitach z wielkością ziaren jest podobna do tej w chondrytach, pokazanej na Fot. 4. (Eberhardt et al., 1972).



Fot. 7. Wykresy zawartości pierwiastków w schwytanych słonecznych i planetarnych gazach w chondrytach. Dane są znormalizowane do kosmicznych obfitości i ^{36}Ar.

Także inne doświadczenie potwierdziło hipotezę, że gazy słoneczne były wcielane do meteorytów o ciemno-jasnej teksturze poprzez napromieniowanie cząsteczkami. Jądrowe ślady, utworzone w krzemianach przez ciężkie cząsteczki z grupy żelaza, o energiach większych niż 1 MeV/nukleon, znaleziono w większych gęstościach na brzegach ziaren i jednocześnie z obecnością dużych ilości słonecznego gazu (Lal i Rajan, 1969; Pellas et al., 1969). Gęstości śladów zmniejszają się szybko od powierzchni do środka minerałów, i to zostało uznane za dowód przypuszczenia, które wyrazili jaki pierwsi Signer i Wänke, że gazy słoneczne są skutkiem napromieniowania cząsteczkami wiatru słonecznego. W 1969 r. stały się dostępne próbki księżycowe. Cechy charakterystyczne słonecznych gazów szlachetnych i ślady w cząstkach gruntu księżycowego są podobne do tych w ciemnych częściach meteorytów zawierających gaz.

Wciąż pozostaje tajemnicą obecność gazów słonecznych w meteorycie żelaznym Washington County. Żadne wyjaśnienia dotyczące ich pochodzenia nie są zadowalające. Rozważają to zagadnienie Becker i Pepin (1984).

W ciągu dziesięciu lat po odkryciach Gerlinga i Lewskiego (1960) zagadka wysokiego stężenia lekkich gazów szlachetnych w niektórych meteorytach została wyjaśniona przez nowy mechanizm. W kolejnych latach dowiedziano się znacznie więcej

o napromieniowaniu cząsteczkami słonecznymi i ich składzie dzięki bardziej wymyślnym doświadczeniom z materiałem księżycowym i meteorytowym, a także z bezpośrednich pomiarów z sond kosmicznych. Dawny wiatr słoneczny znaleziony w meteorytach nie różni się dużo od tego zmierzonego w ostatnio napromieniowanych próbkach.

Bibliografia

Becker R.H. and Pepin R.O. (1984) Solar composition noble gases in the Washington County iron meteorite. Earth Planet. Sci. Lett. 70, 1-10.

Bischoff A. and Schultz L. (2004) Abundance and meaning of regolith breccias among meteorites. Meteorit. Planet. Sci. 39, A15.

Cherdyntsev V.V. , Kozak L.V.and Stroeva M.V. (1954) On the excess helium in Earth crust minerals. Izd. Acad. Nauk. SSSR, Moscow, 55-59.

DuFresne E.R. and Anders E. (1962) On the retention of primordial gases in the Pesyanoe meteorite. Geochim. Cosmochim. Acta 26, 251-262.

Eberhardt P., Geiss J. und Grögler N. (1965a) Über die Verteilung der Uredelgase im Meteoriten Khor Temiki. Tschemak's Min. Petrol. Mitt. 10, 535-550.

Eberhardt P., Geiss J. und Grögler N. (1965b) Further evidence on the origin of trapped gases in the meteorite Khor Temiki. Geophys. Res. 70, 4375-4378.

Eberhardt P., Geiss J. und Grögler N. (1966) Distribution of rare gases in the pyroxene and feldspar of the Khor Temiki meteorite. Earth Planet. Sci. Lett. 1, 7-12.

Eberhardt P., Geiss J., Graf H., Grögler N., Mendia M.D., Morgeli M., Schwaller H., Stettler A., Krähenbühl U. and von Gunten H.R. (1972) Trapped solar wind noble gases in Apollo 12 lunar fines 12001 and Apollo 11 breccia 10046. Proc. Lunar Sci. Conf. 3rd, pp. 1821-1856.

Fredriksson K. and Keil K. (1963) The light-dark structure in the Pantar and Kapoeta stone meteorites. Geochim. Cosmochim. Acta 27, 717-739.

Fredriksson K. and De Carli, P. (1964) Shock emplaced argon in stony meteorites. Geophys. Res. 69, 1403-1406.

Geiss J., Bühler E, Cerutti H., Eberhardt P., Fillieux C., Meister and Signer P. (2004) The Apollo SWC experiment: Results, conclusions, consequences. Space Sci. Rev. 110, 307-335.

Gerling E.K. and Levskii L.K. (1956) On the origin of rare gases in stony meteorites. Dokl. Akad. Nauk. SSR 110, 750-753.

Heber, V.S., Wieler, R., Baur, H., Olinger, C., Friedmann T.A., and Burnett, D.S. (2009) Noble gas composition of the solar wind as collected by the Genesis Mission, Geochimica et Cosmochimica Acta 73, 7414-7432.

Hintenberger H., König H. and Wänke H. (1962) Uredelgase im Meteoriten Breitscheid. Z. Naturforschg. 17a, 306-309.

Hintenberger H., König H., Schultz L. and Wänke H. (1964) Radiogene, spallogene und primordiale Edelgase in Steinmeteoriten. Z. Naturforschg. 19a, 327-341.

Hintenberger H., Vilczek E. and Wänke H. (1964) Zur Frage der Diffusionsverluste von radiogenen und spallogenen Edelgasen in Steinmeteoriten. Z. Naturforschg. 19a, 219-224.

Hintenberger H., Vilcek E. and Wänke H. (1965) Über die Isotopenzusammensetzung und über den Sitz der leichten Uredelgasen in Steinmeteoriten. Z. Naturforschg. 20a, 939-945.

Houtermans EG. (1966) In: Potassium Argon Dating (compiled by O.A. Schaeffer and Zahringer), Springer-Verlag, pp. 234.

König H., Keil K., Hintenberger H., Wlotzka E, and Begemann F. (1961) Untersuchungen an Steinmeteoriten mit extrem hohem Edelgasgehalt. I. Der Chondrit Pantar. Z. Naturforschg. 16a, 1124-1130.

König H. and Wlotzka E (1962) Untersuchungen an Steinmeteoriten mit extrem hohem Edelgasgehalt. III. Uber den Sitz der leichten Uredelgase im Chondriten Pantar. Z. Naturforschg. 17a, 472-476.

König H., Keil K., Hintenberger H. (1962) Untersuchungen an Steinmeteoriten mit extrem hohem Edelgasgehalt. II. Der Chondrit Tabor. Z. Naturforschg. 17a, 357-358.

Lal D. and Rajan R.S. (1969) Observations on space irradiation of individual crystals of gas-rich meteorites. Nature 223, 269-271.

Manual O.K. (1967) Noble gases in the Fayetteville meteorite. Geochim. Cosmochim. Acta 31, 2413-2431.

Manual O.K. and Kuroda P.K. (1964) Isotopic composition of the rare gases in the Fayetteville meteorite. J. Geophys. Res. 69, 1413-1419.

Mazor E. and Anders E. (1967) Primordial gases in the Jodzie howardite and the origin of gas-rich meteorites. Geochim. Cosmochim. Acta 31, 1441-1456.

Merrihue C.M., Pepin R.O. and Reynolds (1962) Rare gases in the chondrite Pantar. Geophys. Res. 67, 2017-2021.

Müller O. und Zähringer (1966) Chemische Unterschiede bei ureegashaltigen Steinmeteoriten. Earth Planet. Sci. Lett. 1, 25-29.

Pellas P., Poupeau G., Lorin J.C., Reeves H. and Audouze (1969) Primitive low-energy particle irradiation of meteoritic crystals. Nature 223, 272-274.

Pepin R.O. and Signer P. (1965) Primordial rare gases in meteorites. Science 149, 253-265.

Reichenbach C. von (1860) Meteoriten in Meteoriten. Ann. Physik 111, 353-386.

Reynolds J. H. (1960) Isotopic composition of primordial xenon. Phys. Rev. Lett. 4,351.

Schultz L., Frick U. and Signer P. (1975) Noble gases in grain size fractions of Weston: A comparison with lunar soil data. Meteoritics 10, 483.

Signer P. (1963) Extremely high concentrations of primordial rare gases in the Fayetteville chondrite. Trans. Amer. Geophys. Union 44, 87-88.

Signer P. (1964) Primordial rare gases in meteorites. In: The Origin & Evolution of Atmospheres and Oceans (ed. Brancazio and A.G.W Cameron), Wiley, 183-190.

Signer P. and Suess H.E. (1963) Rare gases in the sun, in the atmosphere, and in meteorites. In: Earth Science and Meteoritics (ed. J. Geiss and E.D. Goldberg). North-Holland Publ. Co., 241-272.

Signer P., Eberhardt P. and Geiss J. (1965) Possible determination of the solar wind composition. Geophys. Res. 70, 2243-2244.

Stauffer H. (1961) Primordial argon and neon in carbonaceous chondrites and ureilites. Geochim. Cosmochim. Acta 24, 70-82.

Suess H.E., Wänke H. and Wlotzka F. (1964) On the origin of gasrich meteorites. Geochim. Cosmochim. Acta 28, 595-607.

Suess H.E. and Urey H.C. (1956) Abundances of the elements. Rev. Mod. Phys. 28, 53-74.

Wänke H. (1963) Cosmic ray data derived from Isotopic studies in meteorites. Proc. Int. Conf. Cosmic Rays, 3, 475.

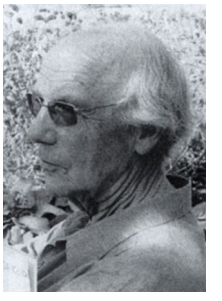
Wänke H. (1965) Der Sonnenwind als Quelle der Uredelgase in Steinmeteoriten Z. Naturforschg. 20a, 946-949.

Wlotzka F. (1963) Uber die hell-dunkel Struktur der urgashaltigen Chondrite Breitscheid und Pantar. Geochim. Cosmochim. Acta 27, 419-428.

Zähringer J. (1962) Ueber die Uredelgase in den Achondriten Kapoeta und Staroe Pesjanoe. Geochim. Cosmochim. Acta 26, 665-680.

Zähringer J. and Gentner W. (1960) Uredelgase in einigen Steinmeteoriten. Z. Naturforschg. 15a, 600-602.

Ludolf Schultz jest emerytowanym naukowcem z Max-Planck-Institute of Chemistry w Moguncji, w Niemczech. Specjalizuje się w pomiarach zawartości gazów szlachetnych w meteorytach. Brał udział w poszukiwaniach meteorytów na Antarktydzie i na gorących pustyniach.



Początek British Raj i spadek Shergotty — dokończenie

Kevin Kichinka

„Spójrzcie! Bramini i czamarowie, bankierzy i kotlarze, cyrulicy i handlarze, pielgrzymi i garncarze — cały świat przychodzi i odchodzi. Grand Trunk Road jest wspaniałym widowiskiem. Biegnie prosto, unosząc bez tłoku indyjski ruch przez piętnaście setek mil — taka rzeka życia, jakiej nigdzie więcej na świecie nie ma."

Tak opisywał Rudyard Kipling główną, handlową drogę Indii.

Grand Trunk łączy Kabul z Kalkutą i przecina Shergotty w stanie Bihar, gdzie 25 sierpnia 1865 r. spadł meteoryt z Marsa, zakopując się w starożytnej, bengalskiej ziemi.

Zanim rozpocznie się drugi akt sztuki przygotowanej przez kamień z Czerwonej Planety, przypomnijmy pokrótce, co działo się w pierwszym akcie.

Dowiedzieliśmy się z *Proceedings of the Asiatic Society of Bengal for December, 1865*, że po odnalezieniu, domniemane *aerolity* otrzymał zastępca sędziego pokoju w Shergotty, W.C. Costley. Nie będąc pewnym, czym są te kamienie, pokazał je miejscowemu agentowi nadzorującemu produkcję opium, który znał wcześniejsze spadki meteorytów w Indiach. Pan Peppe prawidłowo rozpoznał je jako meteoryty. Wraz z raportem Costleya, który wymieniał nazwisko znalazcy, trafiły one do S.C. Bayleya, sekretarza rządu Bengalu.

Sieć posiadania została ustanowiona przez brytyjskich biurokratów. Cecil Beadon, wicegubernator Bengalu, polecił Bayleyowi oddać okazy i raport Costleya dla Asiatic Society. Prezes Towarzystwa, Thomas Oldham, powinien przekazać wszystko dla British Museum (Natural History) w Londynie. Kustosz minerałów, Nevil Story-Maskelyne, powinien sklasyfikować i dodać meteoryt do narodowej kolekcji, i ewentualnie zwrócić mały fragment do Indii.

Płytka Shergotty z kolekcji Roba Elliota

Przejdźmy do rzeczy.

W 1865 r. jeden człowiek obserwował, jak Shergotty wbija się w bengalskie zbocze. Odnalazł okaz. Lecz jego nazwisko popadło w niepamięć, jego historia zaginęła.

Prawdopodobnie ostatnią nitką łączącą z tym świadkiem jest sprawozdanie z posiedzenia Asiatic Society of Bengal w grudniu 1865 r., które odkryłem ostatnio w archiwach Uniwersytety Edynburskiego w Szkocji.

Tu i teraz zostanie usłyszany jego głos, jego opowieść o spadku, powtórzona po raz pierwszy od 147 lat.

Gasną światła i kurtyna idzie w górę. Proszę zająć miejsce, zapiąć pas i przygotować się do podróży przez kolonialne Indie, by spotkać bohaterów sztuki, zająć się nieco nauką, by przeskoczyć na chwilę na Marsa.

Potem wrócimy do Bengalu, by być świadkami spadku Shergotty.

Dwie rzeki, lew i droga

Sher Shah Suri (1472—1545), pasztuński wielmoża, który dorastał, by stać się władcą Sułtanatu Delhi, podobno polował na lwy między dwiema rzekami w okręgu Gaya w Biharze. To miejsce stało się znane jako ***Sher*** (lew) ***ghati*** (molo albo pomost).

Sherghati, Sherghatti, Shergati, Sherghauti, Shergotty… Hindi, Bengalski, Angielski… wymowa zmieniała się z upływem lat.

Shah Suri ufundował wysadzaną drzewami drogę przez Równinę Gangesu, by połączyć stolicę Agra z jego rodzinnym miastem Sasaram.

Wzdłuż drogi, która wydłużono, by połączyć Peshawar, a potem Kabul z Kalkutą, budowano *caravansarai* (gospody). Stała się ona, i wciąż jest, najważniejszym szlakiem handlowym Indii, Grand Trunk Road, i biegła przez Shergotty.

Miasto ograniczają równoległe rzeki Mor i Sor. Przez tysiąclecie na otaczających je niskich wzgórzach uprawiano ryż, pszenicę, rośliny strączkowe (groch i soczewicę), orzeszki ziemne, bawełnę, indygo, tytoń i trzcinę cukrową. Droga biegła na północ dwadzieścia mil do Gaya, a potem do Patna, centrum handlowego nad Gangesem z dostępem do świata.

Świątynia w Sasaram.

Gaya było świętym miejscem. Zdążającym tam wiernym przedsiębiorcy w Shergotty oferowali przewodnictwo przez ostatnich kilka mil. Wzdłuż drogi siedzieli żebracy tworząc korytarz przypominający pielgrzymom, że „ścieżka do Niebios prowadzi przez wrota dobroczynności".

To połączenie produkcji, rzek, dróg i religii uczyniło z Shergotty centrum targowe.

Pierwotni mieszkańcy tego regionu, ludzie nazywani *Adivasi,* zyskali historycznie autonomię i uprawiali ziemię jako wspólne dobro. Gdy jednak potęga brytyjskich kolonialistów rosła, ich terytorium zostało podzielone pomiędzy napływowych właścicieli. Adivasi musieli się zapożyczać, by kupić ziarno i nawozy, i cierpieli z powodu wysokiego oprocentowania i podatków. Ich ubóstwo stało się tak głębokie, że nie stać ich było na jedyny luksus, sól.

Brytyjczycy wprowadzili 7,5% podatek na sól zbieraną z solankowych basenów morskiej wody w Bengalu.

Adivasi dali upust frustracji paląc domy właścicieli ziemi podczas hinduskiej rebelii w latach 1857-58.

Ich przywódcą był Amar Singh i jego zwolennicy przerwali komunikację i handel w okręgach otaczających Shergotty.

W.C. Costley był wówczas zastępcą sędziego pokoju w sąsiednim Sasaram. Costley i jego siły były nieustannie atakowane podczas patroli przez wojowniczych wieśniaków, więc Komendant Patna zażądał, by „Z europejskich oddziałów, działających obecnie przy Trunk Road, zebrać grupę 400 czy 500, by przeciwstawić się Amarowi Singhowi i wypędzić go na wzgórza… policja w tym sektorze nie ma wystarczających sił”.

Tego samego 18 sierpnia 1857 r. memorandum od komendanta Samuellsa do generała, Sir Jamesa Outrama ujawnia prawdziwy motyw tego pokazu siły.

„Drugi z tych celów, pacyfikacja okręgu Arrah, ma bardzo duże znaczenie. Od szybkiego osiągnięcia tego celu zależą zbiory opium w tym okręgu, które dla Rządu są warte nie mniej niż pół miliona Sterlingów”.

Opium?

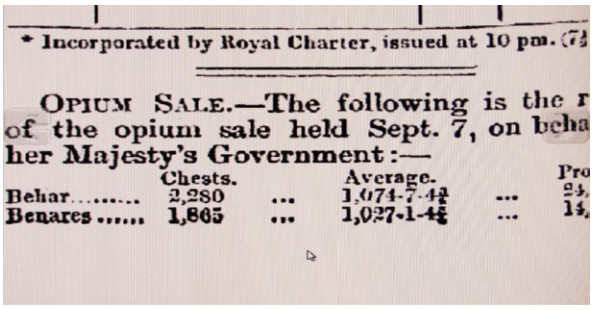
Memorandum precyzuje, gdzie zbiory są najbardziej zagrożone.

„Gaya, to oczywiste, jest w niebezpieczeństwie. Gdyby oddziały rebeliantów z Ramshur przedostały się tam, to tamtejszy niewielki oddział nie wystarczy do jej ochrony… nie wydaje się nieprawdopodobne, że mogą oni korzystać z Trunk Road tak daleko jak zdołają…wydaje się, że bezpieczeństwo Gaya i Shergotty zapewniłaby w dużym stopniu niewielka siła z Saseram.”

Czy to sugeruje, że w zapewnieniu „bezpieczeństwa” Shergotty mniej chodziło o ochronę ludności przed grabieżą, a bardziej o chronienie zbiorów opium przed rebeliantami?

Czy to dlatego pan Peppe, brytyjski agent do spraw opium, był obecny szczęśliwym zrządzeniem losu osiem lat później, by rozpoznać meteoryt Shergotty, gdy Costley miał wątpliwości?

W opracowaniu „Brygady marynarki wojennej w hinduskim powstaniu 1857-58”, William Bevill Rowbotham wspomina „Jedna kompania dotarła do Shergotty, podczas gdy nasza kompania połączyła się z brygadą i posuwała się przez kraj 20 mil do Gaya, głównego miasta w opiumowym okręgu Behar”.


* Incorporated by Royal Charter, issued at 10 pm. (7

OPIUM SALE.—The following is the r
of the opium sale held Sept. 7, on beha
her Majesty's Government:—

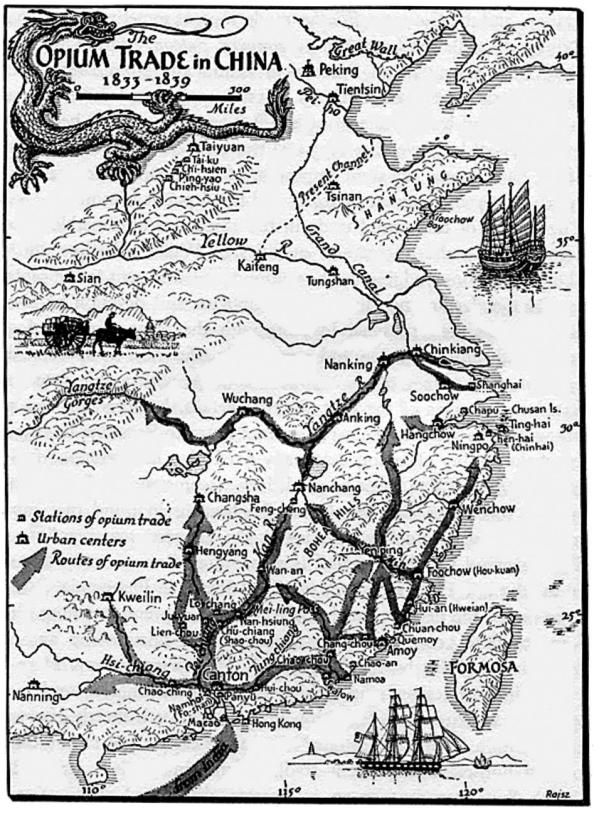
	Chests.		Average.		Pro
Behar.....	2,280	...	1,074-7-4¾	...	24,
Benares	1,865	...	1,027-1-4¾	...	14,

Rządowe obwieszczenie umieszczone w Allen's Indian Mail około roku 1850.

Fragment z „Uzbrojeni wieśniacy: hinduska rewolta 1857” najlepiej opisuje to rozlokowanie, „Brytyjskie formacje wojskowe przemieszczały się z nieuchronnością niszczycieli pokonujących ciemny i burzliwy ocean”.

Gdy przybyły posiłki rządowe, uprawy maku w Shergotty były już bezpieczne.

„Godown” gdzie Brytyjski Rząd składował opium przed sprzedażą do Chin



Gdyby nie brytyjski handel opium, to marsjańskie NWA byłyby zagamitami

Europejczycy pożądali chińskiego jedwabiu, herbaty i ceramiki. Za te towary kupcy Państwa Środka przyjmowali zapłatę w srebrze. Angielskie zapasy tego cennego metalu były uszczuplane.

Warren Hastings, pierwszy generalny gubernator Brytyjskich Indii, wpadł na pomysł. Zaoferował w zamian opium.

Opium stało się motorem, który wzbogacił angielskich kupców, ale z katastrofalnym skutkiem dla hinduskiej ekonomii.

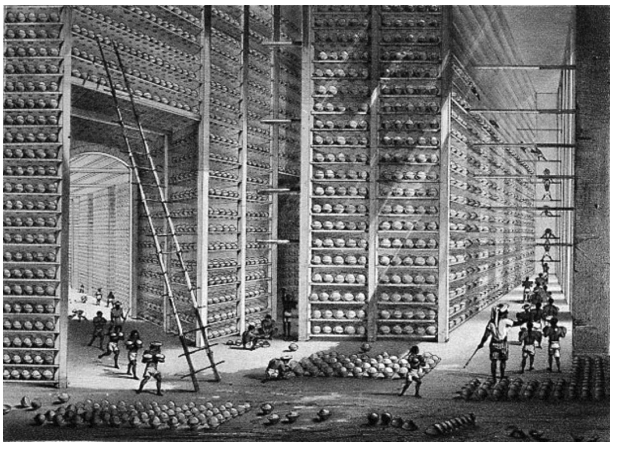
Chińscy cesarze zażądali zakończenia tej niemoralnej wymiany i zniszczyli tysiące skrzyń z opium.

Stoczono dwie *Wojny Opiumowe* i Anglia dwukrotnie zwyciężyła. Brytyjczyków wsparły siły amerykańskie i francuskie. Chińscy władcy niechętnie zalegalizowali konsumpcję narkotyków. Jako rekompensatę za zniszczony uprzednio produkt oddali Hongkong pod władzę Commonwealthu.

Strefa obejmująca 500 mil kwadratowych w dolinie rzeki Ganges została obsiana makiem.

Patna była centrum zbierania, oczyszczania, składowania i transportu produktu do Chin.

Uprawa maku była znacznie bardziej zyskowna dla hinduskich rolni-



Suszenie i składowanie opium w Godown

ków niż uprawy zbóż i trzciny cukrowej. Byli oni zobowiązani sprzedawać swe zbiory Brytyjczykom.

W pewnym momencie milion rolników w Behar uprawiało mak na 500 000 najlepszych akrach ziemi. Stworzono monokulturę pozostawiającą zbyt mało miejsca na produkcję żywności, a nawet na niewątpliwie opłacalną bawełnę.

Indie cierpiały okresowo głód, aby kontynentalna śmietanka towarzyska odziana w jedwabie mogła popijać herbatę z filiżanek z delikatnej, chińskiej porcelany.

Największe na świecie zakłady oczyszczania opium wciąż działają w budowli z czerwonej cegły na 52 akrach w Ghazipur, w Uttar Pradish, sprzedając czyste opium światowym koncernom farmaceutycznym.

Nie zmieniło się to zbytnio od 1888r., kiedy Rudyard Kipling opisał to miejsce w reportażu dla gazety *Pioneer*. Sam Kipling lubił opium dla wytchnienia i „w celach medycznych".

Opium na eksport jest pakowane w drewniane skrzynie wytwarzane w Nepalu. Tradycyjnie opium jest wysyłane jako trzedziestojednofuntowe kule.

Mieszkające na terenie zakładów małpy nie są niepokojone, gdy żywią się odpadkami z produkcji opium, piją fusy ze ścieków i drzemią tam, gdzie się przewróciły.

„Uzależniły się od opium. Przez większość czasu musimy je odciągać z tego miejsca", mówił jeden z pracowników w wywiadzie dla BBC w 2008 r.

Pan Peppe, osoba, która zidentyfikowała Shergotty jako meteoryt, był częścią tego przedsięwzięcia, zatrudniony jako rządowy agent do spraw opium. Miał on odwiedzać hodowców — teraz zasadniczo związanych umową, na usługach rządu — przedłużać umowy, nadzorować zasiewy i doglądać zbiory, pomagając w transporcie zebranej smoły do ‚godown' (rafinerii/magazynu).

Są tylko jedne zbiory na sezon. Opiumowy mak kiełkuje, gdy kończą się monsuny.

Gdy Shergotty spadł na Ziemię, mógł z powodzeniem trafić na pole przygotowywane pod zasiewy maku.

Prezentacja Costleya
/Oddzielanie ogniw w łańcuchu posiadania

Dziewiętnastowieczny periodyk *Allen's Indian Mail* daje nam dostęp do życiorysu W.C. Costleya, pierwszego Brytyjczyka, który miał do czynienia z Shergotty.

Przybył on do Indii z rodziną na statku pasażerskim w 1850 r., mając objąć stanowisko „dep. coll. of Chittagong". Jego żona z dwójką dzieci powróciła do Londynu gdzieś w roku 1854.

Costley był zastępcą sędziego w Saseram, w roku 1856, uczestniczącym w procesie przeciw kilku „mieszkańcom" oskarżonym o „zagrabienie" dziewięciu tratew drewna na opał.

W *Allen's Indian Mail* z 17 października 1864 r. znajduje się obwieszczenie — „Przez wicegubernatora, 22 lipca, No.4, 193 Mianowania: Następujący funkcjonariusze są odpowiednio upoważnieni do pełnienia obowiązków i sprawowania władzy okręgowego sędziego:… Pan W.C. Costley, dep. Mag. of Shergotty".

Mogła to być degradacja w stosunku do poprzedniego stanowiska zastępcy sędziego w Saseram, znacznie ważniejszego miasta, gdzie znajdował się grób czcigodnego Sher Shah Suri.

Costley przejął odpowiedzialność za centrum zaopatrzenia w żywność w Shergotty, co było kluczowym zadaniem wobec nieudanych zbiorów ryżu. Tylko on wie, dlaczego nie rozdysponował pozostałego dostępnego ryżu i, gdy warunki się pogorszyły, wybuchła epidemia cholery.

Następnego roku do jego nieprzychylnych rąk trafił meteoryt z Marsa. Z jego raportu wynika, że Costley widział kiedyś meteoryt „w okręgu Furreedpore, który, jeśli dobrze pamiętam, z zewnątrz był brązowy, a krzemień czy krzemionka, z której głównie meteoryty żelazne się składają, były wyraźnie widoczne…"

Skoro nie spadły tam meteoryty żelazne, pewnie możemy wybaczyć mu brak wiedzy, że pewien dość kruchy, ziarnisty, wulkaniczny kamień z czwartej planety jest spokrewniony z sercem planetoidy z nierdzewnej stali.

Okazuje się, że Costley oddał meteoryt Shergotty swemu zwierzchnikowi, urzędującemu sekretarzowi rządu Bengalu, którym był Steuart Colvin Bayley. Absolwent Eton i Haileybury, objął swe stanowisko w marcu 1856 r.

S.C.Bayley został komendantem Patna, głównego ośrodka obróbki opium, podczas wielkiego głodu w Bihar w 1874 r. Jako wicegubernator Bengalu zasłynął w 1888 r. „odrzuceniem bezwarunkowo propozycji" zjednoczenia terytoriów Orissi, pozostawiając ich pokrzywdzonych ekonomicznie.

W tym trafionym Marsem zgromadzeniu biurokratów to wicegubernator Bengalu Cecil Beadon zarządził wysłanie kamieni do Londynu. Podczas swej fatalnej, czteroletniej kadencji próbował uregulować tworzący się handel herbatą Assam doprowadzając do jego upadku. Jego źle prowadzona dyplomacja sprowokowała wojnę z sąsiednim Bhutanem. Beadon zbyt nisko ocenił liczbę głodujących podczas klęski głodu Orissi w 1866 r. i w ciągu dwóch lat zmarło z głodu cztery do pięciu milionów osób.

Chociaż Bayley uprzejmie przekazał rozkazy Beadon'a, Thomas Oldham z Asiatic Society of Bengal nie przekazał od razu Shergotty Nevilowi Story-Maskelyne w Londynie.

Medale, które otrzymał S.C. Bayley, wicegubernator Bengalu.

Wewnątrz kamienia

W dokumentach British museum zapisano, że zarząd Muzeum Indii przekazał w latach 1867–1870 do Londynu okazy Shergotty, Gopalpur H6, Khetri H6, Pulsora H5 i meteorytu kamiennego Moteeka Nugla. Chociaż Londyn otrzymał dwa okazy Shergotty ważące 62 i 55 gramów, to nic nie wskazuje, że Story-Maskelyne chociaż przez chwilę na nie spojrzał.

Muzeum w Wiedniu otrzymało 183 gramy w roku 1867. Na spotkaniu *Akademii Nauk Jego Wysokości* 22 lutego 1872 r. G. Tschermak zaprezentował wyniki swych analiz Shergotty.

Opisuje próbkę będącą pojedynczym, zaokrąglonym i kanciastym okazem ze skorupą obtopieniową na trzech bokach. „Skorupa jest smoliście czarna i szklista, przypominająca skorupę Stannern, Juvinas, Jonzac…. jest prawdopodobne, że kamień należy do grupy, którą G. Rose określił jako eukryty."

W płytce cienkiej Tschermak znalazł pięć różnych minerałów; minerał podobny do augitu, żółty krzemian, magnetyt, troilit i nowy minerał - *maskelynit*.

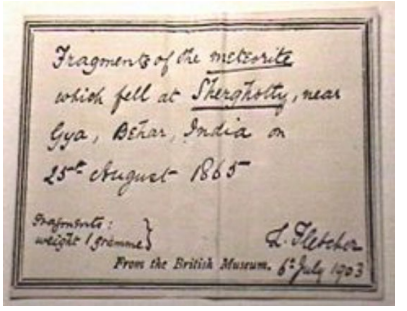
Maskelynit składał się z „bezbarwnych, małych, szklistych ziaren o muszlowej łupliwości… rozpoznawalnych tylko w płytce cienkiej." Tschermak uważał go za „stopiony skaleń stanowiący 22,5% meteorytu."

Ponieważ minerału o takim składzie nigdy dotąd nie opisywano, „Niech mi wolno będzie zaproponować dla tego nowego meteorytowego minerału nazwę „maskelynit" na cześć pana N.S. Maskelyne w Londynie, który z takim powodzeniem zastosował do meteorytów metodę cząstkowej mineralogicznej i chemicznej analizy i przez to otworzył nowe terytorium na polu meteorytyki."

Znaleziony także w kilku chondrytach maskelynit — zszokowany plagioklaz — stał się minerałem wskazującym na pochodzenie meteorytów z Marsa.

Mars' Meteorite Compendium Charlesa Meyersa uznaje także zasługę Tschermaka w przypadku zaobserwowania magnetytu w Shergotty stwierdzając, „to… wskazuje na dość wysoki stopień utlenienia w momencie krystalizacji."

Zachęcając czytelnika do prześledzenia geologicznej historii tego



Etykietka Shergotty, którą podpisał Kustosz Minerałów, Fletcher (Udostępnił Al Lang)

meteorytu jeszcze jedno ciekawe odkrycie dotyczy „"żółtego krzemianu" Tschermaka. Badacze El Goresy et al. (1996, 1997, 1998) i Sharp et al. (1998) stwierdzili, że „ziarna krzemionki w Shergotty składają się z dwóch faz: (1) gęste, amorficzne szkliwo krzemionkowe i (2) polimorf SiO_2 po stishowicie."

Ten polimorf, znaleziony w Shergotty, Zagami i innych shergottytach, grupa El Goresy nazwała *'seifertytem'*, na cześć Friedricha Seiferta (założyciela Bawarskiego Towarzystwa Mineralogicznego), który był specjalistą w geologii wysokich ciśnień. Przewiduje się, że seifertyt tworzy się przez „wywołane szokiem przekształcenie w stanie stałym trydymitu lub krystobalitu (ziemskich minerałów wulkanicznych) na Marsie."

Odkrycie tego minerału otwiera dyskusję, czy seifertyt może także istnieć głęboko w naszej planecie.

Hap McSween z University of Tennessee wyraził opinię, „jest dość zdumiewające, że po ponad dwóch dziesięcioleciach wciąż odkrywamy nowe rzeczy w tym jednym meteorytowym kamieniu z Shergotty w Indiach."

Po spadku Shergotty nie znajdowano więcej shergottytów aż do roku 1962, kiedy Zagami przeraził nigeryjskiego rolnika zaganiającego krowy do obory. Potem różnorodne shergottyty znajdowano na Antarktydzie, w Afryce i na środkowym wschodzie. Pasujące do siebie LA001/002 Boba Verisha znaleziono prawdopodobnie na pustyni Mojave w Kalifornii.

W latach osiemdziesiątych L.E. Nyquist, A.M. Vickery i H.J. Melosh opracowali modele transportowania w kosmos kamieni wyrzuconych z powierzchni Marsa. Badacze sądzili, że uciekły one z pola grawitacyjnego Marsa przez ograniczoną warunkami fizycznymi furtkę, ale nikt nie był w stu procentach pewny.

Wówczas pewnego dnia trafiła się Opportunity. (gra słów: „Opportunity knocked" znaczy „trafiła się okazja", ale tu chodzi o sondę Opportunity na Marsie — przyp. tłum.)

Na Marsie

Pierwszym dniem misji (Sol 1) był 24 stycznia 2004 r.

Bezpieczny na powierzchni po tym, jak ochronne poduszki powietrzne niebezpiecznie zazgrzytały po kamieniach Meridiani Planum podczas lądowania, łazik Opportunity zatelefonował do domu z krateru zwanego Eagle, na samym równiku Marsa, zachwycająco blisko pola 'borówek' — hematytowych konkrecji związanych z obecnością ciekłej wody.

W sol 67, spektrometr Mössbauera sondy zanalizował ten mały kamień nazywany teraz zgrabnie „Bounce".

Bounce został wybrany do badań, ponieważ nie pasował do otoczenia, był obcy względem gruntu, na którym spoczywał. Badacze NASA sądzili, że przebył około pięćdziesięciu kilometrów po uderzeniu dużego meteorytu, które wytworzyło krater o średnicy dwudziestu pięciu kilometrów na południowym zachodzie.

Wyniki badań rentgenowskich były decydujące. Cechy piroksenu i plagioklazu Bounce'a i brak oliwinu bardzo przypominały meteoryt Shergotty, ale były bliźniaczo podobne do litologii B antarktycznego shergottytu EETA 79001.

Był to pierwszy przypadek, kiedy orbiter, czy łazik na powierzchni, znalazł na Marsie kamień pasujący do marsjańskiego meteorytu odnalezionego na Ziemi.

Elephant Moraine 79001 był głównym aktorem w dreszczowcu Bogarda i Johnsona z 1983 r., „Marsjańskie gazy w antarktycznym meteorycie?" Ten meteorytowy odpowiednik *Genesis* potwierdzał, że pewne meteoryty pochodzą z Marsa.

Udostępniło JPL/NASA

Nie przedstawię tego lepiej niż oni sami.

„W przeobrażonych szokowo minerałach achondrytu Elephant Moraine 79001 z Antarktydy zmierzono znaczące ilości schwytanego argonu, kryptonu i ksenonu. Względne ilości pierwiastków, wysokie stosunki argonu-40 do argonu-36 (równe lub większe niż 2000) i wysokie stosunki ksenonu-129 do ksenonu-132 (równe lub większe niż 2,0) w schwytanym gazie bardziej przypominały dane z Vikinga dla marsjańskiej atmosfery, niż dane dla gazów szlachetnych typowo znajdowanych w meteorytach. Te wyniki potwierdzają wcześniejsze sugestie, opierające się na dowodach geochemicznych, że shergottyty i podobne rzadko znajdowane meteoryty mogą pochodzić z planety Mars."

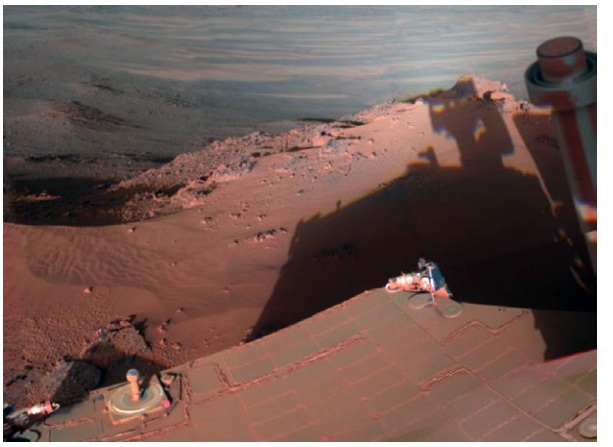
Na początku…

Gdy to piszę ponad osiem lat i 34 km od rozpoczęcia wyprawy, Opportunity znajduje się na krawędzi krateru Endeavor , na wypiętrzeniu skał nazwanym „Greeley Haven", a jego panele słoneczne, dostarczające energię, są niebezpiecznie pokryte pyłem.

Jego spektrometr Mössbauera jest zasilany kobaltem-57, który ma czas połowicznego rozpadu dziewięć miesięcy. Normalnie identyfikacja minerałów zajmowała mu niecałą godzinę, ale gdy ilość promieniotwórczego izotopu zmniejszyła się znacznie, teraz identyfikacja minerałów wymaga miesiąca.

Po przybyciu do Endeavor, Opportunity zauważył uwodniony siarczan wapnia. Steve Squyres z Uniwersytetu Cornella orzekł, że jest to „najbardziej oczywisty dowód obecności ciekłej wody na Marsie, jaki odnaleźliśmy w ciągu ośmiu lat na tej planecie."

Obecnie łazik stoi nieruchomo na grząskim zboczu pławiąc się w Słońcu, wietrzyk oczyszcza jego panele, a on spędza czas na poszukiwaniu stopionego jądra Marsa. Ale noce będą się skracać, sole będą się wydłużać i Opportunity znów wyruszy w drogę.



Cień Opportunity… (udostępniło JPL/NASA)

Spadek Shergotty

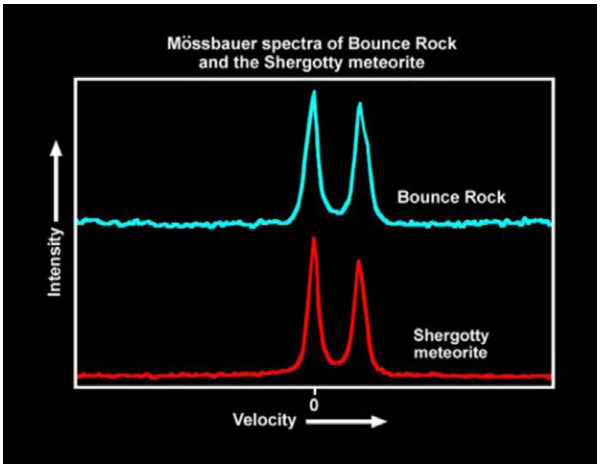
W miesiącu Bhadro, w roku 1272 według kalendarza bengalskiego, meteoryt z Marsa zakończył swą podróż na Ziemię.

Szczyt pory monsunowej w Shergotty, w Indiach, jest gorący, pochmurny i deszczowy. 25 sierpnia 1865 r. około 9 rano, po wschodzie Słońca o 5:27 prawdopodobnie zasłoniętym chmurami, Hanooman Singh był świadkiem spadku Shergotty.

Zastępca sędziego w Shergotty, W.C. Costley, sumiennie zapisał opowieść Singha, „… kamień spadł z nieba, czemu towarzyszył bardzo głośny hałas, na wyżynę należącą do Mouzaha Umjhiawara, zakopał się w ziemię po kolana, a w owym czasie niebo było zachmurzone i śniadego koloru, powietrze spokojne, bez deszczu."

Raport dla Asiatic Society of Bengal mówi niewiele więcej o Hanoomanie Singhu, poza tym, że mieszkał on w Thannah Nubbeenuggur. Archiwa rządowe z połowy XIX wieku wymieniają tam pocztę w rozsądnej odległości od Shergotty.

Skoro nosił on nazwisko ‚Singh', to jest prawdopodobne, że świadek był Sikhem, który zgodnie z zasadami swej religii miał długie włosy, nosił żelazną bransoletę i sztylet owinięty pasem. Mógł nosić turban.



Podstawami wiary Sikhów są zasady prawdy, równości, wolności, sprawiedliwości i przeznaczenia.

I szlachetny błysk przeznaczenia uwzniośla ten spadek, ponieważ obie nazwy ‚Shergotty' i ‚Singh' mają rdzenie wywodzące się od rzeczownika ‚lew'.

Chociaż Costley musiał znać memoranda Story-Maskelyne, to nie uzyskał od świadka odpowiedzi na pytania „jaki wygląd miał przyniesiony aerolit, czy spadł ukośnie czy pionowo i czy kamień był otoczony ogniem czy nie, jak szybko po spadku kamień został podniesiony z ziemi i czy był ciepły czy zimny…"

Nie ma informacji, jak Singh wydostał meteoryt z dołu, albo co sprawiło, że przekazał on go władzom. Będąc jedynym świadkiem mógł zrobić wszystko. Albo nic.

Costley kontynuuje, „przy oględzinach stwierdzono, że kamień był rozbity na dwie części, ale dotarł do mnie w trzech kawałkach. Wyobrażam sobie, że mniejszy kawałek musiał zostać odłupany później w jakimś wypadku. Ten kawałek jest w posiadaniu pana O'Connora, asystenta komendanta policji, który niewątpliwie chętnie przekaże go panu, jeśli będzie takie życzenie."

Dlaczego Costley dał fragment #3 O'Connorowi?

Po przejrzeniu zbiorów Muzeum Indii widać, że ten kawałek zaginął.

„Szerokość i długość geograficzną miejsca, gdzie spadł ten aerolit, można będzie, jak sądzę, w przybliżeniu uzyskać znając jego położenie względem znanych lokalizacji. Jednak ta informacja, której obecnie nie posiadam, wraz z odpowiedziami na pytania postawione przeze mnie i wspomniane wyżej, będą musiały być dostarczone dalej, gdyż wydają się niezbędne, by raport był pełniejszy, i mogą stanowić stosowny aneks do niego."

Gruntowne przeszukiwanie zasnutego pajęczyną strychu cyberprzestrzeni nie ujawniło tego aneksu.

Obok gwiazdki na dole strony w *Asiatic Proceedings*, gdzie był odnotowany raport Costleya, dowiadujemy się, „Waga dwóch otrzymanych kawałków jest 11 lbs. 2 ozs. 368 grs.”

100 granów = 6,48 grama. To podnosi TKW (całkowitą znaną wagę) spadku do 5069,46 gramów czyli o 69,46 gramów więcej, niż pięć kilo powszechnie cytowane w literaturze.

F. Fedden zinwentaryzował w roku 1880 meteoryty w Muzeum Indii i w kolekcji pozostało 4642 gramów Shergotty. Przed tym ważeniem ubyło jako dary czy wymiany 100,44 g. (Paryż), 117 g. (Londyn) i 183 g. (Wiedeń). Dodanie ich z powrotem daje oryginalne TKW Costleya z dokładnością do kilkunastu gramów.

Instytut Geologiczny Indii (GSI) wymienia współrzędne spadku jako 24º 33’ 00”N, 84º 50’ 00” E.

Zgodnie z sugestią dr L.J. Spencera, Kustosza Minerałów British Museum, w 1932 r. C.A. Silberrad, B.A., B.Sc. z Indian Civil Service (Ret.) zrobił przegląd wszystkich meteorytów Indii „i tak jak to możliwe sprawdził i poprawił zanotowane miejsca spadku wszystkich znanych indyjskich meteorytów.” Zgadza się on z podaną przez GSI lokalizacją na wschód od Shergotty i dwadzieścia mil SW od Gaya.

Z lotu ptaka, z wysokości 800 stóp, *Google Earth* pokazuje obecnie, że ten teren pokrywają plamy prywatnych gospodarstw, że jest on płaski lub pofałdowany i nie wygląda na „wyżynę” opisaną w pracy Costleya. Z tej wysokości upraw maku nie można potwierdzić.

Historia Shergotty była przedstawiona przez Calcutta Gazette i wspomniana ponownie w „Report of the 36th Meeting of the British Assoc. for the Advancement of Science” z 1866 r.

Historyczna uwaga: Roderick Murchison był stałym członkiem zarządu tego stowarzyszenia. Jego nazwisko noszą rzeka i miasto w Australii oraz pewien chondryt węglisty CM2, który spadł w 1969 r.

Uratowanie Shergotty

Aktorzy w tym przedstawieniu, jak dotąd niezrealizowane ozdobniki w partyturze dyrygenta, złożyli już swe ukłony. Ale gwiazda tego widowiska wciąż pozostaje za kurtyną.

Wspomniany jest on tylko raz w raporcie W.C. Costleya o spadku Shergotty. Gdy Costley nie mógł się zdecydować, co sądzić o tym kamieniu, pokazał go innemu pracownikowi British Raj.

Zdjęcie zrobione przez pana Peppe, zatytułowane „Wejście do jaskini Barabar Hills — Sanktuaria Buddystów z III wieku p.n.e.” jest w brytyjskich archiwach; spore osiągnięcie amatora taszczącego masywny sprzęt przez sielskie Indie przed erą Kodaka.

„… ale dowiedziałem się od pana Peppe, agenta do spraw opium, że nie może być żadnych wątpliwości, iż jest to prawdziwy aerolit…”

Zupełnie żadnych.

I z taką pewnością pan Peppe uratował Shergotty.

Gdy pracowałem nad przywróceniem do życia osób związanych z tym meteorytem, pan Peppe uparcie pozostawał anonimowy.

Jednak czytając archiwalne dokumenty o dziewiętnastowiecznym rolnictwie Indii znalazłem w 1883 r. odsyłacz do „Mr. T.F. Peppe”, dotyczący „uprawy i suszenia tytoniu w Bengalu”.

„Ludzie palą nargile, a tytoń z Behar jest uważany za znacznie lepszy do tego celu niż miejscowy narkotyk.”

Tym miejscowym narkotykiem było opium. Ta podobna do smoły substancja beznadziejnie zapychała materiał fajek.

Poszukiwania po dodaniu ‚T.F.’ przed ‚Peppe’ ujawniły człowieka renesansu Brytyjskich Indii… wspomnianego nawet na Facebooku!

Jakie jednak imiona oznaczają ‚T’ i ‚F’ pozostaje tajemnicą do innej okazji.

Peppe rozumiał znaczenie megalitycznych stanowisk na tym obszarze i zakomunikował ich lokalizacje E.T. Daltonowi w 1873 r. „Wieść niesie, że pewien pan T.F. Peppe, agent brytyjskiego rządu, był prawdopodobnie pierwszą osobą, która zanotowała znaleziska megalitów w Sherghatti, Bundu, Tamar, Burunda i Chokahatu.”

Pan Peppe próbował uruchomić chałupnictwo, by poprawić byt rdzennej ludności. Wydanie *Nature* z 1887 r. ukazuje jego starania, by zbierać kokony Pawicy mylitta, by uprawiać ‚dziki jedwab’. „Wszystkie rdzenne plemiona Indii byłyby dostępne do tej pracy,” sugerował entuzjastycznie. Peppe wystartował jako pierwszy, zbierając kokony przez trzy lata.

Teraz niech pan Peppe spoczywa w pokoju. Jego wkład do rolnictwa i archeologii jest odnotowany w literaturze. Jego epitafium jest jednak niekompletne, jego spuścizna jest warta bardziej stosownego hołdu.

Proponuję, aby następne ważne geologiczne miejsce na Marsie nosiło jego nazwisko.

W końcu uratował on Shergotty.

* * *

W sierpniu 2012 r., dr Jeff Grossman z USGS poinformował mnie, że następująca propozycja została przyjęta do rozważenia przez komisję odpowiedzialną za nadawanie nazw geologicznym utworom na Czerwonej Planecie (Marsjańskie Laboratorium Naukowe):

Nadanie nazwy na cześć osoby odpowiedzialnej za zidentyfikowanie meteorytu z Marsa, Shergotty i wybranie utworu geologicznego na Marsie, by nosił nazwę T.F. Peppe.

Shergotty jest prototypowym meteorytem w największej (pod względem liczby i wagi) klasie marsjańskich meteorytów, shergottytów.

Początek British Raj i spadek Shergotty — co to znaczy dla mnie

Przedstawienie skończone, ale orkiestra gra nadal, kończąc bisy i zachęcając do końcowego wyjścia przed kurtynę w tym ‚teatrze z nieba’. Popcorn się skończył, ale zanim wyj-

dę, chciałbym podzielić się kilkoma refleksjami.

Shergotty jest kamieniem z Marsa pomocnym w badaniach, tak że możemy zacząć rozumieć planetarne procesy.

Jest wystawiony w muzeum i zdumiewa publiczność.

My znawcy cenimy jego obecność w naszych zbiorach.

Jest to możliwe tylko dzięki zidentyfikowaniu Shergotty w porę przez brytyjskiego handlarza opium w roku 1865.

Dla mnie, meteoryty są środkami lokomocji, które przenoszą mnie w miejsca, do których nigdy nie zabierze mnie okazyjnie *Travelocity*. Gdy rozmyślam o ludziach, miejscach i nauce związanych z tymi kamieniami, odkryte prawdy odsłaniają wszechświat i tworzą magię. Dotykam nieskończoności.

Z czasem zdobyłem Shergotty do mojej kolekcji. Mogę trzymać w rękach coś z czasów brytyjskich rządów w Indiach, wiem, że ktoś nazwiskiem Hanooman obserwował jego spadanie i nieświadomie wykopał go dla mnie z utrudzonej, indyjskiej gleby. Trzymając go wszczepiam się w DNA W.C. Costleya, Tschermaka, S.C. Bayleya, Thomasa Oldhama, Nevila Story-Maskelyne … nawet samego T.F. Peppe.

Ale horyzont tego zdarzenia ciągnie się do Marsa. Mam więc także w mych rękach kawałek innej planety, miejsca, dokąd nigdy nie trafię, chyba że w marzeniach. Gdy zebrać to razem, to widać, dlaczego uważam badanie i kolekcjonowanie meteorytów za najprzyjemniejszy sposób spędzania czasu.

Minęło jedenaście lat, od momentu, gdy anonimowy bibliotekarz z Uniwersytetu w Edynburgu, w Szkocji odpowiedział na moją wiadomość w butelce, odnajdując i wysyłając do mnie Asiatic Society ‚Proceedings' z 1865 r., zawierające zaginione tajemnice Shergotty.

Joel Schiff, były wydawca Meteorite, przejrzał te strony, by postawić brakujące kropki nad i. Delikatnie ograniczył moją młodzieńczą, poetycką bujność i wykorzystał swe zdolności matematyczne na poziomie doktora, by uzyskać całkowicie poprawną całkowitą znaną wagę Shergotty. Dziękuję przyjacielu!

Jestem bardziej dumny niż Babu z brzuchem pełnym Vindaloo, że znów mam w mej kuchni Dorothy Norton przyprawiającą potrawę pikantnymi ilustracjami pełnymi miejscowego posmaku.

Bibliografia

American Educational Monthly #1 vol. III, January, 1866.

Allen's Indian Mail vol. VIII, Jan-Dec 1850, p.581.

Allen's Indian Mail vol. XII Jan-Dec, 1854 p 67.

Allen's Indian Mail, October 17, 1864.

Bogard D.D.and Johnson P. (1983) ‚Martian Gases in an Antarctic Meteorite'. Science 221, pp.651-654.

British Museum (NH) ‚An introduction to the study of meteorites: with a list of meteorites represented in the collection' 1894.

Buckland E. ‚eBook dictionary of Indian Biography' London, originally published in 1905.

Caillet-Komorowski C.L.V. ‚The Meteorite Collection of the Natural History Museum in Paris, France' 2006.

C.A. Silberrad, B.A.,B.Sc. ‚List of Indian Meteorites (Communicated by Dr. L.J. Spencer, F.R.S., read November 1, 1932) , pps. 291, 295.

Catalog of Meteorites (1914) Geological Survey India.

Chaturvedi R. ‚Bihar through the ages' 1959.

Clarke F.W. ‚Met. Coll. In the US Nat Museum' November 1, 1886.

Das A.C. ‚The Indian Ryot' 1881.

Farrington O.C. ‚Meteorites, their structure, composition and terrestrial relationships'

Field Museum, Chicago 1915.

F.Fedden ‚Popular Guide to the Geological Collections in the Indian Museum Calcutta' 1880 p.194.

Ghosh A. ‚Opium financed British Rule in India' June 23, 2008 http://news.bbc.co.uk/2/hi/south_asia/7460682.stm

Ghosh A. ‚Sea of poppies' Macmillan Picador Press 2008.

Goresy A. Dera P. Sharp T. et.al. ‚Seifertite, a dense orthorhombic polymorph of silica from the Martian meteorites Shergotty and Zagami' Eur. J. Mineral 20, #4, 2008 pp. 523-528.

‚India — Opium' GlobalSecurity.org

Lyett A. ‚Rudyard Kipling' 1999, pp 96-97.

Mars Exploration Rover ‚Bounce and Shergotty share common ground'. http://marsrovers.jpl.nasa.gov/gallery/press/opportunity/20040414a.html

McSween H. ‚Re-examination of the meteorite rock of Shergotty at Gaya' Times of India, August 5, 2001.

‚Megaliths of Jharkhand' http://megalithsofjharkhand.tripod.com/id1.html

Melosh H.J. ‚Ejection of rock fragments from planetary bodies' Geology 13, pp.144-148, 1985.

Merrill G. ‚Handbook and Descriptive Cat. of the Met. Coll. Of the USNM' Bull. 94, 1916.

Meyer C. ‚Mars Meteorite Compendium' – Revision C ‚Shergotty' NASA, JSC #27672

Murthy V.N. Srivastava S.N.P. Dube A. ‚Indian meteorites' Geol.Surv.India Memoir 99, 172pp. 1968.

Nair S.P. British Soc. ‚For the History of Science' 39(1):97-119, March, 2006

Newton H.A. ‚The worship of meteorites' Amer. Journal of Sci and Art, 4th series vol. 3. pp.1-14, 1897.

Nyquist L.E. ‚Do oblique impacts produce martian meteorites?' J. Geophys. Res. 88 (suppl.) A785-A798, 1983.

‚Opium' 1911 Classic Ed. of the Encyclopedia Brittanica, 2011.

‚Opium Wars' Wikipedia.org

Peppe T.F. ‚Letter' Nature p.256, January 13, 1887.

Prior G.T. ‚Catalog of Meteorites' 1923.

‚Proceedings of the Asiatic Society of Bengal, for December, 1865' pp. 193-199.

‚Report of the 36th Meeting of the British Assoc. for the Advancement of Science, held at Nottingham August, 1866'.

‚Reports of Cases Determined in the Court of Nizamut Adawlut for 1857' Calcutta vol. VII, parts 1&2.

Richards J.F. ‚Opium and the British Indian Empire: The Royal Commission of 1895' November 15, 2001.

Rowbotham W.B. ‚The Naval Brigades in the Indian Mutiny, 1857-58' published 1947.

Samuells ‚Memorandum for General Sir James Outram Patna, India, August 18, 1857'.

‚Sherghati' Wikipedia.org

‚Shergotty (GSI Registration No. S-179)'.

Stokes E. ‚The Peasants Armed: The Indian Revolt of 1857' re-published 1986.

Tewary A. ‚Inside the world's largest opium factory' July 21, 2008 http://news.bbc.co.uk/2/hi/south_asia/7509059.stm

The Academy and Literature vol.2, p. 540, 1871.

‚The Cultivation and Curing of Tobacco in Bengal, 1874'.

The New Englander/New Haven and Yale Review vol. XXVII p.134, 1868.

Tschermak G. ‚The Meteorites from Shergotty and Gopalpur (presented at the meeting of his Majesty's Academy of Sciences 22 February, 1872'.

Vickery A.M. and Melosh H.J. ‚The large crater origin for the SNC meteorites' Science 237, 738-743, 1987.

Rekonesans w Morasku

Geoffrey Notkin

Fragment książki „Rock star. Adventures of a Meteorite Man" © 2012 Stanegate Press, LLC. All rights reserved

Moja najdłuższa i chyba najtrudniejsza ekspedycja rozpoczęła się bardzo spokojnie o 3.30 w sobotni ranek. Zaczynała się pierwsza połowa trzeciej serii *Meteorite Men*.

Aby zdążyć na samolot Polskich Linii Lotniczych LOT o 17.25 z Chicago do Warszawy, musiałem wylecieć z Tucson o 6 rano. To oznaczało pobudkę o 3.30 i sześciogodzinne oczekiwanie w wietrznym mieście.

Libby odwiozła mnie na lotnisko z trzema dużymi sztukami bagażu, wliczając 82-funtową skrzynię Pelikana wypełnioną wykrywaczami metalu.

Gdy znalazłem się w Chicago, zaskoczyło mnie niespodziewane pytanie.

„Jak idą wielkie meteorytowe łowy?" — spytał z delikatnym polskim akcentem Mike na stanowisku odprawy, który rozpoznał mnie, zanim zdążyłem wręczyć mu paszport. Ucieszył się, słysząc, że będziemy filmować w jego rodzinnym kraju, i spytał, które miejsca odwiedzimy. Gdy odpowiedziałem, że nie mogę powiedzieć, gdyż jest to sprawa poufna, odparł: „Zatem projekt rzeczywiście jest tajny".

Zauważyłem ulotki wielkości kartki papieru, przygotowane widać w pośpiechu i przymocowane taśmą do każdego stanowiska odprawy. Zawierały zdjęcie makabrycznie wyglądającej piły łańcuchowej w czerwonej obwódce z paskiem w poprzek, co jest uniwersalnym symbolem „nie", i oficjalne stwierdzenie, że pasażerom nie wolno zabierać takich rzeczy do samolotu. Chaotyczny sposób rozwieszenia ulotek sprawił, że wyobraziłem sobie, iż przed chwilą jakiś spanikowany pracownik lotniska biegał gorączkowo od jednego stanowiska do drugiego z rolką taśmy w jednym ręku i plikiem ulotek w drugiej krzycząc: „Aleksander! Paweł! Słuchajcie, nie wpuszczajcie żadnej piły do samolotu!" jakby to była jakaś świeżo wprowadzona zasada bezpieczeństwa.

Spędziłem wlokące się godziny oczekiwania w mrocznej poczekalni dla VIP-ów dzielonej przez LOT, EL-AL, Turkish Air i kilku jeszcze przewoźników. Odnosiłem chwilami wrażenie, że jestem w jakimś starym, europejskim klubie gentlemanów. Uśmiechnąłem się w duchu, bo przypomniałem sobie scenę z mojej najbardziej ulubionej powieści science fiction, „The Hitchhiker's Guide to the Galaxy" Douglasa Adamsa, w której tajemnicza i najbardziej poszukiwana postać imieniem Zarniwoop ukrywa się w salonie pierwszej klasy, w porzuconym gwiezdnym statku, w zapomnianym porcie kosmicznym.

Po wejściu do samolotu jedna ze stewardess podeszła zaraz do mikrofonu i przekazała serdeczną prośbę o wybaczenie opóźnionego startu. Powiedziała, że ma nadzieję, iż będziemy zadowoleni z lotu pomimo tego okropnego opóźnienia, które zostało spowodowane przez „pasażerów, którzy mieli problemy z dokumentami". Opóźnienie wyniosło zaledwie dwanaście minut.

Po powtórnych przeprosinach stewardessa przypięła się do jednego z tych skomplikowanych, ustawionych tyłem foteli, używanych przez personel pokładowy. Mogą one wyglądać dziwnie, ale jest to bardzo rozsądne. W razie katastrofy plecy i wyściełany fotel lepiej absorbują uderzenie niż brzuch i wrzynający się weń pas bezpieczeństwa. Wiedziałem to od czasu, gdy byłem kadetem w Royal Air Force, kiedy lataliśmy w odrzutowcach, w których wszystkie fotele były ustawione tyłem. Oczywiste zalety dla bezpieczeństwa, wyjaśnił mi oficer na pokładzie. Gdy spytałem, dlaczego wszystkich samolotów się nie buduje w ten sposób, odparł: „Cywile nie lubią siedzieć tyłem, bo mogą wtedy widzieć tylko, gdzie byli, a nie dokąd zmierzają."

Jak widać, Królewskie Siły Powietrzne podejmują wszelkie niezbędne kroki, by zapewnić bezpieczeństwo swoim ludziom, ale gdy jesteś klientem cywilnych linii lotniczych, to radź sobie sam.

Większość personelu pokładowego mówiła po angielsku, co było pomocne, bo jedyne polskie słowa, jakie wtedy znałem, to była nazwa linii lotniczych i słowo „bialystok", co faktycznie oznaczało miasto, a nie rodzaj bajgla. Przynajmniej w Polsce.

Rankiem, 26 czerwca, przybyłem do Warszawy. W tym czasie Steve i nasz kierownik produkcji trzeciej serii, James Rowley, byli w Szwecji, robiąc rekonesans do odcinka „Powrót do Muonionalusta". Ja z entuzjazmem zgłosiłem chęć wyjazdu do Polski z Sonyą, przed przyjazdem całej

Krater w rezerwacie Morasko.

ekipy, by przyjrzeć się tajemniczym i kuszącym kraterom meteorytowym Morasko – mało znanemu miejscu, które intrygowało mnie od lat.

Nigdy bym się nie spodziewał, że Polska tak bardzo mi się spodoba. Polacy są rycerskimi i odważnymi ludźmi, brutalnie potraktowanymi i przez hitlerowców, i przez komunistów. Hitler i Stalin podzielili się ich krajem jak tortem na przyjęciu zaręczynowym, a Polska pozostała pod dyktatorskim butem Związku Radzieckiego przez dziesiątki lat po zakończeniu II wojny światowej. Pomimo to Polacy są jowialni i lubią się bawić, a rytm ich mowy jest żywy i melodyjny.

Po 21 godzinach w drodze przybyłem, chwiejąc się ze zmęczenia, do warszawskiego Sheratona z moją okazałą kolekcją bagażu i wyszeptałem ciche, ale szczere „dziękuję" do naszego koordynatora podróży, który zlitował się nade mną i przezornie załatwił szybką odprawę na lotnisku. A w bagażu miałem nie otwartą butelkę autentycznej żubrówki, cokolwiek to miało znaczyć, którą oczywiście kupiłem w strefie wolnocłowej w samolocie.

Powinienem pójść od razu spać, ale mój hotel był niecałe dziesięć minut spacerkiem od Muzeum Ziemi PAN i nie mogłem się oprzeć pokusie. Europejski kolega podpowiedział mi e-mailem, że to muzeum szczyci się niewielkim, ale znaczącym zbiorem meteorytów i nie wolno mi opuścić Warszawy bez obejrzenia go. Brak snu połączony z szybkim wypróbowaniem wódki, która smakowała jak słoma, rum i tequila zmieszane razem, sprawił, że czułem się zmęczony, ale gotów do działania. Wyszedłem na opromienioną słońcem warszawską ulicę, skierowałem się ku muzeum i znalazłem się w najpiękniejszym z miejskich parków. Byłem zdumiony imponującą wysokością starych dębów. Niewątpliwie musiały mieć więcej niż 65 lat i dziwiło mnie, że nie zostały zniszczone podczas II wojny światowej.

Gdy dotarłem do muzeum, było zamknięte.

Następnego ranka wstałem wcześnie i czekając na przybycie pojazdów naszej ekspedycji, postanowiłem jeszcze raz spróbować zajrzeć do muzeum, chociaż wszyscy mnie zapewniali, że wszystkie muzea w Polsce są zawsze w poniedziałki zamknięte.

Przeszedłem po raz drugi przez pełen zieleni park i zauważyłem jakiś ruch w budynkach muzeum. Na tablicy było, że w poniedziałek muzeum jest czynne od 9. Była 10 rano, a trzy obecne osoby obsługi wciąż były zajęte sobą. Byłem jedynym zwiedzającym i trochę czasu upłynęło, zanim wpuściły mnie na główną salę wystawową. Przysadzista kobieta w czerwono-białej chustce zawiązanej na głowie gorączkowo odkurzała wszystko, co tylko było, jak gdyby całe muzeum było przygotowywane specjalnie dla mnie.

Muzeum Ziemi PAN jest uroczym i bezpretensjonalnym miejscem, gdzie okazy są wystawione w kombinacji zabytkowych, robionych na zamówienie gablot i małych, nowoczesnych kolumn wystawowych. Staranność, z jaką przygotowano ekspozycję, była widoczna na każdym kroku, szczególnie w rozmieszczonym na ścianie przedstawieniu drzewa genealogicznego skamieniałości. Wyobraziłem sobie zamyślonego polskiego naukowca spędzającego w ciszy i skupieniu tygodnie i miesiące na wybieraniu najpiękniejszych egzemplarzy amonitów i skamieniałych paproci i starannym rozmieszczaniu ich na ścianie. Praca prawdziwego miłośnika.

Po obejrzeniu wystawy geologicznej, ściany paleontologicznej i jasnej sali wypełnionej w całości barwnym, bałtyckim bursztynem, odczułem nagłą, irracjonalną obawę, że wystawa meteorytów może być zamknięta. Zajrzałem za ciężkie, drewniane, ledwo uchylone drzwi do pokoju, który na pierwszy rzut oka wyglądał na zupełnie ciemny i opuszczony. Gdy wzrok się przyzwyczaił, zobaczyłem, że w tym skąpo oświetlonym miejscu jest kolekcja meteorytów. Wszystko w tym małym pokoju było nastrojowe i pobudzające wyobraźnię. Meteoryty były rozmieszczone we wnękach za szybami umieszczonymi równo ze ścianą. Każdy zakątek wystawy był całkowicie przykryty czarnym aksamitem i nie było lamp ani na suficie ani w podłodze. Delikatne światłowody, niemal niewidoczne w ciemności, rzutowały skupione plamy światła na meteoryty, które wyglądały, jakby unosiły się w pustce kosmosu. Efekt był zniewalający.

Wpatrywałem się jak urzeczony w gablotę poświęconą w całości polskiemu spadkowi w 1868 r., w Pułtusku, ponieważ okazy Pułtuska pojawiające się na kolekcjonerskim rynku są niemal zawsze wielkości grochu. W tej cichej i pustej, niewielkiej salce siedziało wspaniałe, 8,1-kilowe monstrum i liczne inne niezwykłe okazy różnej wielkości.

Przez poprzednie sale przemknąłem dość szybko, ale gdy już usadowiłem się na wystawie meteorytów, to zostałem tam na trochę. Wciąż byłem jedynym gościem w muzeum i kobieta, która odkurzała wystawy, nie mogła być bardziej podejrzliwa wobec mnie.

Autor z wykrywaczem w rezerwacie Morasko.

Spędziłem przynajmniej dwadzieścia minut, gapiąc się na polskie kosmiczne kamienie w milczeniu, całkowicie tym pochłonięty. Odkurzająca pani wchodziła kilkakrotnie, by popatrzeć na mnie z bardziej niż delikatną dezaprobatą i było widać, że przypuszczała, iż nie można się po mnie niczego dobrego spodziewać. Przyglądała mi się przez kilka minut, wychodziła, wchodziła z powrotem, zabierając się za polerowanie klamki drzwi wejściowych albo starając się znaleźć coś szczególnie niepokojącego na małym kawałku sufitu nad moją głową.

Już miałem wręczyć jej nonszalancko wizytówkę *Meteorite Men*, jakby mówiąc: „Proszę się niczego nie obawiać, jestem tu służbowo", ale moja naturalna skłonność do utrzymywania w tajemnicy miejsc filmowania owinęła się wokół mych ramion jak szpony starej papugi. Nigdy nie wiesz, kiedy jakiś skromny pracownik zamierza umieścić notatkę na swej stronie Facebooka mówiącą: „Jeden z facetów z tego telewizyjnego serialu „Meteor Men" był dziś w muzeum." I wtedy w jednej chwili, każdy orientujący się w tej dziedzinie wywnioskuje, gdzie byliśmy i dokąd się wybieramy.

„Fixer" to telewizyjne określenie dla miejscowego eksperta, który organizuje transport, zezwolenia na filmowanie, zapewnia, że nie ma problemu z miejscami w hotelach, rozmawia z miejscowymi władzami, tłumaczy w razie potrzeby i ogólnie zajmuje się rozwiązywaniem wszystkich bez wyjątku problemów, jakie pojawiają się podczas filmowania w danym miejscu. Jest to wymagająca praca, najbardziej odpowiednia dla kogoś, kto ma duże doświadczenie filmowe, potrzebuje niewiele snu i ma cierpliwość oraz pozytywne nastawienie. Nasz polski fixer, Jan, był doskonale przygotowany do tego zadania. Szczupły i energiczny trzydziestosześciolatek, ubrany w czarną, dopasowaną koszulkę i czarne, wojskowe spodnie, z ogoloną głową, krótką, jasną kozią bródką i małymi okularami przypominał mi mego przyjaciela i kolegę pisarza popularnonaukowego Chrisa Cokinosa, autora *The Fallen Sky*.

Jan mówił dobrze po angielsku i był dobrze zorientowany w historii Polski. Gdy on, Sonya i ja opuściliśmy hotel, uraczył nas szybkim zwiedzaniem Warszawy samochodem. Wiedziałem, że 85% miasta było zniszczone przez hitlerowców, więc zdziwiła mnie obfitość eleganckich, klasycznych budynków. Jan wyjaśnił, że po wojnie większość miasta została zrekonstruowana z myślą o odtworzeniu dawnej wspaniałości Warszawy.

Jan jest człowiekiem światowym, który pracował przy dużych filmach fabularnych i był w wielu krajach. Jego spojrzenie na Polskę po okresie zimnej wojny było dla mnie pouczające. Pokazał szkaradne, modernistyczne budynki mieszkalne: „To był plan komunistów, jak powinniśmy żyć; stłoczeni w ciasnych, betonowych mieszkaniach z małymi oknami."

Budynki z rosyjskiej ery kontrastowały ponuro z odbudowaną, klasyczną polską architekturą, a Jan powiedział nam, ze słabo ukrywaną satysfakcją, o szykującym się narodowym skandalu: zbudowane przez komunistów obiekty zaczynały się rozpadać.

„Komuniści budowali je z założeniem, że przetrwają trzydzieści czy czterdzieści lat i teraz właśnie mija te trzydzieści czy czterdzieści lat i nikt nie wie, co z tym zrobić. W końcu jeden z tych budynków się zawali i wtedy nasz rząd będzie musiał w końcu się tym zająć."

Ruchu drogowego w Polsce nie da się opisać. Masz wrażenie jakbyś jechał – obojętne o jakiej porze dnia czy nocy — w godzinach szczytu, przez mocno zakorkowane miasto na peryferiach Londynu. Jan wyjaśnił, że nie ma autostrad przecinających kraj (czy prowadzących do Warszawy w tym przypadku) i że po wielu latach priorytetowego, sponsorowanego przez rząd programu budowy autostrad zdołano ukończyć tylko 12 kilometrów zdatnej do użytku autostrady.

„A my potrzebujemy 12 tysięcy kilometrów" — dodał, by pokazać skalę. — „Tak więc narodową rozrywką w Polsce jest narzekanie. To jest nasz oficjalny sport i jeśli jakaś grupa osób spotyka się wieczorem przy piwku i ktoś powie coś o pogodzie albo systemie autostrad, to od razu zaczyna się długa i zawzięta dyskusja, w której każdy ma coś do powiedzenia. W USA czy zachodniej Europie, jeśli coś nie działa, to przyglądasz się problemowi i mówisz: 'Jak możemy to poprawić?' Tu w Polsce będziemy raczej psioczyć na problem latami i nie zrobimy nic."

Pomimo tego Polacy nie rezygnują z pogodnego spoglądania na życie i być może sposobność do zabawiania się krytykowaniem narodowych problemów jest jednym z powodów, by ich nie rozwiązywać.

Przejechanie około 225 kilometrów, co mogło w moim kraju trwać dwie i pół godziny, zajęło nam osiem godzin.

„Widzisz, tak wyglądają główne drogi w całej Polsce," — powiedział Jan, gdy wlekliśmy się jednopasmową, asfaltową szosą, która oczywiście specjalnie przebiegała przez zakorkowane centrum każdego miasta. Ale był to przepiękny, letni dzień w Polsce, szyby były opuszczone, byłem w nowym kraju, a także musiałem zapoznać się z moim najnowszym Garmin Rino GPS. Podręcznik miał mnóstwo stron, a ponieważ nie czułem się jeszcze świeżo po długim locie, rozgryzanie szczegółów technicznych dało mi zajęcie na wiele godzin.

Poznań, nasza baza operacyjna dla wyprawy do Moraska, jest ładnym miastem z brukowanymi ulicami, wspaniałymi budynkami z kamienia i wielobarwnymi tramwajami. Ta nie odkryta perła wschodniej Europy mogła być zaginionym dawno potomkiem Amsterdamu i Paryża. W hotelu przyszła pora na dość niezwykłe przeżycie, jakim było spotkanie po raz pierwszy w życiu mojego przyjaciela Andrzeja Pilskiego. Wydaje on polskie czasopismo *Meteoryt* i pracował jako mój polski wydawca i tłumacz przez dobrze ponad dziesięć lat. Prawdę mówiąc relacja z wyprawy do Chile, na pustynię Atacama w 1997 roku, była moim pierwszym tekstem, jaki został kiedykolwiek opublikowany w obcym języku, gdzie otrzymał on niezwykły tytuł „W drodze do Imilac".

Andrzej jest także znanym astronomem, dyrektorem obserwatorium i członkiem Society for Barefoot Living, co oznacza, że nigdy nie zakłada butów bez względu na temperaturę czy teren.

„Czy to jest mój przyjaciel, Andrzej Pilski?" — spytałem.

„Czy to jest mój przyjaciel, Geoffrey Notkin?" — odpowiedział.

Uścisnąłem rękę człowieka, z którym pracowałem i korespondowałem regularnie przez dwanaście lat, ale nigdy nie widzieliśmy się twarzą w twarz. Z Andrzejem spędziliśmy mile czas przy kolacji z pierogami i białym winem i poszedłem spać gdzieś po północy.

Obudziłem się o 6 rano zbyt podniecony perspektywą zobaczenia po raz pierwszy kraterów Morasko, by spać dłużej. Przy śniadaniu – niezwykłym, samoobsługowym bufecie z egzotycznymi serami, których spodziewałbym się w Szwecji, tacami z gorącą jajecznicą, pomidorami i grzybami, które pasowały do jednej z najlepszych londyńskich restauracji wraz z salaterkami z orzechami, ziarnami, świeżymi i suszonymi owocami – byłem zaskoczony dominacją brytyjskich akcentów w tym, zdawałoby się, starym mieście gdzieś na uboczu, póki nie odkryłem, że do Poznania zawitał międzynarodowy turniej brydżowy.

Dzięki niezrównanemu, polskiemu ruchowi drogowemu pokonanie skromnych ośmiu kilometrów do Moraska zajęło nam czterdzieści minut. Profesor Muszyński, znany polski naukowiec i meteorytowy ekspert, oczekiwał nas przy ładnym, starym domu z cegły należącym do leśniczego, opiekującego się terenem, na którym znajduje się rezerwat Morasko. Profesor doskonale znał to miejsce, pokazał na początek szczegółowe mapy obszaru rozrzutu i z chłopięcym entuzjazmem zaprosił nas na prywatną wycieczkę po polu kraterów Morasko.

Podobieństwo lasu w Morasku do lasów z mojego angielskiego dzieciństwa natychmiast odczułem i jako magiczne, i dezorientujące. Ptaki były te same, podobnie jak rośliny i drzewa, i miękkie ścieżki wijące się między wysokimi, zasłaniającymi niebo sosnami i brzozami. Od razu przypomniałem sobie kratery po bombach z II wojny światowej schowane głęboko w lesie tam w Surrey i jak wyobrażałem sobie, będąc dzieckiem, że mogą to być kratery meteorytowe. Prawdziwe meteorytowe kratery w Morasku wtuliły się między spokojne, milczące drzewa wyglądające prawie identycznie jak w lasach, gdzie bawiłem się, będąc dzieckiem. Mogłem równie dobrze

Po blisko trzech dniach kopania jednego dołu w Morasku naszą zdobyczą okazał się 75-funtowy meteoryt.

wejść do wehikułu czasu i wrócić do sennego miasteczka Purley w latach sześćdziesiątych. By dopełnić złudzenia, niektóre kratery miały zupełnie taką samą wielkość jak kratery po bombach i miałem wrażenie, iż moje dziecięce wyobrażenia, że te ukryte szramy po II wojnie światowej były prawdziwymi kraterami meteorytowymi, przekształciły się jakoś w namacalną rzeczywistość.

Największy krater drzemał leniwie, wypełniony do połowy wodą, a jasnozielone glony pokrywały jej powierzchnię od jednego brzegu do drugiego, jak na dużym stawie przy szacownym, brytyjskim domu. Słońce przeświecało przez liście, a ptaki świergotały i przelatywały między wspaniałymi, zadumanymi drzewami.

Na tej ziemi toczyły się walki I i II wojny światowej, jak również wcześniejszych konfliktów. Teren jest poprzecinany siecią dość dobrze zachowanych okopów z I wojny światowej. To właśnie niemiecki żołnierz, kopiący jeden z tych okopów, odnalazł przypadkiem pierwszy meteoryt Morasko w 1914 r. Ponieważ historia wojskowości fascynowała mnie prawie tak bardzo, jak meteoryty, mógłbym tak samo hasać po placu zabaw dla dorosłych zaprojektowanym specjalnie dla mnie. Wykopy – stopniowo wypełniane przez normalne procesy sedymentacji i erozji – wciąż miały dwie czy trzy stopy głębokości. Wyraźnie były widoczne wykopy z nasypem z trzech stron, kiedyś stanowiska armat, a także drut kolczasty i inne różnorodne pozostałości po działaniach wojennych. Szukałem już meteorytów w miejscach pełnych odpadków, nawet nie raz, ale nigdy nie przeżyłem czegoś takiego jak w Morasku.

Profesor Muszyński wyjaśnił, że kilka lat wcześniej uniwersytet zawarł prywatną umowę z polskim poszukiwaczem meteorytów, Krzysztofem Sochą, który zyskał wyłączny dostęp do chronionej strefy pod warunkiem, że będzie katalogował wszystkie znaleziska i przekaże połowę z nich do uniwersytetu.

Prowadząc poszukiwania w roku 2005 i 2006, Socha wykopywał, pakował i opisywał każdy okaz, a liczby nie były zachęcające: jeden znaleziony meteoryt na dwie setki sztuk złomu wytworzonego przez ludzi. Dla porównania w Brenham, w Kansas, trafialiśmy przeciętnie na jeden meteoryt na trzydzieści sztuk złomu.

Socha prowadził prace z tak dużą dokładnością, że miejsca już przez niego przeszukane można było z powodzeniem oznaczyć tablicami: „Nie ma sensu tu szukać". W strefie przez niego przeszukanej nie zostało nic: ani drut, ani gwoździe, ani złom żelazny jakiegokolwiek rodzaju. Jednak część rezerwatu pozostała nietknięta; Sosze skończył się czas, a może i cierpliwość. Wraz z Andrzejem skoncentrowaliśmy nasze wysiłki na tej części. Gdy weszliśmy do nie-

przeszukanej strefy, od razu było to widoczne; nie dało się przejść dwóch kroków bez uzyskania sygnału. Najliczniejszymi znaleziskami były duże, ołowiane kulki z ery napoleońskiej, o białej barwie. Wiele z nich było spłaszczonych i zniekształconych wskutek uderzenia w drzewo, albo może, co bardziej makabryczne, w ludzką kość. Chociaż te zagubione narzędzia zniszczenia wywoływały przeraźliwy sygnał wykrywacza, to trudno je było znaleźć; wobec braku żelaza nie przyklejały się do magnesu i, by je odszukać, trzeba było starannie przesiewać wilgotną ziemię.

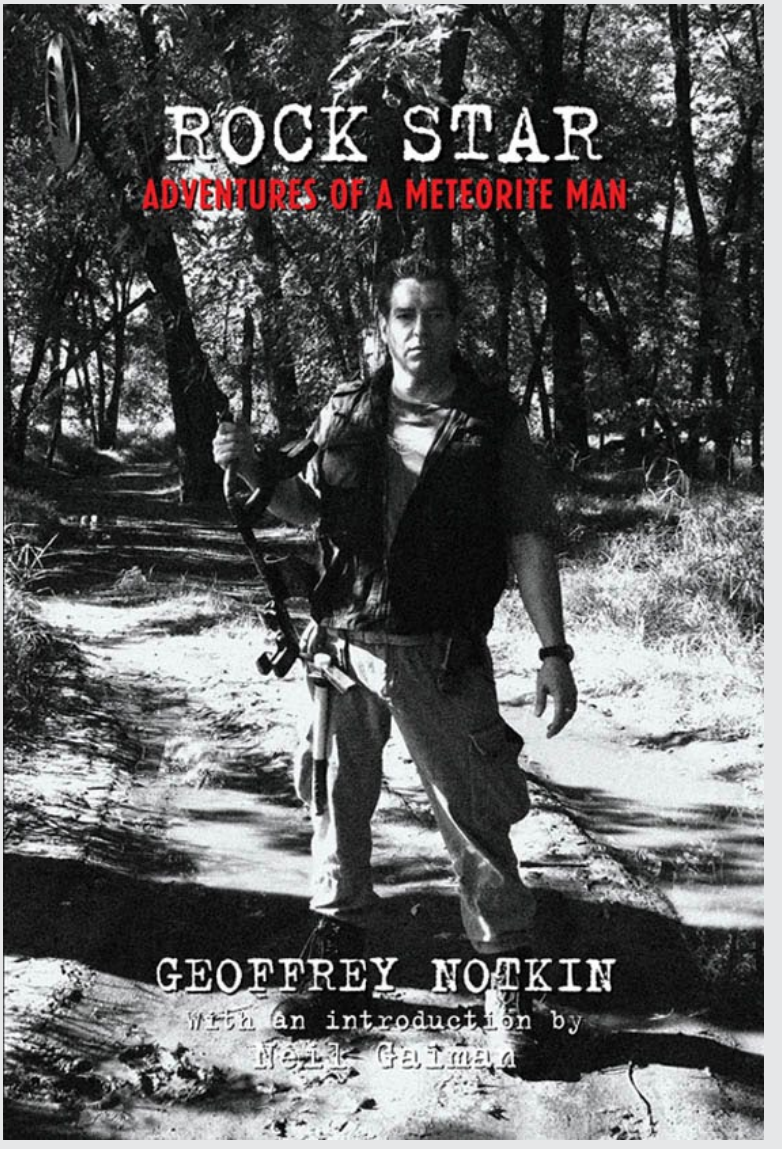
Przez dwa dni znaczną część czasu spędziliśmy, wędrując przez zielono-brązowy las, szukając meteorytów i badając kratery. Był to jeden z nielicznych momentów podczas realizacji całej trzeciej serii, gdy nie było kamer i mogłem w pełni cieszyć się tym, co robię, bez przerywania czy ciągłej potrzeby OTF (nagrywania wywiadów „on the fly", dodawanych później podczas końcowego montażu, by wyjaśniać czy komentować akcję). Andrzej szukał ze mną ramię w ramię przy pomocy jednego z moich wykrywaczy i znalazł jeden ładny meteoryt ważący około 500 gramów. Cały czas spędził boso, wędrując przez pokrzywy i drut kolczasty bez zadraśnięcia i bez słowa narzekania.

W Polsce wymyśliłem zabawną i nieco zwodniczą grę dla naszych widzów. Podczas naszej podróży umieszczałem codziennie na Twitterze wskazówkę pod hasłem #WhereAreTheMM, zapraszając śledzące nas osoby, by spróbowały odgadnąć, gdzie jestem. Każdy, kto odgadł prawidłowo, dostawał nagrodę, ale nie chciałem tego zbytnio ułatwiać.

Wskazówki zawierały takie bezużyteczne kąski, jak: „Na koniec Geoff powie — *Idź do klasztoru*;" bo był jeden na obszarze rozrzutu Moraska. Z Polski pisałem także: „Rzadkie gatunki ropuchy i ptaszka z rodzinnych stron w jednym miejscu." Spodziewałem się wprowadzić uczestników w błąd i skłonić ich do przeglądania fauny Arizony, podczas gdy w rzeczywistości miałem na myśli śpiewającego namiętnie rudzika, którego widziałem w Morasku, oraz ropuchę, którą tam zauważyłem. Znów jedno i drugie przypomniało mi moją młodość w Anglii.

Pod moimi stopami drzemały w żyznej glebie meteoryty. Za kilka tygodni powróciliśmy z całą ekipą, by nakręcić odcinek „Morasko". Przy pomocy wykrywacza Deepmax 5 odnaleźliśmy 75-funtowy meteoryt żelazny sześć stóp pod powierzchnią. Był to najgłębiej usytuowany meteoryt, jaki kiedykolwiek wykopywaliśmy ręcznie, a także najgłębiej znaleziony okaz Moraska i drugi co do wielkości.

Wszystko to czekało w przyszłości. Te spokojne godziny spędzone podczas rekonesansu w Morasku były dla mnie jednymi z najszczęśliwszych chwil podczas całej przygody z *Meteorite Men*. Wędrowałem w milczeniu, zadumany i często samotnie, przez krajobraz jak z marzeń, który był zarazem teraźniejszością i przeszłością: penetrowaniem miejsca znanego meteorytu od dawna podziwianego z daleka i powrotem we wspomnieniach do wytęsknionych, wspaniałych lasów mojego dzieciństwa.



Znany od kilkunastu lat czytelnikom *Meteorytu* Geoff Notkin przedstawia w książce ***Rock Star*** swoje nieprawdopodobne przygody na czterech kontynentach w poszukiwaniu rzadkich i cennych kosmicznych kamieni, swoją karierę zawodowego muzyka rock'n'rollowego i swoje dzieciństwo w brytyjskiej szkole publicznej rodem z Dickensa. Książkę wypełnia galeria fascynujących postaci i zabawne opowieści zza kulis realizacji licznych widowisk telewizyjnych autora. Unikalna, pozostająca w pamięci, pięknie opowiedziana historia przygód, pasji, determinacji, niebezpieczeństw, frustracji i ostatecznego tryumfu.

Książkę można kupić bezpośrednio u autora:
http://meteoritehunters.tv/rock-star-adventures-meteorite-man.htm

Meteoryt jeszcze z brodą.

Transport przez las do samochodu.