

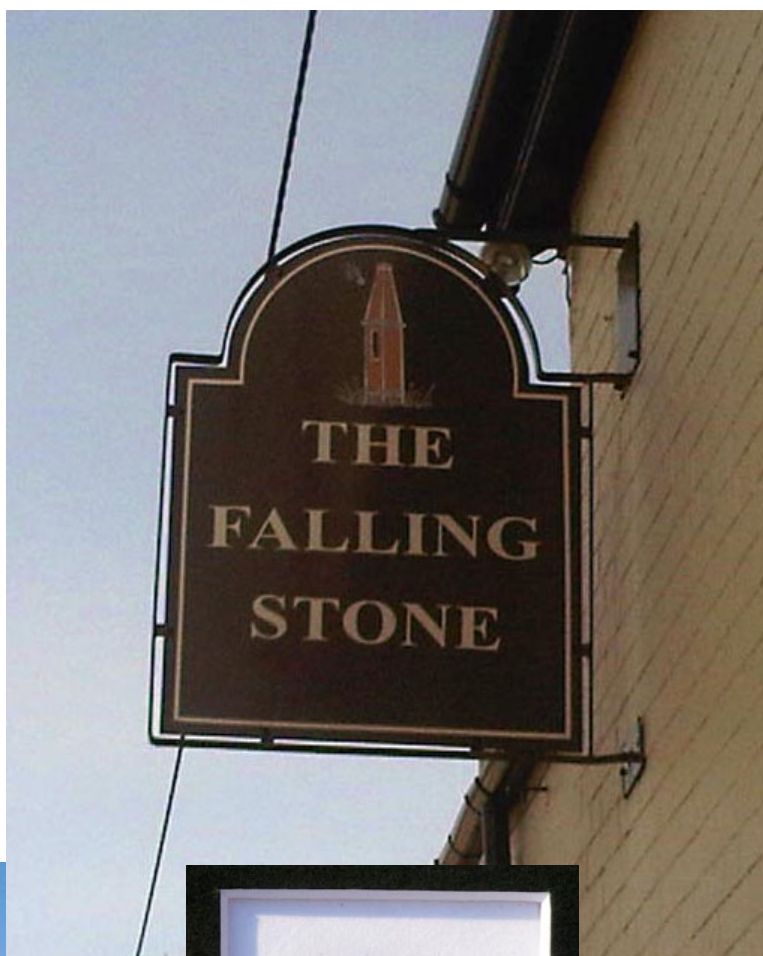
METEORYT

Nr 4 (76)

Grudzień 2010

ISSN 1642-588X

- Powrót meteorytu Wold Cottage do domu
- Odkrycie i historia meteorytu Gibeon
- Czy prymitywne achondryty są pierwotne?
- Ureility
- Szukanie meteorytu w Wisconsin po bolidzie 14.04.2010
- Meteorytowe znalezisko Brixa
- Węgiel w meteorytach
- Monachium 2010



WOLD COTTAGE
1.4 gram part slice
Chondrite L6
Fell 13th December 1795
Wold Newton, Yorkshire,
England. TKW – 25kg

METEORYT

kwartalnik dla miłośników
meteorytów

Wydawca:

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

konto:

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

Kwartalnik jest dostępny głównie
w prenumeracie. Roczna prenu-
merata wynosi w 2011 roku 44 zł.
Zainteresowanych prosimy o wpła-
cenie tej kwoty na konto wydawcy
nie zapominając o podaniu czytel-
nego imienia, nazwiska i adresu do
wysyłki. Wydawca dysponuje także
numerami archiwalnymi.

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

Redaguje i tłumaczy większość
tekstów:

Andrzej S. Pilski
skr. poczt. 6
14-530 Frombork
tel. kom. 696 805 247
aspmet@wp.pl

Skład: Jacek Drażkowski

Druk: studiomartin.pl

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 sub-
scription, for US\$35 per year. Over-
seas airmail delivery is available for
an additional US\$12 per year.

Od redaktora:

Pertraktacje z nowym redaktorem „Meteorite” trwają, a ponieważ czas
ucieka, postanowiliśmy z Jackiem zaryzykować i kontynuować wydawanie
„Meteorytu” przez ten rok bez względu na wynik pertraktacji. Potem
zobaczymy, co dalej. Można więc opłacać prenumeratę, choć pośpiechu nie
ma, bo pierwszy tegoroczny numer nie ukaże się wcześniej, jak przed
Seminarium Meteorytowym zapowiadany na 8 i 9 kwietnia w Olsztynie.
Wysokość prenumeraty na rok 2011 pozostaje bez zmian.

Poważnym argumentem za dalszym wydawaniem „Meteorytu” jest
niedokończony artykuł o Gibeonie, którego druga część ukaże się w numerze
1/2011. Svend Buhl zebrał mnóstwo ciekawych informacji, które trudno było
pomieścić nawet w dwuczęściowym artykule, dlatego zachęcam do zajrzenia
na stronę autora i sprawdzenia znajomości angielskiego lub niemieckiego.
Link jest na końcu artykułu. Po zobaczeniu wielkości obszaru rozrzutu Gibeona
elipsa rozrzutu Moraska sięgająca od Przelazów do Jankowa nie wydaje mi się
niczym nadzwyczajnym.

Deszcz meteorytów, który spadł 14 kwietnia 2010 r. w stanie Wisconsin,
USA, otrzymał nazwę Mifflin, ale relacje z poszukiwań były opublikowane
wcześniej i dlatego ta nazwa się nie pojawia. Spadły pięknie zbrekowane
chondryty L5. Na uwagę zasługuje pierwsze, świadome wykorzystanie psa
do szukania meteorytów. Mam wątpliwości, czy pies byłby w stanie wywąchać
i wykopać jakiś okaz Pultuska, ale w Wyśnym Klátowie taki wyszkolony pies
zapewne by się przydał.

Z uznaniem odnotowuję, że warsztaty meteorytowe w Wyszkowie stały się już
tradycją, i że Jacek zdążył przed ostrą zimą wziąć w nich udział. Cieszę się też
z nowej książki prof. Andrzeja Maneckiego i korzystam z okazji,
by podpowiedzieć, że można ją kupić także u mnie.

Wobec tradycyjnego opóźnienia numeru za późno na życzenia świąteczne,
ale wciąż mogę życzyć od redakcji sukcesów w rozpoczętym już Roku
Heweliusza. Zapowiada się ciekawie, gdy sonda Dawn wejdzie na orbitę
wokół Westy.

Andrzej S. Pilski

Na okładce:

Fot. 1. Pomnik oznaczający dokładne miejsce spadku Wold Cottage. Samo Wold Cottage widać
w głębi po prawej. Fot. Martin Goff.

Fot. 2. Okaz, który podarował Dave Gheesling. Fot. Simon Kench (PPA Ltd.).

Fot. 3. Winieta pubu The Falling Stone. Fot. Martin Goff.



27 listopada 2010 r. w Wyszkowie odbyły się IV Mazowieckie Warsztaty Meteorytowe zorganizowane
przez Janusza Kosinskigo. Tym razem tematem przewodnim były filmy o tematyce meteorytowej.



Wielkie zainteresowanie wzbudził album prof. Andrzeja Maneckiego ze zdjęciami pani Janiny Wrzak.

Powrót meteorytu do domu

Martin Goff

(Artykuł z kwartalnika METEORITE Vol. 16 No. 3. Copyright © 2010 ARKANSAS CENTER FOR SPACE & PLANETARY SCIENCES)

(Artykuł ukazał się najpierw w czerwcowym wydaniu IMCA Insights)

Meteorytu Wold Cottage i roli, jaką odgrywa w historii meteorytyki, nie można przecenić. Ten historyczny meteoryt był jednym z kilku słynnych spadków w okresie rozpoczętym deszczem w Barbotan, w 1790 r., a zwieńczonym deszczem w L'Aigle w 1803 r., który doprowadził do powszechnego zaakceptowania, że kamienie rzeczywiście spadają z nieba, a co więcej, że przybywają z kosmosu. Zanim przejdę do niedawnego „powrotu meteorytu do domu” dotyczącego Wold Cottage, chciałbym odświeżyć pamięć o tym historycznym spadku.

13 grudnia 1795 r. ważący 25 kg kamień spadł na pole koło Wold Cottage we wsi Wold Newton, we wschodniej części hrabstwa York. Była cicha, pochmurna niedziela, kiedy około trzeciej po południu szereg osób na tym terenie usłyszało, jak coś pędzi ze świstem w powietrzu, po czym nastąpiła seria eksplozji określanych jako ogień artylerii na morzu (Marvin 1996). Siedemnastoletni oracz nazwiskiem John Shipley zobaczył, jak czarny kamień wynurzył się z chmur i spadł na ziemię około 30 stóp od niego. Podbiegł do tego miejsca i znalazł duży kamień, który leżał w dołku w ziemi, uderzywszy w przykrytą ziemią wapienną skałę. Opisał go jako ciepły, dymiący i śmierdzący siarką. Dwaj inni robotnicy pomogli mu wydobyć kamień z dołka (Burke 1986).

Właścicielem Wold Cottage i ziemi wokół był major Edward Topham, który był także chlebodawcą Johna Shipleya. Tophama nie było, kiedy spadł meteoryt, bo pojechał do Londynu. Wrócił on do domu wkrótce po spadku i napisał do pana Jamesa Boadena, naczelnego redaktora gazety Oracle w Londynie, list opisujący szczegółowo spadek i relacje uzyskane od swych pracowników. List ten został opublikowany w wydaniu z 12 lutego. Topham był także miejscowym sędzią i w tej roli odebrał zaprzysiężone zeznania trzech

świadków i wypytywał wiele innych osób, które wówczas słyszały dźwięki na tym terenie. Topham zapisał:

„Relacje wszystkich świadków, którzy widzieli jak spadł, zgadzają się doskonale co do sposobu, w jaki spadał, i że widzieli ciemne ciało lecące przez powietrze i na koniec uderzające w ziemię: a ponieważ, z uwagi na ich sytuacje życiowe i charaktery nie mieli oni żadnego powodu składania fałszywych świadectw o tym zdarzeniu, byłem tak przeświadczony, że mogę przyznać tej sprawie pełny stopień autentyczności, że, jako sędzia, spisałem ich świadectwa pod przysięgą niezwłocznie po moim powrocie na wieś. Po najbardziej drobiazgowym zbadaniu ich dowodów nie widzę żadnego powodu, by w nie wątpić.”

Topham zorganizował później wystawienie kamienia w Picadilly, w Londynie, naprzeciw znanej powszechnie kawiarni Gloucester. Każdy, kto był gotów zapłacić 1 szylinga za wejście, mógł zobaczyć sam kamień, a także oryginalne zeznania Tophama i jego robotników. Oglądający otrzymywali także ulotkę z ryciną kamienia i opisaną jego historią (Pillinger i Pillinger 1996). Kimś, kto niewątpliwie zapłacił 1 szylinga, był Edward King, członek Royal Society i swego czasu prezes Towarzystwa Antykwarycznego. King opublikował pracę, w której porównywał kamienie z Sieny i Wold Cottage, odnotowując podobieństwo, jeśli chodzi o główne składniki i ziarna metalu.

Obserwacje Kinga, dokonane przed późniejszymi analizami Edwarda Howarda, nie zostały jednak szerzej zauważone (Pillinger i Pillinger 1996).

Także wtedy, gdy ten meteoryt był wystawiony w Londynie, Sir Joseph Banks, prezes Royal Society, widział ten kamień, zauważył jego podobieństwo do swego okazu ze spadku koło Sieny, i nabył próbkę. Nie wiemy dokładnie, jak Banks otrzymał próbkę, ale być może od samego Tophama. Ta próbka Wold Cottage i także próbki Sieny trafiły wraz z innymi meteorytami od Banksa do Edwarda Howarda. Howard był młodym, utalentowanym i otwartym na nowe koncepcje brytyjskim chemikiem. Wyseparował z próbek magnetyczne ziarna metalu, czerwone siarczki żelaza, „osobliwe kulki” i drobnoziarnistą materię matriks. Badając i porównując te składniki stwierdził uderzające podobieństwo ich mineralogii, tekstury i składu chemicznego. Stwierdził, „Te kamienie, chociaż nie przypominają w najmniejszym stopniu żadnej ze znanych już substancji mineralnych, ani natury wulkanicznej ani żadnej innej, wykazują bardzo osobliwe i uderzające podobieństwo do siebie wzajemnie.” Dalej potwierdził obecność niklu w ziarnach metalu w meteorytach kamiennych, a także w tak zwanym „żelazie rodzimym”, które badał (Marvin 2001). Te meteoryty kamienne i żelazne, które były różnych typów, spadły w różnych krajach i w różnym czasie, wszystkie miały jedną wspólną rzecz — obecność niklu.



Fot. 1. Pomnik oznaczający dokładne miejsce spadku Wold Cottage. Samo Wold Cottage widać w głębi po prawej. Fot. Martin Goff.

W 1799 r. Topham postawił na swej ziemi pomnik z cegły oznaczający miejsce spadku, z wygrawerowaną tablicą, na której czytamy:

Here
On this spot,
December 13, 1795
Fell from the atmosphere
An extraordinary stone.
In breadth twenty-eight inches
In length thirty-six inches,
And
Whose weight was fifty-six pounds.
This column In memory of it
Was erected by
Edward Topham
1799

(Tu w tym miejscu, 13 grudnia 1795 spadł z atmosfery niezwykle kamień. O szerokości dwudziestu ośmiu cali, o długości trzydziestu sześciu cali i który ważył pięćdziesiąt sześć funtów. Tę kolumnę na pamiątkę tego zbudował Edward Topham 1799)

Meteoryt Wold Cottage został ostatecznie sprzedany za nominalną sumę 10 gwinei Jamesowi Sowerby w roku 1804. Sowerby utworzył, obok swego domu w Londynie, muzeum i po wymianie licznych listów między nim a Tophamem, nabył ten meteoryt, by go tam wystawić. Sowerby był oczywiście bardzo dumny z tego szczególnego dodatku do swego muzeum, bo umieścił go w tle na swoim portrecie namalowanym przez Thomasa Heaphy w roku 1818. Bryła Wold Cottage została później zakupiona w 1835 r. przez British Museum (obecnie Natural History Museum), w którym wciąż się znajduje. Natural History Museum ma wkrót-

ce uzyskać nową, specjalnie zaprojektowaną galerię meteorytów i mam nadzieję, że główna masa Wold Cottage będzie tam miała poczesne miejsce.

Tak więc meteoryt Wold Cottage odegrał kilka ważnych ról w przemianie opinii publicznej i naukowców od niewiary, że kamienie spadają z nieba, do akceptacji, że tak się dzieje i co więcej, że przybywają one z kosmosu.

Po pierwsze: Był to jeden z kilku meteorytów, które spadły między rokiem 1790 a 1803, które sprawiły, że trudniej było ignorować fakt, że kamienie rzeczywiście spadają z nieba, i że nie są to ziemskie obiekty, które jakoś spadają z powrotem na Ziemię.

Po drugie: Analizy chemiczne wykazały obecność niklu, co wiązało go z innymi podobnymi kamieniami i żelazem. Te analizy przygotowały także drogę do badania innych meteorytów, co powiększało rosnącą liczbę danych na ten temat.

Po trzecie: Pozycja Tophama jako sędziego niewątpliwie zwiększyła postrzeganą wartość zebranych przez niego zeznań świadków. Jego reputacja jako niemal obsesyjnego poszukiwacza prawdy miała w owym czasie znaczną wagę dla publiczności (Pillinger i Pillinger 1996). To i fakt, że był on osobą publicznie znaną, sprawiło, że goście tłumnie odwiedzali meteoryt Wold Cottage na wystawie. Gdyby major Edward Topham nie był odbiorcą spadku meteorytu na swej ziemi i nie upublicznił tego zdarzenia, jak to zrobił, to wątpię, czy meteoryt Wold Cottage byłby tak ważny, czy tak dobrze pamiętany, jako kamień milowy meteorytyki, tak jak jest dziś.

W lipcu 2009 r. wraz z rodziną miałem przyjemność spędzić tydzień w Wold Cottage. Chcieliśmy spędzić część wakacji w tej okolicy i postanowiliśmy, że latem 2009 r. nadeszła pora, by to zrobić. Ponieważ mamy małą córeczkę, potrzebne było zakwaterowanie z możliwością przygotowywania posiłków, więc zacząłem poszukiwania kwater na tym terenie. Mając bzika na punkcie meteorytów (jak twierdzi moja żona, z czym się całkowicie zgadzam) sprawdziłem oczywiście Wold Cottage i okazało się, że oferują nie tylko pokoje ze śniadaniem, ale i dwa domki z możliwością gotowania. To było to! Nie trzeba było więcej informacji i miejsca zostały zarezerwowane. Po zobaczeniu okazji Wold Cottage w mojej gablocie, moja żona skojarzyła fakty i zrozumiała, dlaczego wybrałem akurat to miejsce. Jej obawy, że mój entuzjazm do meteorytów przesłoni rzetelną ocenę jakości oferowanych noclegów, zostały całkowicie rozwiane po przybyciu na miejsce. Co za fantastyczne miejsce! Długa droga zapewnia piękne widoki na otaczające wzgórza i pola, a po pokonaniu ostatniego zakrętu pojawia się historyczny Wold Cottage z czerwonej cegły. Domki dla gości są w przebudowanej stodole nieco z boku właściwego Wold Cottage. Otacza je osobny ogród z tarasem i miejscem na grilla do użytku gości. Trudno by było znaleźć bardziej idylliczne miejsce, a dla mnie dodatkową atrakcją był widok na sąsiednie pole, gdzie znajdował się ceglany pomnik oznaczający miejsce spadku z 1795 r. Gdy Katrina Gray (która jest właścicielką wraz z mężem Derekiem) pokazała nam dokładnie nasz domek, doleciał nas zapach świeżo upieczonego chleba. Była także butelka warzonego lokalnie piwa Falling Stone i muszę przyznać, że było wyśmienite (upewniłem się, że zabrałem skrzynkę ze sobą do domu). To piwo było warzone dla upamiętnienia spadku z 1795 r. i na etykietce ma zdjęcie pomnika, które zrobił Derek. Miejsceowy pub, także nazwany The Falling Stone, znajduje się w pobliskiej wiosce Thwing. Oczywiście podają tu piwo Falling Stone i mogą także polecić ich jedzenie. W sumie nie było żadnych niedogodności podczas naszego pobytu i mnóstwo rzeczy godnych pochwały z wieloma miłymi akcentami. Derek i Katrina byli serdeczni i gościnni, kiedy trzeba, ale przez resztę czasu zosta-



Fot. 3. Pub The Falling Stone. Fot. Martin Goff.

wiali nas samym sobie, co w moich oczach jest cechą dobrego gospodarza.

Gdy Derek i Katrina dowiedzieli się o moim zainteresowaniu meteorytami, pokazali mi trochę pamiątek po Edwardzie Tophamie w głównym budynku, a także trochę historycznych zdjęć samego meteorytu. W roku 1999 mieli oni nawet główną masę meteorytu Wold Cottage, który przywiozła z NHM dr Monica Grady, by uczcić dwustulecie postawienia pomnika przez majora Edwarda Tophama. Podczas pobytu meteorytu musieli mieć policjanta na służbie, chociaż dr Grady sama przywiozła meteoryt w plecaku przez całą drogę z Londynu (Gray, prywatna informacja).

To podczas tego oglądania pamiątek po Tophamie odkryłem ze zdumieniem, że nie mają oni w ogóle żadnego okazu meteorytu Wold Cottage. Naprawdę oniemiałem z wrażenia, bo sądziłem, że gdzieś jak gdzieś, ale w tym miejscu jakiś okaz powinien być na wystawie. Obiecałem Derekowi i Katrinie, że rozejrzą się za jakimś fragmentem, ale żeby nie mieli wielkich nadziei, bo okazy Wold Cottage rzadko pojawiają się na rynku. W porę powiadomiłem ich o okazach oferowanych na aukcji Roba Eliotta, ale przekraczały one ich możliwości finansowe. Potrzebowali oni kilkugramowego okazu, który mógłby być oprawiony i wystawiony razem z innymi pamiątkami. Zauważyłem następnie ważącą 1,44 g płytkę ze skorupą, którą na swej stronie internetowej (www.fallingrocks.com) oferował tylko na wymianę Dave Gheesling. Skontaktowałem się z Dave'm, opowiedziałem mu o Dereku i Katrinie i spytałem, czy nie mógłby na tę okazję sprzedać okazu, zamiast go wymieniać. Zgodził się ze mną, że to nie do przyjęcia, że nie mają oni żadnego okazu na wystawie, i zrobił bardzo wspaniałomyślny gest oferując okaz za darmo. Wszystko, co chciał w zamian, to zdjęcie Dereka i Katriny stojących obok okazu wystawionego w ich domu. Cóż, powiedzieć, że byli oni zachwyceni, to grubo za mało. To było coś, co starali się uzyskać od wielu lat i wreszcie mogli pokazać fragment Wold Cottage w tym właśnie Wold Cottage, od którego meteoryt wziął nazwę.

Ponieważ działałem jako pośrednik w tym wydarzeniu, pomyślałem, że przynajmniej mógłbym odpowiednio oprawić okaz razem ze zdjęciem pomnika, by zrobić odpowiednią witrynę do



Fot. 4. Martin Goff (w środku) przekazuje oprawiony okaz Wold Cottage Derekowi i Katrinie Gray. Obecna Nicola Markham z Visit Hull and East Yorkshire. Fot. Sean Spencer (Hull news and pictures).

powieszenia na ścianie. Podczas mojej wizyty latem zrobiłem wiele zdjęć, z których jedno całkiem mi się podobało, zrobione w piękny, słoneczny dzień z Wold Cottage w tle. Uznałem, że będzie ono w sam raz i zabrałem się za organizowanie oprawy. Z powodu obowiązków służbowych trwało to dłużej, niż się spodziewałem, ale gdy była gotowa, skontaktowałem się z Derekiem i Katriną, by uzgodnić sposób przekazania im okazu. Do tego czasu historia powrotu do domu fragmentu Wold Cottage zainteresowała media. Skontaktowało się ze mną wielu dziennikarzy i miałem wywiad dla radia BBC Humberside. To radio umówiło się także na wywiad na żywo tego ranka, kiedy będę wyjeżdżał, by przekazać okaz. Tak więc 16 kwietnia 2010 r. po bezsennej nocy z powodu doglądania chorej, dwuletniej córeczki, miałem wywiad na żywo w *Andy Comfort's Breakfast Show* (jeśli ktoś to słuchał, proszę wybaczyć potknięcia; nie byłem w pełnej formie). Potem pojechałem do Wold Cottage na uroczyste przekazanie i spotkałem całkiem sporo fotoreporterów i ekipę BBC TV i radio. Był niezły cyrk medialny i Derek, Katrina oraz ja cały dzień byliśmy zajęci, choć muszę przyznać, że to była dobra zabawa i naprawdę mi się to podobało. Byłem szczęśliwy i zaszczycony, że mogę zrobić ten prezent i odegrać skromną rolę w tej historii. Szkoda tylko, że Dave nie mógł tu być, by wręczyć prezent osobiście. Derek i Katrina nie posiadali się z radości. „Mieć kawałek meteorytu Wold Cottage znów w domu, to coś zdumiewającego.”

Oprawiony okaz Wold Cottage wisi teraz dumnie w jadalni wraz z innymi

pamiątkami związanymi z meteorytem i Tophamem. To odpowiedni dom dla niego i prawdziwy meteorytowy powrót do domu.

E-mail: msgmeteorites@googlemail.com

Źródła:

Burke J. G. 1986. *Cosmic Debris — Meteorites in History*. University of California Press.

Gray D. i Gray K. 2009. Prywatna informacja.

Marvin U. B. 1996. Ernst Florens Friedrich Chladni (1756–1827) and the origins of modern meteorite research. *Meteoritics and Planetary Science* 31:545–588.

Marvin U. B. 2001. Stones which fell from the sky. W *Meteorites — Their Impact on Science and History*. Zanda B i Rotaru M., red. Cambridge University Press str. 16–29.

Pillinger C. T. i Pillinger J. M. 1996. The Wold Cottage meteorite: Not just any ordinary chondrite. *Meteoritics and Planetary Science* 31:589–605.

Martin Goff ma 34 lata i mieszka w Lancashire, w Wielkiej Brytanii. Ma żonę Nicky i dwupółletnią córeczkę Phoebe. Pracuje jako oficer śledczy w Greater Manchester Police. Pierwszy swój meteoryt (mały Campo del Cielo) kupił w 2007 roku i teraz jest już dojrzałym maniakiem meteorytowym. Jest na pół Francuzem i prócz swej ogólnej kolekcji meteorytów postawił sobie cel zebrania kolekcji wszystkich meteorytów z Francji i Wielkiej Brytanii złożonej z okazów powyżej 1 grama. Cel niemożliwy do osiągnięcia, ale wielka przyjemność próbować.

M.G.

Meteoryty żelazne Gibeon

Część I: Odkrycie i historia

Svend Buhl

(Artykuł z kwartalnika METEORITE Vol. 16 No. 3. Copyright © 2010 ARKANSAS CENTER FOR SPACE & PLANETARY SCIENCES)

Preludium

Na długo przedtem, zanim współczesny człowiek ujrzał dzikie urwiska i falujące wzgórza wyżyny Nama, na niebie nad Kalahari i Afryką Południową rozegrał się kosmiczny spektakl nie mający równego sobie w obecnych czasach. Z lodowatych głębin kosmosu wtargnęła w ziemską atmosferę pod małym kątem, 10° do 20°, z północnego zachodu, solidna bryła żelaza o wielkości z grubsza 4×4×3 m. Jeszcze wysoko w atmosferze rosnący opór powietrza rozerwał bryłę i meteoroid rozpadł się na kawałki w końcowej eksplozji, która zatrzęsała krainą na setki mil. Ciągąc za sobą ogniste ślady kawałki i strzępy kosmicznego intruza kontynuowały szybkie opadanie. W strumieniach plazmy ich powierzchnie topiły się i, podczas gdy stopiona materia była nieustannie odrywana przez strumień powietrza, formowały się różnej wielkości bryły z głębokimi wklęsłościami. Gdy uderzyły w sawannę wokół wygasłego wulkanu zwanego dziś strukturą Brukarros, grzmot końcowej eksplozji przetoczył się przez kaniony i równiny.

Odkrycie

Po zakończeniu podróży po Afryce Południowej, podczas której przebył prawie 4000 mil, James Edward Alexander, kapitan w służbie brytyjskiej i podpułkownik w służbie portugalskiej, opublikował w 1838 r. dwutomowe dzieło pod tytułem „An Expedition Of Discovery Into The Interior of Africa” (Alexander 1838). Dla nas interesujące jest w relacji Alexandra to, że wspomina on o kilku okazach rodzimego żelaza na wschodnich brzegach rzeki Great Fish. Alexander nigdy sam tych brył nie oglądał, ale zdołał uzyskać próbkę, która potwierdzała opowieści jego zwiadowców. Po powrocie wysłał próbkę do Sir Johna Herschela, prezesa Literackiego i Naukowego Instytutu Południowej Afryki.

Doniesienie Herschela (Herschel 1839) dołączone do dodatku kapitana

Alexandra „Okazy minerałów” na str. 272, jest pierwszym zanotowanym opisem okazu meteorytu z terenu, który miał stać się największym znanym obszarem rozrzutu pozaziemskich ciał na Ziemi. Herschel wyznaczył, że próbka zawiera 4,61% niklu i stwierdził: „Tak więc okazuje się, że okaz przywieziony do domu przez kapitana Alexandra ma takie samo prawo do meteorytowego pochodzenia, jak każda z tych brył rodzimego żelaza niklonośnego, które znaleziono w innych miejscach, i którym przypisuje się to pochodzenie bez innych dowodów.”

Herschel widział rzeczywiste znaczenie odkrycia kapitana Alexandra w tym, że bryły tworzyły obszar rozrzutu: „Jednak to, co stanowi szczególną i ważną cechę odkrycia kapitana Alexandra, to stwierdzenie przez niego fakt występowania brył tego rodzimego żelaza w obfitości, rozrzuconych na znacznej powierzchni kraju. Jeśli im wszystkim przypisać meteorytowe pochodzenie, to musiał spaść deszcz żelaza, a ponieważ nie możemy wyobrazić sobie żadnej przyczyny eksplozji brył żelaza i trudno znaleźć siłę zdolną rozerwać na kawałki zimny blok tego bardzo trwałego materiału, musimy z konieczności dojść do wniosku, że musiał on przybyć w stanie zlepionym i został rozrzucony wokół przy pomocy powietrza lub w inny sposób, w stanie stopionym, albo przynajmniej zmiekkczonym.”

Shepard i żelazo Rzeki Lwa

Następny ważny rozdział historii

meteorytu żelaznego Gibeon otworzyła w 1853 roku publikacja dr Charlesa Uphama Shepadaa „Notice of Lion River, South Africa, Meteoritic Iron” (Shephard 1853). W swej pracy Shephard opisał okoliczności odnalezienia ważącej 178 kg bryły meteorytowego żelaza na ilastej równinie koło Rzeki Lwa i przetransportowania jej przez pana Johna Gibbsa na wozie ciągniętym przez woły do Kapsztadu. Meteoryt ten został wysłany do Londynu, gdzie został zakupiony przez mineraloga królowej Wiktorii, profesora Johna Tennanta, który przesłał go przez Nowy Jork profesorowi Charlesowi Shepardowi z Amherst College w Massachusetts. Najwyraźniej bryła znad Rzeki Lwa była pierwszym całkowitym okazem meteorytu Gibeon, jaki kiedykolwiek był badany naukowo w USA.

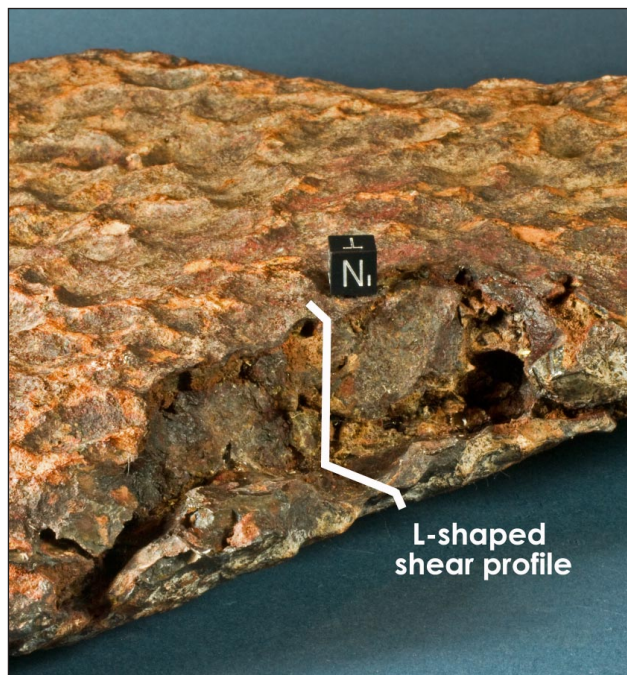
Shepard wykonał analizy metalurgiczne i zrobił gruntowny opis wyglądu zewnętrznego meteorytu, wspominając także o śladach cięcia okazu: „To częściowe cięcie zrobili mieszkańcy Namy, by wytworzyć groty strzał



Fot. 1. Wążący 29,9 kg okaz Maitahöhe o kształcie tarczy prezentuje dobrze zachowane regmaglipty, co wskazuje na bardzo umiarkowany stopień trawienia w gruncie. Kilka płaszczyzn ścinania na brzegach świadczy o gwałtownej eksplozji w powietrzu.



Fot. 2. Poszerzona szczelina po fragmentacji w powietrzu (3 mm szerokości po przeciwnej stronie) wyrzeźbiona przez atmosferyczną ablację.



Fot. 3. Profil ścicia w kształcie litery L na brzegu meteorytu jest tylko nieznacznie przekształcony przez ablację atmosferyczną.

i włócznie; na powierzchni bryły można także zobaczyć ślady dwóch lub trzech nieudanych prób odcięcia”.

Dodatkowo Shepard pierwszy skomentował miejsce znalezienia okazu, który znaleziono tam, gdzie spadł. Opisał warstwę ilu, z której otrzymał próbki, jako „zwarłe i twarde margle przeniknięte żyłami piritu, które najwidoczniej wypełniały miejsca zajmowane przedtem przez skamieniałe muszle. Można więc przypuszczać, że należy do utworów trzeciorzędu. Jako że bryła żelaza prezentuje idealnie czystą i prawie nie utlenioną powierzchnię, to jest możliwe, że albo spadła bardzo niedawno, albo że do niedawna znajdowała się wewnątrz tej formacji, co chroniło ją przed rdzewieniem.”

Brezina, Cohen, Berwerth i żelazo z Mukerop

W roku 1902 Aristides Brezina i Emil Cohen przedstawili obszerny opis ważącej 178 kg bryły żelaza, którą znaleziono w 1899 r. koło Mukerop (Mukorob). Po wykonaniu kopii meteoryt został przecięty pod nadzorem prof. Fraasa na środkową część, 16 kg, i dwa końcowe bloki 86 kg i 61 kg. Środkowa część powędrowała do gabinetu przyrodniczego w Stuttgartu i na stoły czołowych wówczas ekspertów od meteorytów żelaznych, Emila Cohena i Aristidesa Brezina.

Po wytrawieniu okazu Brezina zauważył, że na mniej więcej jednej trzeciej przekroju figury Widmanstättena są

bardzo słabe, co przypisał temu, że w tej części meteorytu płytki taenitu są cienkie, a kamacyt jednorodny. Jako wytłumaczenie tego Brezina i Cohen zaproponowali powolne ponowne ogrzewanie ciała macierzystego po jego uformowaniu i ostygnięciu. Jako akcesoryczne części autorzy opisują schreibersyt, troilit i grafit. Zawartość niklu podają jako 8,19%. Porównując wyniki swych analiz chemicznych z wynikami dla meteorytów z Bethany i znad Rzeki Lwa, stwierdzają, że wszystkie trzy znaleziska pochodzą z jednego spadku. W tym samym roku, co Cohen i Brezina, Friedrich Berwerth (1902) z Muzeum Przyrodniczego w Wiedniu powiadamia o pierwszym odkryciu enstatytu w próbce z Mukerop.

Dr Paul Range — Pierwsza systematyczna kolekcja

Do roku 1911, poza czterema bryłami znanymi już Brezinie i Cohenowi, wysłano do Niemiec, poprzez kolonialną kompanię Hesselbach, kilka innych okazów. Przynajmniej trzy powędrowały do Muzeum Mineralogicznego Uniwersytetu w Hamburgu. Dwa mniejsze z nich zostały pocięte na płytki i wykorzystane do wymian z różnymi muzeami na całym świecie, w tym Smithsonian Institution. Największa bryła, 420 kg, do dziś pozostaje w hamburskiej kolekcji.

W roku 1911 główny geolog kolonialnej administracji Niemieckiej Afryki Południowo-Zachodniej, dr Paul

Range, otrzymał polecenie gubernatora, by zbadać miejsca znalezienia i zakupić wszystkie pozostałe meteoryty z terenu Mukerop. Range przyznaje, że było to „dość ciekawe polecenie”. Tak więc między rokiem 1911 a 1913 odwiedzał on często farmy Amalia, Gomas, Kameelhar i inne w okolicy Gibeona. Razem z farmerem Piet van der Westhuizenem Range penetrował konno szerszy obszar poszukując z powodzeniem innych, nie odnalezionych dotąd okazów. „Podczas naszych podróży po kraju przy różnych okazach znajdowaliśmy tych posłańców z innego świata w miejscach, w których spadli oni na Ziemię.”

Poszukiwania Range’a ujawniły 51 meteorytów wliczając znalezione wcześniej. Łączna waga tych brył żelaza wyniosła 15 396 kg. 37 brył, zgromadzonych później w publicznym parku w Windhoek, pochodzi właśnie ze zbioru Range’a. Po kilku darowiznach do zagranicznych muzeów i najwybitniejszych kolekcjonerów, włącznie z ważącą 650 kg bryłą, która powędrowała do Muzeum Afryki Południowej, pozostały 33 okazy. Z nich 28 wciąż znajduje się na publicznej wystawie na Promenadzie Pocztowej w Windhoek.

Spencer i Citron — rozciąganie obszaru rozrzutu

W następnych latach znaleziono dalsze okazy i w 1930 r. liczba znanych meteorytów Gibeon wzrosła do 54.

Spencer (1941) zwrócił uwagę na ich niezwykle szeroki rozrzut obejmujący powierzchnię kilkuset mil kwadratowych. Na podstawie znacznej wielkości większości znalezisk Spencer stwierdził, że ten deszcz musiał być „raczej rojem meteorytów niż jedną bryłą, która rozpadła się w ziemskiej atmosferze.”

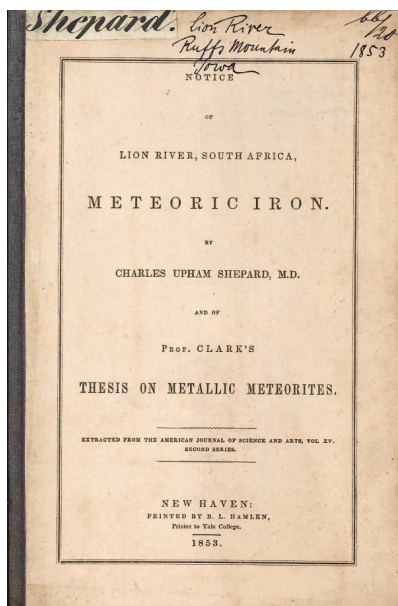
W 1967 r. Robert Citron podjął nieocenione badania rozrzutu meteorytów żelaznych Gibeon. Citron odrzucił pomysł roju meteorytów podróżujących razem w kosmosie i zaproponował, że w istocie meteoryty Gibeon pochodzą z jednego ciała, które rozpadło się na kawałki podczas przelotu przez atmosferę. Citron sporządził także nową mapę rozrzutu z miejscami znalezienia wielu z 65 znanych wówczas okazów. Dzięki jego pracy poznaliśmy ogromne rozmiary obszaru rozrzutu. Choć przynajmniej 53 z 65 znanych brył znaleziono na terenie o powierzchni 300 mil kwadratowych wewnątrz 20 mil, 25°10' S i 18°00' E ze strukturą Bukarros w środku, pozostałe 12 brył było rozsianych po ogromnym obszarze aż do 145 mil od tego miejsca. Maksymalna odległość między dwoma meteorytami znalezionymi w miejscach ich spadku wynosi 230 mil (Kamkas i Kinas Putts).

Citron przypuszczał także, że odkryty przez niego krater Roter Kamm może być strukturą związaną z meteorytem Gibeon. Jednak Dietz (1965) był przekonany, że ten krater, którego meteorytowe pochodzenie zostało później potwierdzone, jest starszy niż wiek ziemski meteorytów Gibeon. Niedawne badania zawartości platynowców i ich stosunków wskazują, że pocisk, który utworzył Roter Kamm, miał skład chondrytowy, co wyklucza meteoryt Gibeon, jako przyczynę. Obecnie ocenia się wiek krateru Roter Kamm na około 5,1 miliona lat (Hecht et al. 2008).

Vagn F. Buchwald — szczegółowa klasyfikacja

Buchwald w drugim tomie swego *Handbook of Iron Meteorites* (Buchwald 1975) przedstawił obszerny przegląd badań Gibeona i zaprezentował inną mapę uwzględniającą także wiele okazów, dla których nie przekazano dokładnych miejsc znalezienia.

Według Buchwalda Gibeon należy do typu IVA i jest polikrystalicznym oktaedrytem drobnoziarnistym o szerokości pasków Widmanstättena 0,30



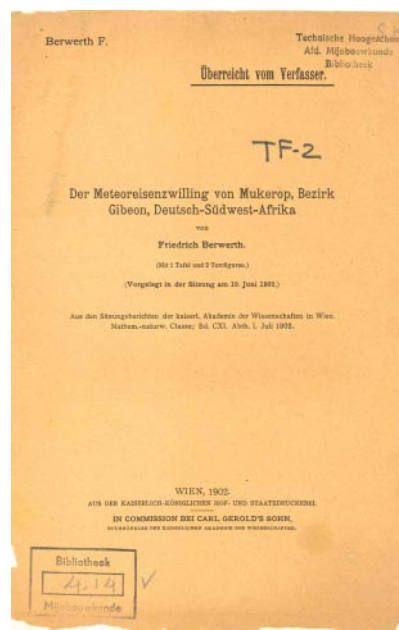
Fot. 4. Dr Charlesa Uphama Sheparda, 1853, Notice of Lion River, South Africa, Meteoritic Iron.

$\pm 0,05$ mm. Zawartość niklu jest podana 7,93% wagowo, a kobaltu 0,41% wagowo. Buchwald odnotował także występowanie na kilku badanych okazach skorupy obtopieniowej i utworów spływania. Ponieważ na wielu przekrojach Gibeona widać na brzegach strefy przeobrażone działaniem ciepła, Buchwald twierdził, że niewiele materiału zostało utracone w wyniku utleniania i erozji.

Maltahöhe — mocny dowód na rozpad w powietrzu

Inny utwór opisany przez Buchwald, to przeobrażenia struktury w wielu Gibeonach, które wskazują na gwałtowne rozerwanie w powietrzu. Na wielu okazach widać spękania w wyniku rozciągania i skręcania z licznymi zwężeniami, skręceniami, uskokami i wyszarpaniami. „Wciąż powszechnie akceptuje się, że te plastyczne deformacje, tak powszechne w Gibeonie, są spowodowane uderzeniem w ziemię. Nie może to jednak być prawdą, ponieważ te zniekształcenia często występują w licznych miejscach wzdłuż brzegu i ponadto prawie zawsze uwidoczniają zwężenia i inne skutki deformacji wskutek rozciągania i ścinania, zamiast ściskania w wyniku uderzenia w ziemię”.

Buchwald wymienia także dowody na znaczne ogrzanie niektórych okazów Gibeona przez krótki okres czasu, prawdopodobnie w wyniku gwałtownego rozrywania w atmosferze. „Może nie być to tylko przypadek, że większość



Fot. 5. Opis i analiza meteorytu z Mukerop radcy dworu, dr Friedricha Berwerta (1850–1918).

ogrzanych okazów pochodzi z peryferyjnych części obszaru rozrzutu i reprezentuje wobec tego materiał, który został odrzucony na 100–200 km od centralnego obszaru.”

Podczas zbierania materiału do tego artykułu autor miał sposobność nabyć nie opisywany dotąd okaz meteorytu Gibeon, który dostarczył dodatkowego dowodu na gwałtowne rozerwanie ciała Gibeona w atmosferze. Wążącą 29,96 kg bryłę znalazł w 1985 r. Manfred Gollub na swej farmie położonej między Mal-tahöhe a Gibeonem i wysłał do Niemiec pod nazwą miejsca znalezienia. Przy wymiarach 42×36×6,6 cm meteoryt ten tworzy płaską, z grubsza owalną tarczę zwężającą się ku postrzępionym brzegom. Jedną, nieco wklęsłą powierzchnię pokrywają płytkie regmaglipty mające średnio 2 cm średnicy i 1,2 cm głębokości, które rozmieszczone są w sposób przypadkowy. Przeciwna powierzchnia jest lekko wypukła i poza wyżłobieniem o długości 15 cm nie posiada większej rzeźby powierzchni.

Jedna trzecia, z grubsza owalnego brzegu tarczy, ma wyżłobienia w kierunku strony z regmagliptami, najprawdopodobniej w wyniku ablacji atmosferycznej. Pozostałe dwie trzecie, to postrzępione powierzchnie ścinania wyraźnie wskazujące na oderwanie brzegu wzdłuż płaszczyzny o grubości 4–5 cm. Krótkie pęknięcia wskutek rozszerzania się, klinowate szczeliny i dwie poskręcane wypukłości w kształcie półwyspów, świadczą o gwałtownej i niekompletnej fragmentacji. Po-

mimo pewnego stopnia ablacji na brzegach wszystkie te utwory nadal mają poskręcany wygląd szrapnela charakterystyczny dla powierzchni ścinania. Wszystkie te struktury są tylko nieznacznie zmienione przez ablację. Warto zauważyć, że wzdłuż części brzegu to oderwanie pozostawiło schodkowy profil ścinania, to znaczy odcinane części oderwały więcej materiału ze strony pokrytej regmagliptami niż z przeciwnej, płaskiej strony. Można to przypisać gradientowi temperatury, różnicom w głębokości ogrzania i wynikającym stąd różnym współczynnikom rozszerzania między tymi dwiema stronami w momencie rozrywania.

Chociaż nie zachowała się skorupa obtopieniowa, ogólnie korozję bryły Maltahöhe można uznać za umiarkowaną. Regmaglipty są nadal wyraźnie widoczne, a na pęknięciach wskutek rozszerzania widać tylko powierzchowne rzeźbienie i wygładzanie.

Dowód ablacji atmosferycznej po rozerwaniu występuje w postaci kształtu regmagliptów rozciągających się na brzegi i ścięte powierzchnie. Jedno z pęknięć wskutek rozszerzania na brzegu ciągnie się na płaską powierzchnię, gdzie widać, jak pogłębia się i poszerza w podobne do kanału wyżłobienie. Gładkość i jednostajność, z jaką 3-mm pęknięcie przekształca się w głębokie i szerokie na 12×12 mm, a także brak innych przesadnych utworów na okazy, sugeruje bardziej uformowanie się w wyniku ablacji atmosferycznej niż ziemskiej korozji.

Bryła Maltahöhe nie tylko dostarcza dowodu na jedną czy kilka gwałtownych atmosferycznych fragmentacji meteoroidu Gibeon, ale również dowodzi ciągłej ablacji spadających ciał po gwałtownym rozerwaniu. Sądząc na podstawie regularnego tempa ablacji innych meteorytów żelaznych (~0,18 cm/s, Lowering et al. 1960)

i głębokości pogłębienia pęknięcia po rozszerzaniu, można przypuszczać, że rozerwanie nastąpiło na początku spadania, co pozwoliło na znaczną dalszą ablację w naddźwiękowym strumieniu plazmy.

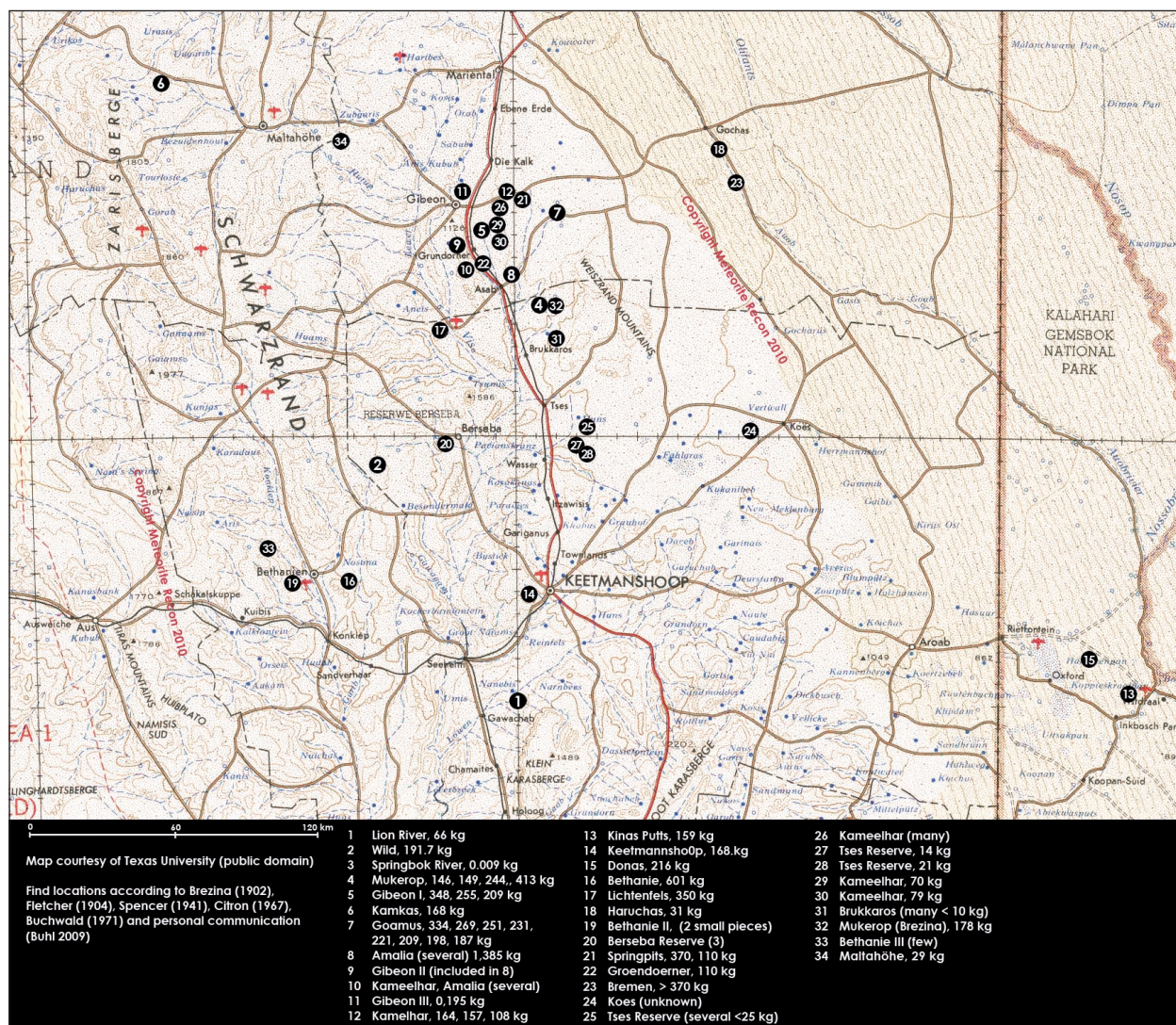
W następnej części: *Badania po Buchwaldzie*.

Dalsze informacje można znaleźć na www.meteorite-recon.com/en/Gibeon_Iron_Meteorites_1.htm

E-mail: info@niger-meteorite-recon-de

Źródła

Alexander J. E. 1838. Report of an expedition of discovery, through the countries of the Great Namaquas, Boschmans and the Hill Damaras, in South Africa. *Journal of the Royal Geographical Society* 8:8ff.



Fot. 6. Miejsca znalezienia meteorytów Gibeon według Breziny, Fletchera, Spencera, Citrona, Buchwalda i prywatnych informacji od miejscowych znalców.

Berwerth F. 1902. Der Meteoreisen-zwilling von Mukerop, Bezirk Gibeon, Deutsch-Südwest-Afrika. Wyciąg z: *Sitzungsber. der kaiserl. Akademie der Wiss.* CXI:1ff.

Brezina A., Cohen E. 1902. Über ein Meteoreisen von Mukerop, Bezirk Gibeon Grossnamaland. *Jahresh. Ver. Vaterländ. Naturk.* 58:292-302.

Buchwald V. F. 1975. *Handbook of Iron Meteorites*. Tom 1-3, Berkeley

Citron R. A. 1967. *On the Distribution of the Gibeon Meteorites of South-West Africa*.

Dietz R. S. 1965. Roter Kamm, South-west Africa: probable meteorite crater. *Meteoritics* 2:311 ff.

Fletcher L. 1904. On various masses of meteoritic iron reported to have been found in Great Namaqualand and the adjacent region. *Mineralog. Mag.* 14:28-36.

Golub P. et al. 1986. Emission and ablation of a large meteoroid in the co-

urse of its motion through the Earth's atmosphere. *Solar System Research* 30:183.

Hecht L., Reimold W. U., Sherlock S., Tagle R., Koeberl C., Schmitt R.-T. 2008. New impact-melt rock from the Roter Kamm impact structure, Namibia: Further constraints on impact age, melt rock chemistry and projectile composition. *Meteoritics & Planetary Science* 43:1201-1218.

Herschel A. S. 1839. Notice of a chemical examination of a specimen of native iron from the east bank of the Great Fish River. *South Africa Phil. Mag.* 14:32-34.

Lovering J. E. et al. 1960. Temperatures and mass losses in iron meteorites during ablation in the Earth's atmosphere. *Geochimica et Cosmochimica Acta* 19:156-158.

Olejnikov V. P. et al. 1978. On the ablation mechanism of an iron meteorite under the action of supersonic plasma

flux. W *Nizkotemperaturn. plazma v kosmosie i na Zemle*. Moskwa str. 277-286.

Range p. 1913. Meteoriten aus Deutsch-Südwest-Afrika. W *Mitteilungen aus den Deutschen Schutzgebieten*, vol. 26, dr H. Marquarsden (red.), str. 341 ff.

Shepard C. U. 1853. Notice of Lion River, South Africa, meteoritic iron. Wyciąg z: *The American Journal of Science and Arts*, vol. XV, druga seria, str. 1 ff.

Spencer L. J. 1941. The Gibeon shower of meteoritic irons in South-West Africa. *Mineralog. Mag.* 26:19-35.

Dr Svend Buhl, poszukiwacz meteorytów, miłośnik pustyni, autor książek popularnonaukowych i fotograf, powrócił niedawno z udanej wyprawy meteorytowej na pustynię Rub' al-Khali. W „prawdziwym życiu” pracuje jako konsultant do spraw kontaktów z rządem w Hamburgu, w Niemczech.



Szukanie meteorytu w Wisconsin po bolidzie 14 kwietnia 2010 r. i prezentacje w szkołach

Joe Kerchner

(Artykuł z kwartalnika METEORITE Vol. 16 No. 3. Copyright © 2010 ARKANSAS CENTER FOR SPACE & PLANETARY SCIENCES)

Poszukiwania

Późnym wieczorem, o 10:06, 14 kwietnia zadzwonił mój przyjaciel z Rockford w stanie Illinois mówiąc, że koło Rockford spadł duży meteoryt. Zadzwoniłem potem na policję w Rockford, by zobaczyć, czy mają jakieś doniesienia na ten temat; powiedział, że dostali ponad 10 w ciągu niespełna 10 minut. Zajrzałem do internetu i znalazłem dziesiątki relacji świadków. Naniósłem wszystkie na mapy Google'a i stwierdziłem, że meteoryt spadł w południowo-zachodniej części stanu Wisconsin. Rankiem, po odwiezieniu dzieci do szkoły, wyruszyłem do Wisconsin.

Najpierw postanowiłem pojechać do Lancaster. Jadąc rozmawiałem z innymi świadkami i oni skierowali mnie do Livingston, dokąd przybyłem około 11:30. Tam usłyszałem pogłoski o znalezieniu meteorytów obok szkoły średniej Iowa-Grant. Poszedłem tam i spytałem osoby w sekretariacie i woźnego. Wówczas nie słyszały one o znalezie-

niu żadnych okazów i nie miałem świadomości, jak byłem blisko.

Po wyjściu ze szkoły jeździłem po okolicy rozmawiając z coraz to nowymi świadkami oraz właścicielami ziemi, by dostać pozwolenie na szukanie. Jechałem powoli obserwując pobocza. Musiałem zatrzymać się 25 razy, by sprawdzić, co leży na asfalcie. Wróciłem do stacji benzynowej w Livingston i stwierdziłem, że dwóch innych poszukiwaczy było tam wkrótce po mnie. Jednym z nich był Tim Heitz. Zadzwoniłem do niego, by spytać, czy nie zechce się przyłączyć i szukać razem. Po spotkaniu się pojechaliśmy wybrać miejsca do poszukiwań następnego dnia. Zrobiło się już późno i słońce zachodziło.

Następnego ranka znów się spotkaliśmy i powiedział mi, że na jednym z pól, na których szukał, zanim się spotkaliśmy, widział Jasona Philipa. Wiedzieliśmy, że zamierza tu wkrótce przybyć znacznie więcej poszukiwaczy meteorytów. Nie trwało to długo; do wieczora w piątek były już na tym te-

renie dziesiątki poszukiwaczy meteorytów z całego kraju, nie mówiąc już o wszystkich tych kamerach TV i reporterach z różnych gazet na stacji benzynowej. Nikt nie miał jeszcze zbytniego szczęścia. Wszyscy słyszeliśmy o facecie, który miał mały kawałek, który trafił w jego szopę, i wszyscy próbowaliśmy ustalić, gdzie to było, ale miejscowi nie chcieli podać ani nazwiska, ani miejsca, na życzenie tego farmera. Gdy Timowi udało się uzyskać lokalizację znaleziska, skierowaliśmy się tam; szukaliśmy niecałą milę od tego miejsca. Nie mogliśmy przeszukać miejsca pierwszego znaleziska, bo było zajęte przez ludzi z wydziału geologii University of Wisconsin-Madison i tylko oni uzyskali pozwolenie na szukanie na tym terenie. Uzyskaliśmy zgodę na poszukiwania na polu zaraz na północny zachód od tego miejsca, w idealnej zgodności z kierunkiem lotu od miejsca znalezienia pierwszego okazu. Z rozczarowaniem stwierdziliśmy, że tego ranka pole zostało zaorane i za-

bronowane; nie zdołaliśmy tego dnia znaleźć niczego ani tam, ani gdzie indziej. Gdy słońce zaszło, musiałem wrócić na noc do domu, bo następnego ranka miałem mecze piłki nożnej, gdzie byłem trenerem.

Będąc na meczach usłyszałem o trzech nowych znaleziskach. Największy okaz, 131 g, znalazł Michael Farmer. Nie mogłem się doczekać, by tam wrócić. Jak tylko mecze się skończyły, pojechałem z powrotem. Jadąc usłyszałem, że Rob Wesel znalazł ładny okaz, 219 g, a Stan Walls 25 g. Gdy znalazłem się znów na obszarze rozrzutu, spotkałem się z nimi, by zobaczyć znalezisko Roba. Mam zdjęcie zrobione razem z nim, gdy ja trzymam meteoryt; był to pierwszy odnaleziony okaz z tego spadku, jaki widziałem, i byłem bardzo poruszony. Naprawdę to sprawiło, że zapragnąłem znaleźć jeden dla siebie. W tym momencie urzeczywistniło się jedno z moich marzeń, bo spotkałem wiele najznamienitszych nazwisk ze świata poszukiwaczy meteorytów. Rob Wesel, Sonny Clary, Ruben Garcia, Stan Walls, Mike Bandli, Jason Phillips, Larry Atkins i Karl Aston. Przez chwilę czułem się, jakby na mnie spadła gwiazda. Potem zostałem zaproszony do szukania razem z nimi i to było dla mnie niesamowite. Jednak tego dnia, po przejściu wielu mil, nie znaleźliśmy już niczego więcej.

Następnego ranka wraz z Timem poszliśmy na pole, gdzie naszym zdaniem powinno być parę kamieni. Byliśmy tam tylko przez godzinę, gdy zadzwonił jeden z poszukiwaczy mówiąc, że powinniśmy przyjść, spotkać się z nimi na jakimś ważniejszym terenie poszukiwań. Poszliśmy na spotkanie, ale powinniśmy byli pozostać, bo kilka godzin później Karl Aston i Sonny Clary znaleźli dwa piękne okazy (160 g

i 205 g) około 100 jardów od miejsca, gdzie byłem, gdy zadzwonił telefon. Znów byłem tak blisko! Były to jedyne dwa kamienie znalezione tego dnia przez poszukiwaczy z naszej grupy.

Przez następne dwa dni przeszliśmy chyba ponad 40 mil każdy bez żadnego nowego znaleziska. Jednak jadąc od jednego miejsca do następnego zobaczyliśmy na poboczu grupę ludzi i zatrzymaliśmy się, by zobaczyć, co się dzieje. Zobaczyliśmy, że Marvin Kilgore właśnie znalazł ładny okaz, który rozpadł się na trzy kawałki ważące razem około 300 g. Poprzedniego dnia byłem naprawdę blisko tego miejsca. Tim, Sonny i ja zaparkowaliśmy niedaleko miejsca znalezienia i zaczęliśmy przeszukiwać pole. Znów byłem niecałe 100 jardów od innego ładnego znaleziska. Wydawało mi się, że sam nigdy nie znajdę żadnego okazu. Wciąż byłem blisko nich, ale w niczym mi to nie pomagało.

We wtorek wieczorem musiałem wrócić do domu z pustymi rękami. Gdy dojechałem, pokazałem rodzinie i przyjaciółom wszystkie zdjęcia z poszukiwań. Gdy moi synowie, Josh Byrne i Joey Kerchner, zobaczyli zdjęcia i osoby na nich widoczne — osoby, które widzieli oglądając w telewizji „Meteorite Men” — chcieli wyruszyć na poszukiwania. Powiedziałem, że zabiorę ich w ten weekend po meczach. Przybyliśmy w sobotę około 5:30 po południu, szukaliśmy przez kilka godzin bez powodzenia, po czym poszliśmy do hotelu.

Następnego dnia pogoda była koszmarna. Cały dzień lał deszcz i było tylko kilka stopni powyżej zera przy wietrze 30–50 km/h. Było paskudnie, ale moje dzieciaki chciały szukać, więc to zrobiliśmy. Słyszałem, że Eric Wichman znalazł rano nieduży okaz, więc postanowiliśmy szukać na „małym koń-

cu” z nadzieją, że znajdziemy mniejsze kamienie. Bardzo chciałem, by moje dzieci coś znalazły. Po kilku godzinach poszukiwań na terenie przeszukanym już przez dziesiątki osób postanowiliśmy wrócić na miejsce, gdzie Sonny, Karl i Marvin znaleźli swoje okazy. Postanowiłem wypróbować mój wykrywacz metalu między drzewami i w wysokiej trawie.

Przechodząc pod mostem na drugą stronę, gdzie jeszcze nie szukałem, dostałem naprawdę silny sygnał i według mojego wykrywacza był to meteoryt. Pomyślałem sobie, że nie może on być z nowego spadku. Nie widziałem ani śladu krateru, ani poruszenia górnej warstwy gleby. Był całkowicie zasypany. Prawdę mówiąc odszedłem na jakiś czas i zacząłem szukać po drugiej stronie. Przechodząc z powrotem pomyślałem „Co ja robię? Chciałbym mieć nawet starszy meteoryt.” Więc zabrałem się do kopania.

Najpierw nie znalazłem niczego. Gdy już miałem zamiar zasypać dołek i odejść, postanowiłem poszukać po bokach. Nagle BUM i wyskoczył. Przez kilka sekund gapiłem się na niego usiłując złapać oddech. Potem podniosłem go i zacząłem krzyczeć do moich synów. Biegałem w kółko, jak mała dziewczynka w szkole. Nigdy w życiu nie doznałem takich emocji po znalezieniu czegokolwiek. Czułem się, jakbym wygrał na loterii. Gdy moi chłopcy przybiegli, zaczęli podskakiwać i przybijać piątki sobie i mi. Wszyscy skakaliśmy wokół jak wariaci. To było wspaniałe; nigdy nie zapomnimy tego przeżycia.

Gdy ważyłem go w ręku, wydawało mi się, że może mieć jakieś 225–250 g. Potem położyłem go na wadze, która pokazała 332 g. Nie uwierzyłem, więc wyłączyłem wagę, włączyłem ponow-



Fot. 1. Ekipa w terenie.

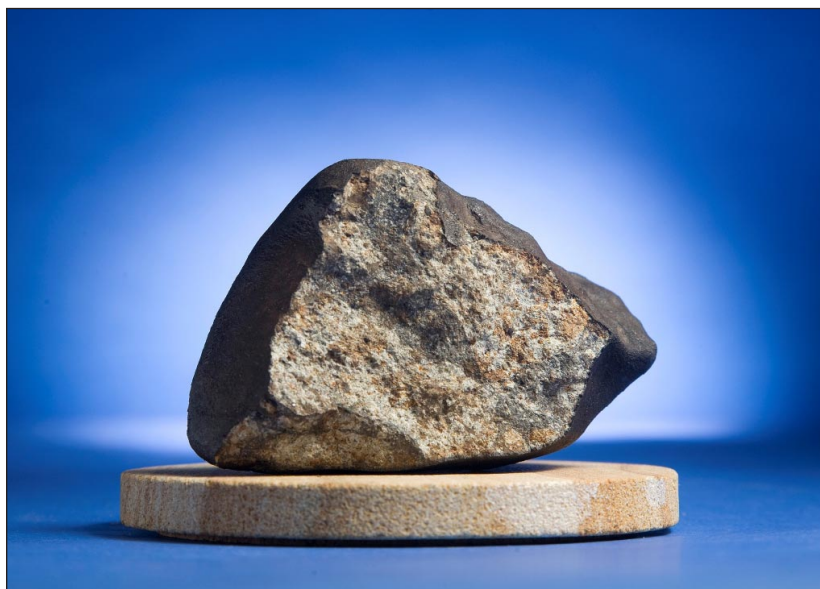


Fot. 2. Ekipa zastanawia się, dokąd teraz iść.

nie, wytarowałem i znów pokazała 332 g. Trudno mi powiedzieć, jak byłem szczęśliwy. Wbiegłem na szczyt wzgórza, by złapać sygnał komórki. Zadzwoiłem do mojej żony, Missy, a potem do Larry'ego Atkinsa i do Tima Heitza, by im powiedzieć. Obaj byli prawie tak szczęśliwi, jak ja. Gdy znalazłem meteoryt, mój najstarszy syn, Josh, powiedział coś takiego, że omal się nie rozplakałem. Powiedział, „Bóg mnie wysłuchał. Powiedziałem Mu, że zasłużyłeś na znalezienie meteorytu, ponieważ poświęciłeś temu tak dużo czasu i ciężkiej pracy i chodziłeś tak dużo, że twoje stopy zaczęły krwawić, i On mnie wysłuchał!” Nie wiedziałem, co powiedzieć; powiedziałem po prostu „dziękuję” i przytuliłem go z całej siły.

Meteorytowi brakowało kawałka. Mógł odłupać się po uderzeniu w duże kamienie obok mostu. Spędziliśmy ponad cztery godziny przeszukując ten teren i nie udało się go znaleźć. Planowaliśmy wrócić do domu tego wieczoru, ale zwolniłem dzieci ze szkoły następnego dnia mając nadzieję, że znajdą ten kawałek, zanim wrócimy do domu, lecz nie mieliśmy więcej szczęścia. Pojechaliśmy do domu z największym okazem znalezionym do tej pory. Czuję się wspaniale. Najlepsze było to, że Josh i Joey byli tu i mogli razem przeżyć tę chwilę. Nie zamieniłbym tej chwili na nic innego. Była dla mnie bardzo wyjątkowa i dla nich też.

Po drodze do domu zatrzymaliśmy się w Rockford, by zrobić zdjęcie przyjaciela, który dzwonił, by powiedzieć mi o spadku, stojącego w tym samym miejscu, gdzie był, gdy widział bolid. Trzymał on fragment tego kamienia, który widział, gdy leciał po niebie. Dla mnie jest to wspaniałe zdjęcie, które zatrzymam na zawsze w mojej kolekcji obok płytki meteorytu.



Fot. 3. Ważące 332 g znalezisko autora. Fot. Mark Hirsch, <http://www.markhirschphoto.com>

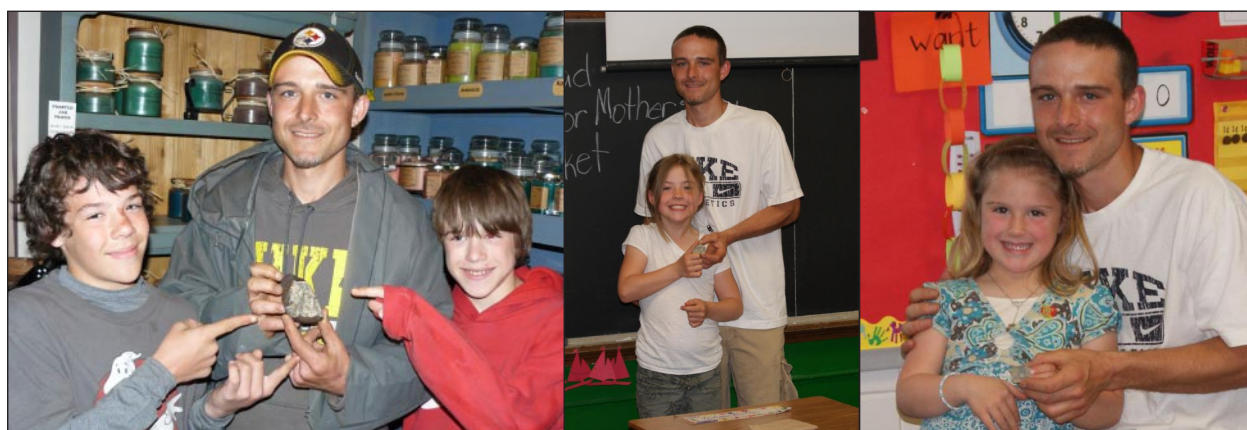
Prezentacje w szkołach

Gdy dotarliśmy do domu, wiedziało już o tym całe miasto, bo mieszkamy w małej miejscowości. Zabrałem moje znalezisko do szkoły chłopców, by pokazać nauczycielom i byli oni zdumieni. Niektóre dzieci ze szkoły widziały bolid na niebie i teraz chciały go dotknąć. Odpowiadałem na dziesiątki pytań nauczycieli przyrody na temat meteorytów. W gruncie rzeczy nauczyłem nauczycieli paru rzeczy o meteorytach, co było fajne.

Kilka dni później zabrałem ten meteoryt do klas moich dwóch córek (Jade i Jenna Kerchner) i w każdej zrobiłem prezentację. Puściłem w obiegu kilka innych meteorytów, by dzieci mogły potrzymać, dotknąć i poczuć je. Wszystkie uważały, że to naprawdę zdumiewające, iż mogły rzeczywiście trzymać coś z przestrzeni kosmicznej, coś co jest tak stare, jak sama Ziemia. Nie mogły uwierzyć, że te meteoryty po prostu spadły z nieba, tak jak ten. Coś, co wprowało mnie w osłupienie,

zdarzyło się w drugiej klasie mojej córki Jade. Jedna z dziewczynek w tej klasie pytała mnie o różne meteoryty i wymieniała ich chyba z pięć. Spytała, czy słyszałem o Tucson Ring i czy mógłbym jej coś o nim powiedzieć. Szczegółka niemal opadła mi na podłogę. Powiedziała mi też, że razem ze swoim tatą czasem wyrusza na poszukiwanie meteorytów i że nie może przegapić żadnego odcinka „Meteorite Men”. Naprawdę bardzo mnie to ucieszyło!

Pod koniec obu prezentacji wszystkie dzieci chciały być poszukiwaczami meteorytów. Kilkoro powiedziało, że zaraz po szkole idą ich szukać. Było to dla mnie coś szczególnego — mogę spowodować, że jedno, czy kilkoro z tych dzieci zainteresuje się meteorytami czy astronomią. Kto wie, może dzięki temu ktoś z nich wyrośnie na słynnego poszukiwacza meteorytów albo astronoma. Byłoby to piękne. To był powód, dla którego chciałem zrobić te prezentacje, by pchnąć niektóre z dzieci w tym kierunku, może zmienić ich przyszłość.



Joe Kerchner z meteorytem Mifflin i synami — Joshem i Joey'em oraz córkami Jade (w szkole) i najmłodszą Jenną. Zdjęcia z archiwum autora.

Nie mogę się doczekać, kiedy któreś z nich skontaktuje się ze mną z powodu kamienia, który znalazło. Będzie bolało, kiedy będę musiał powiedzieć, że prawdopodobnie nie jest to meteoryt. Nie wiem, czy będę miał serce to zrobić. W przyszłości chciałbym zrobić więcej prezentacji o meteorytach dla szkół. Lubię uczyć o nich i pozwalać

ludziom dotknąć ich po raz pierwszy. Nie ważne czy jest to przedszkolak, czy 50-letni mężczyzna. Jest to dla mnie coś szczególnego.

E-mail: skyrockmeteorites@yahoo.com

Mam 31 lat, żonę Missy, 30, i czworo dzieci (Josh, 13, Joey, 12, Jade 8 i Jenna 6). Ukończyłem college w zakresie kompute-

rów i techniki elektronicznej. Szukam i kolekcjonuję meteoryty dopiero od stycznia 2006 r. We wrześniu 2006 r. uruchomiłem forum meteorytowe „SkyRock Cafe”. Naprawdę zająłem się meteorytami, gdy pracując w laboratorium analitycznym myślałem, że znalazłem jeden. Po kilku analizach stwierdziłem, że to nie jest meteoryt, ale zanim skończyłem badania, meteoryty już mnie wciągnęły.



Ureility

Roger Warin i John Kashuba

(Artykuł z kwartalnika METEORITE Vol. 16 No. 3. Copyright © 2010 ARKANSAS CENTER FOR SPACE & PLANETARY SCIENCES)

Płaszcz i skorupa planetoid, to kulebka achondrytów, meteorytów kamiennych pozbawionych chondr. Wielka różnorodność achondrytów skłoniła naukowców do snucia rozmaitych domysłów dotyczących natury ich ciał macierzystych. Meteoryt, od którego ureility wzięły swą nazwę, spadł w Novo Urei, w Rosji, w 1886 r.

Wcześniejsze wyniki badań ograniczonej liczby ureilitów sugerowały możliwość istnienia kilku ciał macierzystych. Dziś większa ilość materiału do badań pokazuje ciągłość składu zgodną z jednym ciałem macierzystym. Obecnie naukowcy są skłonni faworyzować akrecję ciała o średnicy co najmniej 200 km, które mogło wyglądać podobnie, jak ciało macierzyste chondrytów węglistych. Rozpad pierwiastków promieniotwórczych zapoczątkował topienie wnętrza.

Od tego momentu pojawiło się kilka konkurujących ze sobą modeli. Według jednego z nich ureility są kumulatami, czyli składają się z kryształów, które po zakrzepnięciu osiadły na dnie komory magmowej wewnątrz ciała macierzystego. Dowodem na to jest wyróżniona orientacja kryształów w niektórych ureilitach, co sprawia, że wyglądają one na uwarstwione. Według innego modelu, ureility są rezydunami po częściowym stopieniu. Jedna z modyfikacji tego modelu sugeruje, że stopiona część została usunięta przez gazy powstające w wyniku zredukowania krzemianów przez sąsiadujący z nimi węgiel, co prowadziło do wydzielania metalu i gazów CO_x. Ta reakcja mogła być dostatecznie szybka i silna, by wynieść stop na powierzchnię, a nawet w przestrzeń. Stop, który nie został usu-

nięty przez wulkanizm, albo w wyniku zderzeń ciała macierzystego, może odpowiadać za skaleniowe okruchy znajdowane w polimiktycznych eukrytach. Potem, jakkolwiek przebiegała ewolucja ciała macierzystego, wydaje się, że zostało ono poważnie rozbite i ponownie scementowane.

Ureility zawierają oliwin oraz piroksen takie jak pigeonit, augit i ortopiroksen, a ponadto i rzadko skalenie, zależnie od meteorytu. Typowe ureility składają się z ziaren oliwinu i piroksenu milimetrowej wielkości. Może występować trochę anhedralnych ziaren, których granice schodzą się pod kątem 120°. Może być obecna niewielka liczba poikilitowych ziaren. Są to kryształy oliwinu w ziarnach piroksenu albo odwrotnie. Niektóre ureility mają mniejsze kryształy i ukazują w mikroskopowych płytkach cienkich efekt mozaikowego ściemniania przy skrzyżowanych polaroidach, co prawdopodobnie spowodowane jest szokiem. Kilka innych ureilitów jest bardzo niejednorodnych zarówno pod względem składu mineralnego jak i wielkości ziaren.

Zaskakująco, ureility mają znaczny procent węgla, do 3% wagowo. Przestrzeń między ziarnami wypełnia grafit, a także nanodiamenty. Te rzadkie, mikroskopijne diamenty są wynikiem wysokociśnieniowych fal uderzeniowych na ciele macierzystym, wywołujących transformację w stanie stałym lub osiadanie z pary. Tworzenie się diamentów wymaga normalnie ciśnienia od 30 do 60 GPa. Jednak w wysokich temperaturach i w obecności płynnego metalu działającego jak katalizator, grafit może przekształcić się w diament przy ułamku tych ciśnień.

Innymi minerałami akcesorycznymi są metaliczne żelazo z bardzo niewielkim dodatkiem niklu, siarczki i węglík żelaza Fe₃C. Te minerały tworzą ciemną, nieprzezroczystą masę. Mała zawartość niklu w metalu rzuca światło na chemiczne pochodzenie żelaza. To metaliczne żelazo jest wynikiem redukującego działania węgla na obrzeża ziaren oliwinu, który jest roztworem stałym (Mg, Fe)SiO₄. Większość chondrytowego żelaza nikłonośnego została utracona w wyniku wcześniej opisanych procesów.

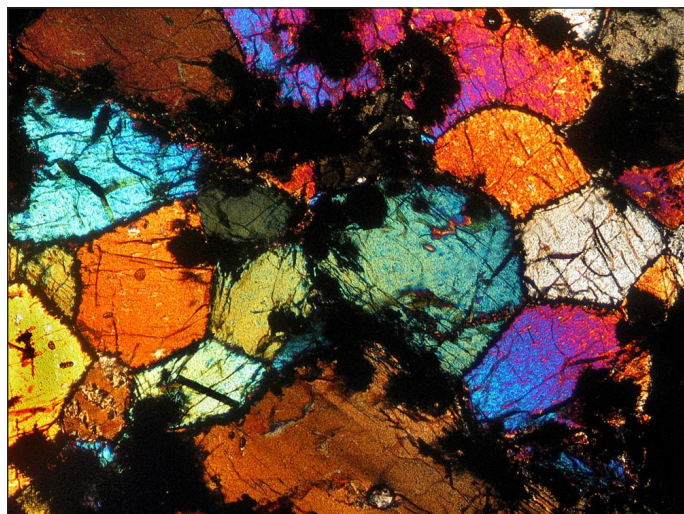
Za tą reakcją przemawia obecność oliwinu z małą zawartością żelaza w drobnych inkluzjach metalu w zredukowanych obwódkach. Dodatkowo metal i krzemionkę spotyka się w licznych żyłkach. Utrata grafitu i ilości ubocznych produktów procesów redukcji są zgodne ze stopniem redukcji. Wittke, Bunch i Goodrich (3) proponują skalę klasyfikacji ureilitów opartą na stopniu zredukowania: R1 oznacza najniższy stopień czyli najmniejsze zastąpienie grafitu przez metaliczne żelazo, a R4 najwyższy stopień zredukowania.

Kolekcjoner musiałby spojrzeć poza ciemny i niezbyt interesujący wygląd tych kamieni i dowiedzieć się, że są to jedne z najbardziej tajemniczych meteorytów. Powierzchnia przekroju typowego ureilitu może być połyskliwa z powodu różnie zorientowanych ziaren, których część kontrastuje z otaczającymi żyłkami. Widać, że na rynku jest niewiele płytek. Nie tylko ten materiał jest dość rzadki, ale i dostawcy niechętnie robią płytki, ponieważ wiele okazów bardzo trudno przeciąć, prawdopodobnie z powodu zawartości węgla. Jednak w płytkach cienkich ureility ożywają. Liczne ziarna oliwinu pokazują jaskrawe barwy interferen-

cyjne, oddzielone przez otaczającą, nieprzezroczystą materię. Tu także podaż jest ograniczona przez trudności w obróbce tej materii.

Na koniec coś można powiedzieć o tej dziwnej rzeczy nazywanej Almahata Sita? Określenie „anomalny” bardzo delikatnie nazywa tę dziką mieszaninę struk-

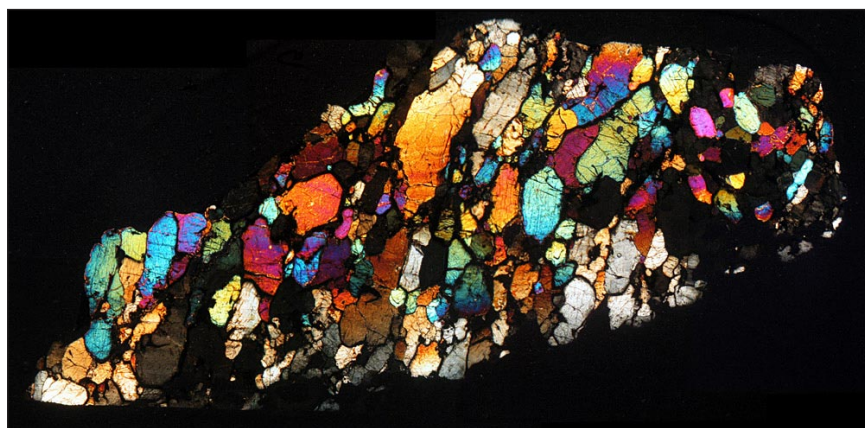
tur ureilitowych i domieszanych składników chondrytowych. Czy to pomoże w takim samym stopniu rozwiązać zagadkę, w jakim stawia więcej pytań?



Fot. 1. Typowy ureilit z anhedralnymi kryształami, trójszlącami i nieprzezroczystą materią wokół ziaren i wewnątrz nich. Widać trochę poikilitowej tekstury. Ureilit NWA 3140. Polaroidy skrzyżowane. Pole widzenia ma 3,2 mm szerokości.



Fot. 4. Mieszanina ziaren mineralów, ciemnych okruchów i metalu. Polimiktyczny ureilit DaG 319. Płytkę ma 2 cm szerokości.



Fot. 2. Ziarna mineralów mają teksturę kierunkową albo wskutek osiadania pod wpływem grawitacji albo wskutek mechanicznego ściskania. Ureilit Shişr 007. Umiarkowany szok. Polaroidy skrzyżowane. Próbkę ma 22 mm długości.

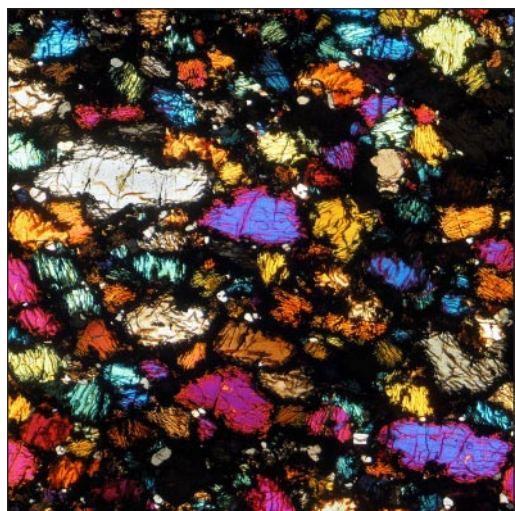
E-mail: roger.warin@skynet.be,
john@johnkashuba.com

Źródła:

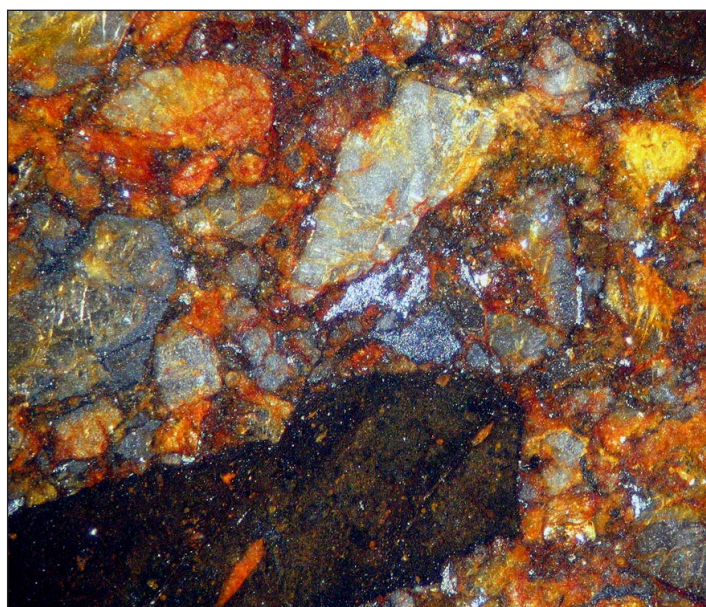
1. <http://www.meteoritestudies.com/>
2. <http://www4.nau.edu/meteorite/Meteorite/Book-Ureilite.html>
3. <http://www.lpi.usra.edu/meetings/metsoc2007/pdf/5246.pdf>
4. <http://tin.er.usgs.gov/meteor/metbull.php>

Od redaktora: Dziękuję prof. dr hab. Andrzejowi Maneckiemu za merytoryczną korektę tłumaczenia.

✍



Fot. 3. Ziarna oliwinu są spękane i aktywność redukująca weszła w spękania nadając ten ząbkowany wygląd. Niektóre ziarna mają budowę strefową od brzegu do środka. Ureilit NWA 2624. Stopień szokowy 2, stopień zwiętrzenia niewielki, poziom redukcji R3. Polaroidy skrzyżowane. Pole widzenia ma 7 mm kwadratowych.



Fot. 5. Wymieszane ziarna mineralów, ciemne okruchy i metal. Polimiktyczny ureilit DaG 319. Płytkę cienką w świetle odbitym. Pole widzenia ma 3 mm szerokości.

Czy prymitywne achondryty są pierwotne?

Andrzej S. Pilski

Istnieje grupa meteorytów o angielskiej nazwie „primitive achondrites”. Drugi człon tego określenia nie budzi wątpliwości: wiadomo, że są chondryty i achondryty. Ale jak przetłumaczyć „primitive”?

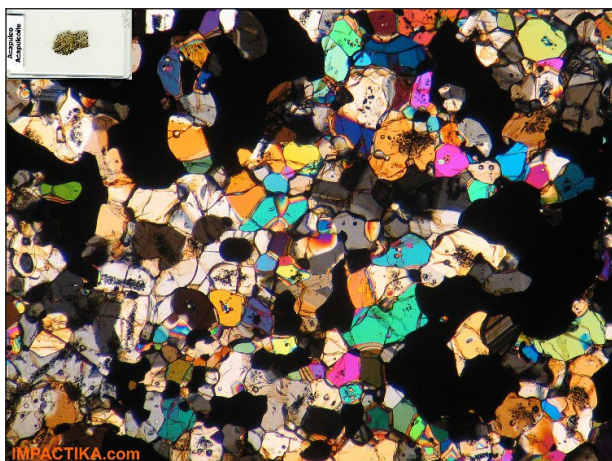
W słownikach najczęściej znajdziemy tłumaczenie „prymitywny, pierwotny”. Z kolei słownik wyrazów obcych podaje, że „prymitywny” oznacza: nieskomplikowany, słabo rozwinięty, będący na niskim, pierwotnym stopniu rozwoju; pierwotny. Mamy więc milczące założenie, że to, co było pierwotne, było słabo rozwinięte, albo odwrot-

nie, że to, co było słabo rozwinięte, musiało być najpierw. Czy jest to prawda w odniesieniu do meteorytów?

Budowa chondrytów wskazuje, że są to skały osadowe. Same chondry są pochodzenia magmowego, czyli krystalizowały z całkowicie lub częściowo stopionej skały, ale później łączyły się ze sobą i z ziarnami metalu i siarczku tworząc coś w rodzaju kosmicznego piaskowca. Achondryty natomiast są skałami magmowymi, czyli utworzyły się w wyniku krystalizacji płynnej magmy powstałej po stopieniu materii chondrytowej. W magmie zachodziły pro-

cesy dyferencjacji, czyli lżejsze składniki wypływały na powierzchnię, a cięższe opadały na dno, oraz krystalizacji frakcyjnej, czyli krystalizowały pierwsze minerały tonęły lub wypływały zmieniając skład pozostałej magmy. W wyniku tych procesów skład achondrytów różni się w mniejszym lub większym stopniu od wyjściowego składu chondrytów.

Pierwszym kryterium podziału na chondryty i achondryty było występowanie chondr w meteorycie, lub ich brak. Na tej podstawie zaliczano kiedyś do achondrytów amfoteryty, dziś

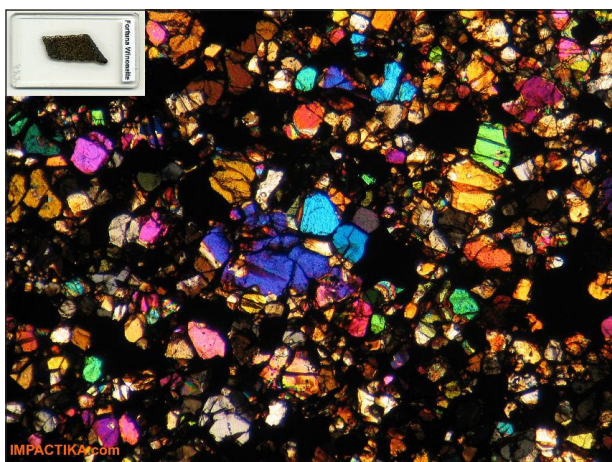


Fot. 1. Płytkę cienką pierwszego acapulcoitu Acapulco. W polu widzenia dominują nieregularne kryształy oliwiny w różnych barwach interferencyjnych (od jasnoszarych do pomarańczowych, zielonych i niebieskich), często z widocznymi nieregularnymi spękaniami, ale bez widocznych śladów lupliwości. Wśród minerałów przezroczystych (krzemianów) można doszukać się także polisyntetycznie zbliżonych kryształów plagioklażu o szarych barwach interferencyjnych. Czarne nieregularne ziarna to zapewne stop FeNi oraz siarczki, głównie FeS (troilit). Minerale tworzą

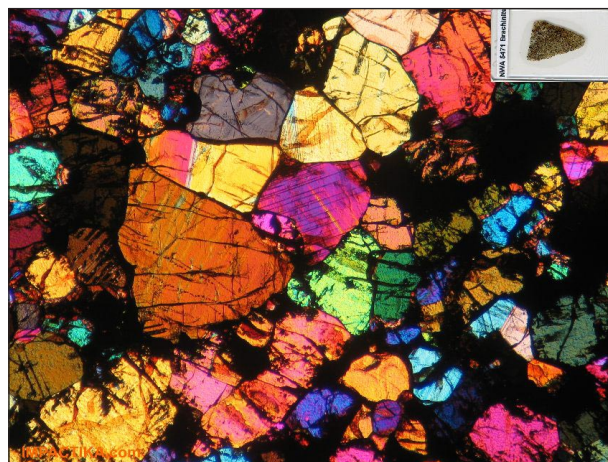


skale o równokrystalicznej i drobnokrystalicznej strukturze. Polaroidy skrzyżowane. Szerokość pola widzenia około 3 mm. Fot. John Kashuba.

Fot. 2. Płytkę cienką lodranitu NWA 5488. Widoczne są ziarna oliwiny w różnych barwach interferencyjnych, z licznymi spękaniami, wyraźnie większe od tych w acapulcoicie. Nieprzezroczyste składniki, to zapewne FeNi, siarczki i limonit, bo meteoryt jest dość zwietrzały. Polaroidy skrzyżowane. Szerokość pola widzenia około 3 mm. Fot. John Kashuba.



Fot. 3. Płytkę cienką winonaitu Fortuna. Widoczne są ziarna oliwiny o żywych barwach interferencyjnych, piroksenu i prawdopodobnie drobne ziarna plagioklażu. Minerale nieprzezroczyste, to FeNi i troilit. Polaroidy skrzyżowane. Szerokość pola widzenia około 3 mm. Fot. John Kashuba.



Fot. 4. Płytkę cienką przypuszczalnego brachinitu NWA 5471 (nie został jeszcze oficjalnie sklasyfikowany). Widoczne są kryształy oliwiny ze spękaniami. Polaroidy skrzyżowane. Szerokość pola widzenia około 3 mm. Fot. John Kashuba. Wszystkie zdjęcia w tym artykule pochodzą z oferty sprzedaży płytek cienkich firmy IMPACTIKA (<http://www.impactika.com>).

chondryty LL6, w których trudno za-
uważyć chondry. Potem zwrócono uwa-
gę, że budowa chondrytów przypomi-
na ziemskie piaskowce, a budowa
achondrytów ziemskie skały magmo-
we. Gdy jednak zaczęto analizować
skład chemiczny, zauważono, że niektó-
re achondryty mają skład chemiczny
chondrytów, a czasem można w nich
nawet zauważyć pozostałości chondr.
Przyjmując, że achondryty są skutkiem
przetopienia chondrytów i krystaliza-
cji powstałej magmy, uznano że te
achondryty o składzie chemicznym
chondrytów były widocznie za słabo
przetopione, by umożliwić procesy dy-
ferencjacji zmieniające skład. Nazwa-
no je więc prymitywnymi achondryta-
mi, co miało podkreślać, że są one słabo
rozwinęte.

Gdy pod koniec XIX w. Aristides
Brezina z Naturhistorisches Museum
w Wiedniu wprowadził określenie
„achondryty”, znano tylko trzy achon-
dryty i jeden meteoryt żelazno-kamien-
ny, które dziś możemy zaliczać do pier-
wotnych achondrytów. W dodatku te
trzy achondryty, to ureility, które budzą
największe wątpliwości, czy zaliczanie
ich do pierwotnych achondrytów jest
uzasadnione. Natomiast bezdyskusyj-
ny dziś pierwotny achondryt Lodran,
który spadł w 1868 r. na terenie obec-
nego Pakistanu, jeszcze do niedawna
zaliczano do szczególnej grupy mete-
orytów żelazno-kamiennych — lodra-
nitów. Problem pierwotnych achondry-
tów mógł pojawić się dopiero po roku
1976, kiedy to koło Acapulco w Mek-
syku spadł kamień ważący 1,9 kg.

Acapulcoity i lodranity

Okazało się, że acapulcoity i lodra-
nity, mimo drobnych różnic, mają
wspólne pochodzenie i należy je zali-
czyć do jednej grupy. Główna różnica
sprowadza się do tego, że acapulcoity
są skałami drobnoziarnistymi (150–
230 μm), które mają ziarna jednako-
wej wielkości i podobne do chondryto-
wych ilości oliwinu, piroksenu, plagi-
oklazu, metalu i troilitu (fot. 1), a lodra-
nity są skałami gruboziarnistymi
(540–700 μm) złożonymi z oliwinu
i piroksenu, z mniejszą niż w chondry-
tach zawartością troilitu i plagioklazu
(fot. 2). Proporcje izotopów tlenu w aca-
pulcoitach i lodranitach są podobne i na
diagramie dla trzech izotopów acapul-
coity i lodranity tworzą jedną groma-
dę. W kilku acapulcoitach znaleziono

reliktowe chondry dodatkowo potwier-
dzające bliski związek z chondrytowym
poprzednikiem. Acapulcoity prawdopo-
dobnie utworzyły się w wyniku części-
owego stopienia i rekrystalizacji w tem-
peraturze około 950°C, a lodranity są
efektem silniejszego stopienia i usunię-
cia bazaltowego stopu w temperaturze
około 1250°C. Obecnie (początek listo-
pada 2010 r.) znany 47 acapulcoitów,
z których blisko połowę znaleziono na
Antarktydzie, a pozostałe na Saharze
i w Omanie. Zdecydowaną większość
z nich znaleziono w ostatnich 10 latach.
Lodranitów znany 28 i podobnie są to
przeważnie znaleziska antarktyczne lub
saharyjskie; nie ma dotąd lodranitu
z Omanu. Związek acapulcoitów z lo-
dranitami potwierdza dodatkowo zna-
leżenie na Antarktydzie i Saharze 8 me-
teorytów, które są strukturalnie i
mineralogicznie pośrednie między
acapulcoitami a lodranitami.

Winonaity i klan meteorytów żelaznych IAB

Podobnie jak acapulcoity i lodra-
nity, winonaity mają na ogół chondrytową
mineralogię i skład chemiczny oraz
achondrytową, zrekrytalizowaną
strukturę (fot. 3). Są one skałami drob-
no- i średnioziarnistymi, przeważnie
o ziarnach jednakowej wielkości,
a w niektórych (Pontlyfni i Mount Mor-
ris) są miejsca wyglądające na relikto-
we chondry. Skład mineralny winona-
itów jest pośredni między składem
chondrytów E i H. Powszechnie wystę-
pują żyłki metalicznego żelaza z niklem
i troilitu, które mogą reprezentować
pierwsze, częściowe stopy materii
chondrytowego poprzednika. Obecnie
znany 20 winonaitów, z których więk-
szość znaleziono na Saharze lub na An-
tarktydzie. Jedyne obserwowane spa-
dek winonaitu (Pontlyfni) odnotowano
w Walii, w 1931 r.

Krzemianowe wrostki w meteory-
tach żelaznych IAB składają się ze
zmiennych ilości nisko- i wysokowap-
niowego piroksenu, oliwinu, plagiokla-
zu, troilitu, grafitu, fosforanów i meta-
licznego FeNi, oraz podrzędnych ilości
daubreelitu i chromitu. Mają one po-
dobny skład mineralny jak winonaity,
a i proporcje izotopów tlenu krzemia-
nów IAB są podobne. Na podstawie
tych podobieństw wywnioskowano, że
krzemianowe wrostki w IAB i winona-
ity uformowały się na tym samym lub
podobnym ciele macierzystym.

Brachinity

Brachinity są oliwinowymi achon-
drytami o różnej petrologii, a niektóre
różnią się składem chemicznym i pro-
porcjami izotopów tlenu. Są to skały
średnio- i gruboziarniste (0,1–2,7 mm)
o ziarnach jednakowej wielkości, skła-
dające się głównie z oliwinu (74–98%)
i zawierające podrzędnie augit (4–
15%), plagioklaz (0–10%), ortopirok-
sen (śladowo), chromit (0,5–2%),
siarczki żelaza (3–7%), fosforany i me-
taliczne FeNi (fot. 4). Zawartość pier-
wiastków litofilnych w Brachina jest
zbliżona do chondrytowej i pierwiastki
te nie uległy frakcjonowaniu, więc bra-
chinity są uważane za prymitywne
achondryty. Zawartość pierwiastków
syderofilnych w brachinitach jest
zmienna. Różnice petrologiczne i geo-
chemiczne między różnymi brachinita-
mi sugerują, że nie mogły one wszyst-
kie powstać w tym samym procesie lub
na tym samym ciele macierzystym. Do
brachinitów zalicza się obecnie 18 me-
teorytów, z czego połowę znaleziono na
Saharze, 5 (w tym pierwszy, Brachina)
w Australii i 4 na Antarktydzie. Nie ma
wśród nich żadnego obserwowanego
spadku.

Pochodzenie brachinitów jest wciąż
kontrowersyjne. Mogą one reprezento-
wać zrekrytalizowaną materię chon-
drytową, pozostałości częściowego sto-
pu lub kumulaty magmowe. Mittlefehldt (2003) dowodził, że bra-
chinity są kumatami magmowymi ze
zdyferencjowanej planetoidy i dlatego
są achondrytami, a nie prymitywnymi
achondrytami.

Ureility

Ureility są największą grupą prymi-
tywnych achondrytów, liczącą 267
meteorytów, w tym tylko 6 obserwo-
wanych spadków wliczając ostatni,
spektakularny meteoryt Almahata Sit-
ta. Dominują oczywiście znaleziska
antarktyczne i saharyjskie. Większość
z nich to brekjeje monomiktyczne.
Struktury, skład mineralny i zawartość
pierwiastków litofilnych sugerują, że są
to silnie frakcjonowane skały z ciała
macierzystego achondrytów. Jednak
proporcje izotopów tlenu nie układają
się zgodnie z tendencją frakcjonowa-
nia zależną od masy, charakterystyczną
dla dyferencjacji planetarnej, lecz leżą
zgodnie z linią chondrytów węglistych,
co sugeruje możliwy związek z chon-

drytami CV. Mimo to prymitywność ureilitów budzi duże wątpliwości.

Ureility są skałami oliwinowo-piroksenowymi z interstycjalną domieszką węgla (w postaci grafitu i mikrodiamentów) wymieszaną z metalem, siarczkami i podrzędnymi krzemianami. Są trzy główne typy ureilitów:

(1) oliwinowo-pigeonitowe, (2) oliwinowo-ortopiroksenowe, (3) polimiktyczne. Większość ureilitów jest w zasadzie pozbawiona skałeni z wyjątkiem ureilitów polimiktycznych i paru innych rzadkich wyjątków. W ureilitach, które nie doznały silnych modyfikacji szokowych, widać zwykle duże, wydłużone ziarna oliwinu i piroksenu (o wielkości około 1 mm), w których granice między ziarnami są zakrzywione i schodzą się pod kątem 120°. Układ minerałów w niektórych ureilitach sugeruje osiadanie i ściskanie kryształów. Obecność interstycjalnego węgla dodatkowo utrudnia zrozumienie petrogenyzy ureilitów. Zawiera on schwytane gazy szlachetne w ilościach podobnych jak w chondrytach. Można by spodziewać się, że te gazy powinny uciec, gdyby ureility formowały się w wysokotemperaturowych procesach magmowych. Lepszym wyjaśnieniem zachowania tych gazów szlachetnych w węglu jest wstrzyknięcie go w późniejszym czasie. Innym problemem dotyczącym węgla jest powiązanie diamentów z grafitem. Czy diamenty powstały w wyniku szoku, czy są wynikiem kondensacji pary w młodej mgławicy słonecznej? Dobrze znaną cechą charakterystyczną ureilitów jest to, że oliwin stykający się z grafitem doznał redukcji żelaza. Dowód tej reakcji redukcji widać wyraźnie w ziarnach oliwinu mających zredukowane obwódki, które składają się z ubożego w żelazo oliwinu z plamkami metalu z małą zawartością niklu.

Polimiktyczne ureility, jak np. Dar al Gani 319, są polimiktycznymi brekcjami zawierającymi różne okruchy skał i minerałów. Wśród tych okruchów są fragmenty monomiktycznego ureilitu, okruchy skalne ze skałeniem, izolowane okruchy minerałów, fragmenty chondr i chondrytów, oraz ciemne inkluzje chondrytowe. Z powodu ich petrologicznego podobieństwa do ziemskich skał zasadowych, ureility są postrzegane jako produkty wewnętrznej dyferencjacji magmy. Ureility oliwinowo-augitowo-ortopiroksenowe przypominają magmowe kumulaty.

Ureility oliwinowo-pigeonitowe interpretuje się jako pozostałości po częściowym stopieniu. Brak dopełniającego składnika bazaltowego wyjaśnia się jego utratą przez wybuchowy wulkanizm na ciałach macierzystych ureilitów. Obserwowane w ureilitach różnice w proporcjach izotopów tlenu w całej skale mogą sugerować, że ureility uformowały się w wyniku stopienia materii chondrytowej w kilku izolowanych zbiornikach magmy, a nie ze wspólnego źródła magmy. Ostatnio ureility interpretuje się jako skały płaszcza z częściowo stopionej planetoidy. Zdjęcia mikroskopowe ureilitów można zobaczyć w sąsiednim artykule na str. 14.

Metachondryty

Na konferencji Meteoritical Society w 2005 roku A. J. Irving i T. E. Bunch wraz z kolegami zaproponowali, aby skały metamorficzne, które powstały z chondrytów w wyniku rekrytalizacji, tak że chondry przestały być widoczne, nazywać metachondrytami. Wyróżnili oni pięć grup metachondrytów powiązanych poprzez identyczne proporcje izotopów tlenu z odpowiednimi grupami chondrytów. W tych grupach znalazła się część meteorytów zaliczanych do prymitywnych achondrytów i autorzy wyraźnie stwierdzili, że ich zdaniem określenie „metachondryty” powinno zastąpić pojęcie „prymitywne achondryty”. Mimo to w klasyfikacji meteorytów na stronie internetowej Northern Arizona Meteorite Laboratory <http://www4.nau.edu/meteorite/>, którą prowadzą T. E. Bunch i J. H. Wittke, metachondryty i prymitywne achondryty tworzą dwie odrębne grupy. Jednak powoli określenie „metachondryty” zdobywa coraz więcej zwolenników. Między innymi w literaturze można już spotkać klasyfikację „metachondryt enstatytowy Zakłodzie”. Zwolennikiem metachondrytów jest między innymi A. Manecki, który wskazuje na analogię z nazewnictwem skał ziemskich, gdzie przedrostek „meta-” poprzedzający systematyczną nazwę skały stosuje się, gdy pomimo przeobrażeń metamorficznych zachowały się elementy więzby skały macierzystej.

Czy metachondryty są prymitywne

Jednym ze wskaźników „prymitywności” achondrytów jest tzw. planetar-

ny rozkład zawartości gazów szlachetnych. Zaobserwowano, że zawartość cięższych gazów szlachetnych w chondrytach jest bardzo podobna do ich zawartości w ziemskiej atmosferze. Jest to cecha trudna do wytłumaczenia, ponieważ przyjmuje się, że chondryty formowały się bezpośrednio z mgławicy słonecznej, gdzie rozkład zawartości gazów szlachetnych powinien zgadzać się z ich rozkładem w atmosferze Słońca. Tymczasem słoneczny rozkład zawartości gazów szlachetnych obserwuje się tylko w brekcjach regolitowych, które pochodzą z powierzchni planetoid, więc były wystawione na działanie wiatru słonecznego. Być może ta odmiennność rozkładu wskazuje, że chondryty formowały się nie bezpośrednio z mgławicy słonecznej, a na przykład w procesach zachodzących w pierwszych planetoidach. Niemniej rozkład planetarny jest cechą wszystkich chondrytów, wobec czego przyjmuje się, że jego występowanie w niektórych achondrytach wskazuje, że powstały one raczej w wyniku metamorfizmu, a nie procesów magmowych z udziałem dyferencjacji, i ich skład niewiele różni się od chondrytowego.

Typowa dla chondrytów zwyczajnych i węglistych zawartość gazów szlachetnych wyraża się stosunkami $^{36}\text{Ar}/^{132}\text{Xe} = 74$ i $^{36}\text{Ar}/^{84}\text{Kr} = 89$, co oznaczono literą Q (Wieler et al., 1992). Podobnie w przypadku chondrytów enstatytowych (A. Patzer, L. Schultz, 2002) chondryty typu 3, uważane za najbardziej pierwotne, miały zawartość zbliżoną do Q. Odnalezione w podobnym czasie meteority enstatytowe Zakłodzie i Itqiy, których struktura wskazywała, że mogą być prymitywnymi achondrytami czy też metachondrytami, cechują się jednak różną zawartością gazów szlachetnych. Zawartość gazów w Zakłodzie jest zbliżona do Q, podczas gdy zawartość w Itqiy jest bliższa słonecznym proporcjom obserwowanym w achondrytach enstatytowych. Wydaje się więc, że o ile Zakłodzie może być prymitywnym achondrytem enstatytowym, to Itqiy raczej nie, choć oba mogą być metachondrytami ze względu na strukturę.

Problem prymitywnych achondrytów czy też metachondrytów jest wciąż daleki od rozstrzygnięcia. Nie ma przede wszystkim precyzyjnych definicji i kryteriów pozwalających na jednoznaczną klasyfikację. Nie budzi wąt-

pliwości zaliczanie do metachondrytów tych meteorytów, których skład wyraźnie wskazuje na związek z określonym typem chondrytu. Przez pewien czas takie meteoryty zaliczano do chondrytów typu petrologicznego 7. Problemem są natomiast prymitywne achondryty, których skład jest ogólnie chondrytowy, ale nie są znane konkretne typy chondrytów o takim składzie.

Trudna wydaje się też odpowiedź na tytułowe pytanie. Nawet przy założeniu, że poprawny jest model, według którego poprzez akrecję materii w dysku słonecznym najpierw powstały chondryty, a potem chondrytowe planetoidy rozgrzewały się i zależnie od stopnia rozgrzania chondrytowa materia albo topiła się całkowicie, po czym następowała dyferencjacja, albo tylko ulegała rekrytalizacji czy częściowemu stopieniu bez dyferencjacji, trudno stwierdzić, co było wcześniej, bo nie wszystkie planetoidy były ogrzewane jednocześnie i w jednakowym tempie. Niektóre achondryty mogą być więc bardziej pierwotne w sensie czasowym niż niektóre prymitywne achondryty.

Wydaje się więc, że w tym przypadku najprostszym rozwiązaniem jest tłumaczenie „primitivne achondrites” jako „prymitywne” a nie „pierwotne” achondryty.

Artykuł powstał w ramach projektu badawczego nr NN307 117736 finansowanego ze środków Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego, realizowanego w latach 2009–2012. Autor dziękuje prof. dr hab. Tadeuszowi Przylibskiemu za cenne wskazówki i uwagi.

Bibliografia

- Benedix G. K., McCoy T. J., Keil K., and Love S. G. (2000) A petrologic study of the IAB iron meteorites: Constraints on the formation of the IAB-winnonaite parent body. *Meteoritics & Planet. Sci.*, 35, 1127–1141.
- Goodrich C. A. (1992) Ureilites: A critical review. *Meteoritics*, 27, 327–352.
- Goodrich C. A., Delaney J. S. (2000) Fe/Mg-Fe/Mn relations of meteorites and primary heterogeneity of primitive achondrite parent bodies. *Geochim. Cosmochim. Acta*, 64, 149–160.

- Hutchison R. (2006) *Meteorites: A petrologic, chemical and isotopic synthesis*. Cambridge University Press.
- Irving A. J., Bunch T. E., Rumble D. III & Larson T. E. (2005) Metachondrites: Recrystallized and/or residual mantle rocks from multiple, large chondritic parent bodies: 68th Met. Soc. Meeting, #5218.
- Maneck A. (2010) *Meteoryty – oblicza gości z kosmosu*. Bosz, Olszanica.
- McCoy T. J., Keil K., Muenow D. W., and Wilson L. (1997) Partial melting and melt migration in the acapulcoite-lodranite parent body. *Geochim. Cosmochim. Acta*, 61, 639–650.
- Mittlefehldt D. W., Bogard D. D., Berek J. L., Garrison D. H. (2003) Brachinites: Igneous rocks from a differentiated asteroid *Meteoritics & Planet. Sci.*, 38, 1601–1625.
- Patzer A., Schultz L. (2002) Noble gases in enstatite chondrites II: The trapped component. *Meteoritics & Planet. Sci.*, 37, 823–833.
- Wieler R., Anders E., Baur H., Lewis R. S., Signer P. (1992) Characterisation of Q-gases and other noble gas components in the Murchison meteorite. *Geochim. Cosmochim. Acta*, 56, 2907–2921.



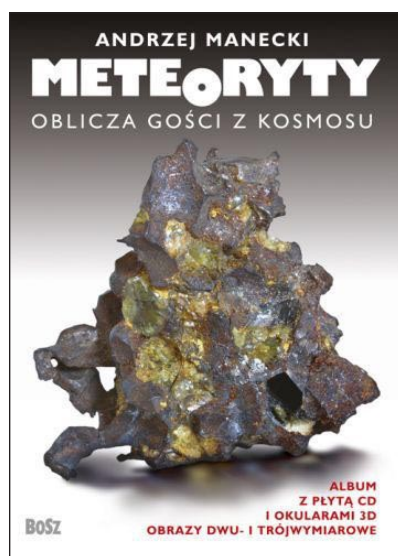
Meteoryty jako naturalne dzieła sztuki

Andrzej S. Pilski

Po raz pierwszy ukazała się w Polsce tak piękna książka o meteorytach. Publikowane wcześniej nieliczne książki poświęcone temu tematowi miały zwykle czarno-białe ilustracje, by nie odstraszać czytelnika ceną. Zapewne pokutowało też przeświadczenie, że same meteoryty nie są tak barwne, by opłacało się robić kolorowe ilustracje. Istotnie w polskich zbiorach muzealnych najczęściej pokazuje się meteoryty w całości, a wtedy barwa jest tylko czarna, albo rdzawa, gdy meteoryt jest zwietrzały.

Pokazane w książce i na dołączonej płycie zdjęcia ujawniają ukrytą pod czarno-rdzawą szatą kopciuszką, królewę. Czytelnik może zobaczyć, czym zachwycają się badacze meteorytów mający dostęp do mikroskopu petrograficznego. Poza barwnymi przekrojami meteoryty ukazują bowiem oszałamiająco barwny świat, gdy wykonane z nich preparaty oglądamy pod mikroskopem polaryzacyjnym. Widoczne wówczas barwy nie są wprawdzie rzeczywistymi lecz interferencyjnymi, uła-

twiającymi identyfikację minerałów, ale nie zmienia to faktu, że badacz doznaje także rozkoszy estetycznej. Dzięki książce dostęp do tego piękna zyskują także czytelnicy.



Książkę zawdzięczamy przede wszystkim dwóm osobom. Autorem jest wybitny polski mineralog, prof. dr

hab. inż. Andrzej Manecki, który od lat interesuje się meteorytami i stara się promować tę tematykę, a przepiękne zdjęcia meteorytów to dzieło mgr Janiny Wrzak. Miałem kilkakrotnie okazję oglądać parę autorów przy pracy nad zdjęciami i widząc, ile serca w to wkładali, nie dziwię się, że wynik jest tak zachwycający. Na wdzięczność zasłużyło jednak także wydawnictwo Bosz i drukarnia OZGraf za stworzenie eleganckiej książki, którą czytelnik z przyjemnością bierze do ręki.

Autor zaprasza do lektury każdego, kto nie jest obojętny na otaczającą go przyrodę. Meteoryty spadają na naszą planetę jak popadnie i niezmiernie rzadko zdarza się, że wylądują w pobliżu badacza, który potrafi się nimi zająć. Najczęściej albo nikt nie zauważy ich spadania, albo jak zauważy, to nie wie, jak obchodzić się ze znalezionym „kosmitą” i do kogo się udać. Dlatego ważnym zadaniem każdego badacza meteorytów jest popularyzacja wiedzy o nich, by przypadkowi znalazcy byli w stanie meteoryty rozpoznać. Najle-

sze opisy nie zastąpią obejrzenia prawdziwych meteorytów, co w Polsce nie jest łatwe. Pokazanie dobrych ilustracji, a szczególnie trójwymiarowych obrazów z możliwością ich obracania, na dołączonej do książki płycie, na pewno pomoże rozpoznać meteoryt, gdy czytelnik przypadkiem na takowy natrafi.

Meteority należą, z racji pochodzenia, do świata astronomii i są cennym źródłem informacji o budowie i historii naszego Układu Słonecznego. Omawiając w prosty sposób ich budowę autor nieustannie zwraca na to uwagę. Minęły już czasy, gdy Układ Słoneczny badano tylko przez teleskopy i niewiele można było powiedzieć o budowie planet i księżyców. Dziś kolejne sondy kosmiczne badają z bliska planety, księżyce, planetoidy i komety, a w publikacjach pojawiają się nazwy

znajdowanych tam minerałów. By rozumieć wyniki badań tych sond każdy miłośnik astronomii powinien liźnąć trochę wiedzy o minerałach i skałach. Tym bardziej chciałbym polecić tę książkę, w której wybitny znawca minerałów pisze tak prosto, jak to możliwe, o minerałach materii pozaziemskiej, o skałach Księżyca i Marsa, o materii planetoid i komet, a także o materii dalekich księżyców: Io, Tytana i Enceladusa.

Książka nie jest pomyślana jako podręcznik meteorityki i zawiera tylko podstawowe informacje, potrzebne by zrozumieć, co czytelnik ogląda na pięknych zdjęciach. Są więc omówione rodzaje meteorytów, jest trochę historii, są wspomniane niektóre znane meteority, zwłaszcza polskie, jest wzmianka o niedawnym zderzeniu planetoidy z Ziemią, choć szkoda, że zabrakło zdję-

cia fragmentu tej planetoidy, który już trafił do polskich zbiorów. Ponieważ jest to tylko wstęp do tej pięknej i fascynującej dziedziny wiedzy, brakuje trochę wskazówek, gdzie szukać dalszych informacji. Autor wspomina jedynie o Polskim Towarzystwie Meteorytowym, nie podając jednak adresu jego strony: www.ptmet.org.pl. A warto tam zajrzeć.

W romantycznym posłowniu autor nawiązuje do dzieła Kopernika podkreślając, że to czym zajmują się badacze meteorytów, to ta sama astronomia, tylko studiowana innymi metodami. Gorąco polecam tę piękną książkę wszystkim miłośnikom astronomii.

Andrzej Manecki „Meteority. Oblicza gości z kosmosu.” Wydawnictwo Bosz, Olszanica 2010. Wydanie pierwsze.

AM

Meteorytowe znalezisko Brixa w Wisconsin

Sonny Clary

(Artykuł z kwartalnika METEORITE Vol. 16 No. 3. Copyright © 2010 ARKANSAS CENTER FOR SPACE & PLANETARY SCIENCES)

Wprowadzenie

Byłem na poszukiwaniach meteorytów w West, w Teksasie, i wciąż nie wiedziałem, jak duży jest obszar rozrzutu. Postanowiłem sprawdzić mały kawałek ziemi, na której stał mobilny dom znajdujący się na trasie przelotu bolidu.

Gdy zbliżyłem się do domu, by uzyskać pozwolenie na poszukiwania, przywitał mnie czarny pies wyglądający jak owczarek australijski albo Border Collie. Dom miał drewniany ganek ze schodami prowadzącymi do drzwi wejściowych. Gdy wszedłem na schody, by zapukać do drzwi, zauważyłem mały meteoryt leżący w rogu. Chciałem jak najszybciej dowiedzieć się czegoś o nim. Zapukałem do drzwi, ale nikt się nie odezwał. Postanowiłem zapukać jeszcze raz, ale odpowiedź była taka sama. Powiadomiłem więc moich partnerów o meteorycie i jego lokalizacji.

Po powrocie do samochodu zadzwoniłem do Rubena Garcii i powiedziałem, że właśnie znalazłem meteoryt leżący na ganku.

Ruben spytał: „Czy chcesz go kupić?”

Powiedziałem mu: „Nie, wolałbym raczej znaleźć coś sam.”

Po kilku minutach Ruben, z pomocą sąsiada, znalazł numer telefonu do właścicielki domu, Pauline Alligood.

Ruben zadzwonił do Pauline z pytaniem o możliwość kupienia meteorytu, a Pauline odpowiedziała: „Ten czarny kamień, który Hopper przyniosła na ganek, jest meteoritem?” Hopper to ten czarny owczarek australijski, który przywitał mnie, gdy szedłem do domu. O ile wiem, Hopper jest pierwszym psem, który podniósł meteoryt i przyniósł go właścicielowi.

Trenowanie Brixa

Po kilku miesiącach, gdy z Brixem, moim owczarkiem niemieckim, chodziłem do szkoły tresury psów, instruktor mówił o treningu psa obronnego. Częścią tego treningu jest szkolenie psów do wykorzystywania ich węchu: by tropić i znajdować zgubione przedmioty. Owczarki niemieckie były szkolone do znajdowania narkotyków, materiałów wybuchowych, DVD oraz przemycanych telefonów komórkowych w więzieniach. Departament Rolnictwa wykorzystuje psy do znajdowania wszystkiego, od przemycanych owoców do jajeczek owadów. Pomyślałem sobie, *dlaczego nie meteority?* Owczar-

ki niemieckie mają bardzo silny instynkt łowiecki i przy takiej motywacji można nauczyć ich wszystkiego.

Jako szczeniak Brix towarzyszył mi podczas wszystkich wyjazdów na poszukiwanie meteorytów. Zanim podrósł na tyle, by wskoczyć na mój ATV, podnosiłem go, by jechał na siedzeniu. Już po paru godzinach siedział na ATV jak stary wyga, gdy jechaliśmy przez rozległy, pusty teren.



Fot. 1. Autor trenujący Brixa w szukaniu meteorytów.

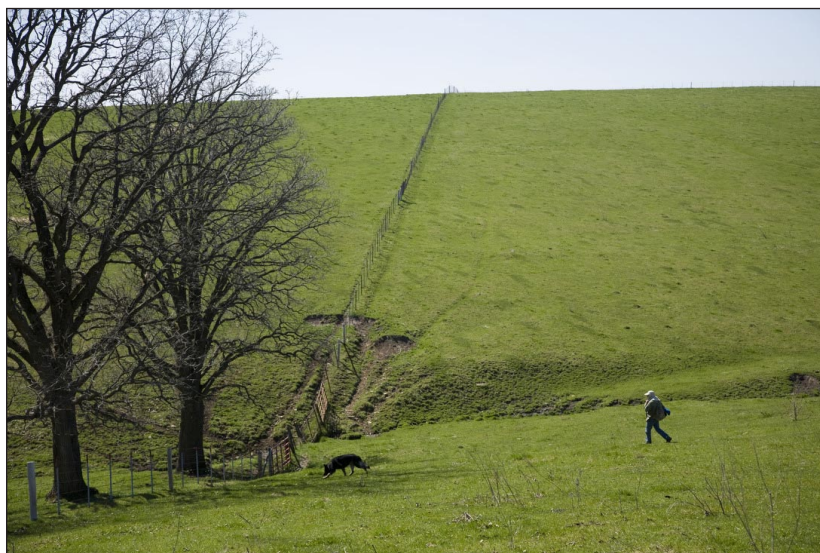
Gdy już byliśmy na terenie poszukiwań, Brix szedł obok mnie obwąchując każdy rdzawy kamień, który podnosiłem. Czasem pomagał mi nawet wykopywać kamień z pustynnej gleby lub z dna wyschniętego jeziora. Wielokrotnie Brix zaczynał się nudzić i przynosił mi kamienie, czy cokolwiek innego, co udało mu się znaleźć i zachęcał do zabawy w aportowanie. Wtedy właśnie wpadłem na pomysł, by wyćwiczyć go do pomocy w szukaniu meteorytów. Podstawowym pytaniem było, jak mam zacząć trenować Brixa, by osiągnąć cel i czy to w ogóle jest możliwe.

Brix chodził na zajęcia dwa razy w tygodniu i po jednym z treningów zgłosiłem ten pomysł instruktorce — ćwiczenie Brixa do szukania meteorytów. Jak tylko wymawiasz słowo „meteoryt” czy zaczynasz rozmowę o meteorytach, często zdarza się, że rozmówca przybiera wygląd jelenia w świetle reflektorów. Tego się właśnie spodziewałem, ale nic takiego nie nastąpiło. Instruktorka odpowiedziała: „Nie widzę przeszkód.”

Zacząłem trenowanie Brixa umieszczając meteoryt tak, by go widział, i dając mu polecenie „weź”. Brix był na dziesięciostopowej smyczy i mógł chwycić meteoryt. Za każdym razem, gdy go przyniósł, był nagradzany smakołykiem. Metoda działała dobrze, ale wyniki nie były takie, jakich oczekiwałem. Brix biegł i chwycił meteoryt w pysk jak piłkę bejsbolową ściskając mocniej, gdy próbowałem mu go zabrać.



Fot. 3. Brix przy meteorycie, który znalazł.



Fot. 2. Brix i autor na terenie spadku w Wisconsin. Fot. Mark Hirsch, www.markhirschphoto.com

Postanowiłem, że do tego, co chciałem, bardziej odpowiedni byłby sygnał alarmowy. Dlatego gdy Brix znajdował meteoryt, chciałem by kładł się przy nim mając meteoryt przed nosem.

Zaczynając trenować Brixa umieszczałem meteoryt tak, by był widoczny. Gdy zbliżał się do niego, dawałem polecenie „waruj” trzymając go na długiej smyczy. Gdy Brix kładł się przy meteorycie, nagradzałem go smakołykiem i chwaliłem. Starałem się pracować z Brixem dwa lub trzy razy w tygodniu po 10–15 minut każdorazowo.

Nikt nie wie, co skłoniło Hopper do podniesienia meteorytu i umieszczenia go na ganku mobilnego domu. Mógł to być zapach świeżo spadłego meteorytu, albo zobaczenie meteorytu, który uderzył w ziemię i podskoczył.

By naprawdę zobaczyć, czy trening działa, musiałem pracować z Brixem w różnych miejscach i zacząć używać meteoryty z ostatnich spadków. Miałem parę meteorytów Buzzard Coulee, które chwytałem tylko przez plastikowy worek, by nie dawać Brixowi wskazówki poprzez mój zapach. Świeże meteoryty były dla niego trudniejsze do znalezienia z powodu małych rozmiarów. Ale gdy je znalazł, alarmował w ten sam sposób: kładąc się przy nich i otrzymując smakołyk w nagrodę.

Zacząłem także trenować Brixa bez smyczy. Wtedy czasem stawał nad meteorytem, ale nie kładł się. Wtedy z powrotem przypinałem smycz i kończyłem trening. Starałem się wpoić mu, że musi kłaść się mając meteoryt bezpośrednio przed sobą. Trzeba zrozumieć, że psy czasem chcą po prostu robić to, co robią najlepiej, być psami i bawić się. W tym momencie lepiej więc było bawić się z Brixem w aportowanie używając jego piłkę lub frisbee. Brix spędzał także wiele godzin w terenie szukając bez smyczy, gdzie rozpraszało go wiele rzeczy takich jak króliki, ptaki, bydło, konie. Mógł na nie popatrzeć, ale nie mógł ich gonić.

Sprawdzenie wyników treningu

Podczas tych wszystkich ćwiczeń brakowało mi tylko jednej rzeczy: świeżego spadku z meteorytami leżącymi gdzieś w terenie, by zobaczyć, czy to będzie działać. Dobrą okazją wydawał się bolid z Lorton w Wirginii. Znalezione jednak tylko jeden meteoryt, a ja właśnie wróciłem do domu po tygodniowych poszukiwa-

niach meteorytów i postanowiłem nie jechać.

15 kwietnia 2010 r. kamera internetowa na dachu University of Wisconsin-Madison uchwyciła końcowe sekundy wejścia bolidu w atmosferę. 16 kwietnia znaleziono pierwszy meteoryt. To mogła być dla mnie szansa wypróbowania zdolności Brix'a do szukania meteorytów. Na pierwszy rzut oka wydawało się to proste: zamówić bilet na samolot, wynająć samochód, zarezerwować motel, spakować się i przetransportować Brix'a do Wisconsin. Powiedziałem mojej żonie, Georgii, co zamierzam. Georgia spojrzała na mnie i powiedziała, „Okej, ale mam nadzieję, że wiesz, w co się pakujesz.”

Następnego ranka pchałem klatkę Brix'a na wózek przez cały port lotniczy. Na klatce leżała walizka, a Brix siedł obok mnie. Jeśli sądzicie, że ludzie mieli dziwne miny widząc Brix'a jadącego na tylnym siedelku ATV, to trzeba było zobaczyć ich miny teraz. Kontrola przeszła dość gładko i po kilku godzinach byliśmy już w drodze do Wisconsin.

Gdy przybyłem do Madison w Wisconsin, mogłem zobaczyć, jak klatkę Brix'a wyładowują z samolotu. Wypożyczyłem wózek bagażowy, by przewieźć klatkę do wynajętego samochodu. Gdy ładowaliśmy na wózek klatkę z Brix'em w środku, zaczął skomleć i wyć, jakby mówił, „Chłopie, gdzieś ty był?”

Wiedziałem, że lepiej nie wypuszczać go z klatki na terenie lotniska. Gdy wydostaliśmy się na zewnątrz, Brix próbował wskoczyć mi na ręce szczekając, tak że jeden z pracowników lotniska cofnął się i spytał „Co się stało temu psu?”

Następnego dnia spotkałem się z innymi poszukiwaczami meteorytów. Większość czasu tego pierwszego dnia spędziliśmy na spotkaniach z właścicielami ziemi, by zyskać dostęp do ich własności, ale zdołaliśmy także trochę poszukać. Każdy właściciel, z którym rozmawialiśmy, pozwolił nam szukać na swojej ziemi i rozliczyć się pod koniec dnia, gdyby udało się nam szczególnie coś znaleźć.

Obszar rozrzutu obejmował mieszaninę rozległych, zielonych pastwisk, pól kukurydzy i lucerny, oraz zaoranych pól, gdzie nowe rośliny zaczynały kiełkować. Rob Matson i Mark Fries pozostali w domu opracowując dane dopplerowskie, by pomóc zlokalizować



Fot. 4. Wążący 205,6 g meteoryt Brix'a.

obszary, na których mogłyby być meteoryty.

Przez następnych kilka dni przewędrowaliśmy, jak się wydawało, setki mil z krótkimi tylko przerwami. Liczne znaleziska małych meteorytów połączone z danymi dopplerowskimi zaczynały pokazywać tendencję, która później doprowadziła do kilku efektownych znalezisk. Dysponując tą informacją wybraliśmy kilka pól, które były pod chmurą z Dopplera i na jednej linii z wcześniejszymi znaleziskami. Po trzech dniach poszukiwań na wszystkich rodzajach pól zauważyłem zielone pastwisko, które wyglądało jak pole golfowe. Byłaby to miła odmiana.

Na pastwisku było pełno krów, które w każdej chwili mogły się cielić; niektóre już właśnie się ocieliły. Szedłem wraz z Brix'em przez pastwisko i widziałem jak Karl Aston na górze pastwiska szedł w tym samym kierunku. Jedynym problemem było teraz to, że część krów zaczęła się skupiać w stado, niektóre nawet pochyliły łby i szły za nami. Brix był blisko przede mną idąc prosto. Ponieważ szliśmy szybciej, krowy zaczęły zwalniać i niektóre nawet powróciły do skubania trawy, ale kilka wciąż szło za nami, co mnie trochę niepokoiło.

Zerkając wciąż na krowy, by upewnić się, że żadna nie zamierza nas atakować. Gdy obróciłem się, zobaczyłem, że Brix stanął i ogląda się na mnie, potem patrzy w dół i znów się ogląda. To było to samo spojrzenie, jak podczas treningu, gdy znajdował meteoryt. W tym ułamku sekundy wydawało się, że czas się zatrzymał. Jedyny dźwięk,

jaki słyszałem, to było bicie mojego serca. Zobaczyłem, że Brix stoi nad meteorytem.

Wrzasnąłem, „Brix, waruj”.

Podbiegłem i pochwaliłem go, a on zaczął skakać dokoła jak szalony, tak jak robił zawsze, gdy był z siebie zadowolony.

Brix znalazł właśnie wążący 205,6 g, pokryty całkowicie skorupą meteoryt, 82 godziny po spadku. Właściwie dopiero zaczęliśmy trening. Okazał się wyjątkowym psem i znakomitym kompanem. Co kryje przyszłość, tylko czas pokaże.

E-mail: wahlperry@aol.com

Zawsze uwielbiałem przebywanie na świeżym powietrzu. Od małego spędzałem czas jadąc wierzchem na koniu, albo jeepem, wraz z ojcem penetrując odludne obszary południowego zachodu. Gdy dorosłem, zamilowanie do wypraw w teren pozostało. Skłoniło mnie to do latania śmigłowcami, by walczyć z pożarami lasów. Udało mi się odkryć jeszcze bardziej wyjątkowe, odludne tereny na zachodzie Stanów Zjednoczonych. Obecnie pracuję jako zawodowy strażak, inżynier w Las Vegas w Newadzie. Mój rozkład zajęć pozwala mi na kontynuowanie wielu moich terenowych zamilowań.

W miarę jak rosło coraz bardziej moje zainteresowanie meteorytami, rosła także moja kolekcja. Nie bojąc się podróżowania i penetrowania odludnych obszarów, poznając coraz to nowe tereny i metody poszukiwań, odniosłem sukces jako poszukiwacz meteorytów. W ciągu kilku lat moja kolekcja wzrosła od jednego do setek okazów. Każdy odnaleziony meteoryt, to przygoda sama w sobie. Mam nadzieję dalej uczestniczyć w tych przygodach.

WHL

Węgiel w meteorytach

Gregory T. Shanos

(Artykuł z kwartalnika METEORITE Vol. 16 No. 3. Copyright © 2010 ARKANSAS CENTER FOR SPACE & PLANETARY SCIENCES)

Uwaga: W ciągu ostatnich dziesięciu lat publikowałem w *Meteorite* artykuły o bieżących odkryciach dotyczących węgla w meteorytach. Ten przeglądowy artykuł oferuje spójne zestawienie dotychczasowych osiągnięć.

Pierwiastek chemiczny węgiel jest rozpowszechniony w przyrodzie. Występuje w całym Wszechświecie w galaktykach, gwiazdach, planetach, planetoidach i meteorytach, a także we wszystkich żywych organizmach na Ziemi. Węgiel występuje w trzech odmianach alotropowych: jako grafit, diament i fuleren. Wszystkie te trzy postacie węgla wykryto w meteorytach.

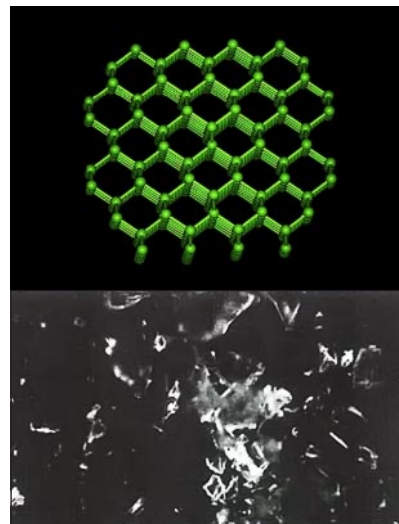
Grafit, najpospolitsza forma węgla, ma cząsteczki, które tworzą płaskie arkusze atomów ułożone w heksagonalny wzór przypominający plaster miodu (fot. 1a). Te arkusze mogą ślizgać się po sobie, co sprawia, że grafit jest matowy, miękki i śliski. Grafit występuje i w meteorytach żelaznych i w kamiennych. Meteoryt żelazny Canyon Diablo, który utworzył Krater Meteorowy w Arizonie, zawiera grafitowe no-

dule z wrosniętymi żyłkami żelaza nikłonośnego (fot. 1b).

W diamentach atomy węgla tworzą piramidalną strukturę zwaną tetraedrem (fot. 2a). Ta sztywna struktura nadaje diamentowi wyjątkową twardość. Natura i siła jego wiązań chemicznych sprawia, że diament jest najtwardszą znaną substancją. Pierwsza wskazówka, że meteoryty mogą zawierać diamenty, pojawiła się w roku 1964, gdy Edward Anders i jego koledzy z University of Chicago odkryli w chondrytach węglistych niezwykle ksenon, który nazwali Xe-HL, co oznacza ksenon wzbogacony i w najcięższe i w najbliższe izotopy. Ten dziwny ksenon był tak odmienny od pozaziemskich izotopów, że badacze uznali, iż musi on pochodzić spoza Układu Słonecznego. Musiało minąć dwadzieścia lat, zanim Lewis, Anders i in. (1988) zdołali wyprzepracować mineralny nośnik Xe-HL metodą kolejnego rozpuszczania w silnych kwasach. Stwierdzono, że tym minerałem jest węgiel w postaci diamentu.

Przykro mi rozczarować panie, ale te diamenty są nanodiamentami mającymi około 25 angstrémów długości i by je zobaczyć, potrzebny jest mikroskop elektronowy (fot. 2b). Stwierdzono, że diamenty są najliczniej występującymi międzygwiezdnymi ziarnami w chondrytach węglistych. W meteorytach Allende i Murchison koncentracja diamentów wynosi w przybliżeniu 1000 części na milion. Chondryt węglisty Tagish Lake miał dotąd największą koncentrację diamentów 3650–4330 ppm. Te nanodiamenty kondensowały, gdy zawierające dużo węgla zewnętrzne warstwy gwiazd zwanych czerwonymi olbrzymami były wyrzucane w kosmos i tam stygły. Egzotyczny ksenon Xe-HL został wytworzony podczas eksplozji supernowej typu II, która wrzuciła ten zestaw izotopów do diamentowego gwiazdowego pyłu. W meteorycie Murchison wyizolowano inne międzygwiezdne ziarna, jak grafit (C), węglík krzemu (SiC), tlenek glinu (Al_2O_3) i azotek krzemu (Si_3N_4). Te ziarna zawierające resztki superno-

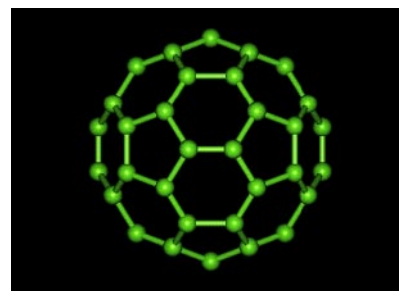
wej zostały wyniesione daleko w przestrzeń międzygwiezdną, gdzie zostały uwięzione w kondensujących planetozymalach naszej mgławicy słonecznej i w końcu wylądowały na Ziemi jako meteoryty.



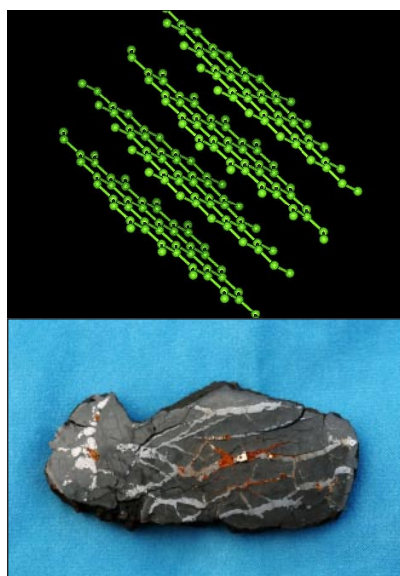
Fot. 2a. Węgiel jako diament. Zauważmy, że atomy węgla są ułożone w piramidalne struktury czyli czworościany, co nadaje diamentowi jego wyjątkową twardość i wytrzymałość.

Fot. 2b. Zdjęcie nanodiamentów wyizolowanych z meteorytu Murchison.

Trzecia postać węgla, C_{60} i C_{70} , składa się z 60 lub 70 powiązanych ze sobą atomów węgla i przypomina odpowiednio pustą piłkę do futbolu lub do rugby. Atomy w C_{60} są ułożone w regularny wzór 12 pięciokątów i 20 sześciokątów (fot. 3). Taką cząsteczkę nazwano Buckminster Fuller od amerykańskiego architekta, który projektował wielokątne kopuły o podobnym wyglądzie. Naukowcy skrócili nazwę do fulerenów. Nazwa ta oznacza C_{60} . Ta cząsteczka jest wyjątkowo stabilna, cechuje się



Fot. 3. Węgiel jako fulereny C_{60} . Fuleren jest trzecią postacią węgla odkrytą dopiero niedawno, w roku 1985. Fuleren ma strukturę podobną do pustej piłki futbolowej.



Fot. 1a. Węgiel jako grafit. Zauważmy, że atomy węgla są ułożone w sześciokątny wzór przypominający plaster miodu. Te warstwy mogą ślizgać się jedna po drugiej, co sprawia, że grafit jest matowy, miękki i śliski.

Fot. 1b. Grafitowa nodula z meteorytu Canyon Diablo. W czarnej grafitowej masie widać żyłki żelaza nikłonośnego. Ten okaz pochodzi z prywatnej kolekcji autora i waży 57,9 g przy wymiarach 32×15×7 mm.

nadprzewodnictwem, rozpuszcza się w rozpuszczalnikach i ma zdolność chwywania innych cząsteczek.

Cząsteczki C_{60} i C_{70} odkryli w roku 1985 Richard Smalley z Rice University i Harold Kroto z University of Sussex. Ci dwaj naukowcy badali efekty podgrzania par węgla do temperatury 8000°C . Nieoczekiwanie odkryli oni tajemniczą, nową postać węgla. Za odkrycie fulerenów Richard Smalley, Harold Kroto i Robert Curl otrzymali w 1996 roku nagrodę Nobla.

Odkrycie fulerenów w chondrycie węglistym Allende CV3 ogłosiła w 1994 Luann Becker ze swoim zespołem. Odkrycie fulerenów w meteoroidach było dość trudne z powodu ich bardzo niewielkiej koncentracji. Zawartość C_{60} wyznaczono na zaledwie 0,1 ppm. Inna forma fulerenu zawierająca kowalencyjnie związany wodór ($C_{60}H_x$) nazywana jest fuleraniem. Odkrycie fuleranów w Allende potwierdzono w roku 1997.

Fulereeny są także związane ze zdarzeniami kraterotwórczymi. Znalezione je w wytworzonych szokowo brekcjach formacji Onaping w strukturze uderzeniowej Sudbury. Te brekcje, wytworzone 1,85 miliarda lat temu, mają koncentracje fulerenów od 1 do 10 ppm. Ponadto Becker i in. (1996) odkryli uwięziony w tych fulerenach hel ($\text{He}@C_{60}$) (fot. 4). Izotopowe analizy uwięzionego helu pokazały, że miał on charakter pozaziemski. Pokazano także, że mający 65 milionów lat ił z granicy K/T zawiera fulereeny z uwięzionymi izotopami helu. Uważa się, że te fulereeny z granicy K/T mają pozaziemskie pochodzenie i przetrwały w nienaruszonym stanie.

Fulereeny wyższego rzędu odkrył Becker i in. (1996) w chondrycie węglistym Allende w 1999 r., w Murchison w 2000 r. i w Tagish Lake w 2001 r. Te fulereeny wyższego rzędu są bardzo stabilne i występują w zamkniętych, klatkowych gromadach C_{100} do C_{400} . Ich istnienia nie zauważono wcześniej, ponieważ są wbudowane w ubogą w grafit, węglową matriks meteoroidu. W sumie z Allende wydobyto znacznie więcej C_{60} i C_{70} i wyższego rzędu fulerenów między C_{76} a C_{96} niż z Murchison. Oba meteoroidy zawierają jednak więcej wyższego rzędu fulerenów (C_{84} do C_{200}) niż C_{60} i C_{70} .

Fulereeny wyższego rzędu w Tagish Lake były między C_{60} a C_{160} w porów-



Fot. 4. Fuleren C_{60} z uwięzionym atomem ^3He lub ^{40}Ar . Takie fulereeny znaleziono w strukturze uderzeniowej Sudbury, na granicy K/T sprzed 65 milionów lat i w meteoroidach.

naniu z rozkładem w Murchison od C_{60} do C_{250} . Odmienny rozkład fulerenów można przypisać różnicy składu mgławicowych kondensatów oraz odmiennym procesom wodnym i termicznym na planetoidzie.

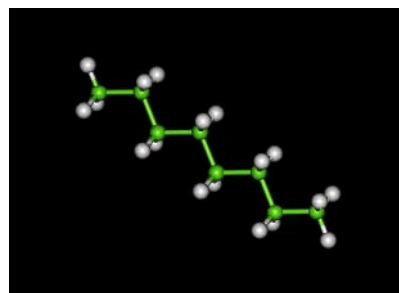
Fulereeny z meteoroidu Murchison zawierają także hel w stężeniu $1,1 \times 10^{-8} \text{ cm}^3$ na gram fulerenu. Ten hel jest uwięziony w piłce. Analiza stosunków izotopów helu uwolnionego przez ogrzewanie pokazała, że jest on pochodzenia pozaziemskiego. Stwierdzono, że fulereeny z Allende uwalniają o rząd wielkości więcej helu niż fulereeny z meteoroidu Murchison CM2. Fulereeny zawierające uwięziony, pozaziemski hel znaleziono także w Tagish Lake.

Podczas analizy uwalnianego helu fulereeny z Murchison, Allende i Tagish Lake sprawiły inną niespodziankę. We wszystkich trzech meteoroidach uwolniony został także argon, którego stosunki izotopów także wskazywały na pozaziemskie pochodzenie. Według modeli astrofizycznych fulereeny i skupiska węgla wyższego rzędu tworzą się w materii wypływającej z gwiazd węglowych. Ich obecność we wszystkich tych trzech chondrytach węglistych pokazuje, że mogą one przetrwać podróż przez kosmos i potem wejść w skład ziaren i większych ciał macierzystych takich jak planetoidy. Wyjątkowa stabilność i zdolność przetrwania fulerenów z uwięzionymi gazami szlachetnymi sugeruje, że dostarczenie z zewnątrz nietkniętej materii organicznej na powierzchnie planet jest całkiem możliwe.

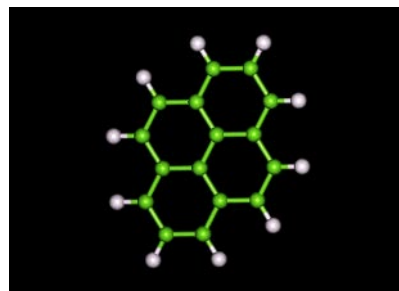
Węgiel w związkach organicznych to węgiel powiązany kowalencyjnie z innymi pierwiastkami, takimi jak wodór, azot, tlen itd. Gdy węgiel łączy się tylko z wodorem, otrzymujemy zwią-

ki zwane węglowodorami. Każdy atom węgla tworzy czworościan z innym, sąsiadującym węglem i atomami wodoru. Są dwa główne typy węglowodorów: alifatyczne i aromatyczne. Alifatyczny węglowodór składa się z długiego, prostego lub rozgałęzionego łańcucha połączonych chemicznie atomów węgla i wodoru (czyli CH_3 - CH_2 - CH_2 - CH_3 itd.) (fot. 5). Węglowodór aromatyczny składa się z atomów węgla połączonych w płaski, sześciokątny pierścień, z jednym atomem wodoru przyłączonym do każdego węgla. Najprostszym węglowodorem aromatycznym jest benzen (C_6H_6). Węglowodory poliaromatyczne (PAH), jak wynika z nazwy, składają się z wielu (poli) połączonych pierścieni benzenowych (fot. 6).

Najprostszym PAH znalezionym w Allende jest naftalen (C_{10}H_8) znany



Fot. 5. Alifatyczny węglowodór (oktan). Jest to przykład węglowodoru o prostym łańcuchu.



Fot. 6. Węglowodór poliaromatyczny (PAH). Zauważmy połączone aromatyczne pierścienie benzenu.

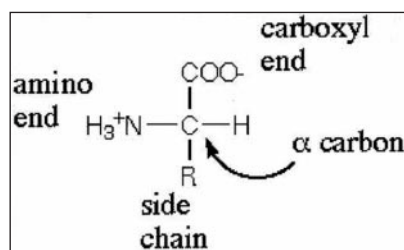
z kulek na mole. Ponadto istnienie PAH stwierdzono w obłokach molekularnych i w cząsteczkach pyłu międzygwiazdowego.

Związki organiczne niezbędne dla życia także wykryto w meteoroidach, szczególnie w chondrytach węglistych. Berger i Zubovic (1972) zidentyfikowali w Allende formaldehyd (CH_2O) czyli formalinę. Ten formaldehyd występuje w matriks tego meteoroidu w postaci polimeru $\text{HO}-(\text{CH}_2)_n\text{-H}$. Formaldehyd wykryto także w warkoczu komety Halleya podczas pojawienia się w latach 1985/86. Znaczenie formaldehy-

du polega na tym, że w warunkach występujących w pierwotnej, ziemskiej atmosferze mógł on być wyjściową częścią dla powstania węglowodanów.

Kvenvolden i in. (1970) wykryli w chondrycie węglistym Murchison związki organiczne zwane aminokwasami. Do dziś znaleziono w tym meteorycie ponad 92 różne aminokwasy. Z nich tylko 19 znaleziono także na Ziemi. Pozostałe aminokwasy nie miały widocznego ziemskiego źródła. Aminokwasy są cegiełkami do budowy białek we wszystkich żywych organizmach i dlatego są ważną grupą cząsteczek w badaniach egzobiologii. Poza aminokwasami Murchison zawiera także kwasy tłuszczowe, cukry i nukleotydy, które są wyjściowymi częściami do budowy odpowiednio błon komórkowych i DNA.

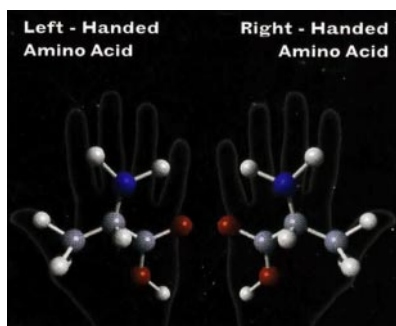
Aminokwasy typowo zawierają centralny węgiel, do którego przyłączone są cztery chemiczne grupy. Wszystkie aminokwasy zawierają grupę aminową ($-NH_2$), która jest słabo zasadowa, grupę karboksylową ($-COOH$), która jest słabo kwasowa i obojętny atom wodoru ($-H$). Pozostała grupa ($-R$) wychodząca od centralnego węgla, definiuje każdy poszczególny aminokwas (fot. 7).



Fot. 7. Chemiczna struktura aminokwasu. Zauważmy cztery różne grupy wokół centralnego węgla alfa. To nadaje aminokwasom ich chiralność albo skrętność.

Ponieważ od centralnego węgla wychodzą cztery różne grupy chemiczne, aminokwasy mają właściwość zwaną chiralnością, lub skrętnością. (Uwaga, glicyna jest jedynym aminokwasem, który nie przejawia chiralności, ponieważ jako czwarta grupa chemiczna, czyli grupa R, występuje także atom wodoru). Wersja prawoskrętna jest oznaczana D, a wersja lewoskrętna jest nazywana L. Są to wzajemne lustrzane odbicia podobnie jak twoja prawa i lewa ręka (fot. 8a).

Spodziewano się, że aminokwasy Murchisona będą mieszaninami racemicznymi enancjomerów zawierającymi 50% form prawoskrętnych (D)

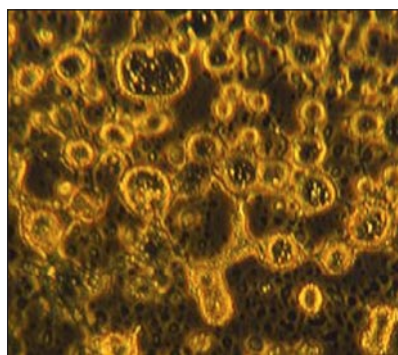


Fot. 8. Formy D i L aminokwasów są wzajemnymi lustrzanymi odbiciami. Wszystkie żywe organizmy na Ziemi wykorzystują aminokwas L. Ostatnie badania wykazały nadwyżkę enancjomeru L w meteorycie Murchison.

i 50% lewoskrętnych (L). Z definicji cząsteczka lewoskrętna skręca przechodzącą przez nią spolaryzowaną światło w lewo i odwrotnie.

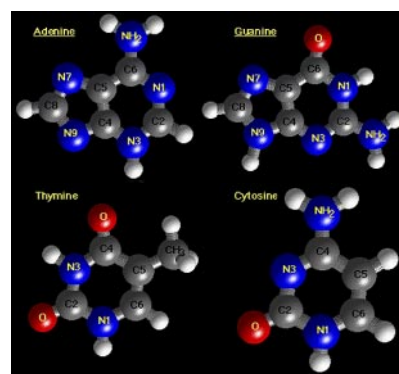
Wszystkie żywe organizmy na Ziemi wykorzystują do syntezy białek aminokwas L. Cronin i Pizzarello (1997) badali w meteorycie Murchison pozaziemskie aminokwasy, które nie wchodziły w skład białek, a więc w ziemskiej biosferze są niezwykle rzadkie. Autorzy ci odkryli w niebiologicznych aminokwasach nadwyżkę form L do 9%. Hipotetyczny mechanizm mógł być taki, że preferencja postaci lewoskrętnych mogła być narzucona obłokowi międzygwiazdowemu, z którego utworzył się Układ Słoneczny, przez światło spolaryzowane kołowo, takie jak promieniowanie synchrotronowe z gwiazdy neutronowej. To spolaryzowane światło mogło więc katalizować preferowaną syntezę aminokwasów L.

To niedawne odkrycie nadwyżki lewoskrętnych (L) aminokwasów w meteorycie Murchison zwiększa możliwość, że podobna nadwyżka występowała we wczesnym zestawie



Fot. 9. Struktury ograniczające, to kwasy tłuszczowe wyizolowane z meteorytu Murchison, które tworzą zamknięte pęcherzyki w roztworze zasadowym. Czy te proste pęcherzyki mogły zamykać inne cząsteczki tworząc prymitywne chemiczne „komórki” w ziemskiej pierwotnej zupie?

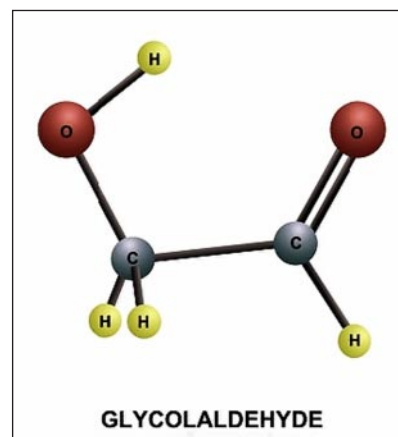
związków organicznych na Ziemi. Nadwyżka lewoskrętnych postaci aminokwasów została wytworzona w kosmosie, a więc przesądzona przez Przyrodę. Procesy ewolucyjne wybrały najliczniejszy dostępny materiał, czyli lewoskrętne aminokwasy, by wytworzyć peptydy i białka. Kiedyś sądzono, że wykorzystanie lewoskrętnych aminokwasów w żywych organizmach było cechą specyficzną dla Ziemi. Ostatnie dowody na abiotyczną syntezę lewoskrętnych aminokwasów w kosmosie zwiększają możliwość, że organizmy rozwijające się na planetach, gdziekolwiek we Wszechświecie, także mogą wykorzystywać w swych biologicznych systemach lewoskrętne aminokwasy.



Fot. 10a i 10b. Zasady azotowe adenina, guanina, tymina, cytozyna i uracyl (nie pokazany) zostały wszystkie wykryte w meteorycie Murchison. Te zasady tworzą struktury cząsteczek DNA i RNA.

W niedawnej publikacji Meierhenrich i Muñoz Caro (2004) wspominają o identyfikacji w meteorycie Murchison dwuaminokwasów. Jak wynika z nazwy, do centralnego węgla alfa przyłączone są dwie grupy aminowe. Zestaw aminokwasów wciąż się powiększa.

Formy występowania węgla w związkach organicznych w meteory-



Fot. 11. Glikoaldehyd, prosty cukier, wykryto w meteorycie Murchison, a także w międzygwiazdowym obłoku Sagittarius B2.



Fot. 12. Chondryt węglisty Allende CV3 spadł 8 lutego 1969 r. w prowincji Chihuahua w Meksyku. Zauważmy liczne okrągłe chondry i nieregularne, białe, wysokotemperaturowe wrostki tkwiące w ciemnoszarej matriks. Ten meteoryt zawiera skupiska obiektów, które kiedyś były zawieszone w mgławicy słonecznej. Allende także określił wiek Układu Słonecznego na 4,56 miliarda lat. Okaz jest z prywatnej kolekcji autora (9,5 g i wymiary 37×25×4 mm).



Fot. 13. Chondryt węglisty Murchison CM2 spadł 28 września 1969 r. w stanie Wiktorii w Australii. Zauważmy chondry w czarnej matriks z krzemianów warstwowych zawierającej węgiel z bogactwem związków organicznych. Matriks tego meteorytu zawiera około 12% wody. Węgiel w tym meteorycie dostarczył bogactwa informacji na temat możliwego pochodzenia życia na Ziemi. Okaz z prywatnej kolekcji autora (20 g, klin o wymiarach 33×29×14 mm).

cie Murchison powiększyły się z odkryciem cząsteczek kwasu tłuszczowego. Kwasy tłuszczowe, to węglowodory zawierające na końcu grupę karboksylową (tj. $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{COOH}$). Część węglowodorowa jest niepolarna i lipofilna (lubiąca tłuszcz), podczas gdy grupa karboksylowa ($-\text{COOH}$) jest polarna i hydrofilna (lubiąca wodę). Deamer (1985) stwierdził, że izolowane kwasy tłuszczowe były zdolne łączyć się w błony. W zasadowym środowisku wodnym kwas karboksylowy jonizuje się i kwasy tłuszczowe mogą samodzielnie łączyć się i tworzyć kapsułę formując coś w rodzaju błony lub ograniczającej struktury (fot. 9). Przegląd

literatury pokazuje, że Murchison zawiera ponad 100 związków typu karboksylowych kwasów tłuszczowych. Znaczenie tych ograniczających struktur przypominających błony polega na tym, że mogą one zamykać w sobie inne cząsteczki tworząc rodzaj prymitywnych „komórek”. To zamknięcie tworzyłoby mikrośrodowisko, gdzie mogłyby zachodzić reakcje między cząsteczkami prowadzące w końcu do replikacji tej prostej struktury.

Chondryt węglisty Murchison zawiera także cząsteczki wszystkich pięciu zasad azotowych, mianowicie adeniny, guaniny, cytozyny, tyminy i uracylu. Te cząsteczki znajdują się w RNA i DNA wszystkich żywych o r g a n i z m ó w (fot. 10).

Copper i in. (2001) ogłosił odkrycie w meteorycie Murchison cząsteczek cukru. Chemicznie cukry są grupą związków z pewną liczbą grup wodorotlenowych ($-\text{OH}$) przyłączonych do szkieletu węglowego. Cukry i pokrewne związki są więc nazywane związkami polihydroksylowymi albo poliolami. Najczęściej występującymi

cukrami w obu meteorytach są trójwęglowe poliole: dwuhydroksyaceton, glicerol i glikol etylenowy. Żywe organizmy na Ziemi wykorzystują cukry jako źródło energii, a także do tworzenia szkieletu cząsteczki DNA. Jeden z cukrowych alkoholi, glicerol, jest wykorzystywany przez organizmy żywe do budowania błon komórkowych. Cząsteczki cukrów takich jak glikoaldehyd odkryto niedawno w międzygwiazdowym obłoku Sagittarius B2 (North) (fot. 11).

Czterdzieści lat po przybyciu meteorytu Murchison wciąż zdumiewa naukowców nowymi, pasjonującymi odkryciami, od międzygwiazdowych do pochodzenia życia na Ziemi. Cztery formy występowania węgla (grafit, diamenty, fulereny i związki organiczne) spotykane w meteorytach wciąż zmuszają do przerabiania podręczników w miarę postępu badań w tej dziedzinie.

Od redaktora: Dziękuję mgr Magdalenie Piłskiej-Piotrowskiej za korektę tłumaczenia pod względem biochemicznym.

E-mail: gshanos@yahoo.com

Gregory T. Shanos jest farmaceutą z zawodu i zapalonym miłośnikiem astronomii i kolekcjonerem meteorytów. Ma doktorat z farmacji i mieszka w Longboat Key, Sarasota na Florydzie.



Fot. 14. Chondryt węglisty Tagish Lake CI2 spadł 18 stycznia 2000 r. na Terytorium Yukonu w Kolumbii Brytyjskiej, w Kanadzie. W tym najnowszym przybyśzu na naszą planetę także wykryto węgiel jako grafit, diamenty, fulereny i związki organiczne. Okaz z prywatnej kolekcji autora (0,28 g o wymiarach 10×7×4 mm).

Monachium 2010 — rozczarowanie?

Martin Altmann

Jesień — pora na wielkie targi w Monachium. Razem z Tucson jest to wskaźnik meteorytowych trendów na następny rok.

Ciepły, jesienny wiatr podarował słoneczne dni i przybliżył do miasta panoramę Alp.

Zwiedzający wkraczał do hal pełen nadziei i radosnego oczekiwania, pamiętając, że zgodnie z listą 70 wystawców ma mieć meteoryty. Jednak im dłużej wędrował wzdłuż stoisk, im bardziej wyteżał wzrok wypatrując oczekiwanych okazów: ciemny, brunatny, czarny, nijaki, grudkowany, nie barwny, nie lśniący — tym bardziej zaczynał go ogarniać niepokój. I tym ciemniejsze chmury zbierały się na horyzoncie.

Gdzie są te meteoryty?!

I tym okrzykiem rozpaczy służącym za tytuł i podsumowanie można by zakończyć relację z monachijskich targów 2010.

Aby zobrazować sytuację pozwólcie, że zrobię porównanie z targami z wcześniejszych lat. Zaczniemy więc od meteorytów żelaznych.

Weteran — Campo wcześniejszych dziesięcioleci, kiedy słowo „meteoryt” było synonimem Gibeona — po 10 latach prohibicji całkowicie zniknął. Ostatnie małe pudełko na świecie z kilkoma pokrytymi patyną okazami moż-

na było znaleźć na stoisku Dziadka Karla Spricha. Ceny wzrosły czterokrotnie w porównaniu z czasami, gdy jeszcze Gibeona nie brakowało.

Sikhote-Alin jest wyczerpany. 4–5 małych pudełek z małymi szrapnelami i ceny wyższe niż dawniej, kiedy jeszcze można było z takich pudełek wybierać tuzinami pociski, guziki, krople pełne zakrzepłych strużek. Na całych targach tylko trzy trochę większe okazy. Stoiska wszystkich naszych rosyjskich przyjaciół skurczyły się do łącznej długości 3 jardów. Na ich stołach, a także u Czecha Simka, brakowało niemal wszystkiego, co zwykle tam widzieliśmy: Brahinoń, Chingi, Szymchanów.

Gebel Kamil — po gwałtownym pojawieniu się w Ensisheim najwidoczniej znów się ulotnił. Tylko kilka okazów tu i ówdzie oraz skromna skrzynka pod stołem. Na niewielką pociechę dla rozczarowanego kolekcjonera było dostępnych przynajmniej kilka małych, wytrawionych płytek po bardzo przystępnej cenie 2–3 \$/g.

Morasko? Nie powróciło.

Jedynym niezmiennym — jak na każdych targach — był oczywiście zawsze uśmiechnięty Hans Campo Koser ze swymi cetnarami Campo del Cielo wszystkich rozmiarów i kształtów. Kolekcjonerowi jednak uśmiech zniknął z oblicza, gdy przypominał sobie, że

jeszcze dwa, trzy lata temu na metkach widniały inne ceny.

Nie było już całych okazów meteorytu żelaznego NWA z krzemianami.

Bardzo brakowało wszystkich naszych australijskich przyjaciół. Tym większe wrażenie robili Davidssonowie prezentując nieoczekiwane kolekcje wyjątkowych okazów Henbury z doskonałą patyną i o wspaniałych kształtach. Niektóre nawet przypominały wyglądem Sikhote-Aliny. Trzeba było sięgać pamięcią daleko wstecz, by przypomnieć sobie, kiedy ostatnio można było zobaczyć takie nagromadzenie muzealnej jakości okazów Henbury.

Meteorytem żelaznym sezonu był tak samo jak przed rokiem Muonionalusta. Wszystkie rozmiary, duże, całkowite czy wytrawione. Oczyszczone lub z żółtym nalotem tak jak je znaleziono. Tanie. Leprechaun Dima Sadilenko brał kolekcjonera za rękę i prowadził do stoiska Kosera, gdzie musiał umieścić Muonionalustę, ponieważ okaz był większy od jego stoiska. Monstrualne 630 kg, dostatecznie duży, by spełnić marzenie przejechania się na meteorycie.

Przejdźmy dalej do najbardziej posępnej części: Pustynne meteoryty.

Któż nie wspominałby minionych lat, gdy na każdych trzech dealerów skamieniałości dwóch nie miało dość miejsca na stołach i umieszczało meteoryty w skrzynkach obok, widząc tę katastrofę podczas monachijskiego weekendu 2010. Nic więcej niż może 5 czy 6 małych pudełek po butach, wypełnionych nędznymi fragmentami, które czasem nawet miały skorupę.

Największy wybór chondrytów zwyczajnych NWA miał jeszcze, jako jedyny, Ismaili. Miał on też jedyny (!) przyzwoity, orientowany meteoryt kamienny na całe targi z 1250 wystawcami. Dzieślił on stoisko z Hanno Strufe, który prezentował ładny wybór różnych pustynnych typów i swój metachondryt LL.

Nieodłączną częścią targów jest Ahmed Pani. Chociaż specjalizuje się on w pustynnych meteorytach, tym razem w oczy zwiedzających rzucały się fantastyczne, zdeformowane płytki Szymchana, jakby zostały odcięte ze szrapnela z oliwinami.



Dwóch silaczy z 165 kg Moraskiem, ale... pustym w środku. Fot. Marcin Cimała.

Oczywiście byli też Tomelleri — tym razem wystawiając przekonującej jakości chondryty zwyczajne z epoki przed NWA. Niektóre miały kształty jak artefakty.

Jednak nagroda za najlepszy asortyment pustynny musi tym razem bezdyskusyjnie przypaść Alemu i Mohammedowi Hmani — krzepiący to widok, że tradycja przechodzi z ojca na syna i będzie kontynuowana. Przywieźli oni na targi piękną, główną masę znalezionego w ostatnich latach NWA 5960, shergottytu o zielonej skorupie łączonego z NWA 2990 i umieścili w gablocie obok niesklasyfikowanego jeszcze 100 g lunaitu z serii 2995/2996. Na stole drzemał majestatycznie znany jeszcze z Ensisheim 20 kg CV3. Towarzyszył mu niezidentyfikowany jeszcze, większy meteoryt żelazny z terenu Ziz. Z innych ich rarytasów warto wspomnieć ładny, świeży, wyglądający na lunait, eukryt reprezentowany przez liczne okazy, oraz trzy klejnoty z Wabaru. Żony z haremu musiały mieć ciężkie życie — łzy, które wypłakały, są wielkie jak winogrona!

Nowości z gorących pustyń?

Nie było w ogóle żadnych nowych meteorytów marsjańskich i księżycowych nie powiązanych z wcześniejszymi znaleziskami. Nie było w ogóle żadnych nowych znalezisk z Omanu.

Tylko trzy większe HED, jeden 2 kg świeży eukryt ze skorupą i białym wnętrzem, fragment HED, 4 kg, z orientowanymi regmagliptami i jeszcze jeden polimiktyczny. I mała garstka innych HED, o których trudno powiedzieć, czy są rzeczywiście nowe, czy też okaże się, że pasują do znanego już materiału. I — trudno w to uwierzyć, ale to było wszystko.

Ceny? Lepiej o nich nie wspominać, by nie przynębiać bardziej czytelnika.

Teraz, aby było coś pozytywnego: oferta historycznych znalezisk i spadków była w tym roku znakomita.

Eisler junior, jedyny dealer prócz Mike Farmera, który nie cofnął się przed długą podróżą z USA w tym roku, miał mnóstwo płytek pallasytów oraz sporą rozmaitość znanych i nie tak znanych nazw — na każdą kieszeń.

Palnę pierwszeństwa dzierżyli Achim & Moritz Karl, którzy wraz z sąsiadującym z nimi Mike Farmerem stworzyli w swoim rzędzie muzeum. Karlowie pytani, co nowego?, odpowiadali skromnie, jak zwykle: „Nic”. Jed-

nak płytki historycznych okazów, które można było u nich zobaczyć, oraz ich nazwy, wywoływały łzy wzruszenia w oczach weteranów kolekcjonerów, początkujących skłaniały do gorączkowych poszukiwań w katalogu, a średnio zaawansowani zatrzymywali się, by zwątpić w swe przeświadczenie, że takie nazwy bywają dostępne tylko w postaci okrucichów molekularnej wielkości. W imponujący sposób Karlowie raz jeszcze ugruntowali swą pozycję dealerów N°1 historycznych meteorytów. Najlepszymi nowymi okazami Mike Farmera były niektóre Springwatery z jego nowych znalezisk. Wśród nich naprawdę atrakcyjny, doskonały, całkowity okaz.

W tej samej kategorii znanych, historycznych meteorytów zaprezentował się jak zawsze Sergey Vassiliev. Jego oferta ma tę przewagę, że zawsze jest w niej wiele okazów dla mniej zasobnych kolekcjonerów. Tym razem uwagę zwracał całkiem spory, pokryty skorupą okaz Ivuny — meteorytu, który nieprawdopodobnie trudno dostać.

Pozytywnym elementem, na który warto zwrócić uwagę, była w tym roku większa dostępność impaktytów i tektytów. Znów w końcu czarne indochinity wszelkich kształtów i wielkości były oferowane całymi kosztami (<30\$/kg) i również wybór moldawitów był większy niż kiedykolwiek. Trzeba tu wspomnieć eksperta, Thomasa Dehnera, który także właśnie wydał nową książkę o moldawitach. Oferowano też duże ilości szkła Pustyni Libijskiej, podobnie jak w zeszłym roku.

Nie ma dobrych targów bez pojawienia się nowości. W Monachium było pod tym względem nędznie, ale imprezę uratował w tym roku przynajmniej weteran dealerów, Uwe Eger. Wystawił on niezwykle cienkie płytki nowego pallasytu z Indonezji, z dziwnie małymi, pomarańczowymi oliwinami i prawie bez metalu między nimi. Podobno znaleziono 750 kg — jeszcze nie sklasyfikowany.

Cechą tegorocznych targów był nie tylko brak meteorytów, ale także nieobecność wielu dealerów. Tylko dwóch przyjechało z USA; meteorytowi dealerzy z Australii i Polski zostali w domu; brakowało też wielu znaczących, europejskich nazwisk, jak Erich Haiderer, Alain Carion, Chladni's Heirs, Sigfried Haberer, Fectayowie, Labenne'owie, Andi Gren...



Marcin Cimała trzyma 15 kg Sikhote-Alina.
Fot. Kazimierz Mazurek.

Po niespodziewanym zamknięciu Fliegerbräu Andi Koppelt zorganizował w piątkowy wieczór spotkanie w starej gospodzie Fraunhofer, przy tradycyjnym, wiejskim jedzeniu, monachijskim piwie, w atmosferze Gemuetlichkeit i ze znacznie lepszą obsługą i cenami. Było miło, przetestowało to ze 20 meteoryciarzy i byli tak zadowoleni, że to nowe miejsce będzie od teraz stałym punktem spotkań podczas monachijskich targów.

W sumie jednak Monachium 2010 było dla kolekcjonera meteorytów prawdziwym szokiem. Najgorsze targi meteorytowe od 10 lat. Alarmujące było to, że wystawcy, pytani o przyczynę spadku podaży meteorytów, niemal jednogłośnie odpowiadali, że spowodowały to nowe ograniczenia prawne wprowadzone na ich terenie. Musimy zastanowić się, czy powinniśmy dalej tolerować tę ślepą furję, z jaką parę głupich osób pozwala sobie niszczyć wszystko, co naukowcy, kolekcjonerzy, poszukiwacze i dealerzy z takim trudem wypracowywali przez wiele lat. Niemniej Monachium, Ensisheim, Tucson pozostają tymi trzema wielkimi wydarzeniami meteorytowymi, gdzie zainteresowani gośćmi z kosmosu mogą dostać w swe ręce tyle meteorytów, jak nigdzie poza tym. Dlatego te trzy targi zawsze będzie warto odwiedzać.

Od redaktora: Artykuł ukazał się najpierw po angielsku w listopadowych IMCA Insights, ale z innymi zdjęciami.

MW



620 kg Muonionalusta na stoisku Hansa Kosera.



Okazy Bassikounou i niesklasyfikowany okaz żelaznego meteorytu z Sahary.



Niesklasyfikowany okaz żelaznego meteorytu z Sahary 9 kg.



Sikhote-Alin około 15 kg.



Orientowany 5 kg eukryt u jednego z marokańskich sprzedawców.



Stoisko Ismaily'a, gdzie było najwięcej meteorytów na całych targach.



Przekrój rewelacyjnego żelaznego meteorytu z krzemianami (Ali Hmani).



Stoisko Alego Hmani.