

# METEORYT

Nr 3 (71)

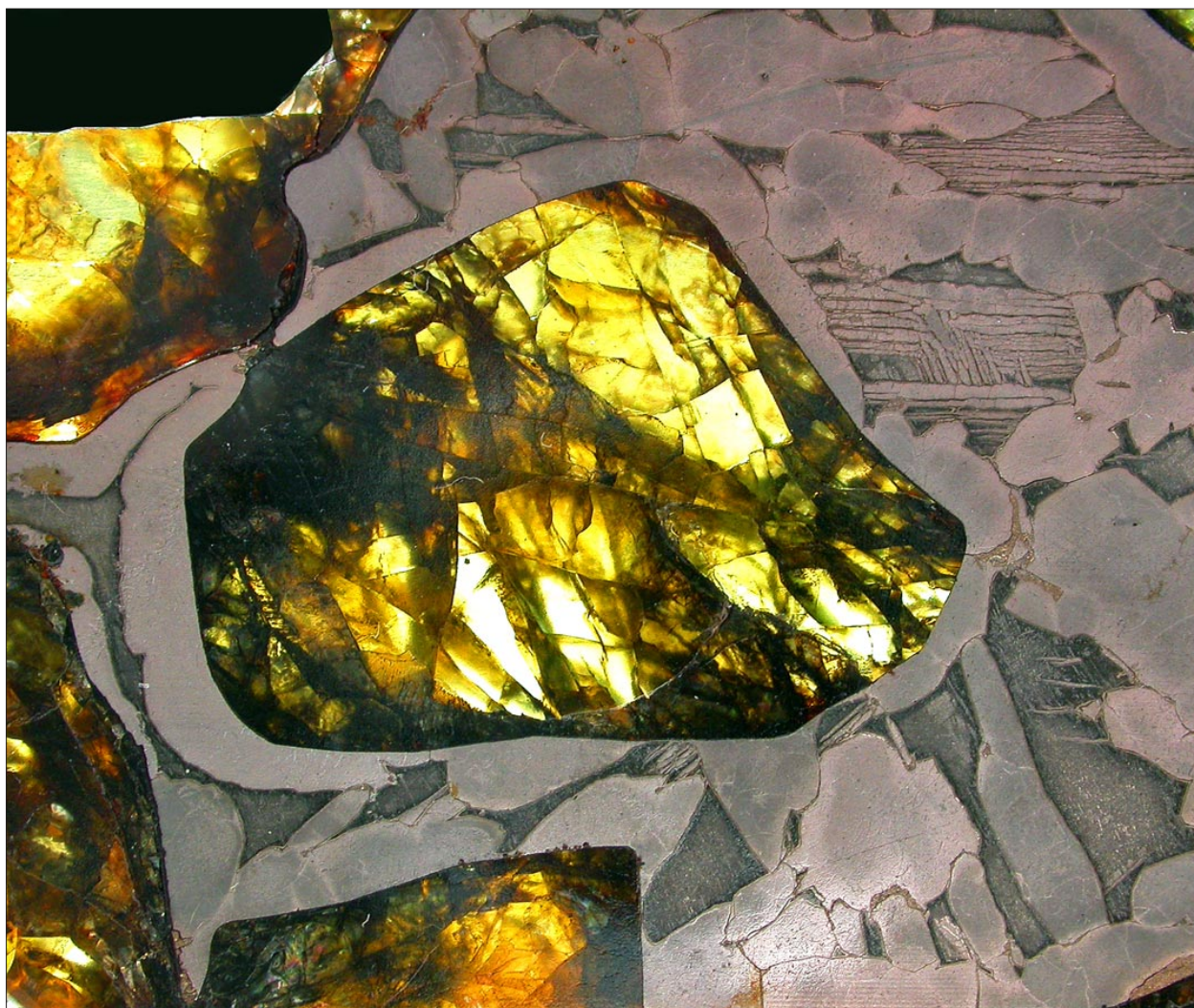
Wrzesień 2009

ISSN 1642-588X

W numerze:

- krzemianowe ziarna gwiazdnego pyłu w Aćfer 094
- Istifane — potencjalny teren poszukiwań
- deszcz meteorytów w Grimsby
- mity o szukaniu meteorytów na Antarktydzie

- o kamieniach meteorycznych spadłych w powiecie dyneburskim
- od spadających gwiazd do gwiazd mediów: kreowanie meteoryciarzy
- meteoryty z terenu Seminole
- meteoryt Elm Creek (Manitoba)



Pallasyty — okna na niebo

## 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 2009 roku 44 zł.  
Zainteresowanych prosimy o wpła-  
cenie tej kwoty na konto wydawcy  
nie zapominając o podaniu czytel-  
nego imienia, nazwiska i adresu do  
wysyłki. Wydawca dysponuje także  
numerami archiwalnymi.

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

Redaguje i tłumaczy większość  
tekstów:

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

Skład: Jacek Drażkowski

Druk: printbynet.pl

## Od redaktora:

*W najczarniejszych snach nie przypuszczałem, że wrześniowy numer będę przygotowywał do druku w listopadzie. Rozpoczynanie każdego numeru od przeproszania za opóźnienie byłoby jednak nudne, więc mam prośbę o większą wyrozumiałość i pogodzenie się z faktem, że się starzeję i siły do pracy już nie te, co ileś numerów temu. Poza tym od połowy września mam jeszcze jednego wnuka i czasem wolę wywieźć go na spacer niż tłumaczyć kolejny artykuł. Ale postaram się rezygnować z innych prac na korzyść „Meteorytu”. Niemniej proszę się denerwować dopiero wtedy, gdy w marcu nie będzie jeszcze grudniowego numeru.*

*Jeśli kogoś te opóźnienia nie zniechęcą, to Olsztyńskie Planetarium już informuje, że wysokość prenumeraty na rok 2010 nie ulegnie zmianie.*

*Meteority nadal spadają. Po obejrzeniu nagrania pięknego bolidu na stronie Spaceweather byłem pewien, że wkrótce usłyszymy o znalezieniu meteorytów. Powtarza się jednak historia z West w Teksasie: chociaż miejsce spadku jest dokładnie znane i wiele osób szuka, to wcale nie tak łatwo coś znaleźć. W dodatku tym razem nie ma psa na meteoryty, jak w West. Gdyby jednak ktoś wybrał się do Toronto i chciał obejrzeć wodospad Niagara, to proszę pamiętać, że po drodze leżą meteoryty.*

*Ten numer wypełniają głównie materiały, które nie zmieściły się do poprzednich numerów, co nie oznacza, że są mniej ciekawe. Polecam zwłaszcza relację z Antarktydy. Jeszcze jedno potwierdzenie faktu, że postęp badań zawdzięczamy niewielkiej grupie osób, które są uparte i gotowe do stawienia czoła najtrudniejszym warunkom.*

*Z przyjemnością prezentuję też relację z deszczu meteorytów w dyneburskim powiecie. W czasach, gdy meteorityka dopiero raczkowała, w Wilnie już byli ludzie, którzy umieli badać meteoryty, a także kolekcjonerzy mający okazy meteorytów L'Aigle i Ensisheim, które można było użyć do porównania. Mamy niezłą tradycję do kontynuowania.*

*Ruszyły przygotowania do przyszłorocznej konferencji meteorytowej, która odbędzie się 23 i 24 kwietnia 2010 r. w Muzeum Geologicznym Instytutu Nauk Geologicznych PAN na ul. Senackiej w Krakowie. Instytut ma ambicje, żeby to była poważna konferencja naukowa poświęcona przede wszystkim badaniom polskich meteorytów.*

*W tym roku nie było chyba żadnego pikniku meteorytowego, natomiast było spotkanie kolekcjonerów o podobnym charakterze w Wyszkowie. Niestety nikt z uczestników nie pokusił się o relację do „Meteorytu”. Chciałbym więc przypomnieć, że warunkiem koniecznym, by informacja o jakimś wydarzeniu się ukazała, jest jej przygotowanie.*

Andrzej S. Pilski



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

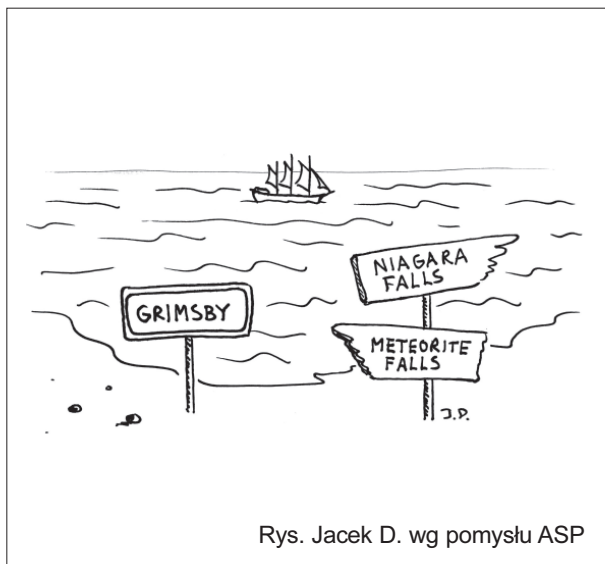
## METEORITE

THE INTERNATIONAL QUARTERLY OF METEORITES  
AND METEORITE SCIENCE

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

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

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



Rys. Jacek D. wg pomysłu ASP



# Odnalezienie meteorytów w okolicy Istifane (Tinghir, Maroko): Potencjalny teren poszukiwań

Abderrahmane Ibhi, Hassane Nacht, El Hassan Abia, Abdellah Faouzi

(Artykuł z kwartalnika METEORITE Vol. 15 No. 2. Copyright © 2009 ARKANSAS CENTER FOR SPACE & PLANETARY SCIENCES)

## Streszczenie

Istifane (Tinghir, Maroko) jest potencjalnym terenem poszukiwań, na którym znajdują się liczne meteoryty pochodzące z różnych spadków. Pierwszy meteoryt Istifane (Istifane 001), zidentyfikowany przez nasze laboratorium, znaleziono w kwietniu 2005 r. około 20 km na zachód od Tinghiru w południowo-wschodnim Maroku. Dalsze pięć okazów odnaleziono podczas geologicznych prac terenowych w okolicy Tinghiru, w regionie Ouarzazate w lipcu 2005 r. (Istifane 002 i 003) i w maju 2006 r. (Istifane 004a, 004b i 004c). Makroskopowe i mikroskopowe oględziny, badania skaningowym mikroskopem elektronowym (SEM) wyposażonym w detektor Pentafet do analizy energii dyspersji promieniowania rentgenowskiego (EDS) i dane z dyfrakcji rentgenowskiej pokazują, że te meteoryty składają się z oliwinu, klino- i ortopiroksenu, skalenia, wollastonitu, minerałów nieprzezroczystych (Fe-Ni i siarczku), oraz maskelynit. Zrównoważone krzemiany żelaza i magnezu, o składzie oliwinu i niskowapniowego ortopiroksenu wskazują, że te meteoryty należą do grup H i L chondrytów zwyczajnych. Te wcześniejsze znaleziska skłoniły nas do zorganizowania nowej ekspedycji w 2008 r.

## Wstęp

O występowaniu fragmentów meteorytów na odludnej pustyni Istifane w Maroku wiadomo co najmniej od roku 2004. O pierwszych okazach o wielkości od kilku gramów do ponad 1 kg donoszono w 2003 r. Wkrótce potem stwierdzono, że co najmniej 2 kg są w rękach kolekcjonerów i oceniono, że łatwo można zebrać 4 kg. Chociaż od czasu jego odkrycia region Istifane był odwiedzany wielokrotnie, nigdy nie zanotowano dokładnych relacji o odnalezionym materiale ani jego dokładnej lokalizacji.

Opierając się na naszych wizualnych obserwacjach podczas ekspedycji 2005–2006 (El Mansouri et al. 2006, Ibhi et al. 2007), zawężiliśmy dokładne lokalizacje znalezisk i wykonaliśmy szkicową mapę głównego regionu Istifane. Chondryty odnajdywano na obszarze 300 m na 700 m wyciągniętym z grubsza z północnego zachodu na południowy wschód. Fig. 1 przedstawia miejsca znalezienia meteorytów.

Od czasu odkrycia region Istifane był centrum intensywnych poszukiwań meteorytów, które trwają do dziś. W pierwszych miesiącach 2008 r. przybyła na to miejsce inna ekspedycja i, wyposażona w nowoczesne przyrządy nawigacyjne i wykrywacze metali (fig. 2), zabrała się

do weryfikowania i poszerzania rezultatów wcześniejszych prac. Systematyczne przeszukiwanie terenu wykrywaczami pokazało, że pozostałe liczne fragmenty meteorytów nie są rozmieszczone przypadkowo. Są one raczej wymieszane z gruntem od powierzchni do głębokości około 2 cm. Te meteoryty mają bardzo dobrze zachowaną skorupę obtopieniową, prawie kompletną, i są w bardzo ciekawym stanie zachowania. Większość okazów ma głęboko odcisnięte regmaglipty, a kilka okazów, które znaleziono rozłupane, miało widoczne lustra tektoniczne. Są to dość szczególne powierzchnie wytworzone przez szok. Są one dość rzadkie w meteorytach.

W tej pracy przeanalizowaliśmy płytki cienkie ze wszystkich sześciu meteorytów Istifane, by uzyskać właściwą klasyfikację tych skał. Z każdego meteorytu przygotowano polerowane płytki cienkie. Te polerowane płytki cienkie oraz główne masy znajdują się w zbiorach Laboratorium Petrologii, Mineralogii i Materiałów (LPMM) Uniwersytetu Ibn Zohra w Maroku.

## Metody analityczne

Polerowane płytki cienkie meteorytów były badane przez mikroskop polaryzacyjny (w świetle przechodzącym i odbitym) by wyznaczyć ich typ petrologiczny, stopień szokowy i stopień zwietrzienia. Przeprowadzono ilościowe analizy minerałów przy pomocy skaningowego mikroskopu elektronowego (SEM) wyposażonego w detektor Pentafet do analizy energii dyspersji promieniowania rentgenowskiego (EDS). Przy użyciu SEM do analiz ilościowych, próbki i odpowiednie standardowe minerały były mierzone przy napięciu wzbudzenia 20 kV, a stabilność wiązki elektronów była kontrolowana przez klatkę Faradaya. Wielokrotne analizy tych samych obszarów i porównanie z danymi uzyskanymi z mikroskopy elektronowej pokazują powtarzalność systemu. Wszystkie dane skorygowano wykorzystując procedury korekcyjne ZAF.

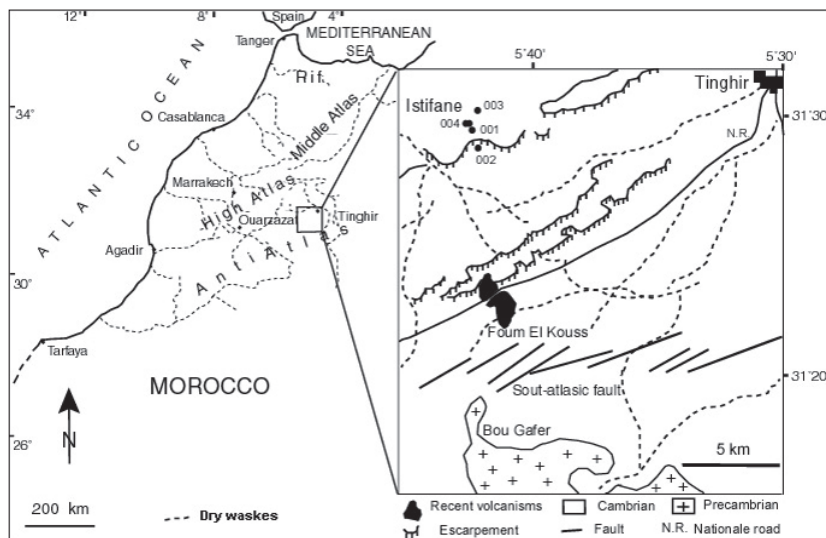


Fig. 1. Mapa Maroka i miejsca znalezienia meteorytów z Istifane (Tinghir, Maroko).

Tabela 1. Miejsca znalezienia, masy i klasyfikacja sześciu meteorytów z Istifane (Tinghir, Maroko).

| Nazwa         | Szerokość   | Długość    | Waga (g) | Typ  | Szok | Wietrzenie | Fa   | Fs   |
|---------------|-------------|------------|----------|------|------|------------|------|------|
| Istifane 001  | 31°29,909'N | 5°43,044'W | 40       | H5   | S5   | W3         | 15,5 | 16,8 |
| Istifane 002  | 31°29,150'N | 5°43,027'W | 185      | L5   | S3   | W2         | 24,9 | 21,4 |
| Istifane 003  | 31°30,165'N | 5°42,916'W | 10,8     | H5   | S2   | W2         | 19,1 | 15,4 |
| Istifane 004a | 31°29,911'N | 5°43,045'W | 68       | H4   | S3   | W3-4       | 18,4 | 16,4 |
| Istifane 004b | 31°29,911'N | 5°43,045'W | 51,8     | H4/5 | S3   | W4         | 19,2 | 17,5 |
| Istifane 004c | 31°29,909'N | 5°43,036'W | 11,8     | H4   | S3   | W3-4       | 18,4 | 16,2 |

Stopień szokowy każdego meteorytu wyznaczono stosując klasyfikację szokową według Stöffler et al. (1991). Efekty wietrzenia opisano według skali dla płytek cienkich zaproponowanej przez Wlotzka (1993). Klasyfikacja na grupy H, L i LL jest oparta na składzie oliwinu i piroksenu (Keil and Fredriksson 1964), a przypisanie typu petrologicznego zrobiono przy pomocy kryteriów zestawionych przez Brearley and Jones (1998).

## Wyniki

Na podstawie badań petrograficznych i chemicznych stwierdzono, że te sześć kamieni z Tinghiru w Maroku to chondryty zwyczajne. W tabeli 1 zestawiono wyniki klasyfikacji tych skał. Tabela zawiera współrzędne, masy, grupę chondrytu, typ petrologiczny (Brearley and Jones 1998), stopień szokowy (Stöffler et al. 1991) i stopień zwieterzenia (Wlotzka 1993), a także średni skład oliwinu i piroksenu w analizowanych próbkach.

### Istifane 001

Istifane 001 jest pojedynczym kamieniem ważącym 40 g i został znaleziony w kwietniu 2005 r. w miejscu

o współrzędnych 31°29,909'N 5°43,044'W. Ma barwę brunatną i uległ ziemskiemu wietrzeniu. Oliwiny są silnie splekane w sposób zarówno nieregularny jak i planarny, chociaż nie udało się znaleźć utworów deformacji planarnych. Nie zauważono plagioklazu, chociaż maskelinit jest obecny. Jest to zgodne ze stopniem szokowym S5 (silnie zszokowany).

Skład oliwinu (średnia i standardowe odchylenie  $Fa_{15,5 \pm 0,5}$ ) i niskowapniowego piroksenu ( $Fs_{16,8 \pm 0,6}$ ) potwierdza, że ten meteoryt należy do grupy chondrytów H (fig. 3 i 4). Istifane 001 jest typowym chondrytem zwyczajnym typu 5 o częściowo zrekrystalizowanej strukturze. Ogólna chondrytowa struktura jest słabo widoczna; zauważalne są tylko relikty chondr. Tlenki ziemskiego pochodzenia zastępują metal i siarczki od brzegów ku środkom ziaren, tworząc duże wklęsnięcia; utlenionych jest od 50% do 75% metalu i siarczków. Zaliczamy ten meteoryt do stopnia zwieterzenia W3.

### Istifane 002

Istifane 002 został znaleziony w miejscu o współrzędnych 31°

29,150'N 5°43,027'W, ważył 185 g i był pokryty czarną skorupą (fig. 5). Reliktowe chondry i fragmenty chondr składają się głównie z oliwinu i ortopiroksenu. Belkowe chondry składają się z oliwinu lub z oliwinu i ortopiroksenu (fig. 6) a także z plagioklazowego szkliwa między belkami oliwinu. Obecne są także promieniste chondry piroksenowe. Matriks składa się z oliwinu, niskowapniowego piroksenu i plagioklazu; jako akcesoryczne minerały występują piroksen wysokowapniowy, metaliczne Fe-Ni, troilit i chromit.

Oliwin i niskowapniowy piroksen mają jednorodny skład ( $Fa_{24,9 \pm 0,7}$  i  $Fs_{21,4 \pm 0,6}$ , odpowiednio). Skład wysokowapniowego piroksenu określono jako  $Wo_{41,1}$ ,  $En_{48,4}$ ,  $Fs_{10,6}$ . Skałen występuje licznie w matriksie jako małe, zmętniałe plamki, zbyt małe, by było widoczne wygaszanie. Na podstawie składu oliwinu i niskowapniowego piroksenu można sklasyfikować Istifane 002 jako chondryt typu L. Bardzo zrównoważony skład minerałów, krystaliczna matriks i niezbyt wyraźne granice chondr sugerują, że Istifane 002 należy do typu 5 klasyfikacji Brearley and Jones (1998). Stopień zwieterzenia jest W2 a stopień szokowy oceniono na S3, słabo zszokowany według schematu klasyfikacyjnego Stöffler et al. (1991).

### Istifane 003

Istifane 003 został znaleziony jako pojedynczy kamień w miejscu o współrzędnych 31°30,165'N, 5°42,916'W, pokryty czarną skorupą. Skład mineralny tego meteorytu jest w zasadzie zdominowany przez oliwin i niskowapniowy piroksen. Plagioklaz, troilit, i metal Fe-Ni metal także odnotowano jako główne i podrzędne minerały. Analizy skaningowym mikroskopem elektronowym dały średnią zawartość fajalitu (Fa) w oliwinie  $19,1 \pm 0,5$  i średnią zawartość ferrosilitu (Fs) w niskowapnio-



Fig. 2. Systematyczne poszukiwania meteorytów na terenie Istifane.

wym piroksenie  $15,4 \pm 0,9$ . Taka zawartość jest typowa dla chondrytów H. Istifane 003 ma także dość ładnie zachowane tekstury chondr z łatwo rozpoznawalnymi chondrami, co sugeruje typ petrologiczny 5. Pasma deformacji w troilicie są zgodne ze słabym ciśnieniem szokowym w przeszłości. Poziom zmian szokowych odpowiada stopniowi S2. Ziarna metalu są zwiętrzałe z powodu ziemskiego utleniania i oceniamy, że zaatakowanych zostało od 30% do 50% metalu, co jest zgodne ze stopniem zwiętrzenia W2.

### Istifane 004

Ten meteoryt znaleziono jako trzy odrębne kawałki 68,0, 51,8 i 11,8 g, o łącznej masie 131,6 g. Te trzy fragmenty pasują do siebie; nie ma więc wątpliwości, że są fragmentami jednego kamienia, przy czym zewnętrzne powierzchnie są bardziej zwiętrzałe niż bardziej niedawne powierzchnie przełamu.

Okaz Istifane 004a, 004b i 004c jest silnie zwiętrzały do barwy ciemno pomarańczowo-brązowej. Ogólnie ma gładkie powierzchnie na przemian z bardziej nierównymi, wskazującymi na późne odłupywanie się fragmentów podczas wchodzenia w ziemską atmosferę. Powierzchnia po cięciu ma podobną barwę jak naturalna, co jest wynikiem dogłębnego wietrzenia. Mikroskopowo intensywne wietrzenie uwidacznia się w postaci uwodnionego tlenku żelaza występującego w postaci plam i żyłek i powodującego przebarwienia wielu ziaren krzemionów. Wiele plamek uwodnionych tlenków żelaza, to efekt częściowego lub całkowitego zastąpienia ziaren metalicznego Fe-Ni i troilitu, chociaż jest trochę świeżego metalu. Generalnie te analizowane meteoryty są silnie zwiętrzałe (W4).

Skład oliwinu i wewnątrz i na zewnątrz dostrzegalnych chondr jest typowy dla chondrytów zwyczajnych. Zawartość fajalitu (fig. 2) wykazuje niewielki zakres zmienności, co świadczy o zrównoważonej naturze tych trzech meteorytów. Skład oliwinu Istifane 004a, 004b i 004c mieści się dobrze w przedziale dla typowych chondrytów H, a jego średnie wartości wynoszą odpowiednio  $Fa_{18,8 \pm 0,7}$ ,  $Fa_{19,2 \pm 0,9}$  i  $Fa_{18,4 \pm 0,6}$ . Podobnie jak w przypadku oliwinu skład niskowapniowego piroksenu (fig. 3) tych trzech bada-

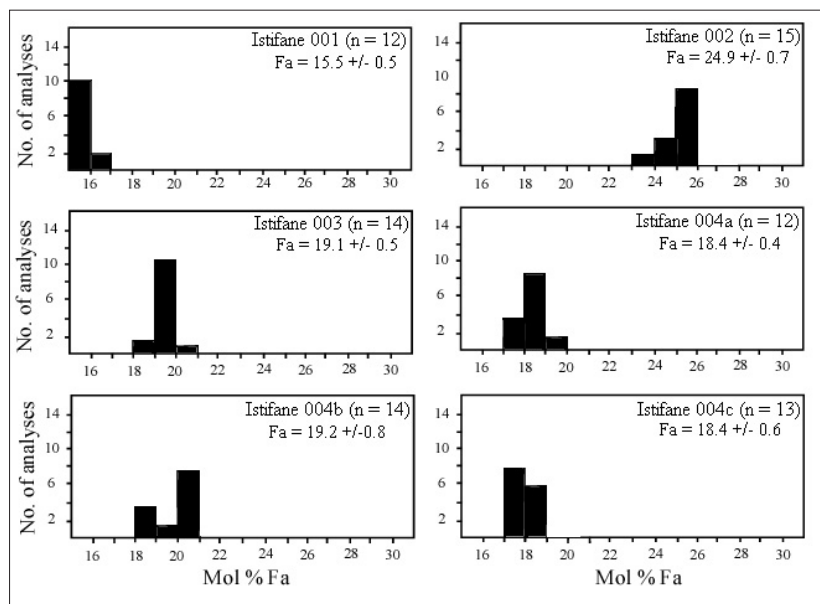


Fig. 3. Histogramy składu oliwinu ( $Fa$  = fajalit).

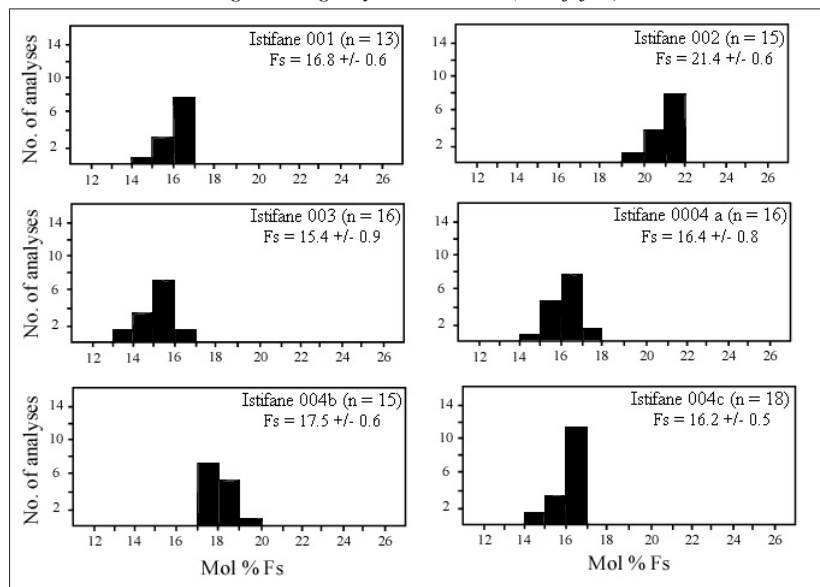


Fig. 4. Histogramy składu niskowapniowego piroksenu ( $Fs$  = ferrosilit).

nych meteorytów jest typowy dla chondrytów zwyczajnych. Średnia zawartość ferrosilitu wynosi odpowiednio  $Fs_{16,4 \pm 0,8}$ ,  $Fs_{17,5 \pm 0,6}$  i  $Fs_{16,2 \pm 0,5}$ , co jest typowe dla chondrytów H. Petrologicznie są one słabo (Istifane 004a i 004c [H4]) i umiarkowanie (Istifane 004b [H4/5]) zmetamorfizowane, z klasyfikacją szokową S3 (Stöffler et al. 1991). Jednak obecność cienkich, czarnych żyłek z kieszeniami stopu wskazuje, że późniejsze zdarzenia szokowe lokalnie oddziaływały na ciało macierzyste meteorytu po jego uformowaniu się.

### Dyskusja i wnioski

Nazwa Istifane została zaakceptowana przez Komisję Nazewnictwa Meteoritical Society dla sześciu meteorytów znalezionych we wschodniej części Tin-

ghiru w Maroku (Connolly et al., 2007). Ten teren wznosi się około 1750 m nad poziom morza i jest ograniczony stromymi zboczami utworzonymi przez klify piaskowca. Największe skupienie kamieni znajdowało się niedaleko zboczy, na północ i północny zachód od wioski Argue-Istifane i skalistego szczytu zwanego Zlaft.

Wszystkie sześć meteorytów wykazuje chemiczne i petrograficzne cechy, które są charakterystyczne dla chondrytów zwyczajnych. Skład oliwinu w Istifane 001, 003 i 004 mieści się dobrze w przedziale dla typowych chondrytów H, ze średnimi wartościami odpowiednio  $Fa_{15,5}$ ,  $Fa_{19,1}$  i  $Fa_{18,4}$  –  $Fa_{17,4}$ . Oliwin w Istifane 002 ma średnią wartość  $Fa_{24,9}$ , typową dla chondrytu L. Niskowapniowy piroksen w Istifane 001, 003 i 004 ma średnią zawartość ferrosilitu odpo-



wiednio  $Fs_{16.8}$ ,  $Fs_{15.4}$  i  $Fs_{16.2}-Fs_{17.5}$ , typową dla chondrytów H, podczas gdy niskowapniowy piroksen w Istifane 002 ma wyższą średnią  $Fs_{21.4}$ , dobrze pasującą do grupy chondrytów L. Trzeba zauważyć, że czasem zawartość wollastonitu w piroksenie jest używana jako wskaźnik typu petrograficznego (Scott et al. 1986). Analiza pokazuje, że są znaczne różnice między wszystkimi sześcioma meteorytami i dlatego zawartość wollastonitu w piroksenie nie może być wykorzystana do określenia typu petrograficznego tych meteorytów. Istifane 004a, 004b i 004c są słabo zszokowanymi (S3) chondrytami H typu petrologicznego 4 i o stopniu zwiętrzenia W4, podczas gdy Istifane 003 jest słabo zszokowanym (S2) chondrytem H typu petrologicznego 5 i stopniu zwiętrzenia W2. Istifane 001 jest silnie zszokowanym (S5) chondrytem H typu petrologicznego 5 o stopniu zwiętrzenia W3, a Istifane 002 jest słabo zszokowanym (S3) chondrytem L typu petrologicznego 5 o stopniu zwiętrzenia W2.

## Nowa ekspedycja

Teren Istifane nie został dobrze przeszukany i prawdopodobnie wciąż jest na miejscu wiele meteorytów. Odnalezienie tych meteorytów na terenie Istifane skłania nas do przypuszczeń, że ten teren może być potencjalnym terenem poszukiwań.

Na początku roku 2008 inna ekspedycja przybyła na to miejsce. Wyposażeni w nowoczesne przyrządy nawigacyjne i wykrywacze metalu członkowie

Laboratorium Petrologii, Mineralogii i Materiałów (LPM) Uniwersytetu Ibn Zohra w Agadirze, w Maroku znaleźli jeszcze pięć meteorytów. Wszystkie okazy przetestowano przy pomocy nowej metody opartej na podatności magnetycznej, którą opracował Pierre Rochette. Wyniki wskazują, że jest bardzo prawdopodobne, że wszystkie te meteoryty są H5, z wyjątkiem dwóch większych. Sklasyfikowano je jako L5, potwierdzając metodę podatności magnetycznej. W sumie 1190 g i 12 polerowanych płytek cienkich znajduje się obecnie w kolekcji LPM.

## Podziękowania:

Autorzy są ogromnie wdzięczni dr L. Folco i dr M. Mellini (Museo Nazionale dell'Antartide, we Włoszech) za wizytę na saharyjskim terenie Istifane (Tinghir, Maroko) i za pomocną dyskusję i uwagi.

E-mail: [ibhiabderrahmane@yahoo.fr](mailto:ibhiabderrahmane@yahoo.fr)

## Bibliografia:

Brearely, A. J. and Jones, R. H. 1998. Chondritic meteorites. In: Planetary

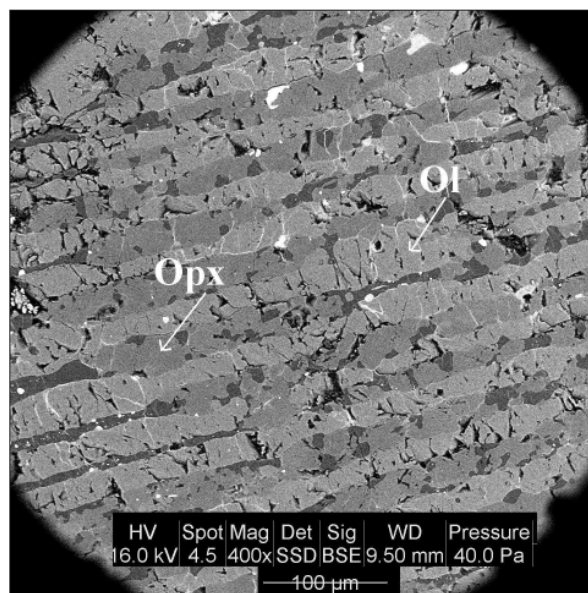


Fig. 6. Ta belkowa chondra z chondrytu Istifane 002 składa się z oliwinu (Ol) i ortopiroksenu (Opx).

Materials. edited by Papike J.J. Washington DC: *Mineralogical Society of America*. pp. 313–398.

Connolly, H. C., Smith, C., Benedix, G., Folco, L., Richter, K., Zipfel, J., Yamaguchi, A., and Aoudjehane, H. 2007. The Meteoritical Bulletin, No. 92, 2007 September. *Meteoritics & Planetary Science* 42, 9, 1647–1694.

El Mansouri, M., Ibhi, A., Nachit, H., and Ait Touchent, A. 2006. Discovery of a group of meteorites in the Istifane area (Tinghir, Morocco). *Meteoritics & Planetary Science* 41:205–206.

Keil, K. and Fredriksson, K. 1964. The Fe, Mg and Ca distribution in co-existing olivines and rhombic pyroxenes of chondrites. *Journal of Geophysical Research* 69:3487–3515.

Ibhi, A., Chennaoui, A. H., Nachit, H., and Abia, E. H. 2007. Classification of the Istifane chondrites (Morocco). *Meteoritics & Planetary Science* 42:529–530.

Scott, E. R. D., Taylor, G. J., and Keil, K. 1986. Accretion, metamorphism and brecciation of ordinary chondrites: evidence from petrologic studies of meteorites from Roosevelt Country, New Mexico. Proceedings of the 17<sup>th</sup> Lunar Planetary Science Conference. Part 1. *Journal of Geophysical Research* 91:(B13) 115–123.

Stöffler, D., Keil, K., and Scott, E. R. D. 1991. Shock metamorphism of ordinary chondrites. *Geochimica Cosmochimica Acta* 55:3845–3867.

Wlotzka, F. 1993. A weathering scale for the ordinary chondrites. *Meteoritics & Planetary Science* 28:460–461.



Fig. 5. Cały meteoryt Istifane z widoczną czarną skorupą.

**Abderrahmane Ibhi** uzyskał magisterium z mineralogii stosowanej na Uniwersytecie Paryskim VI (Francja) w 1989 r. W 1992 r. otrzymał „Doctorat Es-science” (francuski doktorat) na Uniwersytecie Paryskim VI (Jussieu) z mineralogii i petrologii skał wulkanicznych. W 2000 r. otrzymał „Doctorat d’etat” z mineralogii i petrologii na Uniwersytecie w Agadirze (Maroko). Od 2000 r. do 2004 r. był profesorem nadzwyczajnym na Uniwersytecie w Agadirze. Od 2004 r. jest profesorem zwyczajnym na Uniwersytecie w Agadirze, w Maroku. Jego główne zainteresowania badawcze to petrologia i mineralogia skał ziemskich i pozaziemskich.

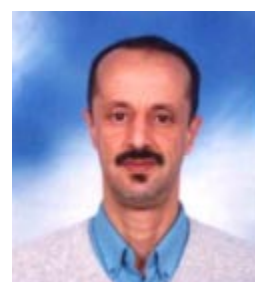
**Hassane Nachit** uzyskał magisterium z oceanografii na Uniwersytecie w Brest

(Francja) w 1982 r. W 1992 r. otrzymał „Doctorat Es-science” (francuski doktorat) z geochemii na Uniwersytecie w Brest. In 1986 r. otrzymał „Doctorat d’etat” z petrologii i petrologii strukturalnej na Uniwersytecie w Agadirze (Maroko). Od 1986 r. do 2000 r. był profesorem nadzwyczajnym na Uniwersytecie w Agadirze. Od 2000 r. jest profesorem zwyczajnym na Uniwersytecie w Agadirze, w Maroku. Jego zainteresowania badawcze obejmują petrologię i strukturalną petrologię skał ziemskich i pozaziemskich.

**El Hassan Abia** uzyskał magisterium z petrologii i „Doctorate Es-science”, z metalurgii i petrologii odpowiednio w 1987 r. i 1991 r., oba na Uniwersytecie w Marakeszu w Maroku. W 2001 r. otrzymał „Do-

ctorat d’etat” z metalurgii i petrologii na Uniwersytecie w Agadirze (Maroko). Od 2001 r. jest profesorem Uniwersytetu w Agadirze, w Maroku. Jego zainteresowania badawcze obejmują genezę złóż mineralów.

**Abdellah Faouzi** uzyskał magisterium i „Doctorat Es-science”, z petrologii i geochemii odpowiednio w 1989 r. i 1993 r., oba na Uniwersytecie w Marakeszu w Maroku. Od 1996 r. jest profesorem nadzwyczajnym na Uniwersytecie w Agadirze, w Maroku. Jego zainteresowania badawcze obejmują petrologię i geochemię skał magmowych.



## Krzemianowe ziarna gwiazdowego pyłu zidentyfikowano w meteorycie Aćfer 094

Maitrayee Bose  
Laureatka nagrody Briana Masona 2008

(Artykuł z kwartalnika METEORITE Vol. 15 No. 3. Copyright © 2009 ARKANSAS CENTER FOR SPACE & PLANETARY SCIENCES)

**P**rocesy nukleosyn-tezy w gwiazdach wytwarzają pierwiastki cięższe niż hel. Te zsyntetyzowane pierwiastki kondensują do postaci drobnitkich ziarenek, są wprowadzane do ośrodka międzygwiazdowego przez wiatry gwiazdowe lub jako materia wyrzucona podczas wybuchu supernowej i stanowią wyjściowy materiał do tworzenia następnych pokoleń gwiazd. Z takiej złożonej mieszaniny materii z różnych gwiazd mógł uformować się Układ Słoneczny. Skład izotopowy całej dostępnej materii Układu Słonecznego jest w pierwszym przybliżeniu jednolity i pokazuje, że większość materii z gwiazd została dokładnie ujednolicono w pierwotnej, gorącej mgławicy słonecznej. Stwierdzono jednak, że ziarna gwiazdowego pyłu zachowały się w meteoroidach, cząstkach pyłu międzyplanetarnego i mikrometeoroidach.

Te przed-słoneczne ziarna gwiazdowego pyłu można rozpoznać dzięki ich odmiennym składom izotopowym. Rys. 1 pokazuje, że skład izotopów tlenu w ziarnach krzemianów różni się od składu tlenu w Układzie Słonecznym ( $^{18}\text{O}/^{16}\text{O} = 2 \times 10^{-3}$ ;  $^{17}\text{O}/^{16}\text{O} = 4 \times 10^{-4}$ ) nawet o kilka rzędów wielkości. Badania takich ziaren dostarczają informacji o ich macierzystych gwiazdach w różnych stadiach ich ewolucji, uzupełniając astronomiczne obserwacje podobnych gwiazdowych środowisk. Ponadto przed-słoneczne ziarna pozwalają wejrzeć w warunki panujące w młodym Układzie Słonecznym i w ich macierzystych meteoroidach.

Pierwsze odkryte ziarna przed-słoneczne były minerałami węgla takimi jak nanodiamenty, węgiel krzemu i grafit. Następnie zidentyfikowano tlenki takie jak spinel i korund oraz różne inne

minerały (np. azotek krzemu). Zawartość przed-słonecznych ziaren w meteoroidach jest niska (tabela 1) i wyraża się w częściach na milion (ppm). Możliwe jest jednak wydobycie tych ziaren metodami chemicznego rozpuszczania i fizycznej separacji oraz przeanalizowanie ich składów izotopowych. Przegląd wyników badań ziaren przed-słonecznych można znaleźć u Zinnera (2007) [1]. Obserwacje astronomiczne wskazują, że ziarna krzemianowe są wytwarzane w dużych ilościach w atmosferach gwiazd o dużej zawartości tlenu, jednak wcześniejsze próby znalezienia przed-słonecznych krzemianów w meteoroidach były nieudane. Wyseparowanie i identyfikacja przed-słonecznych ziaren krzemianów stwarza szereg trudności eksperymentalnych. Ziarna te mają z reguły wielkość około 300 nanometrów i są zanurzone w mo-



rzemianów, które powstały w Układzie Słonecznym. Ponadto odczynniki chemiczne używane do wydobywania innych rodzajów ziaren przedśłonecznych łatwo niszczą krzemiany. Dlatego potrzebna jest metoda, która może oddzielić przestrzennie nieznaczne, anomalne izotopowo, przedśłoneczne ziarna krzemianów od licznych, normalnych krzemianów Układu Słonecznego obecnych w ciałach pozaziemskich. Pojawienie się NanoSIMS (SIMS = Secondary Ion Mass Spectrometry — Spektrometria masowa wtórnych jonów) było decydujące dla odkrycia przedśłonecznych ziaren krzemianów [2]. Przyrząd SIMS umożliwia uzyskanie danych izotopowych dla ziaren o wielkości zaledwie ~ 50 nanometrów i wykorzystuje obrazy izotopowe o wysokiej rozdzielczości do identyfikacji anomalnych ziaren. Pomiary są wykonywane metodą rastrowego obrazowania, w której wiązka  $\text{Cs}^+$  omiata powierzchnię próbki analizując setki ziaren podczas pojedynczego pomiaru. Z analizowanego obszaru są jednocześnie zbierane wtórne jony  $^{16}\text{O}$ ,  $^{17}\text{O}$  i  $^{18}\text{O}$  (trzech izotopów tlenu) i wtórne elektrony. Mierzy się izotopy tlenu, ponieważ jest to główny pierwiastek w krzemianach i tlenkach i spodziewamy się, że jest to pierwiastek wykazujący duże anomalie. Pomiary wykonywane są na materiale wyseparowanym fizycznie z materii matriks pierwotnych meteorytów, który jest osadzony na podstawce (np. fot. 2) i potem analizowany, by znaleźć przedśłoneczne krzemiany. Zaletą tej metody jest usunięcie niekrzemianowych składników meteorytów, co zwiększa koncentrację przedśłonecznych krzemianów. Alternatywnie można robić pomiary także

bezpośrednio na płytkach cienkich wybierając do analizy określone fragmenty matriks, co pozwala na zachowanie informacji petrograficznych. Wyniki pomiarów są przedstawione na rys. 3, gdzie natężenia sygnałów wtórnych jonów  $^{16}\text{O}$ ,  $^{17}\text{O}$  i  $^{18}\text{O}$  z każdego punktu analizowanego obszaru są przedstawione za pomocą barwnej skali. Z tych izotopowych obrazów tworzone są obrazy stosunków ( $^{17}\text{O}/^{16}\text{O}$  i  $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ ) aby łatwiej ukazać anomalne obszary. Zakreślone gorące plamy na obrazach stosunków mają proporcje  $^{17}\text{O}/^{16}\text{O}$  i  $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ , które odbiegają znacznie od tych w otaczającej materii, co wskazuje, że te ziarna są przedśłoneczne. Ta metoda doprowadziła do odkrycia przedśłonecznych krzemianów w cząstkach pyłu międzyplanetarnego [3], a następnie do ich identyfikacji w pierwotnym meteorycie Aćfer 094 [4]. Do dziś znaczną liczbę przedśłonecznych krzemianów znaleziono nie tylko w Aćfer 094, ale także w innych meteorytach takich jak ALHA 77307, QUE 99177 i MET 00426. Wszystkie te meteoryty uniknęły przeobrażeń wodnych i cieplnych w mgławicy słonecznej lub ciele macierzystym i dlatego zachowały się w nich odmienne izotopowo ziarna gwiazdne. Zawartość przedśłonecznych ziaren krzemianowych w tych meteorytach sięga od 90 ppm w Aćfer 094 do 220 ppm w QUE 99177. Porównanie składu izotopów tlenu w przedśłonecznych ziarnach krzemianów z modela-

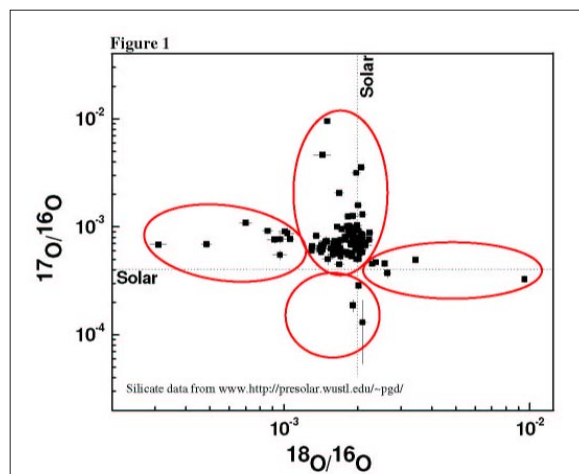


Fig. 1. Skład izotopów tlenu w przedśłonecznych krzemianach.

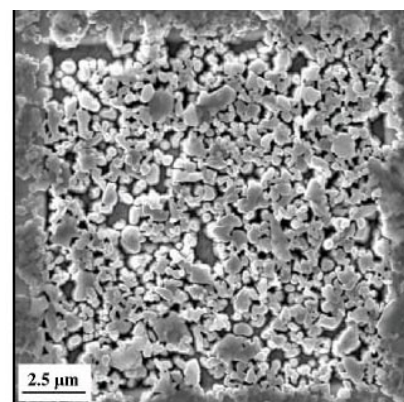


Fig. 2. Typowy obszar analizy ziarna z Aćfer 094 ( $1\text{ }\mu\text{m} = 10^{-6}\text{ m}$ ).

mi teoretycznymi sugeruje, że mogą one pochodzić z takich gwiazd jak czerwone olbrzymy, gwiazdy AGB, gwiazdy nowe i supernowe. Rys. 1 pokazuje ziarna o podobnych składach izotopowych tlenu (obwiedzione elipsami), które zostały powiązane z odpowiednimi warunkami formowania w atmosferach gwiazd.

Aby analizować skład chemiczny ziaren przedśłonecznych została niedawno zainstalowana w Washington University nanosonda Augera [5]. W przeciwieństwie do tradycyjnych mikrosond elektronowych ten przyrząd nie wykrywa promieni Roentgena lecz elektrony Augera emitowane z próbki. Spektroskopia Augera jest bardzo skuteczna w przypadku badania przedśłonecznych ziaren krzemianowych, ponieważ elektrony Augera są emitowane z bardzo małej objętości. Tak więc nanosonda Augera ma znacznie większą rozdzielczość przestrzenną niż mikrosondy elektronowe, które analizują większą objętość ( $\sim 1\text{ }\mu\text{m}^3$ ). Widmo energii elektronów Augera (fig. 4) ziarna przedśłonecznego zidentyfikowanego na fig. 3 pokazuje piki odpowiadające

Tabela 1: Rodzaje, wielkości, ilości i możliwe źródła gwiazdowe przedśłonecznych ziaren

| Rodzaj ziarna   | Wielkość               | Ilość                             | Źródło gwiazdowe   |
|-----------------|------------------------|-----------------------------------|--------------------|
| Nanodiamant     | 2 nm                   | 1400 ppm                          | SN?                |
| Węgiel krzemu   | 0,1 – 20 $\mu\text{m}$ | 15 ppm                            | AGB, J, SN, Nowe   |
| Grafit          | 1 – 20 $\mu\text{m}$   | 1 – 2 ppm                         | SN, AGB            |
| Tlenek          | 0,15 – 3 $\mu\text{m}$ | 4 – 55 ppm                        | RG, AGB, SN        |
| Krzemian        | 0,1 – 1 $\mu\text{m}$  | 90 – 220 ppm (met)                | RG, AGB, SN, Nowe? |
|                 |                        | >375 ppm (IDP)<br>– 50 ppm (AMMs) | RG, AGB, SN        |
| Azotek krzemu   | 0,3 – 1 $\mu\text{m}$  | ~ 3 ppb                           | SN                 |
| Węgliki         | 10 – 200 nm            |                                   | AGB, SN            |
| Ti, Fe, Zr, Mo  |                        |                                   |                    |
| Kamacyt, żelazo | ~10 – 20 nm            |                                   | SN                 |

Ppm = części na milion; ppb = części na miliard

SN = gwiazdy supernowe; AGB = gwiazdy asymptotycznej gałęzi olbrzymów;

RG = czerwone olbrzymy; J = gwiazdy węglowe z otoczkami krzemowymi

IDP = cząstki pyłu międzyplanetarnego; AMMs = antarktyczne mikrometeority



jące tlenowi, wapniowi, żelazu, magnezowi i krzemowi. Ponieważ skład chemiczny ziaren przedslonecznych może dawać dodatkowe informacje o warunkach w atmosferach gwiazd, w których te ziarna kondensują, prowadzone są obecnie w naszym laboratorium skoordynowane, izotopowe i pierwiastkowe analizy ziaren przedslonecznych. Dzięki takim połączonym badaniom odkryliśmy w meteorycie Aćfer 094 ziarno FeO z dużą zawartością  $^{18}\text{O}$ , zawierające niewielką ilość magnezu (prawdopodobnie magnezowüstyt) [6]. Obliczenia termodynamiczne przewidywały tworzenie się magnezowüstytu w materii wypływającej z bogatych w tlen gwiazd AGB w warunkach nierównowagi, ale to jest pierwsza obserwacja takiego ziarna przedslonecznego. Zaobserwowaliśmy także, że znajdowane dotąd przedsloneczne krzemiany zawierają znacznie więcej Fe niż przewidywały to modele gwiazd lub obserwacje spektroskopowe gwiazd młodych i w późniejszych stadiach ewolucji [7]. Jak sugerują modele termodynamiczne, takie ziarna bogate w Fe mogły tworzyć się w warunkach nierównowagi w materii wypływającej z gwiazd. Alternatywnie, w wytworzeniu dużej zawartości Fe w tych ziarnach mogło odegrać rolę ziemskie wietrzenie lub wtórne przeobrażenia na ciele macierzystym albo w mgławicy słonecznej. Badania przedslonecznych ziaren krzemianowych pokazały, że te ziarna mogą mieć bardziej złożony skład niż pierwotnie przypuszczano. Ziarno z nietypowym tlenem zidentyfikowane w Aćfer 094 przez kolegów z Moguncji [8], składa się z trzech mniejszych segmentów zawierających różne ilości wapnia i glinu, przypominających pod względem składu inkluzje wapniowo-glinowe (CAI). Porównanie składu izo-

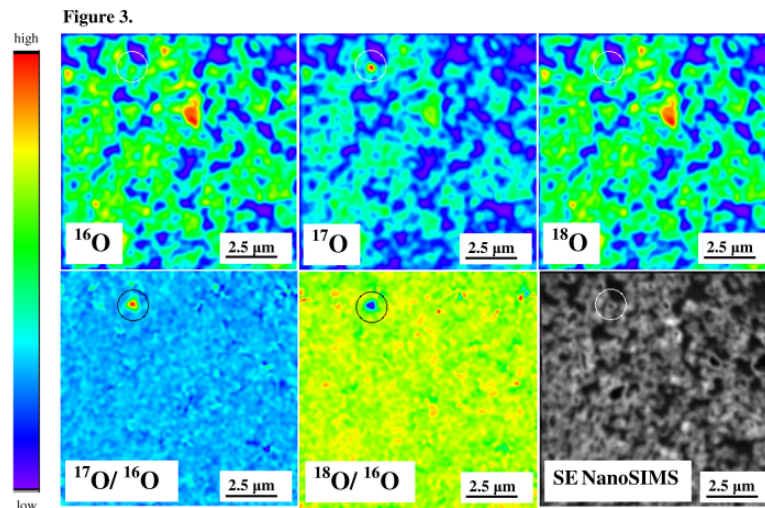


Fig. 3. Obrazy tlenu ( $^{16}\text{O}$ ,  $^{17}\text{O}$ ,  $^{18}\text{O}$ ) stosunków izotopowych  $^{17}\text{O}/^{16}\text{O}$  i  $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$  oraz wtórnych elektronów.

topowego tlenu tego przedslonecznego CAI ze składem uzyskanym z modeli nukleosynety sugeruje, że to ziarno mogło uformować się w materii wyrzuczonej z czerwonego olbrzyma o masie 1,5 masy Słońca.

Podsumowując, analizy laboratoryjne tych maleńkich, rzadkich, przedslonecznych ziaren krzemianowych pomogły nam lepiej określić ich gwiazdne źródła, co dalej ułatwi zrozumienie procesów nukleosynety we wnętrzach gwiazd, czego nie można uzyskać poprzez obserwacje astronomiczne.

#### Podziękowania:

Chciałabym podziękować Meteoritical Society, International Meteorite Collectors Association i czasopismu *Meteorite* za nagrodę Briana Masona.

#### Bibliografia:

[1] Zinner E. (2007) Presolar grains. In *Treatise on Geochemistry Update 1* (eds. H. D. Holland and K. K. Turekian; vol. ed. A. M. Davis), Elsevier Ltd., Oxford, Online update only. Vol. 1.02 pp 1–33.

[2] Stadermann F. J., Walker R. M. and Zinner E. (1999) Sub-micron isotopic measurements with the Cameca NanoSIMS. *Lunar and Planetary Science Conference XXX*, Abstract #1407.

[3] Messenger S., Keller L. P., Stadermann F. J., Walker R. M. and Zinner E. (2003) Samples of stars beyond the solar system: Silicate grains in interplanetary dust. *Science* 300, 105–108.

[4] Nguyen A. N. and Zinner E. (2004) Discovery of ancient silicate stardust in a meteorite. *Science* 303, 1496–1499.

[5] Stadermann F. J., Floss C., Bose M., and Lea A. S. (2008) The use of Auger spectroscopy for the in situ elemental characterization of sub-micrometer presolar grains. *Meteoritics and Planetary Science*, submitted.

[6] Floss C., Stadermann F. J., and Bose M. (2008) Presolar Fe oxide from the Aćfer 094 carbonaceous chondrite. *The Astrophysical Journal* 672, 1266–1271.

Figure 4.

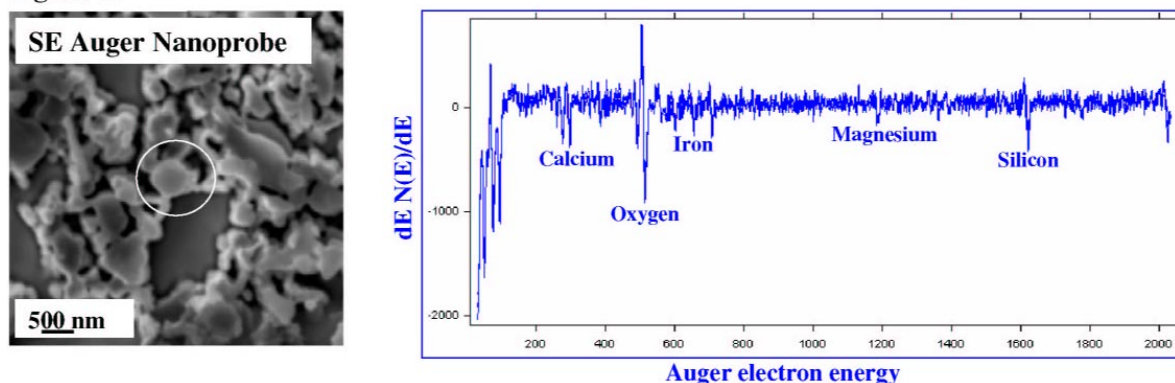


Fig. 4. Obraz przedslonecznego ziarna krzemianowego we wtórnych elektronach i jego zróżnicowane widmo Augera ( $1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$ ).

[7] Bose M., Floss C., and Stadermann F. J. (2008) Iron-enriched stardust grains in the meteorites A fer 094, QUE 99177 and MET 00426. *Meteoritics and Planetary Science Supplement*, Vol. 43, p. A27.

[8] Vollmer C., Stadermann F. J., Bose M., Floss C., Hoppe P., and Brenker F. E. (2007) Auger analysis of pre-solar silicates in A fer 094 & the discovery of a presolar CAI. *Meteoritics and Planetary Science Supplement*, Vol. 42, p. A158.

Maitrayee Bose jest absolwentk  Washington University w St. Louis. Obecnie pracuje nad prac  doktorską identyfikując i opisując przedsloneczne ziarna krzemianow w meteorytach przy pomocy przyr dow: NanoSIMS i Nanosonda Augera, pod kierunkiem dr Christine Floss i dr Frank J. Stadermann. Otrzymała m. in. nagrod  Dandevate za najlepszy wynik w fizyce w 2000 r., stypendium naukowe w dziedzinie nauk o Ziemi i planetach i nagrod  Briana Masona w 2008 r.



✍

# O kamieniach meteorycznych spadłych w powiecie dyneburskim

Dziennik Wileński Tom III, Numer 1, rok 1820, miesiąc wrzesień

(Nim będziemy mogli udzieli  czytelnikom Dziennika wileńskiego rozbiór tych kamieni, tymczasem og szamy o ich spadnieniu wiadomo , na miejscu sporządzoną i nades lan  przez JW. Michała Hrabie  *Platera Zyberka*, cz lonka honorowego cesarskiego uniwersytetu wileńskiego).

W Lixnie\* majątku pod dożywociem JW. Maryi z *Platerow Zyberkowej*, podkomorzyny inflantskiej, zostającym, a w witebskiej gubernii, dyneburskim powiecie, nad Dźwina, o kilka mil od *Dyneburga* ku Rydze le aj cym, dnia 30 junii tego roku, między 5t  a 6t  wieczorem, postrzeżono w wysokości 60 kilku gradusow na wschodzie kulę ognistą, nieco mniejszą od xie yca w pełni, ogniem różowym bardzo jaskrawym jaśniejącą, która pod kątem około 18 gradusow z południową lini , z południa zachodu na p nocno-wschodnią stron , z wielką szybkością przeleciała i w wysokości około 30 gradusow znikła. Kula ta zdawała się pali , gdyż prócz jasności otaczającej kulę, płomień nakszta  krótkiego ogona komety za nią si  ci gn   i zostawowa  w  ytkowe chmurki, które powolniey d aj c z kul  rozpuszczały się w powietrzu.

W przelocie kuli łoskot rozchodzi  się podobny do tego, który wydaje grze-

chotka. Nie przeszło minuty po zniknieniu kuli, jak z tej strony, gdzie była znikn a, dały się s ysze c nayp r d: trzy silne wystrzały, podobne do huku blisko wystrzelonych dzień wielkiego kalibru, po nich strzały mniejsze siły bardzo zgęszczone, na koniec odgłos długo rozchodzącego si  grzmotu.

Tego samego dnia i w te y chwili o 24 wiorst od Lixny na polu wsi, *Łazdanow*, nale aj cy do majątku Lixny, po gwałtownym strzelaniu i trzaskaniu, wypadł kamień o pi  cdzie at kroków od bronuj cych tam dwóch mocno ch p w przele nionych. W tym  czasie o 4 wiorsty stamtąd, przed koszc cemi sześciu innymi ch pami, z przeraźliwym świstem wpadło c s

do *kolupskiego* jeziora z wyrzuceniem wody na kilka sa ni do góry i wstr saniem całego jeziora. Nakoniec c s podobnego wpadło do rzeki *Dubny* o 3 wiorsty od pierwszego miejsca na prawo.

Kamień, który padł na pole, wcisna  się do bardzo twardey gliniastej ziemi na 1  stopy, wa y  około funt. 40: by  z razu tak ciepły, że sparzy  ch p w, którzy porzuciwszy bronowanie i przyszedłszy nieco do siebie, dotyka  się jego chcieli: wydawa  koło siebie prochowy zapach. Post c jego miała kształ okrągłego kowadła cienkim swym końcem utkwionego w ziemi ; powierzchnia jego jest czarna, i tak, jak gdyby palcami pociskana.



Wa j cy 4,825 g fragment chondrytu Lixna H4 z kolekcji Petera Marmeta

\* Doniesienie o spadnieniu tych kamieni, og szone jest także przez akademi  petersburską nauk, gdzie nazwisko miejsca przez omy k  jest w *Likienie*, a by   powinno w *Lixnie* (R).



Gdy go wkrótce potom zebrani na dziwowisko chłopci dobyli i rozłukli, okazał się środek jego światło szarawy, wielometaliczny glans mającymi warstami na wszystkie strony pokrzyżowany. Te warsty równie jak i szara część onego igłę magnetyczną przyciągają; szara zaś część przez drobnowidz uważana, okazuje wiele kulek metaliczny glans mających, podobnych do drobnych cząstek żywego srebra, i ta część w kilka dni pokryła się we wszystkich ułamkach kamienia plamami rdzawymi.

Po ścisłym na zlecenie JW. Podkomorzyney na wszystkich miejscach uczynionym badaniu i wysłuchaniu wszystkich, którzy ten fenomen widzieli, okazało się, iż w pół drogi z Lixny do miejsca, gdzie upadł kamień, już nie kulę ognistą widziano, lecz coś leżącego w postaci dużego snopa, jednym do Lixny obróconym końcem gorejącego; tam zaś, gdzie zleciał kamień, widziano na powietrzu większą nierównie jak xiężyc ciemno-szaro-jaśniejącą kulę, która się najprzód rozerwała, potem części się ze sobą zeszyły, na koniec przy ogromnym strzelaniu, postać wzięła szerokiego, świetnego, aż do ziemi spuszczonego płótna.

Huk pęknięcia się kuli w różnych stopniach siły, lecz wszędzie równym sposobem o 15 mil na wszystkie strony słyszany, porównywanym był do 3 mocnych wystrzałów armatnich, później do ciągłego ognia działowego, na koniec do hałasu, który sprawiają mielące żarna w nocy, lub bębnienie na wielkich bębnach, lub też jechanie ciągle i prędkie wielkimi pojazdami po moście.

Ten gwałtowny trzask i łoskot, więcej jak grzmotowy, w chwili, gdzie żadnej na niebie chmurki nie było, wszystkich polekał włością. Kobiety równie jak nayoważniejsi mężczyźni obronili się od myśli nie mogli, iż już nadszedł był koniec świata.

Pod czas tego fenomenu i po nim, jak najpiękniejsza panowała pogoda i lekki tylko trwał wiatr południowo-wschodni.

Lecząc kulę w jednostajnym kierunku widziało wspólnie na 5 miejscach jedenaście osób: pęknięcie jej i towarzyszące temu pęknięciu okoliczności wyżej opisane, widziało w Warkowie, dwie wiorsty dalej za miejscem, gdzie upadł kamień, dwóch cieśli, którzy wtedy właśnie ze zwróconą w tę stro-

nę twarzą, koło dachu pracowali.

Prócz znalezionych śladów upadłych kamieni, wnosić trzeba że więcej jeszcze ułamków do szerokiej puszczy wpadło w tym miejscu będącej. A to stąd, że pęknięcie ognistej kuli zdarzyło się nad tą puszcza, i będący w niej dla różnych przyczyn ludzie dla wielkiego trzasku, trzęsienia ziemi i łamania drzew przerażeni z lasu pouciekali. Nakazana w lesie obława okaże, czy to mniemanie jest sprawiedliwe.

Kamień, który spadł na twardą ziemię, zaraz od chłopów strzaskany i rozebrany został, tak, że małe tylko kamuszek jego pozyskać można było. Które to kawałki do uniwersytetu wileńskiego posłane.

Zdaje się, iż kamień ten częścią jest widzianey ognistej kuli; że ta kula w jednej sekundzie koło 24 wiorst przebiegła; że przed pięknieniem przestała się palić, a oziębione lotne części koło jądra jej atmosferę chmurową otworzyły. Że ta atmosfera przy samym pęknięciu częściowie rozparta i przez sprężystość powietrza znowu zacieśniona została. Że strzelanie i cały łoskot przypisać należy gwałtownemu rozdarciu powietrza w momencie pęknięcia. Że ostudzenie kamienia coraz większe było im bliżej do ziemi się przybliżał, i tak silne było od momentu pęknięcia do padnięcia na ziemię, że przez ten czas powierzchnia ułamka stopić się najprzód, potem ostygnąć mogła. Zdaje się na koniec (ze względu na kąt w pionowej płaszczyźnie, w którym cieśle pęknięcie kuli widzieli i który na gałęziach drzewa blisko będącego pokazali, stosownie do punktu, pod którym wnosić trzeba, iż eksplozja nastąpić musiała, że wysokość w której pękł kamień do 2ch wiorst wynosić mogła\*.

\* Do wspomnianego wyżej opisu, ogłoszonego w gazecie petersburskiej akademickiej, przydano jest, jak następuje: Zgromadzenie uczone akademii nauk, chcąc podać ciekawym czytelnikom zaspakajającą wiadomość opisanego powietrznego kamienia, jednemu ze swych członków poleciło wyznaleźć gatunkowy jego ciężar (*pondus specificum*), który się okazał równym 3,718 do 1, gdzie 1 oznacza ciężar wody, której objętość równa się objętości kamienia. W powietrzu ważył on 6 uncyy, 5 drachm i 20 gran aptekarskich, w wodzie zaś (na 13,4 Reaum.) utracił z tego ciężaru 1 uncya, 6 drachm i 18 gran; kawał ten kamienia wielkości prawie 3,4 cali angielskich kubicznych przyjąwszy wagę takiego cała

**(Przydamy wiadomość dawniej przyslaną do redakcji przez Hrabiego A. Platę, dziedzica Krasławia, o kamieniach w mieście tym spadłych).**

Po zimnach, gradach i deszczach ciągłych przez cały czerwiec, fenomen w kraju naszym dotąd niepraktykowany miał miejsce dnia 12 lipca (30 czerwca). O godzinie 6 po południu i gdy niebo były wypogodzone, tylko małe przechodziły obłoczki, dał się słyszeć w powietrzu niewypowiedziany huk, krótki wprawdzie, lecz przenoszący huk największej armaty, po którym przez minut kilka trwało drżenie w powietrzu, podobne do huku wzburzonego morza: w ciągu tego w domach wszystkich ściany i okna drżały, niektóre osoby widziały ze wschodu ku zachodowi kule ogniste, otoczoną dymem, a która przyczynając małe obłoczki w ruch je wielki wprawiała, słowem: wszyscy mieszkańcy zadziwieni niezmiernie byli, nie znając powodów takowego wzruszenia. W parę dni później, otrzymaliśmy wiadomość, iż podobny huk słyszany był o 10 mil w okrag Krasławia i że ta kula w teyże samej godzinie pękła o mil jedenaście od Krasławia około Surmy, wyrzucając z siebie kamienie, które ciężarem swoim na łokieć głęboko wryły się w ziemię, a z których największy zawiera w sobie wiele żelaza i blisko puda waży. Widziałem już ułomek takowego kamienia i zdajemy się być zupełnie podobnym do tych, co spadły we Francji w okolicach *Aigle*. Policja ztąd wysłana została dla dokładnego zrobienia śledztwa, oraz zachowania w całości spadłych kamieni; dalsze zaś szczegóły o spadnięciu w powiecie dyneburskim kamieni atmosferycznych, jakie się dokładniej odkryją, będą się starał publiczności komunikować.

wody 253 gran; bez względu jednakże na tak małą objętość tego kamienia i zaledwie dostrzedz się mogące w nim szpary, ciężar jego powiększył się prawie 68 granami czyli całym lotem, dla wsiąkłej w te szpary wody, którą potem, jak można najstaranniej na cały jego powierzchnię otarto suchym płatem. Akademik tenże przekonał się, że stalowa namagnesowana igła dość prędko się przyciągała, tak w poziomym jej położeniu, jako też w dół i w górę każdym punktem powierzchni tego kamienia, a mianowicie warstami czyli cząstkami żelaznego blasku i koloru; ale ponieważ kamień ten zgoła nie przyciągał opilków żelaznych, dla tego nie ma własności magnetycznych.

*NW*

# Z konferencji Meteoritical Society w Nancy

**N**a konferencji zaprezentowano wyniki badań dwóch spośród wspomnianych w poprzednim numerze niedawnych spadków meteorytów. H. Haack, T. Grau, R. C. Greenwood i I. A. Franchi przedstawili wstępne wyniki badań meteorytu Maribo, który spadł w Danii 17 stycznia tego roku. Jasny bolid leciał na zachód od północnej Polski nad Bałtykiem ku południowej duńskiej wyspie Lolland. Wiele osób na tej wyspie i pobliskich słyszało gromy dźwiękowe. Do duńskiej sieci bolidów zgłosiło swe obserwacje ponad 600 świadków. Bolid był widoczny z Danii, Polski, Szwecji, Niemiec i Holandii. W Szwecji przelot bolidu został zarejestrowany przez kamerę dozorującą. Nagranie przedstawia głównie końcową część trajektorii bolidu włącznie z dwoma momentami fragmentacji. Bolid sfotografowała także kamera z Holandii, z odległości 900 km. Niestety obserwację zrobiono dokładnie z przeciwnego kierunku niż szwedzka, więc nie pomogła w wyznaczeniu trajektorii.

Niebo nad Lolland było zachmurzone i dlatego niewiele jest obserwacji z wyspy, na której znaleziono później meteoryt. Niektórzy świadkowie mówili, że bolid spadał stromo do Bałtyku i dlatego początkowo sądzono, że meteoryty wpadły do wody. Jednak doniesienia o gromach dźwiękowych wskazywały, że w centrum Lolland dźwięk dobiegał z góry i dlatego Thomas Grau uznał, że meteoryt mógł tam spaść.

Po sześciu dniach poszukiwań na przypuszczalnym terenie spadku Thomas Grau znalazł 4 marca 30 g okaz chondrytu węglistego. Próby znalezie-

nia dalszych okazów zakończyły się niepowodzeniem. Znaleziony okaz wbił się na kilka centymetrów w łąkę. Widać, że trawa nie rosła od momentu uderzenia, co potwierdza, że jest to okaz z bolidu 17 stycznia. Okaz był rozkruszony na wiele fragmentów, z których największe ważyły 3 g. Rozkruszenie zostało spowodowane najprawdopodobniej zamrażaniem i tajaniem wody podczas kolejnych odwilży. Zamarzająca woda spowodowała odłupanie znacznej części skorupy. Wewnętrzne fragmenty wyglądają bardzo świeżo i są bardzo podobne do chondrytów CM. Proporcje izotopów tlenu lokują meteoryt na skraju pola chondrytów CM.

Dokładniej zostały przebadane ureility, które znaleziono na Pustyni Nubijskiej po zderzeniu z Ziemią planetoidy 2008 TC3. Wyniki zaprezentował zespół w składzie: M. E. Zolensky, J. Herrin, P. Jenniskens, J. M. Friedrich, D. Rumble, A. Steele, S. A. Sandford, M. H. Shaddad, L. Le, G. A. Robinson, R. V. Morris.

Odnaleziono około 250 okazów meteorytu Almahata Sitta. Okazy są głównie czarne, porowate i kruche, ale są też bardziej zwarte, białe kamienie. Badane były głównie te pierwsze. Meteoryt jest drobnoziarnistą brekcją okruchową z zaokrąglonymi fragmentami minerałów i okruchów z dominacją oliwinu i piroksenu osadzonych w pokruszonej matriks. Fragmenty minerałów to polikrystaliczny oliwin, niskowapniowy piroksen i pigeonit. Ponadto skupienia węgliste, kamacyt i troilit. Skład krzemianów jest typowy dla ureilitów jako grupy, ale wyjątkowo szeroki jak na pojedynczy ureilit.

Badane czarne okazy mają znaczną porowatość (do 40%). Ścianki porów są przeważnie pokryte kryształami oliwinu, a w niektórych przypadkach kulkami kamacytu i pęcherzykowymi naskorupieniami troilitu. Większość okruchów oliwinowo-piroksenowych zawiera interstycjalne krzemiany, w których zawartość krzemu wzrasta w sąsiedztwie ziaren metalu. Niektóre okruchy składają się z zaokrąglonych ziaren pigeonitu zawierających liczne drobinki metalu i wysokowapniowego piroksenu. Te zaokrąglone ziarna pigeonitu są oddzielone cienkimi strefami krzemionki, przeważnie amorficznej, ale miejscami krystalicznej. Skupienia węglistej materii zawierają drobnoziarnisty troilit i kamacyt. Głównym minerałem węgla jest grafit zawierający nanodiamenty.

W podsumowaniu autorzy stwierdzili, że Almahata Sitta jest anomalnym, polimiktycznym ureilem. Do anomalnych cech zaliczyli brak zonalności oliwinu, duży rozrzut składu krzemianów, dużą liczbę i duże rozmiary porów, krystaliczne wykładziny ścianek porów i dominującą drobnoziarnistą teksturę. Tomografia wykazała, że pory wyznaczają cienkie, nieciągłe „warstwy” połączone w trzech wymiarach, co sugeruje, że obejmują one ziarna, które nie w pełni zostały zespolone ze sobą. Kryształy na ściankach porów osadziły się prawdopodobnie z fazy gazowej. Almahata Sitta może więc reprezentować aglomerację drobnoziarnistych, niecałkowicie zredukowanych kulek uformowanych podczas zderzenia, a następnie zespolonych ze sobą w wysokiej temperaturze.

*Opracował Andrzej S. Pilski*



Stacja kolejowa numer sześć, czyli Almahata Sitta. Fot. Siegfried Haberer



Płytk ureilitu Almahata Sitta: 0,29 g, 20×12×0,7 mm. Fot. Thomas Vettori. Okazy tego ureilitu można kupić na stronie <http://www.haberer-meteorite.de/> Ceny astronomiczne.



# Deszcz meteorytów w Grimsby, w Kanadzie

Andrzej S. Pilski

(Pozbierane z różnych źródeł w Internecie)

Wieczorem, 25 września, około godziny 21, niebo nad kanadyjską prowincją Ontario rozświetlił jasny błysk, a siedem automatycznych kamer do śledzenia bolidów zarejestrowało efektowną kulę ognistą stokrotnie jaśniejszą w maksimum niż Księżyc w pełni. Następnego dnia można było obejrzeć nagranie na stronie Spaceweather.com. Towarzyszące zjawisku efekty akustyczne wskazywały, że można oczekiwać deszczu meteorytów. Analiza nagrań video i radarowych wskazywała, że meteoryty powinny wylądować w okolicy miejscowości Grimsby, na zachodnim krańcu jeziora Ontario niedaleko wodospadu Niagara.

Tego samego wieczoru, około godziny 21, mieszkający w Grimsby przy Leawood Drive Tony Garchinski usłyszał łomot koło domu. Rankiem następnego dnia zauważył, że przednia szyba stojącego przed domem Nissana jego mamy jest potrzaskana, a na masce i koło samochodu leżą kawałki jakiegoś kamienia. Zobaczył też kilka rys na drewnianych drzwiach garażu. Pomyślał, że to robota jakiegoś łobuza, zawiadomił policję, j jak pisały gazety, wymienił szybę za 220 dolarów.

Naukowcy z Uniwersytetu Zachodniego Ontario przekazali 7 październi-

ka do mediów informację o bolidzie, o prawdopodobnym spadku meteorytów koło Grimsby i prośbę o przekazywanie wszelkich informacji od świadków zdarzenia do zespołu badaczy, którym kierował astrofizyk, dr Phil McCausland. Gdy pani Yvonne Garchinski usłyszała tę informację, pomyślała, że może strzaskana szyba jej samochodu ma z tym coś wspólnego. Na szczęście jej syn zachował kawałki kamienia znalezione koło samochodu. Dla niej wyglądały jak zwykłe kamienie, tyle że pomalowane na czarno. Wysłała emaila do dr McCauslanda, który wkrótce przyjechał i stwierdził, że to rzeczywiście meteoryt wyglądający na chondryt zwyczajny. Zbieżność zdarzenia z pojawieniem się bolidu wskazywała, że może pochodzić ze spodziewanego deszczu meteorytów.

Wkrótce przed domem rodziny Garchinskich pojawił się tłum dziennikarzy. Znany z badań kanadyjskich meteorytów profesor Peter Brown i dr Phil McCausland zaprezentowali fragmenty chondrytu ważącego 46 g i zaapelowali o dalsze poszukiwania. Niebawem znaleziono kolejny meteoryt u jednego z sąsiadów, który wołał jednak pozostać anonimowy.

W miasteczku zaroilo się od poszukiwaczy meteorytów. Kanadyjskie pra-

wo nie zachęca do poszukiwań, bo wprawdzie meteoryt jest własnością właściciela terenu, ale nie wolno go wywieźć z Kanady bez specjalnego zezwolenia. Niemniej zawsze można go sprzedać w Kanadzie, co podobno zrobił



Ważący 14,5 g czwarty okaz meteorytu Grimsby, który znalazł Rob Wesel 20 października 2009 r. © Rob Wesel i Mike Bandli

Mike Farmer, znalazca trzeciego i największego dotąd okazu, ważącego 69 g. Prócz niego pojawili się w Grimsby Mike Bandli, Rob Wesel (Nakhladog meteorites), który znalazł czwarty meteoryt, Jim Strobe, Patrick Hermann i wielu innych poszukiwaczy. Dr Phil McCausland sam uczestniczy w poszukiwaniach i zaprasza do udziału wszystkich, którzy mogą, bo gdy spadnie śnieg, zniknie szansa na znalezienie czegokolwiek. Teren jest dość trudny, bo jest sporo zwykłych kamieni.

## Mity na temat poszukiwania meteorytów na Antarktydzie

Tim Swindle

(Artykuł z kwartalnika METEORITE Vol. 15 No. 1. Copyright © 2009 ARKANSAS CENTER FOR SPACE & PLANETARY SCIENCES)

Jest to taka noc, kiedy niektórym osobom trudno jest zasnąć. Leżę w śpiworze w namiocie Scotta. Wichura o sile 40 węzłów sprawia, że ściany namiotu nieustannie dudnią, a strumień kryształków lodu bez przerwy bębni w namiot kilka stóp i dwie warstwy tkaniny od mojej głowy. Temperatura na zewnątrz jest około 0°F, plus minus 10 stopni, i z powodu wiatru niewiele godzin trzeba, by spadła poniżej zera Celsjusza na pozio-

mie śpiwora wewnątrz. Ale nie ma sensu czekanie, aż wiatr przycichnie, bo może to być równie dobrze za godzinę jak za kilka dni.

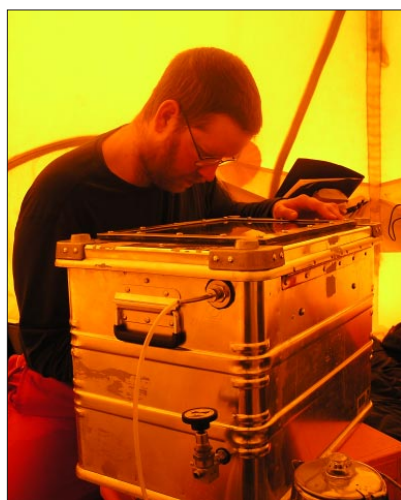
Ściany namiotu są przezroczyste, więc wszystko w środku ma żółty odcień. Czekanie, aż słońce zajdzie, także nie ma jednak sensu, bo nie nastąpi to wcześniej niż za dwa miesiące. Witamy na poszukiwaniach meteorytów na polarnym płaskowyżu wschodniej Antarktydy.

W rzeczywistości nie jest tak źle, jak by się wydawało. Dla mnie, a rozmawiałem także z innymi, którzy podziwiają moje odczucia, odgłos wichru uderzającego w namiot jest tylko uspokajającym szumem. Tak długo, jak da się włożyć dostatecznie dużo warstw odzieży, by nie zmarznąć, spala się tak dużo energii na utrzymanie ciepła, że można jeść tyle czekolady, ile się chce bez ryzyka przybrania na wadze. Chociaż niektórzy ludzie marzą, aby wresz-

cie zrobiło się ciemno, dla mnie wystarczy do spania nałożenie ciemnej opaski na oczy i nie interesuje mnie, że słońce świeci. A jeśli wiatr rzeczywiście utrzymuje się przy 40 węzłach, to następnego dnia nie ma pracy i jest szansa na odpoczynek albo nadrobienie zaległości w lekturach (zależnie od tego, jak długo trzeba będzie tkwić w namiocie).

Stany Zjednoczone wysyłają na Antarktydę co najmniej jeden zespół poszukiwaczy meteorytów praktycznie co roku od ponad 30 lat. Inne narody także wysyłają zespoły poszukiwaczy meteorytów na Antarktydę. Japonia, która wysłała pierwsze grupy poszukiwaczy na początku lat siedemdziesiątych, wysłała zespoły przez kilkanaście lat regularnie i później od czasu do czasu, ma tu największe osiągnięcia.

Bill Cassidy z Uniwersytetu w Pittsburghu rozpoczął program poszukiwań w 1976 r. W końcu Cassidy przekazał ANSMET (ANTarctic Search for METeorites) swemu byłemu studentowi, Ralphowi Harveyowi z Case Western Reserve University w Cleveland, który jest obecnym szefem ANSMET-u. Prawdę mówiąc jest jeden członek programu, który był „na Lodzie” w ramach programu więcej razy niż Cassidy czy Harvey — geolog i alpinista John Schutt, który jeździł na Antarktydę przez ponad ćwierć wieku. W sumie, dzięki sukcesowi programu (odnaleziono ponad 16000 meteorytów) i temu, że Schutt uczestniczył w większości ekspedycji, niewiele jest osób na świecie, które widziałyby tyle różnych meteorytów, co on.



Fot. 3. Astrobiolog Marc Fries pracuje w swym „laboratorium”, skrzynce z rękawicami, w namiocie. Zauważmy, że żółte światło pochodzi od słońca świecącego przez przezroczyste, żółte ściany namiotu.



Fot. 1. Na przełomie roku 2007–2008 zespół ANSMET na Miller Range podziwia widok po wspięciu się na grzbiet górski w Górach Transantarktycznych.



Fot. 2. Widok skutera śnieżnego z poziomu gruntu w środku pola lodowego pokazuje, jak nierówna jest powierzchnia lodu.

Poza tymi liderami zespoły ANSMET-u składają się z ochotników. Wiele z nich to naukowcy, tak jak ja, ale w grupach często byli studenci, nauczyciele, astronauta, autor książek, kamerzysta i pojęcia nie mam, kto jeszcze. Miałem to szczęście, że uczestniczyłem trzykrotnie w ciągu 11 lat, spędzając za każdym razem na Antarktydzie około dwóch miesięcy, z których pięć do sześciu tygodni obozowałem na lodzie i pracowałem.

Jest przynajmniej jedna książka poświęcona całkowicie ANSMET (Wspomnienia Billa Cassidy z 2003 r., *Meteorites, Ice and Antarctica: A Personal Account*), interesujący rozdział w innej (brata Guy’a Consolmagno *Brother Astronomer: Adventures of*

*a Vatican Scientist*) i przynajmniej jeden dobrze napisany artykuł w *Meteorite* (Consolmagno, maj 1999). [Od redaktora *Meteorite*: Był także artykuł w listopadowym numerze *Meteorite* z 2004 r, który napisał Christopher Cokinos.] Mnóstwo informacji zawiera także strona internetowa ANSMET Ralphi Harvey’a; niektóre przydatne tylko dla tych, co tam jadą, ale większość przeczyta z zaciekawieniem także fotelowy miłośnik Antarktydy.

Zamiast próbować konkurować z tym wszystkim, przedstawię listę moich ulubionych błędnych wyobrażeń (włącznie z pytaniami, które zwykle dostają) o poszukiwaniach meteorytów na polarnym płaskowyżu wschodniej Antarktydy.



**Błędne wyobrażenie #1:** Cała Antarktyda jest tylko jedną wielką zaspą śnieżną i każde miejsce wygląda tam tak samo, jak każde inne. Rzeczywiście przeważająca większość kontynentu jest przykryta lodową czapą, ale najlepsze miejsca do szukania meteorytów są tam, gdzie płynący lód napotyka na przeszkodę, taką jak długie na 2000 mil Góry Transantarktyczne. W takich miejscach, pchany siłą milionów ton śniegu i lodu spływających ku brzegom, lokalny lód zaczyna wspinać się na góry, ale spływające z gór wichry, które osiągają prędkość ponad 100 węzłów, wydmuchują lód pozostawiając na powierzchni uwiecznione w nim meteoryty. Jest to mechanizm koncentracji meteorytów. Tak więc zespoły ANSMET zwykle pracują tuż przed barierą gór i chociaż większość pracy odbywa się na błękitnym lodzie (błękitnym, bo jest tak ściśnięty i czysty), na horyzoncie ukazują się często wspaniałe, brunatne góry, a nad głową jaskrawe słońce na nieziemsko błękitnym niebie. Jedyny kolor, którego wyraźnie brakuje, to zielony.

**Błędne wyobrażenie #2a:** Zespoły ANSMET zbierają wszystkie kamienie, jakie znajdą, albo **#2b:** Zespoły ANSMET zawsze szukają na lodowcowych morenach, więc naprawdę niezwykle meteoryt, taki jak kamień z Marsa, może zostać niezauważony. W rzeczywistości poszukiwania są połączeniem obu sytuacji. Są wywołujące garbienie się i odrętwienie umysłu (przynajmniej dla kogoś takiego, jak ja, kto nie jest geologiem) poszukiwania na morenach, gdzie mniej niż jeden



*Fot. 4. Zespół ANSMET pracuje nad zebraniem świeżo znalezionej meteorytu; różni członkowie zespołu mierzą, opisują i fotografują meteoryt, odczytują współrzędne miejsca GPSem, wyjmują czyste narzędzia i przygotowują teflonową torebkę, w której wylądował meteoryt.*

kamień na 1000 może być meteorytem. Ale jest też przynajmniej tyle samo meteorytów zebranych w obszarach w kierunku najbliższych gór, pod wiatr, gdzie wydaje się, że każdy kamień jest meteorytem, więc marsjański kamień nie zostałby pominięty.

**Błędne wyobrażenie #3:** Jest zawsze znacznie poniżej zera z huraganowymi wichrami. Są dni, gdy czuje się jak w mroźniej wersji piekła, ale są to okresy, o których będzie się opowiadać po powrocie do domu. W rzeczywistości typowa temperatura jest bliższa 0°F (−15°C do −20°C), i jest wiele dni i nocy, gdy jest tak cicho, że można słyszeć trzaski lodu zmierzającego w niepostrzeżonym marszu do morza dziesiątki lub setki stóp pod tobą. Prawdę

mówiąc, gdy pojechałem odwiedzić syna w Grand Forks, w Dakocie Północnej, miesiąc po moim ostatnim wyjeździe na Antarktydę, trafiłem na temperaturę niższą niż miałem kiedykolwiek na Antarktydzie w tym roku. Oczywiście w Grand Forks spędziłem noc w hotelu a nie w namiocie.

**Błędne wyobrażenie #4:** Na tym kontynencie jest pełno pingwinów. Chociaż byłem na Antarktydzie trzykrotnie przez w sumie sześć miesięcy, to widziałem na wolności w sumie aż jednego pingwina. Pingwiny są zasadniczo ptakami wodnymi, a miejsca gdzie ANSMET szuka meteorytów, są położone setki mil w głąb lądu. Prawdę mówiąc podejrzewamy, że w większości naszych obozów jedynymi



*Fot. 5. Namiot ANSMET, dom dla dwóch członków zespołu przez sześć tygodni. Zestaw baterii słonecznych i wiadro z lodem są wśród rzeczy za „drzwiami” (poła namiotu).*



*Fot. 6. Autor unosi okulary na tyle tylko, by pozować z meteorytem, który znalazł na morenie.*

żywymi istotami jesteśmy my i żyjące w nas bakterie. Zespoły ANSMET nie filtrują wody (po prostu topimy lód i pijemy), a jedyne osoby, które kiedykolwiek zachorowały, albo przyjechały już chore, albo złapały coś tuż po przylocie samolotu dostawczego. Podczas ostatniego sezonu jednym z członków zespołu ANSMET był astrobiolog, dr Marc Fries, który uzyskał z góry pozwolenie na poszukiwanie życia w niektórych świeżo zebranych meteorytach. Mark ulokował swe laboratorium w namiocie (gdzie skrzynka z astrobiologicznym laboratorium obsługiwany przez wkładane rękawice i towarzyszący jej astrobiolog mieścili się w namiocie osiem na osiem stóp wraz z dwoma stałymi mieszkańcami i ich sprzętem do utrzymania ciepła), i stwierdził, że meteoryty były bardziej czyste, niż płytka porównawcza, którą oczyścił plazmą i zamknął w sterylnym pokoju, gdy wrócił do USA. Bardziej wymyślne testy mogłyby znaleźć kilka żywych organizmów, ale ten obszar z pewnością nie tętni życiem, nawet na poziomie mikroskopowym.

**Błędne wyobrażenie #5:** Zespoły ANSMET wędrują pieszo przez zmrożone pustkowia ciągnąc za sobą sanie. To nie jest preferowany sposób transportowania ładunku odkąd Robert F. Scott pokazał to ostatecznie (i z fatalnym skutkiem) podczas wyścigu do bieguna południowego w latach 1911–1912. Na miejsce i z powrotem dostajemy się samolotami wyposażonymi w płozy, a w ciągu dnia poruszamy się wokół na skuterach śnieżnych, co prowadzi do...

**Błędne wyobrażenie #6:** Musi być przyjemnie spędzać całe dnie jeżdżąc sobie po Antarktydzie skuterem śnieżnym. Pomijając fakt, że skutery śnieżne jadą wystarczająco szybko, by natychmiast wytworzyć lodowaty wiatr, to są one zbudowane do jazdy po śniegu, nie po lodzie. A lód antarktyczny zupełnie nie jest gładki i pełno w nim dołów o wielkości od ułamka cala do kilkudziesięciu metrów. Pod wieloma względami antarktyczne pola lodowe wyglądają jak zamrożone oceany ze wszystkimi rodzajami fal od drobnych zmarszczek po załamujące się grzywałe. Jest to piękne, gdy się na to patrzy, ale może być boleśnie odczuwane przez siedzenie. Najgorsze dni do jazdy są jednak wtedy, gdy jest tyle chmur, że światło zdaje się dochodzić zewsząd

i nie ma żadnych cieni. Ponieważ cała powierzchnia jest w zasadzie biała, oznacza to, że nie widzisz, kiedy twoja lewa narta zamierza wjechać na dwustopową zaspę śnieżną. Przypomina to trochę jazdę „kolejką górską” w Disneylandzie po ciemku, kiedy nie wiesz, w którą stronę zaraz polecisz. Ale na kolejce górskiej jesteś przypięty pasami i możesz być całkiem pewny, że nie skończysz z kolejką górską na tobie.

**#7:** Antarktyczni poszukiwacze meteorytów pracują na lodowcach spływających na lodowy szelf lub do oceanu. Czytałem parę fikcyjnych wersji poszukiwania meteorytów na Antarktydzie zawierających takie opowieści, jak np. jedna zabawnie nieprawdziwa scena w Bena Bova’y „Mars”, gdzie astronauta trenują przed wyprawą na Marsa szukając różowych meteorytów na lodowcu spływającym na szelf lodowy, ciągnąc sprzęt za sobą na saniach. Szukanie meteorytu na szelfie lodowym lub lodowcu, który przekroczył już góry i kieruje się do morza, jest tylko odrobinę bardziej logiczne niż szukanie meteorytu jadąc skuterem śnieżnym po zamrożonym jeziorze. Możesz przypadkiem mieć szczęście, ale ja bym na to nie stawiał.

**Błędne wyobrażenie #8:** Praca w terenie na Antarktydzie oznacza jedzenie przez sześć tygodni odwodnionej żywności. W rzeczywistości jest duży sklep w McMurdo Station, największej bazy USA, gdzie zespoły wyruszające w teren mogą zaopatrzyć się we wszystko, suszone lub puszkowane, co tylko można sobie wyobrazić, od przypraw do przetworów zbożowych, kawy, batonów i tabliczek czekolady. Większość ma datę ważności przynajmniej sprzed roku, ale to jest tylko problem w stosunku do rzeczy wyraźnie nieświeżych czy nie dających się pogryźć. Poza sklepem jest zamrażarka, skąd można wydobyc mrożonki od warzyw do mrożonych owoców, płatów mięsa i krewetek. Ciało człowieka spala tyle kalorii na samo utrzymanie ciepła, że można jeść tak dużo, jak się chce, a mimo to nie zyskiwać na wadze. Wiadomo, że niektóre osoby zjadały kostki masła próbując zyskać kalorie. Nawet w terenie dla większości z nas nie brzmi to dobrze, chociaż sądzę, że 90% zjedzonych tabliczek czekolady zjadłem na Antarktydzie.

**Błędne wyobrażenie #9:** Patrząc z boku wiele osób uważa, że na zakoń-

czenie dnia poszukiwań meteorytów idzie się zobaczyć, co kucharz przygotował w namiocie kuchennym. Przykro mi, ale jesz to, co ugotowałeś sam lub twój kolega z namiotu. Oczywiście czasem ma się to szczęście, że kolega z namiotu naprawdę lubi gotować i dobrze to robi (z serdecznym podziękowaniem dla ostatniego kolegi z namiotu, którym był dr Les Bleamaster).

**Błędne wyobrażenie #10:** Trzeba być chorym na umyśle, by pojechać tam raz, a tym bardziej dwa lub trzy razy. Cóż, może ci z nas, którzy tam jadą i znów wracają, są trochę zwariowani, ale sądzę, że wiem, na czym ta choroba polega. Jako tylko nieco zamierzony kalambur wyruszenie w teren na Antarktydę jest dwubiegunowym doświadczeniem. Nigdzie więcej emocjonalne stany przygnębienia nie są tak głębokie (brak rodziny; próby ogrzania się i wciąż tylko znikome czucie w palcach; stany zniechęcenia, gdy nie można znaleźć meteorytu, albo gdy wiesz, że trzeba wykonać jakąś robotę, której nie cierpisz, jak uruchamianie mechanizmów skutera śnieżnego), ale nigdzie poza tym emocjonalne stany euforii nie są tak wysokie (jedzenie lunchu na grzbiecie góskim patrząc na ten rozległy, dziko piękny kontynent; patrzenie z wiatrem i obserwowanie nawiewanego, pięknego węża śnieżnego; zebranie 100 meteorytów w ciągu dnia i świadomość, że jesteś jedną z pierwszych ośmiu osób, może nawet pierwszą, która kiedykolwiek widziała każdy z tych cudownych kamieni).

Ale nie tylko ci, którzy nigdy nie byli na Antarktydzie, mają błędne wyobrażenia na jej temat. Pod koniec mojej pierwszej wyprawy rozmawiałem pewnego dnia, stojąc na zewnątrz, z moim kolegą Davidem „Duck” Mittlefehldtem, i zgodziliśmy się, że obaj jesteśmy zadowoleni, że przyjechaliśmy na Antarktydę i obaj jesteśmy zdania, że nigdy więcej nie zechcemy tu przyjechać ponownie. Duck pojedzie tego lata po raz czwarty.

E-mail: [tswindle@u.arizona.edu](mailto:tswindle@u.arizona.edu)

*Tim Swindle jest profesorem nauk o planetach w Lunar and Planetary Laboratory Uniwersytetu Arizyńskiego. Bada gazy szlachetne (takie jak argon i ksenon) w meteorytach i próbkach księżycowych, by wyznaczyć ich wiek i historię.*





# Od spadających gwiazd do gwiazd mediów: kreowanie meteoryciarzy

Geoffrey Notkin

Zdjęcia Caroline Palmer

(Artykuł z kwartalnika METEORITE Vol. 15 No. 3. Copyright © 2009 ARKANSAS CENTER FOR SPACE & PLANETARY SCIENCES)

Wstałem wcześniej i wyszedłem z mego hotelu w Burbank, by przejść się trochę z nadzieją, że napotkam przyjemną, małą kalifornijską kafejkę, gdzie mógłbym spokojnie zjeść śniadanie i trochę popisać. Poranek był pogodny i piękny, z zielonymi górami drzemiącymi w oddali. Wilgotne powietrze i soczysta zieleń wzgórz były tak bardzo odmienne od Tucson w Arizonie, gdzie mieszkalem. Gdy szedłem żwawo bulwarem San Fernando, zadzwoniłem z komórki do przyjaciółki Anne w Nowym Jorku. Spytała, czy wszyscy się na mnie gapią: „Wiesz, że nikt nie chodzi w L.A.” Rozejrzałem się szybko wokół i stwierdziłem, że nie tylko jestem jedynym pieszym w obrębie mili, ale że wszyscy kierowcy przemykający obok w drodze na ważne spotkania przemysłu filmowego patrzą się na mnie jakby chcieli spytać: *Dlaczego nie jedziesz samochodem?*

Zaledwie kilka dni temu wędrowałem przez pola w środkowym Teksasie szukając świeżych, czarnych chondrytów L6 z bolidu z 15 lutego, 2009 r. Po krótkim przystanku w Tucson, by się przebrać, byłem już w Los Angeles w meteorytowych interesach.

Przez ostatnich piętnaście miesięcy niemal codziennie kontaktowałem się z Ruth Rivin, producentem z LMNO Productions w Encino, gdy wraz z moim przyjacielem i towarzyszem wypraw Steve Arnoldem dopracowywałem miliony szczegółów naszego nowego telewizyjnego widowiska, *Meteorite Men*. Gdy Ruth dowiedziała się, że jestem w Kalifornii, zaprosiła mnie do odwiedzenia biur LMNO i spotkania telewizyjnych profesjonalistów, którzy poświęcili miesiące na doprowadzenie do zrealizowania *Meteorite Men*.

LMNO zajmuje część widowiskowego budynku na Ventura Boulevard i rezydencja kompanii dość mnie onieśmielała. Wędrując od biura do biura byłem zupełnie nieprzygotowany na to,

że będę poznawany i witany przez ludzi, których nigdy wcześniej nie widziałem. „Geoff, oni pracują nad tym pokazem od miesięcy” szepnęła Ruth. „Oni wszyscy wiedzą, kim jesteś”.

Zatrzymaliśmy się, by powiedzieć „cześć” Paulowi Yatesowi, jednemu z naszych dwóch redaktorów i, chociaż właśnie telefonował, poderwał się, uścisnął mi rękę entuzjastycznie i krzyknął: „Ty jesteś Geoff z *Meteorite Men*!” Wszystko to było dość ekscytujące i czułem się niemal jak VIP.

Paul i jego kolega Ryan Ely jakoś zdołali skondensować prawie 70 godzin surowego materiału w spójny 43-minutowy program. A gdy twój materiał źródłowy obejmuje pokazywanie godziny za godziną dwóch facetów kopających doły na polu, to trzeba sporych umiejętności redaktorskich, by nadać każdemu wykopalku jakąś wyjątkową cechę.

Okazało się, że moja kalifornijska wizyta jest znakomicie zaplanowana, a ten właśnie wieczór Ruth przewidziała na końcowy montaż audio. O 4:00 po południu zjechaliśmy windą do podziemnego parkingu, odnaleźliśmy jej

samochód i pojechaliśmy do znanego studia nagrań w Burbank. Wprowadzono nas do „Wielkiej Sali”, ciemnego, futurystycznego, dźwiękoszczelnego studia, które przypominało mi mostek kapitański z *Battlestar Galactica*.

Gdy już zgromadzono mnóstwo wizualnych segmentów — nagrania terenowe, wywiady, materiał z laboratoriów, zdjęcia, grafiki i animacje — wymaganych dla wysokobudżetowego filmu dokumentalnego, a nasza sieć, Discovery Science, podpisała zakończenie zdjęć, dodano ścieżkę dźwiękową i nagrano głos narratora. Po zakończeniu nagrań natężenie, barwa i wyrazistość mnóstwa ścieżek dźwiękowych — naturalne odgłosy z terenu, rozmowy na żywo, wywiady, efekty dźwiękowe, narracja i muzyka — są delikatnie dopasowywane przez profesjonalistę.

Ruth, kierownik produkcji Michael Stoehner, i ja zajęliśmy miękkie fotele kierownictwa na podwyższeniu z tyłu studia. Niżej i kilka stóp przed nami nasz inżynier dźwięku skupił swą uwagę na monitorach zestawu komputerów Macintosha z oprogramowaniem do ob-



Fot. 1. Realizator Elizabeth Meeker daje znak „akcja”, a Steve i Geoff przygotowują się do nakręcenia pierwszych ujęć na tajnym miejscu Alpha.

róbki dźwięku. Przed nim siedzieli spikerzy studia, a nad nimi duży, kolorowy monitor, na którym miałem w końcu zobaczyć wynik tak wielu wysiłków, trudu i czasu. Ponieważ przez wiele lat byłem muzykiem rokendrolowym i szczególnie lubiłem studio nagrań, obserwowanie za kurtyną procesu montażu było dla mnie fascynujące.

Gdy rozpoczęła się czołówka filmu i zawodowi spikerzy wyrecytowali znajome „Jestem Geoff. Jestem Steve. Przybyliśmy tu, by szukać czegoś, co tkwi w ziemi od tysięcy lat . . .”, a na monitorze pojawiły się pierwsze obrazy, wróciłem myślami do zaskakującej serii zdarzeń, która przywiodła mnie na prywatną sesję montażową w tej telewizyjnej stolicy świata.

Wczesną wiosną roku 2006 odebrałem telefon z Indigo Films w San Francisco. Pracowali oni nad nową serią półgodzinnych programów przygodowych pod tytułem *Najlepsze miejsca, by znaleźć pieniądze i skarby*, które prowadziła znana telewizyjna osobowość, Becky Worley. W Indigo pracował Greg Boudreaux, brat Terry'ego, długoletniego miłośnika meteorytów i mojego kolegi po piórze. Przez parę lat Terry dawał Gregowi meteoryty próbując skłonić swego brata do zrobienia programu o jego ulubionym hobby. Gdy seria *Pieniądze & Skarby* dostała zielone światło, Gregowi udało się zainteresować swego szefa koncepcją programu o kamieniach z kosmosu.

W owym czasie Steve był zajęty przeszukiwaniem obszaru rozrzutu Brenham,



Fot. 2. Przy pracujących kamerach Steve i Geoff kierują dużą koparką wydostając głęboko zakopany okaz na obszarze rozrzutu Brenham.

w Kansas, więc od razu mieliśmy idealne miejsce do zdjęć. Naszą ekipę zdjęciową spotkaliśmy najpierw w Kansas i od razu znaleźliśmy wspólny język z jej szefem Chrisem Leavellem. Chris powiedział mi później, że program *Pieniądze & Skarby* był najbardziej udanym widowiskiem Travel Channel, a odcinek o meteorytach zyskał największą oglądalność z całej serii.

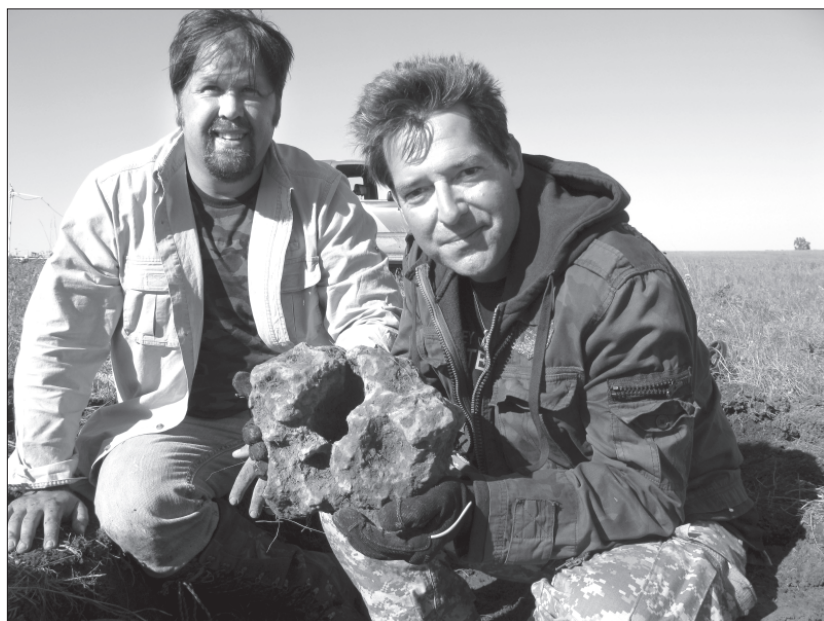
Wkrótce potem pojawił się pilotowy odcinek PBS. Wygrał on konkurs i zapoczątkował nową serię: *Wired Science*. Nasz segment z pilota „Łowcy meteorytów” został przeredagowany jako część pierwszego odcinka. W listopadzie 2007 r. nakręciliśmy, z na-

szym przyjacielem i poszukiwaczem McCartney Taylorem, inny meteorytowy segment dla National Geographic, dla programu *Naked Earth*.

Wtedy już Steve'owi i mnie naprawdę podobało się bycie częścią świata tworzącego telewizję. Jest to dość zabawne, jeśli wziąć pod uwagę, że obaj zrezygnowaliśmy z oglądania telewizji wiele lat temu, ale obaj chcieliśmy robić coś więcej. Wysłaliśmy do Chrisa Leavella projekt nowej serii będącej kontynuacją. Pomysł spodobał mu się i chciał kontynuować pracę z nami, ale nie mógł uzyskać dostatecznego zainteresowania żadnej sieci telewizyjnej.

W następnych miesiącach kontaktowały się z nami liczne inne firmy, w tym jedna, która przysłała szczególnie dziwaczne zamówienie stwierdzające: „Meteorowi farmerzy poszukiwani do nowego serialu telewizyjnego.” „Producent” tego widowiska czytał widocznie (ale nie zrozumiał) artykuł o Steve w czasopiśmie *Wired* w styczniu 2007 r., który poszedł pod tytułem „Meteor Farmer.”

Kimś jeszcze, kto czytał ten artykuł i z pewnością go zrozumiał, była Ruth Rivin. Temat wydawał się dziwnie znajomy dla Ruth, która ma w zwyczaju wylawianie ciekawych opowieści jako potencjalnego materiału źródłowego dla przyszłych programów TV. Potem przypomniała sobie, że w istocie był to drugi kawałek na temat Steve'a, który zapisała; pierwszym był artykuł w *Los Angeles Times*, napisany przez Nicholasa Riccardi i opublikowany w paź-



Fot. 3. Steve Arnold i Geoffrey Notkin z ważącą 33 funty kosmiczną skalą wykopaną podczas kręcenia *Meteorite Men* na tym terenie.



dzienniku 2007 r. „Dwie opowieści o tym samym facecie? Coś w tym musi być”, pomyślała i skontaktowała się z nami.

„Czy myśleliście kiedyś o zrobieniu serialu?” spytała.

Właściwie była to jedyna rzecz, o której myśleliśmy od czasu *Pieniądzy & Skarbów*. Gdy Ruth spytała, czy moglibyśmy zrobić dokładny szkic wyjaśniający, dokąd moglibyśmy jechać i co moglibyśmy robić w, powiedzmy, dwudziestu lub trzydziestu odcinkach, wróciliśmy do pierwotnego projektu serialu przygotowanego dla Indigo, przejrzelśmy go, poszerzyliśmy i dostarczyliśmy jej po dwóch dniach.

Minęło kilka miesięcy i podczas targów w Tucson, w 2008 r., pracująca dla LMNO producent Elizabeth Meeker przyleciała do Arizony na jednodniowe zdjęcia z nami. Zabrałem ją i Steve’a do dzikiego kanionu na północny zachód od miasta, gdzie nakręciliśmy kilka spontanicznych wywiadów i pokazów metod szukania. Było mnóstwo pracy jak na jeden dzień, ale uzyskany materiał przycięto do naładowanego akcją, pięciominutowego, demonstracyjnego filmiku i wysłano do kilku sieci telewizyjnych.

Właścicielowi LMNO i wizjoner-skemu producentowi telewizyjnemu, Ericowi Schotzowi, spodobało się to, co zobaczył, i w lipcu Eric, Ruth, Steve i ja poleciliśmy do Waszyngtonu na szereg spotkań. Znaczne wpływy Erica w biznesie rozrywkowym umożliwiły nam osobiste rozmowy z kilkoma najważniejszymi figurami. Steve i ja



Fot. 4. Główny operator, Randall Love, nakręca rozmowę na żywo z Geoffem w terenie, a realizator Bob Melisso słucha przez słuchawki.

pojawiliśmy się z pełnym wyposażeniem terenowym i z \$10000 w meteo-rytach na pace i zaprezentowaliśmy dość wyjątkowy pokaz. Gdy wszedłem do siedziby Discovery Channel i zobaczyłem, że w hallu wejściowym mają oni prywatny, naturalnej wielkości szkielet dinozaura *Tyrannosaurus rex*, poczułem, że jesteśmy we właściwym miejscu.

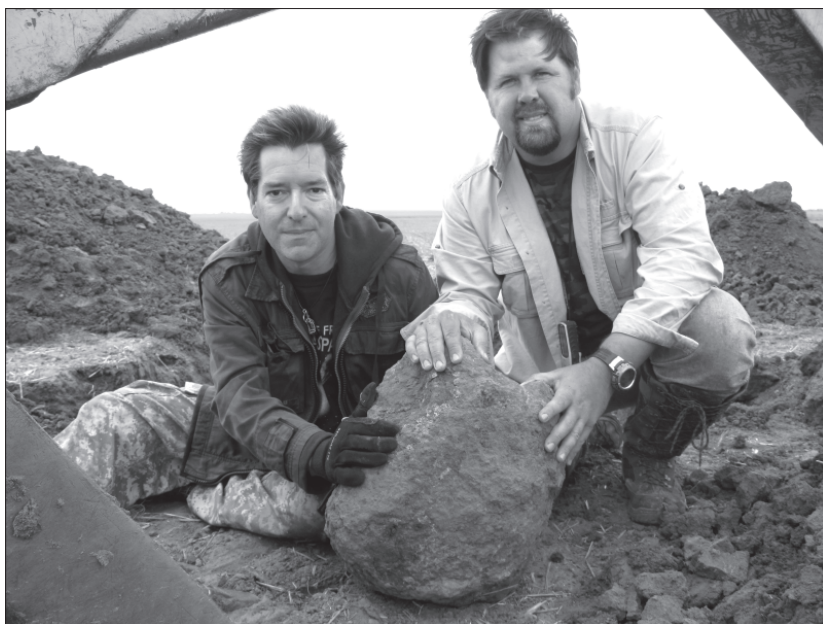
Discovery Science zamówiło godzinny program następnego dnia po naszym spotkaniu i nagle nadeszła pora, by zebrać ekipę. Ruth zatrudniła doświadczonego producenta TV, Boba Melisso, by pracował wyłącznie nad przygotowaniem tego nowego filmu. Bardzo utalentowany Randall Love,

który robił zdjęcia dla wszystkich od Lucas Films do BBC, miał przylecieć z San Francisco, by pracować jako główny operator filmu. Elizabeth Meeker, której początkowa improwizująca i pomysłowa praca nad demonstracyjnym filmikiem była pomocna w uzyskaniu zlecenia, miała wrócić na plan jako drugi operator.

Kręciliśmy już ujęcia w Brenham, w Kansas, i chcieliśmy zrobić coś nowego, więc zaproponowaliśmy Bobowi i Ruth, by robić zdjęcia w Alpha — tajnym miejscu, gdzie wraz ze Stevem pracowaliśmy dyskretnie od pewnego czasu. Wiedzieliśmy, że w razie potrzeby zawsze moglibyśmy wrócić do Brenham, gdzie wciąż był dość mały kawałek ziemi, który nie został dokładnie przeszukany.

Przesłałem emailiem serię zdjęć krajobrazu z obu miejsc, aby Bob mógł rozważyć przydatność tych dwóch potencjalnych lokalizacji i wybrać tę, którą uzna za lepszą — rozległe, otwarte przestrzenie płaskich, zaoranych pól w Brenham, albo pofałdowany krajobraz trawiastych wzgórz Alpha. Ku naszemu zaskoczeniu wybrał jedno i drugie.

Zamierzaliśmy rozpocząć projekt od dwóch dni zdjęciowych w Brenham, potem dzień podróży i rozpoznania z wywiadami, a na koniec dwa dni w Alpha. Gdy zbliżał się termin zdjęć, otrzymaliśmy trochę dziwnych wymagań jak: „Proszę, upewnijcie się, że obaj macie przynajmniej po dwa identyczne zestawy tych ubrań, które zamierzacie nosić w terenie”. Ciągłość jest ważna.



Fot. 5. Geoff i Steve z nowym znaleziskiem na obszarze rozrzutu Brenham.

Dzień przed wyjazdem do Brenham nasz koordynator podróży zadzwonił ze złymi nowinami. Zła pogoda w hrabstwie Kiowa uniemożliwia zdjęcia w terenie. W ostatniej chwili zmieniono wszystkie plany podróży; przerwano loty, wynajem samochodów i hotele. Pojechaliśmy najpierw na miejsce Alpha i kręciliśmy części programu w odwrotnej kolejności. Gdy przybyliśmy tam, zażądano od każdego członka ekipy zdjęciowej podpisania deklaracji poufności, by zapewnić, że żadne informacje o tajnym miejscu Alpha nie zostaną ujawnione.

Ani Steve ani ja nie należymy do rannych ptaszków. Obaj lubimy pracować późno w nocy, gdy reszta świata śpi, więc dzienny plan zajęć był dla nas szokiem. Śniadanie o 5:30 rano, odjazd naszego konwoju pojazdów o 6:00 i przybycie na miejsce o wschodzie słońca. Ten schemat powtarzał się każdego dnia i z reguły kręciliśmy prawie do zachodu słońca. Mogliśmy być początkowo w niezbyt dobrym humorze, ale światło wczesnego poranka było znakomite, a perspektywa znalezienia meteorytów w pobliżu stawiała nas natchnionych na nogi.

Nigdy nie widziałem ekipy, która by pracowała tak pilnie. Dwie kamery pracowały niemal bez przerwy, Randy robił ujęcia główną kamerą o dużej rozdzielczości, a Elizabeth kręciła zbliżenia oraz rozmowy na żywo. Ponadto przywieziono z Kansas City wymyślny, przenośny żuraw nazywany jib, by robić złożone ujęcia z góry, co nada-

wało obrazom bardziej widowiskowy, kinowy charakter.

Eric powiedział mi kiedyś: „Wiesz, nie będzie dobrze, jeśli wyjdziecie w teren i nakręcicie to i nie znajdziecie żadnego meteorytu”. Ale naprawdę nie było obaw. Wykrywacz meteorytów był włączony, kamery pracowały i wkrótce natrafiliśmy na pierwszy obiekt: głośny i efektowny, dający długie, wyraźne, falujące wycie płynące z głośnika.

Właściciel ziemi przyjechał w ciągu dnia razem z synem, mając nadzieję zobaczyć, jak prawdziwa skała kosmiczna wyłania się z jego posiadłości. Byli bardzo cierpliwi gdy jib był ustawiany, przemieszczany, znów ustawiany, a ze Stevem i mną nagrywano długie wywiady. Zanim byliśmy w końcu gotowi do kopania, słońce już prawie znikło za wzgórzami. Właściciel ziemi był wyraźnie zawiedziony i próbował robić jeszcze zdjęcia przy słabnącym świetle, ale się nie dało.

Wróciliśmy następnego ranka, pełni nadziei i nieco zdenerwowani, gotowi do uwolnienia meteorytu z ziemi. Po uruchomieniu i przygotowaniu wszystkiego wystarczyła niespełna minuta by pokazało się trzydzieści stóp ciężkiego, zardzewiałego, żelaznego łańcucha zakopanego tuż pod powierzchnią. Nic dziwnego, że wykrywacz metalu tak ładnie reagował.

Potem były inne pseudometeoryty i trochę prawdziwych znalezisk, w tym coś tak dziwnego i wyjątkowego, czego nigdy dotąd nie widziano w meteorycie. Premierowy pokaz filmu *Mete-*

*orite Men* był 10 maja 2009 r. Nie cierpię zdradzania szczegółów filmu przed obejrzeniem, więc na tym kończę i zapraszam czytelników *Meteorite* do obejrzenia powtórek *Meteorite Men* na Science Channel i zobaczenia, co znaleźliśmy.

Po więcej informacji o *Meteorite Men*, wraz z bieżącymi terminami wyświetlania, proszę odwiedzić: [www.aerolite.org/meteoritemen](http://www.aerolite.org/meteoritemen). Można także wejść na stronę Science Channel, <http://science.discovery.com>, i wybrać „TV Schedule,” albo kliknąć na „TV Shows” i na „Meteorite Men” by trafić na grupy dyskusyjne związane z tym filmem.

[Od redaktora *Meteorite*: Bardzo nam miło i czujemy się zaszczytni, że zaproszono nas na przyjęcie Geoffa z okazji premiery *Meteorite Men*. Bardzo polecamy ten film i życzymy Steve’owi i Geoff’owi wszystkiego najlepszego w ich rozwijającej się, nowej karierze telewizyjnych gwiazd].



Geoffrey Notkin urodził się w Nowym Jorku, wychowywał w Londynie, w Anglii, a obecnie mieszka w Tucson, w Arizonie z jednym dziwacznym kotem i bez dzieci. Od prawie piętnastu lat aktywnie angażuje się w poszukiwania meteorytów i jest właścicielem Aerolite Meteorites. Jest pisarzem popularno-naukowym i fotografem, a ponadto właścicielem firmy Stanegate Studios, projektującej grafikę i strony internetowe, która specjalizuje się w projektach naukowych i przyrodniczych. Występował w telewizyjnych filmach dokumentalnych o meteoroidach dla National Geographic, PBS, i Travel Channel, a obecnie pracuje nad książką o swych przygodach jako poszukiwacza meteorytów.



Fot. 6. Steve pokazuje, jak jego system nawigacji satelitarnej (GPS) pomaga przy sporządzaniu mapy obszaru rozrzutu.



# Meteoryty z terenu Seminole w hrabstwie Gaines w Teksasie

Phillip Mani i Anne Black

(Artykuł z kwartalnika METEORITE Vol. 15 No. 1. Copyright © 2009 ARKANSAS CENTER FOR SPACE & PLANETARY SCIENCES)

W kwietniu 2008 r. pewien poszukiwacz grotów strzał w zachodnim Teksasie natknął się na małą stertę kamieni umieszczoną we wspólnym narożniku czterech pól ornych. Przeglądając tę stertę kamieni zauważył, że jeden wygląda trochę inaczej. Był pomarańczowo-brązowy i bardzo ciężki. Podejrzał, że to meteoryt, więc poradził mu, by skontaktował się ze mną i poprosił o opinię. Ze zdjęć, które przesłał emailem, widać było, że kamień rzeczywiście jest meteorytem, klasycznym znaleziskiem z zachodniego Teksasu. Później okaza-

ło się, że waży 5418 g i jest dwudziestym meteorytem znalezionym w hrabstwie Gaines, w Teksasie.

Po kilku emailach i rozmowach telefonicznych umówiliśmy się na spotkanie w Leakey, w Teksasie, dokąd znalazca kamienia wybierał się wraz z żoną na poszukiwania indiańskich artefaktów razem z grupą poszukiwaczy koło Frio River. Tak więc w piątkowe popołudnie, pod koniec kwietnia, wyruszyłem w dwugodzinną podróż z San Antonio do Leakey. Niebo było czyste, pogoda wspaniała, a wiosna w pełnym rozkwicie. Jechałem bardzo krętymi

drogami na zachód od San Antonio z Bandera do Leakey. Droga jest bardzo malownicza, często uczęszczana przez rowerzystów i motocyklistów. Na wielu odcinkach tej wąskiej i krętej drogi jedzie się z prędkością poniżej 20 mil na godzinę. Była to jednak piękna jazda, bo droga wiję się kanionami Texas Hill Country i płaskowyżami Hill Country rozdzielającymi kaniony.

W Leakey zajeżdżałem na wskazany camping, który był w dolinie lub na tarasie zalewowym porośniętym 200- i 300-letnimi dębami i wysokimi, typowymi dla Teksasu, drzewami orzechowymi. Na campingu nikt nie odpoczywał; w istocie wszyscy małymi grupkami tkwili po pas, lub głębiej w wykopanych dołach szukając artefaktów. Znalazłem półciężarówkę odpowiadającą opisowi podanemu przez znalazcę i poszedłem z nim porozmawiać. Podaliśmy sobie ręce i pojechałem za nim i jego żoną do ich chaty. Gdy podjechałem, by zaparkować za nim, sięgał już za siedzenie kierowcy po domniemany meteoryt. Gdy go wyciągnął, nie było wątpliwości, że to piękne znalezisko; bez wątpienia meteoryt z pomarańczowo-czerwoną patyną i regmagliptami. Powiedziałem do niego głośno, „No, to na pewno jest meteoryt! Gratulacje.”

Chwyciliśmy trzy Dr Peppery i usiedliśmy przy ogrodowym stoliku by popatrzeć na kamień i porozmawiać. Opowiedział mi o swym zamiłowaniu do szukania artefaktów czy to na powierzchni czy kopiąc i jak wiele lat cieszy go to. Powiedział mi także, że w ciągu tych wszystkich lat szukania indiańskich przedmiotów nigdy nie widział kamienia takiego jak ten, więc uznał, że może to być coś szczególnego. Podeszło kilku przyjaciół z jego grupy i rozmawialiśmy o kamieniu, o tym, że to meteoryt, który pochodzi z pasa planetoid i padało wiele pytań i odpowiedzi. Potem nadszedł czas na dobiecie targu, więc poprosiłem jego żonę, by zrobiła zdjęcie nam obu, jego trzymającego meteoryt, mnie trzymające-



Fot. 1. Seminole A, fot. Peter Marmet



Fot. 2. Seminole F, meteoryt, który zapoczątkował tę historię, fot. Greg Hupe

go meteoryt z nim trzymającym czek i na koniec jak podajemy sobie ręce. Byli bardzo poruszeni znalezieniem, a teraz sprzedaniem meteorytu. Pieniądze otrzymane za znalezisko zamierzali przeznaczyć na zakup małego kawałka ziemi, na którym chcieli postawić dom. Żegnając się życzyłem znalazcy szczęścia w poszukiwaniach artefaktów, jego ulubionym hobby (powiedział mi, że nigdy nie sprzedał, ani nie wymienił żadnego indiańskiego artefaktu), i poprosiłem także, by zwracał uwagę na inne niezwykle kamienie, mówiąc że meteoryty nie zawsze spadają jako pojedyncze kamienie. Powiedział, że będzie się rozglądał.

Wracając do San Antonio, tym razem inną drogą przez Hill Country, zadzwoniłem do dr Anthony'ego „Tony” Irvinga w Seattle. Powiedziałem mu, że kupiłem podejrzany kamień. Tony zrobił wstępną analizę małego kawałka meteorytu i stwierdził, że prawdopodobnie jest to H5. Powiedziałem mu, że jest wspaniały, i że przetrnę go i wkrótce wyślę próbkę do kolekcji. Klasyfikując kamień dr Irving zauważył, że w hrabstwie Gaines w Teksasie znaleziono kilka podobnie sklasyfikowanych kamieni nazywanych Seminole albo Seminole Draw.

On i ja, przy nieocenionej pomocy Anne Black, zaczęliśmy sprawdzać, które z innych, wcześniej znalezionych kamieni Seminole i Seminole Draw mogłyby być dostępne do porównania z tym nowym Seminole. Anne Black



*Fot. 3. Gaines Co. Park, fot. Don Edwards*

dowiedziała się jakoś, że Marty Prinz, były kustosz meteorytów w Amerykańskim Muzeum Przyrodniczym, mógł zajmować się klasyfikowaniem innego meteorytu z hrabstwa Gaines. Podobno powiedział, że ktoś kiedyś powinien „uporządkować ten cały bałagan z Seminole”. Była to szansa dla nas. Z pomocą Anne zlokalizowaliśmy okazy wszystkich innych meteorytów Seminole i Seminole Draw. Anne skontaktowała się z ich właścicielami pytając, czy zechcieliby przekazać próbki Tony'emu do oceny i porównania, nie tylko z tym nowym okazem Seminole, ale by spróbować uporządkować sprawę. Wszyscy się zgodzili. Praca Tony'ego pokazała, że w hrabstwie Gaines w Teksasie spadły przynajmniej dwa deszcze

meteorytów. Z jednego pochodzą chondryty zwyczajne H5, a z drugiego chondryty zwyczajne L5. Ten H5 składa się z siedmiu kamieni sklasyfikowanych wcześniej jako H5 albo blisko tego, a ten drugi składa się z przynajmniej dwóch kamieni L5.

Chociaż to oznacza, że jest więcej dostępnego materiału Seminole H5 niż dotąd uważano, a także materiału L4, najciekawsze jest to, że zamiast dziewięciu oddzielnych zdarzeń były tylko dwa. Nieprawdopodobne: tylko dwa spadki meteorytów, albo tylko 20% spadków meteorytów w tym hrabstwie w porównaniu z wcześniej przyjmowaną liczbą spadków. Dla mnie oznacza to, że spadki meteorytów nie tylko są bardzo rzadkimi zdarzeniami, ale prawdopodobnie jest ich mniej, więc są znacznie radsze, niż nam się wydaje. Bardzo dziękuję dr Irvingowi za jego staranną pracę nad uporządkowaniem tego bałaganu Seminole. Dziękuję także Anne Black za wspaniałe starania, by zlokalizować inne kamienie Seminole, skontaktować się z właścicielami i zyskać ich zaufanie i zgodę, by dr Irving mógł zbadać te kamienie w celu porównania ich i ponownego sklasyfikowania. Dziękuję też Marlinowi Cilizowi, który starannie i ze znanostwem przeciął i przygotował ten okaz Seminole.

Na koniec chciałbym powiedzieć, że wszyscy zdajemy sobie sprawę, że jest wiele przypadków, w których meteoryty o różnych nazwach czy numerach pochodzą z tego samego spadku. Praca nad formalnym wykazaniem tego jest nie tylko ważna dla nauki, ale także dla zidentyfikowania obszarów rozrzutu



*Fot. 4. McKenzie Draw A, fot. Don Edwards*





Fot. 5. Seagraves C, fot. Jeff Kuyken

i miejsc, gdzie można znaleźć dalsze meteoryty. Najważniejsze jest dla mnie, że pomaga nam to zdać sobie sprawę, o ile rzadsze są w rzeczywistości spadki meteorytów i jak błogosławione jest nasze zamiłowanie do badania i podziwiania tych wspaniałych, naturalnych obiektów. To powiedziawszy wyruszam teraz gdzieś na obszar rozrzutu — meteoryty wzywają.

Phillip Mani

\*\*\*

Bardzo dziękuję, Phil.

Rzeczywiście cieszę się, że mogłam pomóc uporządkować ten „cały bałagan Seminole”, ale nie byłoby to możliwe, gdyby nie pomogli Laurence Garvie, kustosz kolekcji meteorytów w ASU, Paul Sipiera z Planetary Studies Foundation i Don Edwards, znany kolekcjoner teksańskich meteorytów. A szczęśliwym zbiegiem okoliczności Don miał jeszcze jeden niedawno kupiony Seminole. Został on szybko wysłany, by spotkać się z resztą rodziny Seminole na biurku dr Irvinga. Tak więc zgodnie z tradycyjnym systemem nazewnictwa Seminole Phila dostał nazwę Seminole F, a Dona był teraz Seminole G. Rodzina się rozrasta!

Przed pracą dr Irvinga mieliśmy dziewięć następujących meteorytów Seminole:

|            |    |
|------------|----|
| Seminole A | H4 |
| Seminole B | H4 |
| Seminole C | H4 |

|                 |    |
|-----------------|----|
| Seminole D      | H6 |
| Seminole E      | H5 |
| Seminole F      | H5 |
| Seminole G      | L5 |
| Seminole Draw A | L6 |
| Seminole Draw B | H5 |

A teraz mamy to:  
Seminole, przyciemniony szokowo  
H5, 7 znanych okazów  
Seminole Draw, L5, 2 znane okazy.

Znacznie mniejszy bałagan.

Następne pytanie jest oczywiste, przynajmniej dla mnie: co jeszcze spadło w tym teksańskim hrabstwie? Z pomocą Dona Edwardsa nietrudno było uzyskać pełną listę wszystkich meteorytów znalezionych w hrabstwie Gaines. I owszem, wszystko to są znaleziska; ani jednego obserwowanego spadku. Nie ma także ani jednego meteorytu żelaznego, żelazno-kamiennego, czy nawet achondrytu. Oto ta lista nazw i klasyfikacji:

|                   |      |
|-------------------|------|
| Ashmore           | H5   |
| Gaines Co Park    | H5   |
| Loop              | L6   |
| Loop B            | H    |
| Loop C            | Chon |
| McKenzie Draw AH4 |      |
| McKenzie Draw BH4 |      |
| Seagraves A       | H4   |
| Seagraves B       | H5   |
| Seagraves C       | L6/7 |
| Seagraves E       | H5   |
| Wardswell Draw    | L6   |

(Jeśli ktoś wie, co się stało z Seagraves D, proszę o wiadomość; nie znalazłam żadnej notatki na jego temat).

W gruncie rzeczy to, co tu mamy, jest dość podobne do oryginalnej listy meteorytów Seminole. Znów zamieszanie? Chondryty H4/H5 są pospolitymi meteorytami podobnie jak L6. Ale jak bardzo pospolite? Czy może mamy nakładające się obszary rozrzutu? To, czego teraz potrzebujemy, to bardzo dokładna mapa całego obszaru pokazująca, gdzie dokładnie został znaleziony każdy z tych meteorytów, a potem eksperci, którzy będą mogli je zbadać i uzyskać pewne odpowiedzi. Tymczasem wciąż mamy trochę bałaganu w tym zakątku Teksasu.

Anne Black

E-maile: [Philipcmani@msn.com](mailto:Philipcmani@msn.com),  
[impactika@aol.com](mailto:impactika@aol.com)



Poza tym, że jest wieloletnim kolekcjonerem meteorytów, Philip Mani jest także geologiem i prawnikiem. Obecnie mieszka w San Antonio, w Teksasie.



Anne Black jest Francuzką z urodzenia, ale mieszkała 10 lat w Afryce zanim przeprowadziła się do Stanów Zjednoczonych około 30 lat temu. Ukończyła studia z historii i archeologii, ale pojęła pracę dla dużej korporacji i zaczęła badać Góry Skaliste i kolekcjonować minerały. Niedawno przeszła na emeryturę jako sekretarka w korporacji Hertza w Denver.

# Meteoryt Elm Creek (Manitoba)

Ralph A. Croning

(Artykuł z kwartalnika METEORITE Vol. 15 No. 1. Copyright © 2009 ARKANSAS CENTER FOR SPACE & PLANETARY SCIENCES)

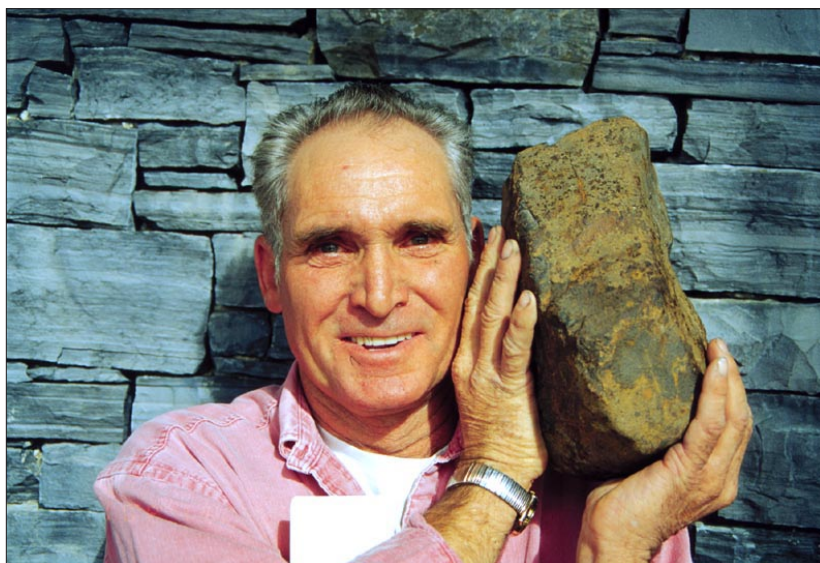
## Znalezienie

Było to chłodne, letnie popołudnie pod koniec sierpnia 1997 r. Tom Wood, mieszkaniec Elm Creek, w prowincji Manitoba, pracujący jako operator równiarki, zbliżał się do końca swej zmiany. Gdy wracał maszyną do bazy jadąc drogą gruntową, którą przedtem wyrównywał, natknął się na kamień leżący na powierzchni. Wyglądało na to, że został wydłubany z podłoża przez równiarkę. Nie chcąc go tak zostawić, zatrzymał maszynę i podniósł kamień, który był wielkości dużego ananasa. Był to odlupany kawałek i miał zadrapania na powierzchni. Wydawał się niezwykle ciężki jak na swą wielkość, więc Tom postanowił zabrać go ze sobą do domu. Położył go na podłodze równiarki i skierował się do bazy.

Gdy Tom dotarł do domu, wziął kamień do środka, by pokazać go żonie. Pół żartem powiedział jej, że chyba znalazł meteoryt, na co dostał spodziewaną odpowiedź „taak, na pewno”. Wciąż był zdumiony jego wagą, więc poszedł do garażu i położył kamień na półce. Tam kamień przeleżał niezauważany przez blisko cztery lata.



Fot. 2. Dan Lockwood z Uniwersytetu w Calgary z meteorylem Elm Creek (Manitoba).



Fot. 1. Tom Wood z meteorylem Elm Creek (Manitoba).

## Preriowe Poszukiwania Meteorytów

Preriowe Poszukiwania Meteorytów to narodowy projekt, rozpoczęty w roku 2000 i kierowany przez dr Alana Hildebranda (Wydział Geologii i Geofizyki, University of Calgary), dr Petera Browna (Wydział Fizyki i Astronomii, University of Western Ontario) i dr Martina Beecha (Wydział Fizyki, University of Regina). Terenowa kampania projektu lokalizuje meteoryty zachęcając farmerów i innych do zgłaszania do identyfikacji kamieni, o których myślą, że mogą to być meteoryty. Projekt nastawiony jest głównie na farmerów, ponieważ większa część prerii w Kanadzie, to tereny uprawne. Pola są zazwyczaj oczyszczane z kamieni, które mogłyby uszkodzić kosztowne maszyny. Przy okazji takiego oczyszczania farmerzy i ich rodziny znaleźli wiele niezwykłych kamieni.

By uzyskać więcej informacji o Preriowych

Poszukiwaniach Meteorytów proszę skorzystać z linku przy końcu tego artykułu.

## Identyfikacja

Latem 2001 r. Tom sprzątał garaż, gdy zwrócił uwagę na kamień, który znalazł w 1997 r. Prawie był gotów go wyrzucić, ale nie zdecydował się z powodu jego niezwyklej wagi. Postanowił nadal go trzymać.

Parę dni później żona pokazała mu artykuł w lokalnej gazecie zawiadamiający, że Preriowe Poszukiwania Meteorytów zorganizują poradnię rozpoznawania meteorytów na tym terenie. Najbliższa miała być za tydzień w sklepie spółdzielczym w Carman, w Manitobie. Tom postanowił więc zabrać tam swoje znalezisko i rozwiązać wątpliwości w tę czy inną stronę.

Gdy Tom pojawił się w poradni w Carman, spotkał tam Dana Lockwooda, studenta University of Calgary i uczestnika Preriowych Poszukiwań Meteorytów w roku 2001. Po obejrzeniu pokrytego ziemią kamienia Dan uznał, że choćby ze względu na wyjątkową gęstość zasługuje on na dokładniejsze zbadanie. Po umyciu kamienia był raczej przekonany, że to meteoryt. Za zgodą Toma zatrzymał kamień, ale przez następne trzy tygodnie wciąż miał wątpliwości, czy to jest meteoryt, czy nie.



Gdy Dan przejeżdżał obok wracając do Calgary, Toma nie było w domu. Zostawił więc wiadomość na sekretarce, że ostatecznie nie wydaje mu się, by był to meteoryt, a ponieważ Toma nie ma, zabiera okaz do Calgary, aby jednak obejrzał go dr Hildebrand. Już następnego dnia Tom otrzymał kolejną wiadomość od Dana, że poprzednia wiadomość jest nieaktualna. Dr Hildebrand potwierdził, że istotnie jest to meteoryt, który za zgodą Toma zostanie poddany dalszym badaniom.

Przy wadze 8,2 kg jest to drugi co do wielkości meteoryt kamienny znaleziony w Kanadzie i największy w prowincji Manitoba.

## Badanie i klasyfikacja

W University of Calgary zrobiono wstępne testy, odcięto fragment i zrobiono płytkę ciekłą. Tę płytkę i fragment otrzymał do klasyfikacji Graham C. Wilson z Turnstone Geological Services w Campbellford. Na podstawie badań optycznych sklasyfikował on wstępnie meteoryt jako chondryt zwyczajny L4 (S2). Dalsze badania w University of Calgary przy pomocy mikroskopy elektronowej zakończyły się wnioskiem, że jest to w rzeczywistości chondryt H4 (S2)(W2-3). Z zewnątrz nie miał on żadnej skorupy, która prawdopodobnie zwietrzała. Jedna strona była rozłupana, czyli mógł on zostać rozbity albo przed albo po spadnięciu. W tym drugim przypadku może być przynajmniej jeszcze jeden fragment, którego nie znaleziono. Ponieważ kamień znaleziono na drodze, można

przypuszczać, że został on przetransportowany ze żwirowni, z której wzięto materiał na drogę. Całkowitą zawartość metalu ocenia się na około 13% przy czym pierwiastkowego metalu jest tylko 3%. Gdyby odciać płytki, wnętrze mogłoby ukazać żyłki stopu, inkluzje czy zbrekcjowanie. Żadnej z tych cech nie można stwierdzić dysponując tylko małym fragmentem czy płytką ciekłą.

## Jaka nazwa?

Okaz nazwano prowizorycznie Elm Creek (Manitoba). Nazwa prowincji została dołączona w nawiasach, ponieważ tak się zdarzyło, że istnieje inny meteoryt o nazwie Elm Creek. Też jest to H4 i został znaleziony w hrabstwie Lyon, w Kansas, w 1906 r. Meteoryty muszą mieć niepowtarzalną nazwę, więc dlatego zaproponowano Elm Creek (Manitoba). Jeśli komisja nazewnictwa Meteoritical Society zaakceptuje tę nazwę, to nazwa meteorytu z Kansas zostanie zmieniona na Elm Creek (Kansas). Jeśli propozycja zostanie odrzucona, to zostanie wybrana inna nazwa oparta na lokalnej geografii. Naukowe dane na temat tego okazu są już wystarczające, ale oficjalna nazwa zależy także od tego, czy około 10% lub 20 g okazu (zależnie od tego, która wartość jest niższa) znajdzie się w oficjalnych zbiorach.

## Przyszłość meteorytu Elm Creek (Manitoba)

Początkowo Tom chciał sprzedać swoje znalezisko, ale postanowił zro-

bić to legalnie. Wystąpił o zezwolenie na eksport do komisji zezwalającej na eksport kanadyjskich dóbr kultury. Jego prośba została odrzucona, ponieważ okaz powinien być najpierw zaoferowany do sprzedaży w Kanadzie. Gdyby przez określony czas nie znalazł się nabywca w Kanadzie, to zostałoby wydane pozwolenie na eksport.

Po odzyskaniu cennego znaleziska z Uniwersytetu w Calgary, Tom pokazywał go innym w swym otoczeniu. Jego syn, który jest nauczycielem, wziął meteoryt ze sobą do szkoły, gdzie mnóstwo dzieci mogło zobaczyć i dotknąć to niebiańskie чудо. To wtedy Tom pomyślał, że byłoby dobrze, gdyby ten meteoryt pozostał w Manitobie i był wystawiony na widok publiczny. Skontaktował się więc ze Scottem Youngiem, astronomem i szefem Planetarium i Galerii Nauki Muzeum Manitoby.

Po negocjacjach, które objęły deklarację, że okaz jest federalnym dobrem kultury, i dzięki finansowemu wsparciu Fundacji Muzeum Manitoby i rządu Manitoby, nowym domem meteorytu Elm Creek (Manitoba)) będzie Muzeum Manitoby, gdzie okaz znajduje się obecnie w dziale konserwacji. Oficjalna informacja ukazała się w lutym, co zbiegło się z opublikowaniem tego artykułu w *Meteorite*, dzięki czemu dowiedziała się o tym społeczność meteorytowa. Wkrótce znajdzie on stałe miejsce na wystawie w muzealnej Galerii Nauki, gdzie obecnie jest wystawiona część kolekcji meteorytów. Używanie oficjalnej nazwy i włączenie do biuletynu Meteoritical Society nie jest odległe, bo Muzeum Manitoby można uznać za oficjalną kolekcję.

## Moje odczucia

W sierpniu 2007 r., Scott Young został zaproszony, by opowiedział o meteorytach w Winnipeskim Klubie Poszukiwaczy Skarbów (WTHC), którego jestem członkiem. Najlepszy moment prelekcji był, gdy Scott wyjął ten okaz z tekturowego pudełka i dał go obejrzeć z bliska wszystkim obecnym. Zaniemówiłem z wrażenia, gdy przyszła moja kolej, by go obejrzeć. Nigdy dotąd nie dotykałem tak dużego meteorytu. Jeszcze większe wrażenie wywarło na mnie, że został on znaleziony w prowincji, w której mieszkam. Był to naprawdę punkt zwrotny w moim życiu,



Fot. 3. Członek WTHC trzymający meteoryt. Widać, skąd została odcięta próbka.

jeśli chodzi o rzeczy związane z meteoritami. Jednak to w maju 2005 r. po raz pierwszy zapragnąłem szukać meteoritów.

Setki ludzi na ogromnym obszarze widziały w dzień wielką kulę ognistą i wszystkie relacje wskazywały na Portage la Prairie, Manitoba. Telefon Scotta dzwonił bez przerwy z pytaniami o to zjawisko. Scott stwierdził, że warto się temu przyjrzeć bliżej, więc zwrócił się o chętnych do pomocy do oddziału Królewskiego Towarzystwa Astronomicznego Kanady w Winnipeg, do którego obaj należeliśmy. Było sporo ochotników gotowych wyruszyć, by znaleźć trochę meteoritów. To były moje pierwsze, oficjalne poszukiwania meteorytu i chociaż jeszcze nie znalazłem żadnego, którego mógłbym nazwać swym znaleziskiem, wciąż jestem zapalonym poszukiwaczem. Dzięki swemu entuzjazmowi dla tego hobby mogłem także znaleźć kilku innych zainteresowanych poszukiwaniem meteoritów.

## Podziękowania:

Ten artykuł byłby niepełny bez wymienienia moich źródeł informacji i pomocy. Ogromne „dziękuję” kieruję do Toma Wooda, który podał mi pewne szczegóły znane tylko jemu. Nasza telefoniczna rozmowa trwała dość długo i z przyjemnością mówił o swym znalezisku. Podziękowanie należy się też dr Alanowi Hildebrandowi, który mimo napiętego planu zajęć, znalazł czas, by dostarczyć mi trochę tak potrzebnych zdjęć do tego artykułu. Nie może być ciekawego artykułu o meteoritach bez zdjęć. Podziękowanie astronomicznej wielkości kieruję także do Scotta Younga, który dostarczył mi publikacje naukowe dotyczące tego meteorytu i cierpliwie odpowiadał na wszystkie moje emaila mimo licznych zajęć w pracy i poza nią. Chciałbym też podziękować mojej uroczej przyjaciółce, Naomi Davis, za korektę tego artykułu. To nie jest pierwszy raz, kiedy mi pomogła i zapewne nie ostatni.

E-mail: [rcroning@mts.net](mailto:rcroning@mts.net)

## Linki

<http://www.geo.ucalgary.ca/PMSearch/index.html>

<http://www.spaceref.com/news/viewpr.html?pid=7767>

<http://www.imca.cc>



Fot. 4. Okaz z wyraźnymi regmagliptami widocznymi po prawej stronie.

## Dodatek

W momencie jego rozpoznania w 2001 r., meteoryt Elm Creek (Manitoba) o wadze 8,2 kg, został dwunastym pod względem wagi z największych meteoritów Kanady i pozostaje największym meteoritem znalezionym dotąd w Manitobie.

Po odnalezieniu i późniejszej identyfikacji, Elm Creek (Manitoba) został najcięższym meteoritem znalezionym w Manitobie i drugim co do wielkości chondrytem H4 w Kanadzie. Po niedawnym spadku chondrytu 20 listopada 2008 r. w zachodnim Saskatchewan, nazwanego wstępnie Buzzard Coulee, Elm Creek (Manitoba) nadal pozostaje największym meteoritem kamiennym odnalezionym w Manitobie, trzecim największym H4 i trzynastym największym wagowo chondrytem w Kanadzie.

Listy mają zwyczaj stawania się szybko nieaktualnymi. Graham C. Wilson ma listę, na której jest 69 kanadyjskich meteoritów, uaktualnioną pod koniec 2007 r.: <http://www.turnstone.ca/canamet3.pdf> Jego nieoficjalna liczba jest teraz 72.

*By zarobić na życie, pracuję w dziale produkcji, w firmie która wytwarza przyjazne dla środowiska, plastikowe materiały do pakowania łatwo psującej się żywności i do pewnych zastosowań w medycynie. Do moich hobby należą fo-*

*tografowanie przyrody, wycieczki piesze i astronomia. Od pięciu lat jestem członkiem Royal Astronomical Society of Canada, Winnipeg Centre, a obecnie drugą kadencję w zarządzie. Moje zainteresowanie meteoritami wyrosło z tego zamiłowania do kosmosu i zacząłem poważnie zajmować się poszukiwaniem i kolekcjonowaniem jako hobby po włączeniu się w oficjalne poszukiwania meteoritów, które organizował Scott Young w maju 2005 r. Można coś powiedzieć astronomii przy pomocy dotykania i odczuwania, a nie tylko oglądania. Mam małą, ale rosnącą kolekcję meteoritów i by znaleźć szanowanych dealerów meteoritowych zapisałem się do International Meteorite Collectors Association w połowie 2008 r. Co mnie czeka, okaże się pewnego dnia, ale wiem, że meteority będą główną częścią tego.*





# Pallasyty — okna na niebo

Roger Warin i John Kashuba

(Artykuł z kwartalnika METEORITE Vol. 15 No. 2. Copyright © 2009 ARKANSAS CENTER FOR SPACE & PLANETARY SCIENCES)

**Z**e względów estetycznych pallasyty są najpiękniejszymi meteoritami. Te niebiańskie skały są najdoskonalszym połączeniem kamienia i metalu, klejnotu i ognia. Żelazo dokładnie obejmuje niezliczone inkluzje oliwinu. Krystaliczne ziarna oliwinu są centymetrowej wielkości, zwykle od 0,2 do 2 cm. Może się pojawiać znaczna niejednorodność, jak w przypadku Brenhama, Szymchana i innych. W skrajnych przypadkach obserwuje się strukturę meteorytu żelaznego, w której oliwiny są zredukowane do niewielkich komórek.

Makroskopowa struktura oliwinu jest różnorodna, z ziarnami zaokrąglonymi lub kanciastymi. Te ziarna są osadzone w ciągłej, metalowej sieci stopów żelaza i niklu, kamacytu i taenitu. Taenit jest bardziej odporny na kwas azotowy, więc wypolerowana powierzchnia po wytrawieniu będzie miała jasne i ciemne sektory. Często zostają wskutek tego uwypuklone pasma kamacytu owijające ziarna oliwinu, pola plessytu oraz, w większych obszarach metalu, wyraźne figury Widmanstättena. Chemiczne oddziaływania między metalem i oliwinem tworzą między tymi dwiema fazami wspólną jednoatomową warstwę stabilizujących tlenków metali. Możemy to przyrównać ze stabilizującą rolą syntetycznej emalii na metalu, na przykład emaliowanym żelazie. Nie jest przypadkiem, że faza krzemianowa składa się głównie z oliwinu, ponieważ jest to jeden z najbardziej stabilnych krzemianów w wysokich temperaturach. Skała złożona z oliwinu jest nazywana ultrazasadową lub ultramaficzną; w tym drugim przypadku od słów *magnesian* i *ferric*.

Przyjęło się uważać, że pallasyty powstały na granicy żelaznego jądra i krzemianowego płaszcza w planetoidach, które były dostatecznie duże, by nastąpiła dyferencjacja, i że w trakcie stygnięcia ziarna oliwinu skryształizowały ponad ciekłą fazą metaliczną. Jest to możliwe, ale ta koncepcja nie została w pełni potwierdzona i wciąż pozostaje szeregiem pytań. Dlaczego mamy tak dużo materiału z takiej wąskiej strefy? Gdzie się podział ten cały oliwin, który nie

wszedł w skład pallasytów? Pomimo bardzo odmiennej gęstości bardzo płynne (o niskiej lepkości) stopione żelazo wniknęło w szczeliny między krzemianami. Nawet w najmniejszych szczelinach w ziarnach oliwinu są cienkie żyłki metalu, gdzie metalowa ścianka mieła grubość zaledwie 15  $\mu\text{m}$ . Jak to się stało? Grawitacja? Wstrzyknięcie przez siły zderzeniowe? Przewodnictwo w ciekłym jądrze? Tempo stygnięcia było bardzo wolne, w przedziale od 2 do 10°C na milion lat. Jest to znacznie wolniej od tempa stygnięcia wielu meteorytów żelaznych, które przypuszczalnie stanowiły jądra planetoid. Czy jest to wynik rozbicia wskutek zderzenia, ponownego zgromadzenia się i pogrzebania pod izolującą warstwą regolitu? Czy zderzenia wytworzyły wiele pallasytowych ciał o różnym składzie? Zderzenia musiały odegrać pewną rolę, ale paradoksalnie w pallasytach nie widać deformacji szokowych spowodowanych zderzeniami. Mamy próbki z co najmniej siedmiu ciał macierzystych pallasytów. Ostateczne wyjaśnienie ich powstania musi uwzględnić podobieństwa i różnice między nimi.

Na podstawie zawartości pierwiastków śladowych w metalu, składu krzemianów, oraz proporcji izotopów tlenu pallasyty zwykle dzieli się na trzy grupy oraz niezgrupowaną resztę.

**Główna grupa:** Oliwin,  $\text{Fo}_{82-89}$ ; trochę fosforanów; chromit (spinel); trochę troilitu i schreibersytu rozproszonego w metalu podobnym do meteorytów żelaznych IIIAB.

**Grupa Eagle Station:** Oliwin,  $\text{Fo}_{80}$ ; metal podobny do meteorytów żelaznych IIF. Izotopy sugerują powiązanie z chondrytami CV/CO. Do tej grupy należą jeszcze tylko Cold Bay i Itzawisis.

**Grupa piroksenowa:** Oliwin,  $\text{Fo}_{87-90}$ ; pirokseny 1–3%; troilit 1%; trochę whitlockitu. Metal nie jest podobny do żadnego ze znanych meteorytów żelaznych. Tę grupkę tworzą Yamato 8451, Vermillion, NWA 1911 i Zinder.

**Niezgrupowane:** Wyjątkowy skład. Milton, może inne.

Krótki przegląd pallasytów powinniśmy zacząć od Krasnojarska, które-

go Ernst Chladni nazywał żelazem Pallas. Jest to pallasyt głównej grupy z anomalnym żelazem, znaleziony na Syberii w 1749 r. i zauważony przez Petera Simona Pallas w roku 1772. Mówi się, że to pierwszy meteoryt, który został wytrawiony.

Brenham to inny pallasyt głównej grupy z anomalnym żelazem. Niedawne poszukiwania na obszarze rozrzutu w Kansas, USA, zaowocowały odnalezieniem, wśród wielu nowych okazów, meteorytu ważącego 650 kg. Jest to największy orientowany pallasyt w historii i największy pallasyt znaleziony w Stanach Zjednoczonych.

Brahin, z Białorusi, jest szeroko dostępnym pallasystem głównej grupy. Jedni twierdzą, że jest stabilny, a inni, że jest kłopotliwy, bo łatwo rdzewieje.

Imilac jest pallasystem głównej grupy z Pustyni Atacama w Chile. Jest dostępny dla kolekcjonerów w różnej formie, od sporych płyt, do drobnych, metalowych szkieletów z oliwinem lub bez.

Esquel jest prześlizcznym argentyńskim pallasystem głównej grupy. Jego stabilność i piękny, przezroczysty oliwin czynią z niego wzorzec, z którym porównuje się wszystkie inne pallasyty.

Springwater jest pallasystem głównej grupy z anomalnym składem krzemianów z Saskatchewan, w Kanadzie. Ma małe, zaokrąglone oliwiny w niezgrupowanym żelazie nikłonośnym.

O Szymchaniu po raz pierwszy donoszono w 1967 r. i ponieważ ten okaz nie miał oliwinu, został sklasyfikowany jako rzadki meteoryt żelazny IIE, oktaedryt gruboziarnisty o szerokości pasków 2,0 mm. Jednak później odkryto duże fragmenty pallasytowe, co uczyniło z niego pallasyt. Obecnie jest zaliczany do głównej grupy z anomalnym metalem.

Glorieta Mountain jest pallasystem głównej grupy z anomalnym żelazem, z Nowego Meksyku, USA. Znany jest nauce od 1884 r. i do dziś znajdowane są nowe okazy. Podobnie jak w przypadku Szymchana i Brenhama, wiele okazów nie zawiera oliwinu. Trawienie daje wyraźne figury.

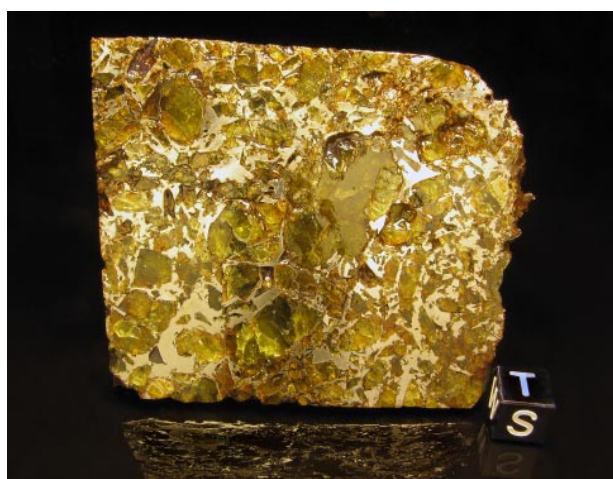
Chcemy zauważyć, że nie mamy w naszych zbiorach ziemskiego odp-

wiednika pallasytu, ale może on istnieć. Badania pallasytów sugerują, co mogłoby się zdarzyć wewnątrz Ziemi na głębokości 2900 km. Geofizycy pokazali, że na granicy dolnego płaszcza i jądra istnieje złożona, niejednorodna „warstwa D”. Stwierdzono to analizując rozchodzenie się fal sejsmicznych

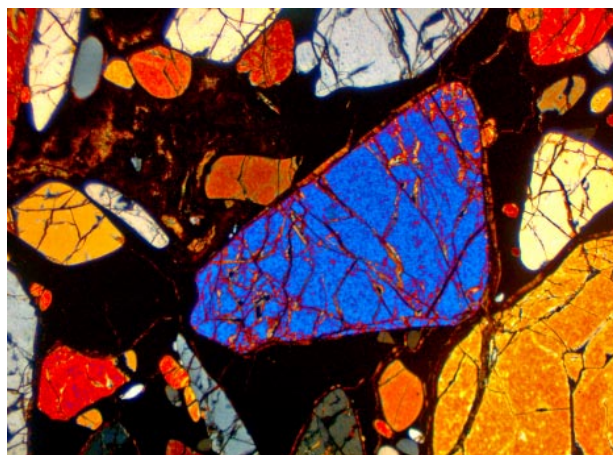


*Fot. 1. Piętko Brahina. Oliwin jest bardziej ciemny bliżej brzegu tego okazu Brahina niż bliżej środka. Ta piętko jest stabilna od co najmniej dziesięciu lat.*

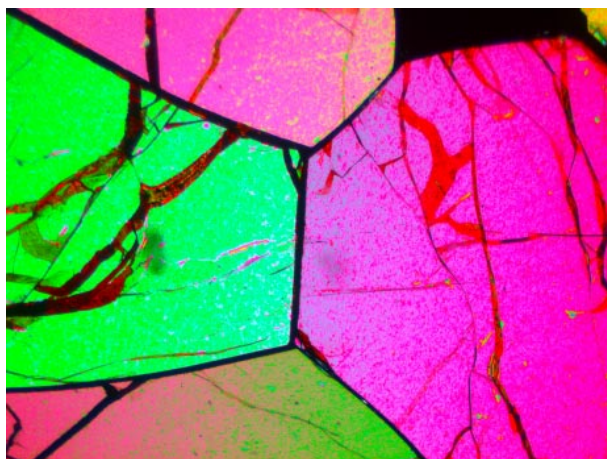
*Fot. 2. Fukang (patrz okładka). Na tej wytrawionej płytce pallasytu Fukang widać kamacyt otaczający, „owijający”, oliwin. Ciemne pola poza nim, to plessyt, drobnoziarnista mieszanina kamacytu i taenitu. Oświetlenie od tyłu uwidoczni oliwin. Pole widzenia ma 35 mm szerokości.*



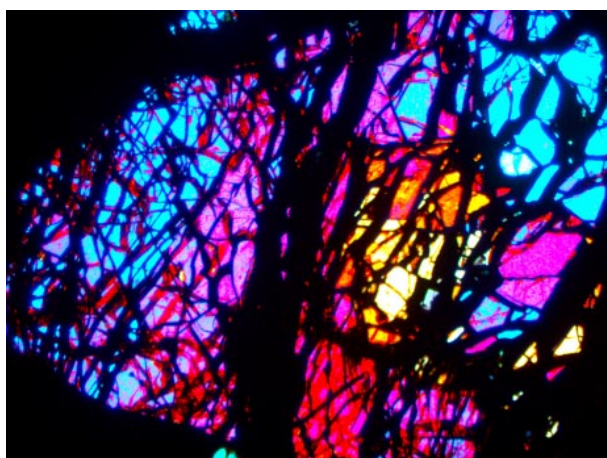
*Fot. 3. Admirer. Pallasyt Admirer jest znany ze spontanicznego rozpada się. Ta płytka jest polakierowana i po sześciu latach ma tylko kilka małych plamek rdzy.*



*Fot. 4. Brahina TS. Ta część Brahina ma zaokrąglone fragmenty oliwinu. Płytko cienka przy skrzyżowanych polaroidach. Pole widzenia ma 4,7 mm szerokości.*



*Fot. 5. Szymchan. Te sąsiadujące ze sobą ziarna oliwinu w Szymchanie nie mają spękań i są oddzielone bardzo cienkimi płytkami metalu. Widać, że mają odmienne orientacje krystalograficzne. Płytko cienka przy skrzyżowanych polaroidach. Pole widzenia ma 4,7 mm szerokości.*



*Fot. 6. Huckitta. Metal w tym okazie Huckitty został całkowicie utleniony, ale oliwin nie uległ znaczącym przeobrażeniom. Przyrostowe różnice w barwach interferencyjnych w tym polu mówią nam, że poszczególne fragmenty kryształu zostały przyrostowo odchylone od ich pierwotnych orientacji. Płytko cienka przy skrzyżowanych polaroidach. Pole widzenia ma 4,7 mm szerokości.*

w tym regionie. Jedną z kilku interpretacji wyjaśnia, że jest to efekt zanieczyszczenia płaszcza przez żelazo z jądra.

Oto krótki rzut oka na pallasyty. Gdy są obrobione, ich piękno jest z pewnością jedną z najlepszych przynęt dla nowych miłośników meteorytów.

E-mail: [roger.warin@skynet.be](mailto:roger.warin@skynet.be), [john@johnkashuba.com](mailto:john@johnkashuba.com)

*Dr Roger Warin jest emerytowanym chemikiem.*

*John Kashuba jest emerytowanym inżynierem budownictwa.*

