

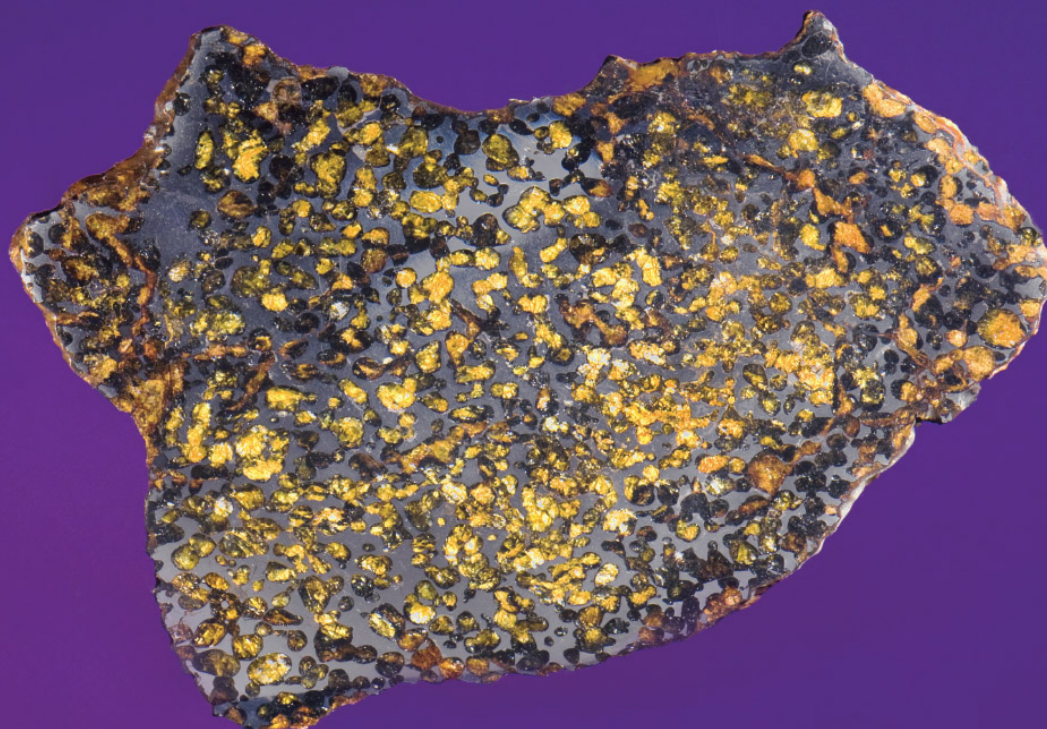
METEORYT

Nr 1 (81)

Marzec 2012

ISSN 1642-588X

- Abec: klucz do zrozumienia
- Pallasyt z Missouri
- Zagłada sprzed 65 mln lat zapisana w skałach (cz. II)
- Almahata Sitta
- Bolid wielkopolski a kometa Halleya
- Pracownie przechowywania meteorytów antarktycznych NASA
- Historia krateru Odessa
- Oslo, marzec 2012



Conception Junction

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 2012 roku 44 zł.
Zainteresowanych prosimy o wpła-
cenie tej kwoty na konto wydawcy
nie zapominając o podaniu czytel-
nego imienia, nazwiska i adresu do
wysyłki. Wydawca dysponuje także
numerami archiwalnymi.

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

Redaguje i tłumaczy większość
tekstów:

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

Redakcja techniczna i skład
komputerowy: Jacek Drażkowski

Druk: studiomartin.pl

Od redaktora:

Pan Andrzej S. Pilski

Szanowny Panie Redaktorze. Z okazji dwudziestu lat wydawania „Meteorytu” przekazuję Panu i najbliższym współpracownikom serdeczne gratulacje oraz życzenia wytrwałości w kreowaniu następnych zeszytów równie ciekawych.

Andrzej Manecki

Katedra Mineralogii, Petrografii
i Geochemii – AGH Kraków

Prof. dr hab. inż. Andrzej Manecki jest dobrym duchem „Meteorytu” i bez Jego wsparcia chyba już bym się zniechęcił. Ale po takich życzeniach nie pozostaje nic innego, jak kontynuować. Dziękuję Panie Profesorze!

Gdy na Facebooku pojawiły się gratulacje z okazji wręczenia mi Harvey Award, pomyślałem, że to jakieś nieporozumienie. Wkrótce jednak dostałem obrazek, który nieskromnie zamieszczam na stronie 4 dlatego, że nagroda dotyczy „Meteorytu”. Dyplom odebrała w Tucson w moim imieniu Maria Haas, która na ten moment specjalnie zdjęła buty. Niestety potem pojawiły się różne problemy, w wyniku których nagroda wciąż jest w Tucson, a Maria nie była w stanie napisać obiecanego artykułu o historii tej nagrody. Może w następnym numerze.

W tym zeszycie z przyjemnością odnotowuję pojawienie się opóźnionej drugiej części artykułu o granicy K/T i z jeszcze większą przyjemnością informuję, że autor tego artykułu, razem z Rafałem Lachem i Adamem Broszkiewiczem opublikował artykuł „Fossil Meteorites – Impactors from the Past” w najnowszym numerze „Meteorite” z lutego, bieżącego roku. Dotąd bywało, że w „Meteorite” ukazywały się angielskie wersje artykułów polskich autorów z „Meteorytu”. Tym razem może być odwrotnie, jeśli autorzy zechcą przedstawić polską wersję.

Szczegółowej uwadze chciałbym polecić kolejny artykuł Alana Rubina, który w bardzo zwięzłej formie prezentuje dogłębną wiedzę o procesach w chondrytach enstatytowych. Mogę już zapowiedzieć, że następny jego artykuł będzie równie fascynujący.

Cieszy mnie bardzo sukces Macieja Burskiego, który pojechał do Oslo, znalazł fragmenty meteorytu i wskazał miejsce ekipie PKiM, której również udało się coś znaleźć. Dziwne jednak, że w kilkuset tysięcznym mieście znaleziono tak niewiele okazów. Cieszy także otwarcie wystawy meteorytów w Świdnicy i kolejna konferencja meteorytowa, tym razem w Łowiczu. Dziękuję wszystkim, którzy przyczyniają się do tego, że w polskiej meteorytyce sporo się dzieje.

Andrzej S. Pilski

Okladka: Meteoryt Oslo 32,75 g. Zob. relację Macieja Burskiego na str. 27.

METEORITE

THE INTERNATIONAL QUARTERLY
OF METEORITES
AND METEORITE SCIENCE

Arkansas Center for Space
and Planetary Sciences
FELD 202
University of Arkansas
Fayetteville, AR 72701, USA
Email: metpub@uark.edu
http://meteoritemag.uark.edu

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



Odkryciom nie ma końca

Robert Beauford

Artykuł z kwartalnika METEORITE Vol. 17 No. 4. Copyright © 2011 ARKANSAS CENTER FOR SPACE & PLANETARY SCIENCES

Wszystko, co nas otacza, było kiedyś meteoroidem i każdy zawiera ślady pozaziemskiego pochodzenia. Poczynając od proporcji pierwiastków w ziemi do jej głównych izotopów i, z wyjątkiem skorupy kontynentalnej, ogólnej zawartości minerałów, żyjemy na globie nie tak bardzo różniącym się od zdyferencjowanej planetoidy i tylko nieznacznie odbiegającym od naszych chondrytowych protoplastów. Gdyby jakiś hipotetyczny badacz ogromnych proporcji rozkruszył Ziemię na kawałeczki i dokładnie wymieszał je w tyglu, to trudno by było powiedzieć, że zawartość tygla nie jest pochodzenia chondrytowego. Chemiczna i mechaniczna terestrializacja i planetarna dyferencjacja nie zmieniają zasadniczo naszego ogólnego składu. Jedynie sortują rzeczy i łączą je ponownie. Nawet my sami jesteśmy w zasadzie pochodzenia meteorytowego, chociaż z pewnością należymy do końcowych rezultatów procesu sortowania.

Przeważająca większość masy Ziemi nagromadziła się w ciągu pierwszych kilkuset milionów lat historii Układu Słonecznego. Stwierdzenie, że był to gwałtowny proces, byłoby zbyt delikatnym określeniem. W pierwszych latach historii Ziemi niebo mogło wyglądać zupełnie inaczej przez przegrzaną atmosferę, czasem składającą się w najbardziej gwałtownych okresach z pary krzemianowej, nad powierzchnią wirującej znacznie szybciej planety, po której przelewały się gwałtowne przypływy nadkrytycznej lawy. Bogaty obraz i może prawdziwy tylko po takich okropnościach, jak zderzenie formujące Księżyc, ale tak czy owak glob był bombardowany nieustannie. Ogółem spadło na Ziemię prawie 6 trylionów trylionów kilogramów meteorytów; większość w stosunkowo krótkim przedziale czasu.

Dziś się uspokoiło. To, co kiedyś było gwałtownym, stałym elementem, jest teraz przerywanym strumyczkiem. Bombardowanie jest znacznie powolniejsze, ale nie skończyło się. Co roku Ziemia powiększa się o jakieś 100 mi-



Derek Sears, Robert Beauford, and Hazel Sears.

lionów kilogramów plus minus rząd wielkości zależnie od tego, kogo pytamy. Ta nieustanna akumulacja zmienia się nieco z upływem czasu, ponieważ pozostały w Układzie Słonecznym pył i luźne kawałki są powoli wymiatane. Jednak ta reszta nie zostanie skonsumowana do końca istnienia Układu Słonecznego, więc meteoryty będą zawsze.

Dlaczego zwracam na to uwagę? Klient, który niedawno przyszedł do mojego sklepu, rozglądając się za meteorytami powiedział, że od lat marzy o szukaniu meteorytów, ale nigdy tego nie zrobił, ponieważ sądzi, że wszystkie obszary rozrzutu zostały już przeszukane do ostatniego okruszka. Kilka dni później miałem okazję przysłuchiwać się rozmowie, podczas której stwierdzono, że Sahara jest „wyeksploatowana”. W obu przypadkach prezentowano pogląd, że złota era meteorytowych znalezisk już się kończy, i że przyszłe pokolenia odziedziczą przeszukany glob, ogołocony ze wszystkiego prócz okruszków i resztek... albo „przebrany zestaw” w języku handlowym jubilera, w którym cały lepszy materiał został już wybrany przez tych, co byli wcześniej.

Wracamy znów do natury skał. Nie tylko liczymy wiek skał, ale także określamy go od momentu, gdy po raz ostatni były one niszczone. Mówiąc niszczone mam na myśli różne rzeczy od tego, że są one chemicznie atako-

wane i przetwarzane do tego, że są fizycznie rozbijane, topione, albo jakąś kombinację tych procesów. Może to oznaczać chemiczną przemianę, jak w wyniku wietrzenia meteorytów, przetapianie, jak w wyniku subdukcji wielkich płyt, wielokrotnie przetwarzanej meteorytowej materii, które nazywamy kontynentami, albo mechaniczne kruszenie połączone z tymi procesami jak w przykrym (dla naszych oczu) przypadku, gdy meteoryt jest niszczone i degradowany do śladu drobnego pyłu impaktowego, sferulek ablacyjnych ze skondensowanej pary oraz CO₂ i innych gazów atmosferycznych, co powstaje, gdy meteoryt przedziera się przez atmosferę zanim osiągnie powierzchnię Ziemi.

Każdy kamień, każda roślina, gleba i nawet nasze ciała składają się ze zwietrzałych pozostałości z obszarów rozrzutu i z resztek obiektów zniszczonych w atmosferze. To co nazywamy meteoritem, to krótki moment w historii skały. Jest to obiekt, który dołączył do grona naszych kamieni i gleby i roślin, ale jeszcze nie zwietrzał, by stać się, tak jak wszystkie, które przed nim przybyły, nieodróżnialnym od otoczenia. Pomyślmy: Nie tylko wszystko wokół nas składa się z meteorytów (choć zwietrzałych daleko poza granice definicji), ale każda garść ziemi zawiera mikroskopijne resztki nie zwietrzałej materii. Każda mila podwórek i ogrodów zawiera resztki wi-

doczne dla oka. Pod każdym miejscem tej planety są kratery wciąż jeszcze widoczne w skałach lub nie, oraz warstwy bliższych i dalszych pokryw wyrzuconych z kraterów materii. Gdziekolwiek idziemy, trafiamy na nakładające się obszary rozrzutu.

Czy łatwo je znaleźć? Oczywiście nie, ale pozwólcie mi zakończyć jednym z najbardziej inspirujących rachunków, jakie znam, który skłonił mnie do napisania tego krótkiego opracowania. To właśnie powiedziałem klientowi, który myślał, że niewiele, jeśli w ogóle, pozostało do znalezienia.

Pole elipsy określa wzór πab , gdzie a i b to wielka i mała półoś elipsy. Zróbmy teraz obliczenia dla całkiem zwyczajnej elipsy rozrzutu meteorytu Bruderheim w Kanadzie z marca 1960 r. Według Folinsbee and Bayrock, 1961, elipsa rozrzutu ma rozmiary około 5,6 na 3,6 kilometrów. Daje to powierzchnię nieco ponad 15,8 kilometrów kwadratowych. Zakładając, że poszukiwacz meteorytów mógłby przejść pół kilometra na godzinę dokładnie przeszukując teren wykrywaczem metalu i wizualnie, robiąc cza-

sem przerwy na kopanie, i zakładając, że poszukiwacz może w ten sposób przeszukać pas o szerokości około 1 metra, to jednemu poszukiwaczowi, pracującemu 40 godzin tygodniowo z dwutygodniowym urlopem co roku, przeszukanie całej elipsy rozrzutu tylko raz zajęłoby prawie 16 lat... i znalazłby tylko to, co trafiłoby pod jego oczy, przyrzady czy skupioną uwagę.

Jest to tylko jedna elipsa rozrzutu. Trudno powiedzieć, jaki procent obszarów rozrzutu całego świata odnaleźliśmy dotychczas, ale podejrzewam, że ta liczba jest znikomo mała. Co roku są odkrywane nowe, a ci, którzy chcą je przeszukać, to rzadki gatunek. Najprostsze rachunki pokazują, że byłoby nieprawdopodobnie odważne stwierdzenie, że znaleźliśmy 1% czy nawet 1/100 z 1% meteorytów świata. Jeszcze bardziej odważne byłoby powiedzenie, że znaleźliśmy więcej niż maleńki ułamek nawet najbardziej widocznych elips rozrzutu na świecie. Większość nie rozpoznabyłaby żadnej na swoim własnym podwórku. Ci, którzy by mogli, mogą chodzić po nim przez tydzień, albo przez lata, zanim się zorientują, że są na jednym z nich. Oczy-

zadne pojąć, że jest tu obszar rozrzutu, oglądały tylko, naprawdę oglądały ze skupioną uwagą, tak mały procent powierzchni Ziemi, że jest on matematycznie zaniedbywalny.

Nie tylko nie przeszukaliśmy do wyczerpania obszarów rozrzutu na naszym globie, ale ledwie ich dotknęliśmy. Odkrycia nie są zakończone lecz ledwie rozpoczęte. Ci, którzy przyszli wcześniej, pokazali tylko, co jest możliwe i czego szukać. Nikt nie wyczerpał i nie mógł wyczerpać, chyba że w bardzo ograniczonym, lokalnym sensie, nawet najmniejszych obszarów rozrzutu świata, a tym bardziej jego pustyni, wyschniętych jezior, pokryw lodowych i podwórek. Świat nie jest i nigdy nie będzie „przebrany”. Dla tych, którzy mają odwagę i marzą o poszukiwaniach, jest on pełen możliwości.

Bibliografia

Folinsbee, R.E. and Bayrock, L.A. (1961) The Bruderheim meteorite – fall and recovery, *Journal of the Royal Astronomical Society of Canada*, Vol. 55, pp 218-228.

Mv



Abee: klucz do zrozumienia przeszłości chondrytów enstatytowych w ciele macierzystym

Alan Rubin

Artykuł z kwartalnika METEORITE Vol. 17 No. 4. Copyright © 2011 ARKANSAS CENTER FOR SPACE & PLANETARY SCIENCES

Abee jest największym spadkiem chondrytu enstatytowego (107 kg). Ten chondryt EH prezentuje niezwykle zbrekcjonowaną teksturę: około połowy meteorytu składa się z przypadkowo zorientowanych, ostrokrawędzistych okruchów; drugą połowę stanowi matriks, w której te okruczki się znajdują. Zbrekcjonowana tekstura wskazuje, że w kształtowaniu cech tej skały ważną rolę odegrały procesy impaktowe. Jeśli inne chondryty enstatytowe mają utwory przypominające te w Abee, to jest prawdopodobne, że te meteoryty tworzyły się w podobnych procesach.

Dowody na zdarzeniową przeszłość Abee pochodzą z badań jego składu mineralnego, składu chemicznego minerałów, petrografii, geochemii i właściwości magnetycznych. Ponieważ Abee wciąż wywołuje liczne dyskusje i ponieważ fragmenty tego meteorytu pojawiają się od czasu do czasu na rynku, warto przyrzeć się przez chwilę cechom tej fascynującej skały.

Zbrekcjonowanie: Widoczna na pierwszym rzucie oka zbrekcjonowana tekstura Abee wskazuje, że ten meteoryt był poddawany energetycznym zderzeniom. Rozmiary okruchów wahają się od 1 mm do 22 cm. Rozkład wielkości okruchów jest podobny do rozkładu wielkości fragmentów szyby okiennej rozbitej cegłą.

Diamenty (C): Abee zawiera ~0,01% wag. diamentów wykazujących zbliżniaczenia podobne do zbliżniaczeń szokowych diamentów syntetycznych. Wyjątkowo niskie stężenie azotu występuje i w diamentach Abee i w diamentach syntetycznych wytwarzanych metodą impaktową. Możemy wyciągnąć wniosek, że diamenty w Abee zostały wytworzone przez zderzenia przypuszczalnie z grafitu poddanego procesom szokowym. Nie są one przedśloneczne.

Euhedralne ziarna enstatytu (MgSiO_3): Wiele ziaren enstatytu w Abee jest euhedralnych (t.j. są one dobrze wykształconymi kryształami

o naturalnych ściankach), co wskazuje, że uformowały się one ze stopu. Ponieważ Abee prezentuje inne petrograficzne dowody szoku (włącznie z brekcjonowaną teksturą i wytworzonymi szokowo diamentami), to wydaje się prawdopodobne, że te euhedralne ziarna enstatytu krystalizowały ze stopu wytworzonego przez zderzenie. Obfitość euhedralnych ziaren enstatytu wskazuje, że topnienie było rozległe.

Enstatyt o małej zawartości MnO, troilit (FeS) o wysokiej zawartości Mn i oldhamit (CaS) o wysokiej zawartości Mn: wiele chondrytów EH zawiera enstatyt z 0,13 – 0,20% wag. MnO. W przeciwieństwie do tego większość ziaren enstatytu w Abee ma bardzo niskie zawartości MnO, na ogół poniżej normalnej granicy wykrywalności mikroskopy elektronowej (~0,04% wag.).

Podczas gdy chondryty EH4, takie jak Indarch, zawierają troilit z około 0,11% wag. Mn, to ziarna troilitu w Abee mają ponad dwukrotnie więcej Mn (0,24% wag.). Podobnie oldhamit w Indarch ma średnio 0,22% Mn wag., ale ziarna oldhamitu w Abee mają średnio 0,36% Mn wag. Te różnice składu chemicznego minerałów sugerują, że po stopieniu zawierającego MnO enstatytu razem z siarczkiem w prekursorze Abee, Mn wymieniał tlen na siarkę (z powodu wysokiej lotności siarki) i preferencyjnie wchodził w krystalizujące fazy siarczkowe (włącznie z troilitem i oldhamitem).

Nukleacja enstatytu na chondrach reliktowych: Enstatyt, krystalizując ze stopu, ma tendencję do nukleacji na już wcześniej utworzonych, a niestopionych ziarnach enstatytu. Powierzchnie reliktowych chondr zasobnych w pirokseny w Abee były centrami nukleacji dla euhedralnych ziaren enstatytu krystalizujących z otaczającego stopu. Widać, że wiele reliktowych chondr w Abee ulegało częściowej resorpcji przez stop. Niewielka liczba chondr w Abee (2 – 3% obj.) w porównaniu z ich liczbą w niestopionych chondrytach EH3 (~30% obj.) wskazuje, że

większość chondr będących pierwotnie w Abee uległa stopieniu.

Odmiany enstatytu wg składu chemicznego: Wiele chondrytów enstatytowych typu 3 zawiera dwie odmiany ziaren enstatytu: ziarna o małej zawartości MnO, dające niebieską luminescencję przy bombardowaniu elektronami, oraz zawierające MnO ziarna, które dają czerwoną luminescencję. Chociaż zdominowany przez enstatyt zawierający mało MnO Abee zawiera obie odmiany, co wskazuje, że nie był całkowicie stopiony ani całkowicie zhomogenizowany.

Duża ilość keilitu (Fe,MgS): Wiele chondrytów EH zawiera niningeryt (Mg,FeS), siarcecz zawierający więcej Mg niż Fe. W przeciwieństwie do nich Abee zawiera dużo keilitu, podobnego minerału, ale takiego, w którym jest więcej Fe niż Mg. Klaus Keil (2007) zaproponował, że keilit (którym naturalnie się interesował) mógł utworzyć się z niningerytu poprzez reakcję z troilitem w wysokich temperaturach. Stwierdził on, że keilit występuje tylko w tych chondrytach enstatytowych, które najwidoczniej były stopione impaktowo. Gdyby Abee stygł powoli, albo był później rozgrzewany, to keilit rozpadłby się na troilit i niningeryt. Fakt, że keilit wciąż występuje w Abee (i to w dużej ilości, tj. ~11% wagowo) wskazuje, że stop został szybko ochłodzony (zgodnie z oczekiwaniami dla impaktu blisko powierzchni), a później nie był już narażany na długotrwałe ogrzewanie.

Odmieszanie cohenitu (Fe_3C) w kamacycie (Fe,Ni): Węgiel jest podrzędnym składnikiem metalicznego żelaza niklonośnego. Gdyby metal w stopie Abee stygł powoli (albo został podgrzany), wewnątrz ziaren metalicznego Fe-Ni utworzyłby się grafit. Szybkie stygnięcie spowodowało wydzielenie się w ziarnach kamacytu małych, wydłużonych ziaren węgla żelaza, cohenitu.

Euhedralny grafit (C): Podczas gdy grafit w niestopionych chondrytach

enstatytowych typowo występuje jako nieregularne lub zwarte skupienia w kamencie, to w Abee w zasadzie cały grafit jest obecny w postaci euhedralnych ziaren. W wielu przypadkach płytki euhedralnego grafitu towarzyszą euhedralnym ziarnom enstatytu, które widocznie krystalizowały ze stopu.

Obfitość krzemionki (SiO_2): W wielu chondrytach enstatytowych modalna ilość krzemionki jest niska, typowo poniżej 1 % wag. (a w niektórych przypadkach <0,1 % wag.). W przeciwieństwie do tego średnia, modalna zawartość krzemionki w Abee jest ~7% wag., a niektóre, centymetrowej wielkości okruchy zawierają aż do 16% wag. krzemionki (Rubin i Keil, 1983). Jest możliwe, że w wyniku stopienia część zredukowanego Si, pochodzącego głównie z zawierającego Si kamacytu, reagowała z FeO ze stopionego enstatytu wytwarzając podczas krystalizacji krzemionkę (i dodatkowo metaliczne Fe).

Sinoit ($\text{Si}_2\text{N}_2\text{O}$): W 1997 r. napisałem o euhedralnych ziarnach sinoitu w stopionych zderzeniowo częściach chondrytu EL4 z Antarktydy (QUE 94368) i sugerowałem, że sinoit powstaje w stopie impaktowym (Rubin, 1997). Od owego czasu został on zidentyfikowany w innych chondrytach enstatytowych stopionych impaktowo. Sinoit (i nadwyżka cząsteczkowego tlenu) mogły utworzyć się w stosunkowo wysokich temperaturach (może 1400–1500°C) w reakcji między krzemionką i azotem. Tak wysokie temperatury znacznie przekraczają te przewidywane dla metamorfizmu termicznego, ale są powszechnie osiągalne w stopach impaktowych. Pojedyncze ziarno sinoitu znaleziono w pozostałości po potraktowaniu Abee kwasem.

F l u o r - r i c h t e r y t [$\text{Na}_2\text{Ca}(\text{Mg},\text{Fe})_5\text{Si}_8\text{O}_{22}\text{F}_2$]: Fluor-richteryt jest amfibolem zawierającym fluor, który w Abee występuje w postaci promienistych, igiełkowatych ziaren o długości 3,5 mm połączonych w gromady i powiązanych z enstatytem, troilem i keilem (np Olsen et al., 1973). Morfologia ziaren fluor-richterytu sugeruje, że krystalizowały one ze stopu. Tę samą fazę zaobserwowano w aubrycie Mayo Belwa, który jest skałą z licznymi pęcherzykami opisaną niedawno jako brekcja stopu impaktowego (Rubin, 2010).

Magmowe tekstury w okruchach i w matriks: Magmowe tekstury w Abee występują i w okruchach i w matriks, w której okruchy tkwią. Wskazuje to, że Abee doświadczył dwóch odrębnych epizodów topnienia. Przed tymi zderzeniami Abee był chondrytem EH3. Pierwsze topnienie i krystalizacja spowodowało stopienie większości chondr i nukleację enstatytu na niestopionych fragmentach chondr. Na tym etapie skała była prawdopodobnie niezbrekczowana. Kolejne zderzenia rozkruszyły skałę na kawałki różnej wielkości, które były otoczone pyłem drobnoziarnistej skały (sproszkowany gruz chondrytu enstatytowego). Drugie silne zderzenie spowodowało stopienie drobnoziarnistej materii (Rubin, 2008). Duże, chłodne fragmenty (które później zostały okruchami) pomogły ostudzić stop. Większość okruchów o wielkości powyżej 1 mm przetrwała to zderzenie. Stopiony metal ze stopu pokrył okruchy; euhedralne ziarna enstatytu krystalizowały w całym stopie; nawet w stopionym metalu otaczającym okruchy.

Duże zróżnicowanie zawartości składu fazowego: Różne okruchy i fragmenty matriks w Abee zawierają wyraźnie różne modalne ilości głównych minerałów. Na przykład zawartość enstatytu w różnych obszarach waha się od 22 do 52% wag., krzemionki od 0,9 to 16% wag., a kamacytu od 20 do 65% wag. Skały magmowe, które uformowały się w wyniku powolnych procesów topnienia, byłyby prawdopodobnie bardziej jednorodne.

Datowanie argon-argon: Analizy gazów szlachetnych obejmujące izotopy argonu pokazują, że Abee ma wiek ~4,52 Ga (Bogard et al., 2010). Ta data wypada ponad 30 milionów lat po akrecji (która nastąpiła ~4,565 Ga temu) i długo po zakończeniu rozpadu ^{26}Al ($t_{1/2} = 730\,000$ lat). W tak późnym okresie zderzenia były jedynym możliwym źródłem ciepła.

Orientacja magnetyczna: matriks Abee ma jednorodną orientację magnetyczną, ale okruchy mają przypadkową orientację (Sugiura i Strangway, 1983). Wyjaśnienie tej zagadkowej sytuacji można znaleźć w nakreślonej tu historii Abee. Podczas pierwszego topnienia impaktowego stopiony materiał Abee stygnąc przekroczył punkt Curie (temperaturę poniżej której usta-

ła się magnetyczna orientacja ziaren minerałów) i uzyskał jednorodną orientację.

Kolejne zderzenia rozbiły skałę na kawałki (które później stały się okruchami), o przypadkowej orientacji. Drugie topnienie, które uformowało matriks, nadało jej jednorodną orientację, ale ponieważ okruchy nie zostały ogrzane powyżej punktu Curie, to zachowały one swą przypadkową orientację.

Badam Abee od ponad 30 lat. Wiele innych badaczy także zwróciło uwagę na ten interesujący meteoryt. Choć Abee ujawnia swe sekrety powoli, włożony w badania wysyłek opłacił się sowicie.

Dziękuję prof. Andrzejowi Manekiemu za merytoryczną korektę tłumaczenia.

Bibliografia

- Bogard D. D., Dixon E. T. and Garrison D. H. (2010) Ar-Ar ages and thermal histories of enstatite meteorites. *Meteorit. Planet. Sci.* 45, 723-742.
- Keil K. (2007) Occurrence and origin of keilite, $(\text{Fe}>0.5,\text{Mg}<0.5)\text{S}$, in enstatite chondrite impact-melt rocks and impact-melt breccias. *Chem. Erde* 67, 37-54.
- Olsen E., Huebner J. S., Douglas J. A. V., and Plant A. G. (1973) Meteoritic amphiboles. *Amer. Mineral.* 58, 869-872.
- Rubin A. E. (1997) Sinoite ($\text{Si}_2\text{N}_2\text{O}$): Crystallization from EL chondrite impact melts. *Amer. Mineral.* 82, 1001-1006.
- Rubin A. E. (2008) Explicating the behavior of Mn-bearing phases during shock melting and crystallization of the Abee EH-chondrite impact-melt breccia. *Meteorit. Planet. Sci.* 43, 1481-1486.
- Rubin A. E. (2010) Impact melting in the Cumberland Falls and Mayo Belwa aubrites. *Meteorit. Planet. Sci.* 45, 265-275.
- Rubin A. E. and Keil K. (1983) Mineralogy and petrology of the Abee enstatite chondrite breccia and its dark inclusions. *Earth Planet. Sci. Lett.* 62, 118-131.
- Sugiura N. and Strangway D. W. (1983) A paleomagnetic conglomerate test using the Abee E4 meteorite. *Earth Planet. Sci. Lett.* 62, 169-179.

Pallasyt Conception Junction z Missouri

David Gheesling

Artykuł z kwartalnika METEORITE Vol. 17 No. 4. Copyright © 2011 ARKANSAS CENTER FOR SPACE & PLANETARY SCIENCES

Mój rozkład zajęć uniemożliwił mi długotrwałe poszukiwania meteorytu Ash Creek w West, w Teksasie na początku roku 2009, ale wspaniale było spędzić kilka dni w terenie z dziesiątkami przyjaciół i kolegów poszukiwaczy w pogoni za najnowszym obserwowanym spadkiem w USA.

Cudowne było, że moja siedmioletnia córka, Maddie, mogła szukać z nami i prosić dr Arta Ehlmanna z TCU o rozpoznanie licznych ziemskich kamieni, jakie podnosiła z ziemi.

A chwili, gdy dr Ehlmann mógł być świadkiem odnalezienia całkowitego okazu przez Johnny Mynara (miejscowego właściciela ziemskiego i od owego czasu mojego przyjaciela wraz z jego żoną Cheryl) nigdy nie zapomnę. Jednak to pewne przypadkowe spotkanie w miejscowej restauracji było wówczas tym, co doprowadziło nie tylko do nowej znajomości, ale w końcu do znacznie bardziej emocjonującego zdarzenia, niż obserwowany spadek chondrytu zwyczajnego – do znalezienia dwudziestego, a ósmego pod względem wielkości, pallasytu Stanów Zjednoczonych.

Wieczorem, gdy odchodziliśmy od stołu, podszedł do mnie Karl Aston, skromny chemik i bardzo miły człowiek z St. Louis w Missouri. „Czy Pan jest Dave Gheesling?” spytał, szybko wypełniając moje zwleknięcie z odpowiedzią „poznaję Pana z Pana strony internetowej”. Po zauważeniu, że oczywiście odpowiedzią była czapka FALLING ROCKS, którą miałem na głowie, roześmieliśmy się obaj i przez kilka minut rozmawialiśmy o nowej pasji Astona, jaką stały się meteoryty. Wymieniliśmy informacje kontaktowe i umówiliśmy się, że będziemy w kontakcie.

Trzej przyjaciele

Po kilku miesiącach, latem 2009 r., Aston zadzwonił do mnie prosząc o dyskrecję i o pomoc w zdobyciu meteorytu, który znalazł dzięki swym próbom popularyzowania wiedzy na rolniczych terenach Missouri. Zaraz po

przedstawieniu mi okoliczności swego nowego przedsięwzięcia powiedział, „myślę, że mam pallasyt”. Już chciałem powiedzieć, „Taak... na pewno”, ale Aston szybko przeszedł do opisu kamienia, miejsca jego znalezienia itd., a po omówieniu kilku przysłanych zdjęć tematem stał się transport – czy kamień mógł być jakoś przetransportowany ze znanego obszaru rozrzutu. Trudno było w tym momencie powiedzieć, czy to intuicja Astona, czy jego nieskrywany entuzjazm doprowadził go do wniosku, że istotnie jest to nowy meteoryt, ale jego pewność siebie była niewzruszona.

Chociaż Aston czuł, że jego pallasyt jest wyjątkowy, to istotnie nie był on ekspertem jeśli chodzi o subtelne różnice między jednym znanym pallasytem a drugim. Rzeczywiście był on jednak pierwszą osobą, która potwierdziła pozaziemskie pochodzenie bryły Conception Junction, zakładając od początku, że jest to pallasyt głównej grupy. Przyjeśliśmy założenie, że jest nowy i przeszliśmy do omawiania różnych strategii, jakie mógłby wykorzystać Aston, by zakupić ten meteoryt. Po kilku nieudanych próbach Aston zadzwonił pod koniec 2009 r. by spytać, czy nie byłbym zainteresowany przyłącze-

niem się jako współnik. Odpowiedziałem, „Pewnie, cieszę się, że mogę kupić ten kamień, ale wobec skali poszukiwań terenowych, jakie trzeba by podjąć, potrzebowalibyśmy trzeciego współnika, by to zrobić”.

Miałem pewne obawy co do kupowania tego meteorytu i spędziłem sporo czasu na wizualnym analizowaniu bryły. Było dość wyraźnie widać, że wielkości kryształów, kształty i liczebność nie wyglądają znajomo – przynajmniej w takim stopniu, bym czuł się dobrze rzucając kości i kupując meteoryt – więc nastąpiły negocjacje.

Kup teraz

Zanim uzgodniliśmy warunki sprzedaży pallasytu, spotykałem się ze znalazcą w Conception Junction kilkakrotnie, w grudniu 2009 r. i styczniu 2010 r., ale praktycznie rzecz biorąc, to pierwsze spotkanie zaspokoiło naszą wzajemną ciekawość. Aston zawiózł mnie do tajnego miejsca, wybranego przez znalazcę, na parterze niewykończonego budynku gospodarczego. Dwaj przyjaciele właściciela przywitani mnie przy tylnych drzwiach. Wprowadzono mnie do środka, gdzie kamień leżał na betonowej podłodze otoczony kilkoma składanymi krzesłami i oświetlony gołą



Fot. 1. Robert Ward, Karl Aston i autor, Dave Gheesling, (od lewej do prawej) podczas przerwy w poszukiwaniach. Fot. Maddie Gheesling.



Fot. 2. Karl Aston z główną masą Conception Junction, która ukazuje wyraźne oznaki orientowania pomimo pewnego stopnia zwietrzenia. Fot. Dave Gheesling.

zarówką. Starania, jakie podjęli, by spotkanie i miejsce znalezienia było tajne, wyraźnie wskazywały na obawy, jakie miał właściciel angażując się w negocjacje dotyczące sprzedaży meteorytu.

Ta trójka była uzbrojona w ogromną ilość informacji o meteorytach i o mnie, z czego pierwsze były przeważnie wyrwane z kontekstu, a drugie były zaskakująco szczegółowe i dokładne. Widać, że starannie odrobili pracę domową, by się upewnić. Chociaż część błędnych informacji, jakie zebrali o meteorytach, pochodziła z internetu (między innymi ze stron dealerów i aukcyjnych), to było wyraźnie widać, że niedawny program telewizyjny wytworzył w nich przekonanie o wartości meteorytu, które było, delikatnie mówiąc, nierealistyczne. Ostatecznie kilka godzin pytań, odpowiedzi i ogólnej dyskusji doprowadziło nas w końcu do tego samego punktu. Właściciel uzyskał za okaz przyzwoitą kwotę (zwłaszcza biorąc pod uwagę możliwą ewentualność, że meteoryt został przetransportowany ze znanego już obszaru rozrzutu) i sprawa ruszyła z miejsca.

Oczywiście sensacyjność jest częścią telewizyjnej areny i wcale nie wspominam o tym programie z ironią. To wspaniałe, że temat meteorytów coraz szerzej dociera do publiczności, zwłaszcza do uczniów. Niestety ujemną stroną ostatniej medialnej wrzawy na temat meteorytów jest to, że znalazcy chcą pozostać anonimowi, i oczywiście my to pragnienie szanujemy.

Tak się złożyło, że wcześniej, tego samego roku, zaoferowałem w lokalnej, małomiasteczkowej gazecie nagro-

dę za odnalezienie meteorytu, który prawdopodobnie spadł wiosną na południowym wschodzie Stanów Zjednoczonych. Spotkało się to z ostrą krytyką garstki osób z meteorytowej społeczności, które uważały, że nagrody mogą utrudnić w przyszłości poszukiwaczom uzyskiwanie pozwoleń na przeszukiwanie terenu, albo że nagrody mogą jakoś stanowić zagrożenie dla poszukiwaczy pracujących w terenie. Moje doświadczenie z Conception Junction posłużyło tylko do umocnienia przekonania,

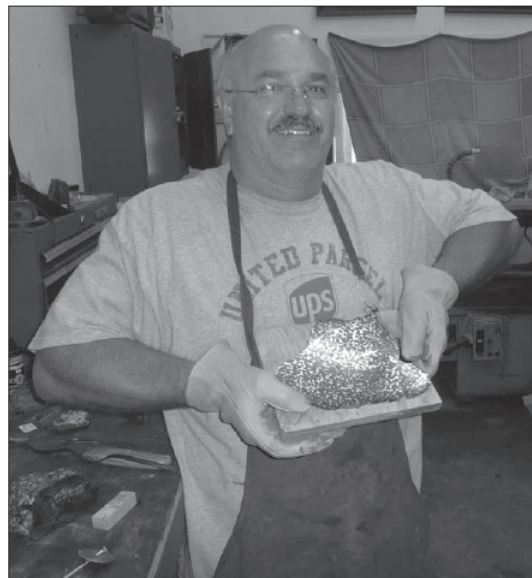
że otwarta, szczerza rozmowa z właścicielami ziemi – połączona z odpowiednią wiedzą na dany temat – wystarczająco mityguje wszelką sensacyjność, która może wisieć w powietrzu obojętne z jakiego powodu. Jeśli chodzi o możliwość zaszkodzenia poszukiwaczom, to wydaje się oczywiste, że jest bardziej prawdopodobne iż poszukiwacze zaszkodzą sami sobie poprzez swe własne decyzje, słowa i działania.

Ward's Natural Science

Po tym jak Aston zgodził się na trójkę współników, mój następny telefon



Fot. 3. Robert Ward, który kierował poszukiwaniami w terenie, i jego asystentka Maddie Gheesling. Fot. Dave Gheesling.



Fot. 4. Marlin Cilz z pierwszą płytą odciętą od nowego pallasytu. Fot. Dave Gheesling.

był do Roberta Warda, bliskiego przyjaciela i jednego z poszukiwaczy meteorytów uzyskujących najlepsze wyniki. Jeśli gdzieś były meteoryty do znalezienia, nikt nie miał większych szans na ich znalezienie niż Ward. I to Ward – mający większą wiedzę niż Aston czy ja, jeśli chodzi o pallasyty – momentalnie wiedział, po oglądaniu okazu tylko przez kilka sekund, że „nie ma wątpliwości”, iż Conception Junction jest unikalny. Przez około 16 miesięcy przeszukiwaliśmy pod kierunkiem Warda teren wokół miejsca znalezienia zataczając coraz szersze kręgi, ale połączenie krajobrazu i zdro-

wego rozsądku doprowadziło w końcu do zakończenia poszukiwań bez znalezienia jakiegokolwiek dodatkowego okazu. I pomimo naszego przeświadczenia, że spadki pojedynczych meteorytów zdarzają się bardzo rzadko (choćby znajdowanie pojedynczych kamieni, nie), wyraźne oznaki orientowania na głównej masie Conception Junction dodatkowo wsparły przeświadczenie, że ten meteoryt mógł przetrwać przejście przez atmosferę jako pojedynca bryła.

Chociaż nie odnaleźliśmy więcej materiału, to, jak czas pozwoli, można kiedyś kontynuować poszukiwania na rozległej

połaci ziemi, gdzie mamy zezwolenie. Przyjemnie było znów być w terenie z moją córeczką, Maddie, podczas jednej z zeszłorocznych wypraw, a jej radość z przygody jeszcze raz przypomina, że w poszukiwaniu meteorytów bardziej chodzi o przygodę niż o same wyniki.

Agape

Podczas gdy Ward kontynuował swój heroiczny program przeczesywania terenu, pojechałem z Maddie do Malty w Montanie, by spotkać się z Marlinem Cilzem, właścicielem Montana Meteorite Laboratory. Marlin i jego żona Debbie byli wspaniałymi gospodarzami i Maddie często wyrażała pragnienie, by przeprowadzić się do Montany już od zaraz! Spędzała czas z Debbie w muzeum dinozaurów, jeżdżąc na ATV, bawiąc się z jej zwierzątkami itp., podczas gdy Marlin, wraz ze mną, pracował nad pierwszymi cięciami Conception Junction jego piłą z drutem diamentowym. Procedura była godnym uwagi połączeniem rozgorączkowania i cierpliwości, ponieważ pokryty diamentem drut o grubości 0,6 mm potrzebował ponad 12 godzin na każde cięcie przez cały meteoryt.

Po zakończeniu pierwszego cięcia Cilz zauważył, „Dave, to jest naprawdę coś niezwykłego. Wygląda to jak coś w rodzaju połączenia Albin i Springwater, ale nigdy dotąd czegoś podobnego nie widziałem!” Wypolerował na sucho wszystkie odcięte okazy, a jego do-

świadczenie i fachowość były bezcenne podczas całego procesu obróbki. Przed rozpoczęciem Cilz powiedział, „to dla mnie zaszczyt ciąć ten nowy pallasyt”, ale to dla nas był zaszczyt, że zgodził się on wykonać tę pracę. Cilz jest wyjątkowo dobry w tym, co robi od ponad trzydziestu lat – prawdziwy profesjonalista.

Czas na klasyfikowanie

Po nabyciu pallasytu Conception Junction od znalazcy w miejscu znalezienia, przejechaliśmy z Astonem cały stan Missoury, by dr Randy Korotev miał możliwość zbadać okaz w swoim gabinecie w Washington University w St. Louis. Entuzjazm dr Korotewa na widok najnowszego meteorytu – do tego pallasytu – z jego rodzinnego stanu, to coś, czego nigdy nie zapomnę. Miedzy innymi dr Korotev był pierwszym badaczem meteorytów, który potwierdził, że Conception Junction jest meteorytem.

Dr. Korotev jako pierwszy otrzymał możliwość sklasyfikowania Conception Junction, ale wkrótce przekazał go do formalnego sklasyfikowania dr Johnowi Wassonowi z UCLA, światowej sławy specjalście od meteorytów żelaznych i pallasytów. Dr Wasson opisał wiele swych odkryć w monografii



Fot. 5. Dr Randy Korotev z główną masą Conception Junction w swoim gabinecie w Washington University. Fot. Dave Gheesling.

„Conception Junction Pallasite, Missouri,” a w podsumowaniu napisał po prostu, „...nie ma pallasytu głównej grupy, który byłby blisko spokrewniony z Conception Junction. Conception Junction jest wyjątkowy.” Poprzez dwukrotne zestawienie i porównanie danych dr Wasson definitywnie odesłał do lamusa wątpliwości, czy ten meteoryt nie był przetransportowanym, znany już znaleziskiem. Conception Junction został oficjalnie anomalnym pallasystem głównej grupy.

Przekazaliśmy do zbioru UCLA okazy ponad 100 gramów, które dr Wasson zwykle sobie życzy, a Aston z przyjemnością podarował ładną płytkę pallasytu Conception Junction dr Korotewowi z Washington University w St. Louis na publiczną wystawę.

Zakładamy, że większość pallasytu Conception Junction będzie wymieniana instytucjonalnie i ten proces już się odbywa. Oprócz badań dr Wassona w UCLA, płytkę stanowiącą pełny przekrój dodał do swego zbioru TCU, a dr Rhiannon Mayne przeprowadziła analizy dużej płytki tego meteorytu do swojej pracy o formowaniu się pallasytów. ASU także poprosił o materiał do badań i otrzymał go wraz płytą do swych zbiorów, więc w nadchodzących latach oczekujemy na więcej informacji o tym anomalnym pallasycie głównej grupy. Kilka innych okazów trafi wkrótce do różnych instytucji do badań i na publiczne wystawy, a niektóre okazy są też dostępne dla prywatnych kolekcjonerów. Te ostatnie można znaleźć na

www.conceptionjunctionpallasite.com.



Fot. 6. Autor i dr John Wasson w UCLA. Fot. dr Alan Rubin.



Fot. 7. Dr Rhiannon Mayne z pełnym przekrojem pallasytu w TCU. Fot. Dave Gheesling.

Dla potomności

Napisanie monografii „The Conception Junction Pallasite, Mo.”, opisującej odnalezienie i sklasyfikowanie Conception Junction, zainspirował Jack Schrader. Zdumiewająca historia odkryć Schradera w Whetstone Mountains skłoniła mnie do napisania „Wstępnej opowieści o deszczu kamieni meteoritycznych znalezionych przez Jacka Schradera koło Whetstone Mountains, Cochise County, Arizona”, która została przygotowana tak, aby przypominała publikację Warrena Foote

z 1912 r. zatytułowaną „Wstępna opowieść o deszczu kamieni meteoritycznych w Aztec, koło Holbrook, Navajo County, Arizona”, w hołdzie dla niej. Podobnie „Conception Junction Pallasite, Mo.” naśladuje stylistycznie pracę George F. Kunza z 1887 r. zatytułowaną „Taney County Meteorite, Mo.”, monografię o tym, co obecnie nazywamy mezosyderytem Mincy – innym meteoritem żelazno-kamiennym z Missouri.

Był to niezmierny zaszczyt, że dr Wasson zgodził się pomóc w przygotowaniu „Conception Junction Pallasite, Missouri”. W dzisiejszych cza-

sach naukowcy częściej piszą porównawcze analizy nowych meteorytów



Fot. 8. Monografia pallasytu Conception Junction. Fot. Sean Murray.

niż opowieści o tym, jak te meteoryty trafiły do meteorytowej społeczności. Mam nadzieję, że dr Wasson był zadowolony z rezultatu naszych wspólnych starań – chociaż ocenę ich wartości niewątpliwie należy pozostawić potomności.

Na podziękowania za pomoc w projekcie Conception Junction zasłużyli Darryl Pitt i Sean Murray.



Dave Gheesling jest dyrektorem generalnym Grupy FEI w stołecznym mieście Atlanta, Georgia, i mieszka tam z córką Maddie i paroma kamieniami z kosmosu. Informację o jego kolekcji i działalności popularyzatorskiej związanej z meteorytami można znaleźć na jego stronie www.fallin-grocks.com. Partnerzy Gheeslinga w projekcie Conception Junction, Karl Aston i Robert Ward także mają strony internetowe: www.olderthandirtmeteorites.com oraz www.ironfromthesky.com.



Zagłada sprzed 65 mln lat zapisana w skałach część II

Tomasz Brachaniec

Niniejsze opracowanie stanowi dopełnienie I części artykułu pt. „Zagłada sprzed 65 mln lat zapisana w skałach” z „Meteorytu” 3/2011. Przedstawia ono w skrócie badania i wnioski z pracy magisterskiej autora. Celem pracy było znalezienie w osadach Lechówki kwarcu szokowego bądź mikrotektytów stanowiących niepodważalne dowody na pierwszy polski zapis osadowy tytułowej kosmicznej zagłady.

Jak wspominałem w ostatnim akapicie części I, dwa lata temu na Lubelszczyźnie (ok. 50 km na wschód

od Lublina) odkryto w odślonięciu w Lechówce kompletny zapis osadowy z przełomu kredy i paleogenu (Fig. 1), co jak przypuszczano dało możliwość pierwszych w Polsce analiz sławnej anomalii geochemicznej. Pierwsza publikacja (i jedyna jak do tej pory) naukowców pod kierownictwem prof. dr hab. Grzegorza Rackiego potwierdziła owe przypuszczenia – zarejestrowano niespotykane jak do tej pory w Polsce nagromadzenie platynowców, a wśród nich irydu. Co więcej największy pik irydu znajduje się ok. 10 cm poniżej spągu (dolnej granicy) iłu granicz-

nego (Fig. 2). Przypadki tego typu były już notowane na świecie. Jako przykład można podać tu formacje skalne w New Jersey w USA, gdzie późno kredowe amonity znajdowano nad anomalią irydową (o czym wspominałem w części 1). Największe wartości irydu odnotowane przez Rackiego i in. oscylują w granicach 9 ppb, co jest wartościami równorzędnymi a nawet wyższymi od tych rejestrowanych przez sławnych Alvarezów w Stevns Klint czy Gubbio. Pierwiastki syderofilne swe najwyższe stężenie wykazują dokładnie w osadzie granicy. W Lechówce wzbogacone w te

pierwiastki są również dańskie osady, graniczące z iłem o miąższości 20 cm oraz niżej ległe opoki mastrychtu grubości 50 cm. Zdaniem Rackiego i in. (2011) przyjęte przez nie wartości w różnych punktach iłu granicznego odpowiadają kosmogenicznej mieszaninie pierwiastkowej. Cóż było przyczyną remobilizacji pierwiastków, które układają się w charakterystyczne maksima? Jak się przypuszcza, mógł przyczynić się do tego panujący od paleocenu do eocenu tropikalny klimat, choć mogą też zwać się z tym zjawiskiem takie procesy jak: wulkanizm czy bioturbacje. Właściwością irydu jest wiązanie się z cząsteczkami żelaza, które jak sugeruje Wdowiak i in. (2001) mogą pełnić funkcję nośnika. Schmitz i in. (1988) odnotowali wiązanie się irydu z materią organiczną, a Varshal i in. (2000) jego pochłanianie przez kwasy humusowe, jak ma to miejsce w Stevns Klint.

Najprostszą interpretacją remobilizacji irydu w Lechówce jest scenariusz, w którym woda krążąca w masywie skalnym i bogata w związki organiczne, takie jak kwasy humusowe, przemycywała ił wypłukując z niego iryd, który wiązał się z organiką oraz żelazem i ulegał ponownej koncentracji w horyzoncie, gdzie ilość wody z organiką była już niewielka.

Analiza petrograficzna

Dużym problemem przy wykonywaniu analiz była mała zwięzłość osadu, która uniemożliwiła wykonanie większości płytek cienkich. Do badań petrografii osadu pobrano próbki z najwyższych opok mastrychtu, iłu granicznego

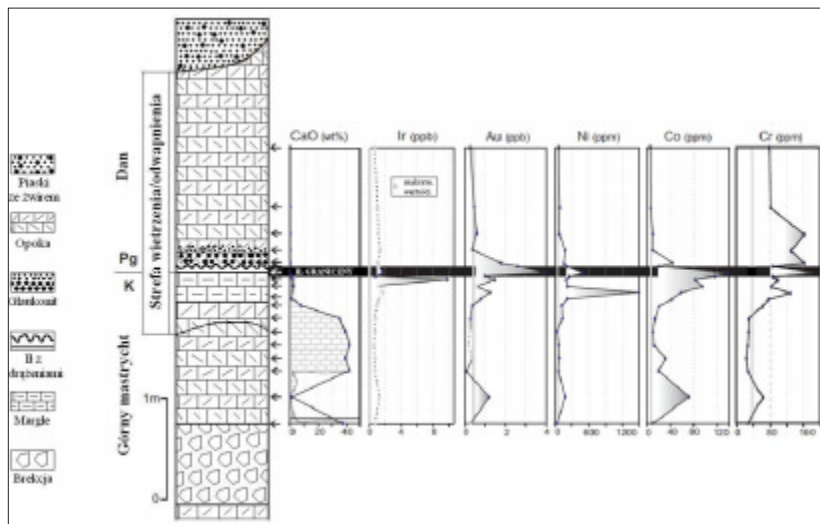


Fig. 2. Wykres chemostratygraficzny w profilu osadów z Lechówki otrzymany przez Rackiego i in. (2011) dla wybranych pierwiastków (zmodyfikowane z Racki i in., 2011).

nego oraz najniższego danu. Dyfraktoqramy, które udało się wykonać, zarejestrowały następujące fazy mineralne:

- Skalenie – z szeregu albit $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$ – anortyt $\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$, oraz skalenie potasowe (ortoklaz, mikroklin, sanidyn) KAlSi_3O_8
- Kwarc SiO_2 – cristobalit SiO_2 – trydymit SiO_2
- Miki – jasna – $\text{KAl}_2[\text{AlSi}_3\text{O}_{10}](\text{OH})_2$; illit – $(\text{K},\text{H}_3\text{O}^+)_2[\text{AlSi}_3\text{O}_{10}](\text{OH})_2$;
- Glaukonit (Fig. 3) – $(\text{K},\text{Na},\text{Ca})_{1.2-2.0}(\text{Fe}^{3+},\text{Al},\text{Fe}^{2+},\text{Mg})_4[\text{Al}_{1.0-0.4}\text{Si}_{7.0-7.6}\text{O}_{20}](\text{OH})_4 \times n\text{H}_2\text{O}$
- Kaolinit – $\text{Al}_2[\text{Si}_4\text{O}_{10}](\text{OH})_8$
- Smektyty dioktaedryczne: di- $\text{M}_x(\text{Al}_{1.67}\text{Mg}_{0.33})[\text{Si}_4\text{O}_{10}](\text{OH})_2$ – beidellit $\text{M}_x\text{Al}_2[\text{Al}_{0.5}\text{Si}_{3.5}\text{O}_{10}](\text{OH})_2$ – nontronit $\text{M}_x\text{Fe}[\text{Al}_{0.33}\text{Si}_{3.67}\text{O}_{10}](\text{OH})_2$
- Apatyty: typ frankolitu $\text{Ca}_5[\text{PO}_4][\text{CO}_3\text{OH}]_3$
- Dolomit – $\text{CaMg}[\text{Co}_3]_2$

- Anataz TiO_2 (?)
- szkliwo niewiadomego pochodzenia.

Analiza SEM (elektronowym mikroskopem skaningowym)

Spośród podanych wyżej faz mineralnych szczególną uwagę zwróciła obecność szkliwa niewiadomego pochodzenia, przez co postanowiono, że analizie SEM zostanie poddany tylko ił graniczny, jako osad najbardziej perspektywiczny. Wyniki okazały się nader ciekawe... otóż potwierdziły się wyniki z pracowni rentgenowskiej mówiące o obecności szkliwa. Nie występuje ono w dużych ilościach, jednak pozwalających na tworzenie nagromadzeń składających się z kilkunastu okruszków (Fig. 4). Mikrosondą EDS przeprowadzono analizę składu chemicznego szkliwa (Fig. 5). Niestety nie powiodła się próba zarejestrowania obecności minerałów szokowych, które byłyby niepodważalnym dowodem na kosmiczny aspekt iłu granicznego. Jak wykazała analiza EDS skład chemiczny szkliwa jest zbliżony do obsydianu (Fig. 6).

Dyskusja i wnioski

Obecność szkliwa w iłach między osadami mastrychtu i danu może świadczyć o 2 czynnikach – impakcie lub wulkanizmie.

Szkło wulkaniczne jest to zakrzepła, bezpostaciowa lava zasobna w krzemionkę oraz związki alkaliczne, powstała w wyniku szybkiego stygnięcia, uniemożliwiającego krystalizację minerałów (Ryka & Maliszewska, 1982).



Fig. 1. Ogólny widok na stanowisko w Lechówce. Strzałką zaznaczono ił graniczny.

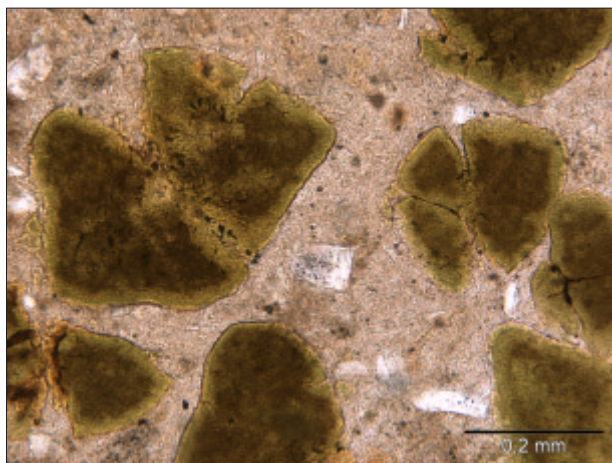


Fig. 3. Ziarna glaukonitu w opokach najniższego danu

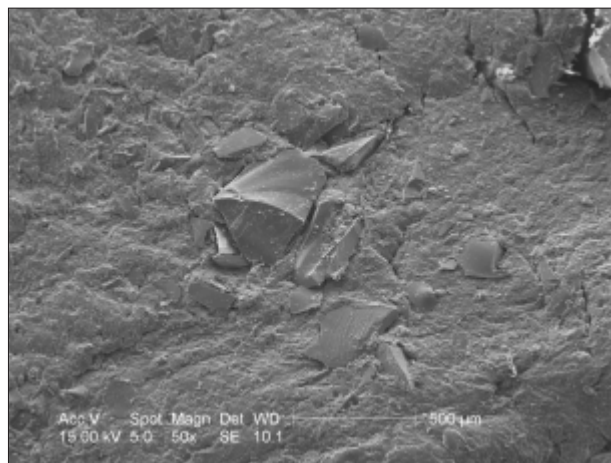


Fig. 4. Największe nagromadzenie szkliva zarejestrowane w ile Lechówki. Słada się z 12 większych okruchów i szeregu mniejszych.

Jak widać na Fig.6 badane szklivo, w porównaniu z obsydianem, zawiera mniej sodu i potasu, więcej natomiast żelaza, magnezu oraz wapnia. Różnice te mogą jednak wynikać z wpływu składników tła mineralnego oraz zanieczyszczeń [mgr. Ewa Teper (WNoZ, UŚ) – informacja ustna]. Dokonano 5 pomiarów zawartości pierwiastków szkliva i za każdym razem otrzymywano taki sam wynik, przez co należy przyjąć go za wiarygodny.

Tektyty natomiast są to okruchy zasobnego w krzemionkę naturalnego szkliva, powstałego ze stopionych skał podczas uderzenia ciała kosmicznego w Ziemię. Czyni to je w stosunku do szkła wulkanicznego bardzo podobnymi i przez to trudnymi do rozpoznania.

Co prawda w pobliżu Lechówki nie ma ani późno kredowych paleowulkanów, ani skał magmowych z tamtego okresu, co jednak do końca nie wyklucza aspektu wulkanicznego. Podobnie geneza poimpaktowa, która potwier-

dzałaby wnioski Rackiego i in. nie jest całkiem jasna i oczywista. Niestety dalsze badania nad genezą szkliva z Lechówki będą długotrwałe i ich wyniki nie znajdują się w niniejszej pracy magisterskiej. Mogę jednak obiecać, że jeśli Redakcja wyrazi na to zgodę, zostaną opublikowane w *Meteorycie*.

Literatura

1. Racki, G., Machalski, M., Koeberl, C., and Harasimiuk, M. 2011. The weathering-modified iridium record of a new Cretaceous–Palaeogene site at Lechówka near Chełm, SE Poland, and its palaeobiologic implications. *Acta Palaeontologica Polonica* 56 (1): 205–215.
2. Ryka, W., Maliszewska, A. 1982. Słownik petrograficzny. Wydawnictwa Geologiczne, Warszawa.
3. Schmitz, B., Andersson, P., Dahl, J. 1988. Iridium, sulfur isotopes and rare earth elements in the Cretaceous – Tertiary boundary clay at Stevns Klint, Denmark. *Geochim. Cosmochim. Acta* 52: 229–236.
4. Varshal, G.M., Velyukhanova, T.K., Chkhetiya, D.N., Kholin, Y.V., Shumskaya, T.V., Tyutyunnik, O.A., Kosheeva, I.Y., and Korochantsev, A.V. 2000. Sorption on humic acids as a basis for the mechanism of primary accumulation of gold and platinum group elements in black shales. *Lithology and Mineral Resources* 35: 499–600.
5. Wdowiak, T. J., Armendarez, L. P., Agresti, D. G., et al. 2001. Presence of an Iron-Rich Nanophase Material in the Upper Layer of the Cretaceous–Tertiary Boundary Clay. *Meteorit. Planet. Sci.* 36: 123–333.

Tomasz Brachaniec jest studentem piątego roku geologii na Uniwersytecie Śląskim, Wydział Nauk o Ziemi, Katedra Paleontologii i Stratygrafii. Interesuje się współczesnymi i kopalnymi meteorytami, geologią i paleontologią. Jest członkiem Polskiego Towarzystwa Meteorytowego. Można kontaktować się z nim: tribal216@gmail.com.

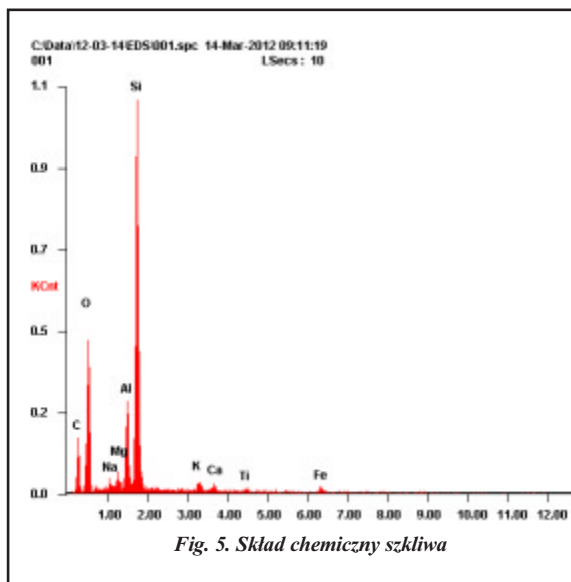


Fig. 5. Skład chemiczny szkliva

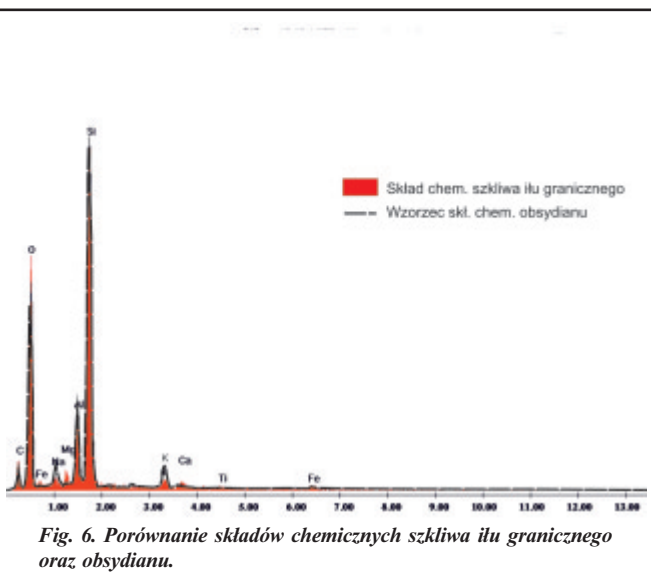


Fig. 6. Porównanie składów chemicznych szkliva iłu granicznego oraz obsydianu.

Almahata Sitta – niespotykany konglomerat

Roger Warin i John Kashuba

Artykuł ukazał się najpierw w METEORITE Vol. 18 No. 1. Copyright: ARKANSAS CENTER FOR SPACE & PLANETARY SCIENCES, 2012

Almahata jest prawdopodobnie jedną z największych zagadek meteorytyki. Ten meteoryt składa się z takiej kolekcji nie pasujących do siebie skał, jaka mogła powstać tylko w wyniku nieprawdopodobnie złożonej sekwencji zderzeń. Czy jest to śmieciarka, która zmiotła wszystko na swej drodze, czy też kamień z Rosetty ujawniający tajemnice historii Układu Słonecznego, zależy to od naszego punktu widzenia. Tak czy owak jego płytki cienkie zawierają cały wachlarz krajobrazów, które są równie różnorodne, jak piękne.

Pochodzenie tego meteorytu jest opowieścią wartą przypomnienia. 6 października 2008 roku o 6.39 czasu uniwersalnego, na południu Arizony Richard Kowalski z Catalina Sky Survey odkrył meteoroid zbliżający się do Ziemi. W ciągu następnych 19 godzin amatorzy i zawodowcy zrobili setki obserwacji i przekazali je do Minor Planet Center w Cambridge, w stanie Massachusetts. Przewidywane miejsce spadku obliczono w Jet Propulsion Laboratory i na Uniwersytecie w Pizie. Następnego dnia o 1:49 UTC obiekt zniknął w cieniu Ziemi. O 2.45:40 UTC wszedł w atmosferę i eksplodował na wysokości 37 km nad północnym Sudanem. Ocenia się, że spadło 39 kg fragmentów, z których mniej więcej czwartą część odnaleziono na mierzącym 7×30 km obszarze rozrzutu. Meteoroid nazwano planetoidą 2008 TC3, a meteoryty otrzymały nazwę Almahata Sitta od Stacji 6 na linii kolejowej przebiegającej koło miejsca spadku.

Podczas kilku zorganizowanych przeszukiwań tego obszaru znaleziono około 600 fragmentów. Wielkość ich waha się od ziarnka piasku do 379 gramów. Naukowcy badają ten materiał i pojawiło się już kilka publikacji.

Jeśli chodzi o rodzaj skały, to przeważają ureility. W pozostałej części dominują chondryty enstatytowe, ale są też inne typy. Ureility są i gruboziarniste i bardzo drobnoziarniste. Występują wśród nich różne zestawienia minerałów reprezentujące w sumie co najmniej dwanaście litologii. Wśród fragmentów

chondrytów enstatytowych znaleziono typy EH3, EH5, EL3/4, EL6, EL5/6, pociemniały szokowo EH4/5, brekcje EL, kilka różnych typów stopów pozderzeniowych EL i EH oraz brekcje stopów pozderzeniowych.

Wśród znalezionych dotąd fragmentów chondrytów zwyczajnych są H5, H5/6 i L4. Fragment oznaczony MS-CH jest unikalnym chondrytem. Jest także skupisko siarczku i metalu towarzyszące drobnoziarnistej litologii ureilitowej.

Siegfried Haberer udostępnił kolekcjonerom trochę okazów Almahata Sitta. Jest ich niewiele, ale mieliśmy szczęście mieć kilka okazów w naszych rękach.

Gdy dostaliśmy naszą pierwszą, małą płytkę, nie wiedzieliśmy, jaka jest klasyfikacja. Wiedzieliśmy tylko, że pochodzi ze spadku Almahata Sitta. Daliśmy ją do zrobienia płytki cienkiej, którą potem pokazaliśmy Alanowi Rubinowi i Paulowi Warrenowi z UCLA. Stwierdzili, że to EL6. Dr Rubin skomentował to tak: „Dziwne jest to, że nie ma tu zupełnie niczego dziwnego. Jest to zwyczajny EL6.” Na zdjęciu 1 widać reliktową chondrę promienistą na skraju jednej z płytek cienkich.

Potem przybyły ureility. Nasza gruboziarnista płytka pochodzi z okazu MS-169. Jest to ureilit z dużą zawartością piroksenu, w którym jądra oliwinów mają niższe zawartości fajalitu niż gruboziarniste ureility Almahata Sitta z małą zawartością piroksenu. Zdjęcie 2.

Nasze okazy drobnoziarnistego ureilitu są bardzo porowate. Okazują się słabo ściśniętymi skupieniami. Zdjęcie 3 ukazuje płytkę o długości 12 mm. Wyśleliśmy do zbadania do UCLA płytkę cienką z tej płytki przygotowaną do analizy mikrosondą. Wyniki znalazły się w publikacji o uderzeniowym topnieniu piroksenu. Warren i Rubin stwierdzają w niej, że te drobnoziarniste, ureilitowe składniki tworzyły się prawdopodobnie wskutek uderzeniowego stopienia i rozległego topnienia piroksenu oraz rozpylenia i stopienia oliwinu. Stwierdzają, że część pierwotnej tekstury gruboziarnistego ureilitu jest

wciąż dostrzegalna w postaci reliktowej. Twierdzą, że te miejsca reprezentują przejściową litologię między normalnymi, nietkniętymi ureilitami, a bardziej powszechną, wymaglowaną, drobnoziarnistą litologią Almahata Sitta. Zdjęcie 4 pokazuje płytkę cienką przy skrzyżowanych polaroidach. Na zdjęciu 5 widać szczegóły.

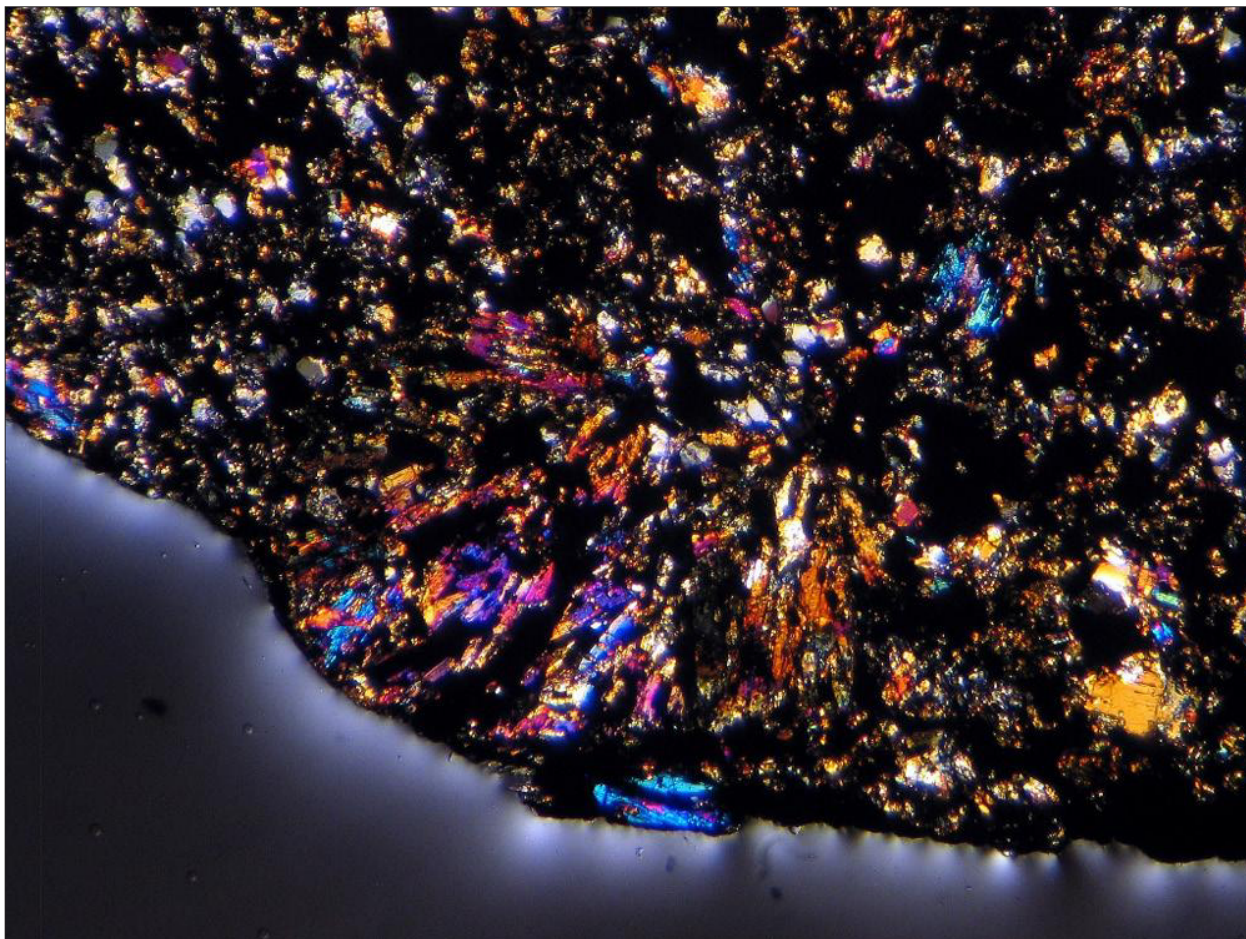
Nasz wykonawca płytek cienkich zadzwonił, by powiedzieć, że wysłał płytkę drobnoziarnistego ureilitu, której nie chce przykryć z powodu diamentu. Gdy dostaliśmy ją, zrozumieliśmy, o co chodzi. W stosunku do całej płytki jest to ogromna bryła, o średnicy około 0,4 mm. Na zdjęciu 6 jest to ciemny owal z krzyżykiem na brzegu, w środku ciemnego obszaru. Kenneth Domanik i Dolores Hill byli tak mili, że zrobili dla nas zdjęcie, gdy odwiedziliśmy ich na Uniwersytecie Arizony w Tucson, by zobaczyć ich nową mikrosondę.

Nasza płytka z fragmentu MS-11, typu H5/6 ukazuje swój metal na zdjęciu 7. Ma 19 mm długości. Jej skład mineralny jest inny niż znaleziska Almahata Sitta H5.

MS-CH jest ważącym 5,68 g okazem Almahata Sitta, który jest wyjątkowym chondrytem typu 3.8. Obecny w nim licznie metal (38,5% wagowo) o dużej zawartości niklu sugeruje możliwy związek z chondrytami CK i R. Matriks zajmuje około 45% objętości. Średni rozmiar chondr to 0,45 mm. Na naszych płytkach cienkich widać duży zakres rozmiarów chondr. Prosimy spojrzeć na zdjęcie 8.

Wreszcie na zdjęciu 9 mamy 18 mm płytkę metalu z siarczkiem oświetloną od prawej. Pochodzi ona z fragmentu MS-158. Przerostom siarczku z metalem towarzyszy w niektórych częściach fragmentu litologia drobnoziarnistego ureilitu.

Nie spodziewamy się już dostać więcej próbek z tego spadku, ale będziemy oczekiwać, co jeszcze wydobędą z niego badacze. Niezależnie od tego, czy uznamy go za kamień z Rosetty dla historii Układu Słonecznego, czy za przesyłkę z kosmicznymi śmieciami, legenda Almahata Sitta wciąż się tworzy.



Fot. 1. Reliktowa chondra promienista w Almahata Sitta EL6.

Bibliografia

Bischoff et al, 2010: Asteroid 2008 TC3—Almahata Sitta: A spectacular breccia containing many different ureilitic and chondritic lithologies, *Meteoritics & Planetary Science*

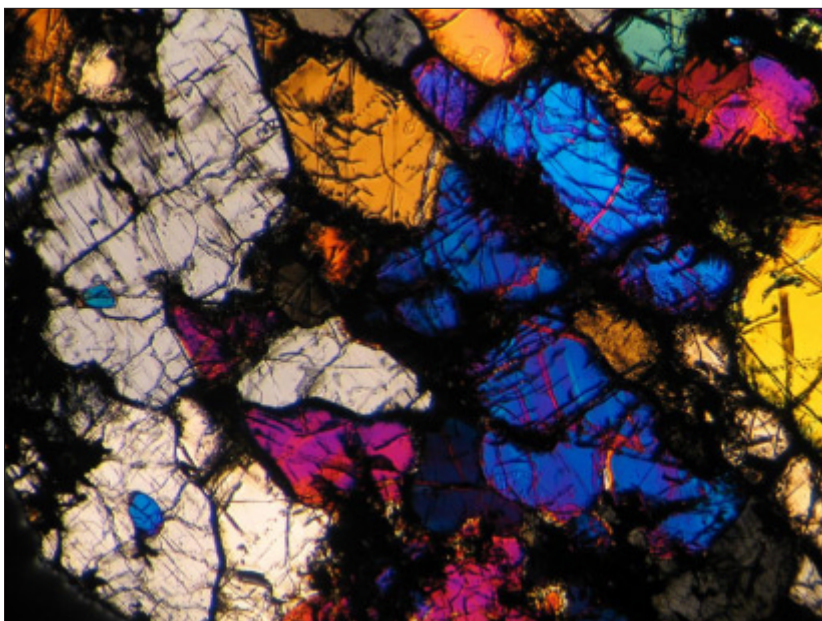
Horstmann et al, 2010: Almahata Sitta—Fragment MS-CH: Characterization of a new chondrite type, *Meteoritics & Planetary Science*

Shaddad et al, 2010: The recovery of asteroid 2008 TC3, *Meteoritics & Planetary Science*

Warren and Rubin, 2010: Pyroxene-selective impact smelting in ureilites, *Geochimica et Cosmochimica Acta* 74, 5109–5133

Warren and Rubin, 2010: Personal communication

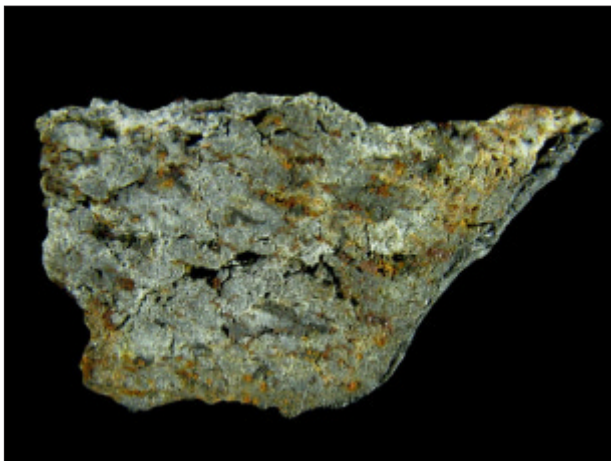
Zolensky et al, 2010: Mineralogy and petrography of the Almahata Sitta ureilite, *Meteoritics & Planetary Science*, Volume 45, pages 1618–1637.



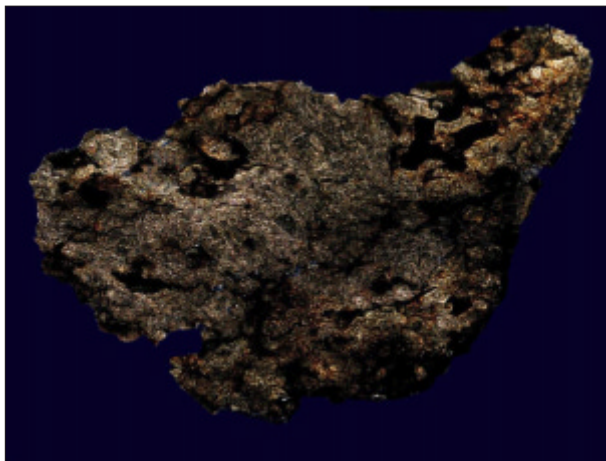
Fot. 2. Próbkę MS-169 jest gruboziarnistym ureilem z dużą zawartością piroksenu i z oliwinem o mniejszej zawartości fajalitu niż w gruboziarnistych ureilitach z tego meteorytu uboższych w piroksen.

Dr Roger Warin jest emerytowanym chemikiem. John Kashuba jest emerytowanym inżynierem budownictwa. Roger jest prezesem najstarszego klubu miłośników minerałów w Belgii, Association des géologues amateurs de Belgique, i redaktorem ich comiesięcznego, 24-stronicowego biuletynu Mini-bul.

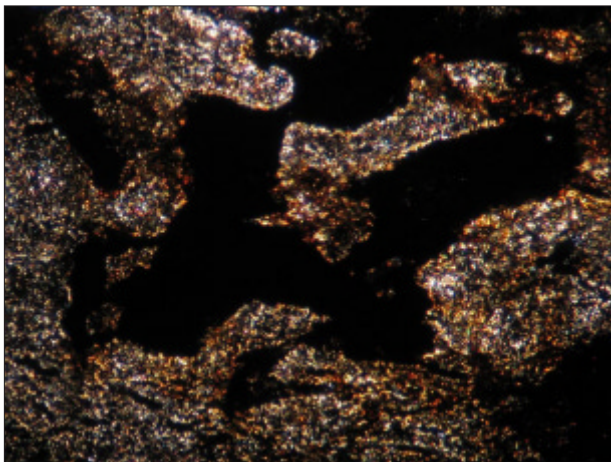




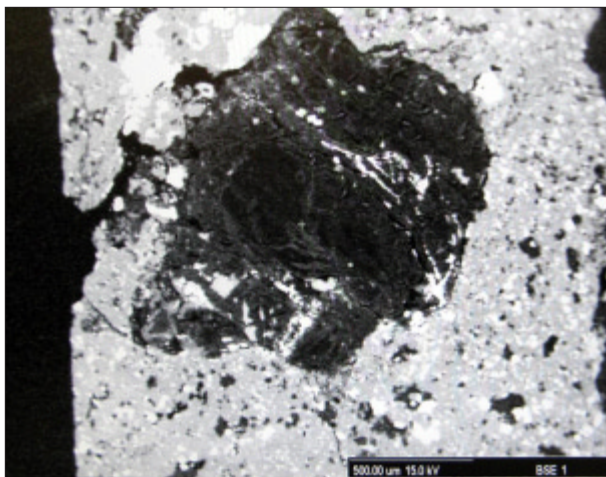
Fot. 3. Płytkę o długości 12 mm z uderzająco porowatą litologią drobnopziarnistego ureilitu. Ten składnik meteorytu wygląda na słabo sprasowany agregat.



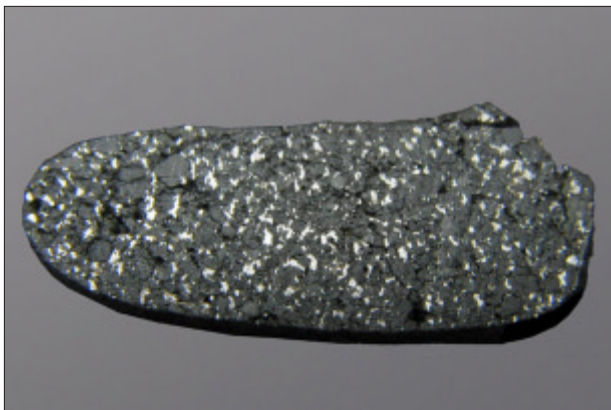
Fot. 4. Płytkę cienką drobnopziarnistego ureilitu ze zdjęcia 3 przy skrzyżowanych polaroidach. W niektórych drobnopziarnistych przypadkach wciąż są rozróżnialne części pierwotnej tekstury grubopziarnistego ureilitu wskazujące na utworzenie się wskutek zderzeń przetwarzających grubopziarniste poprzedniki.



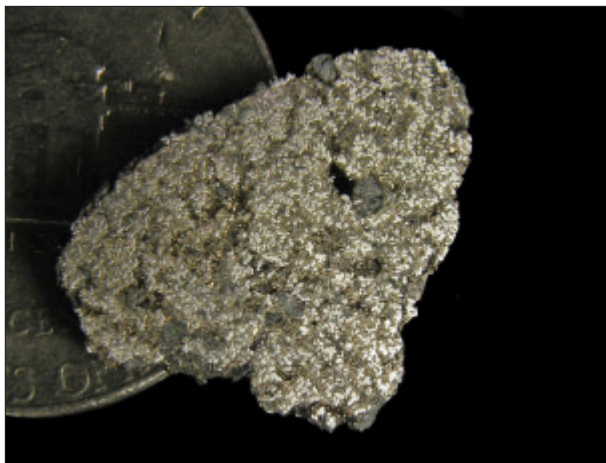
Fot. 5. Szczegół zdjęcia 4. Litologia drobnopziarnistego ureilitu.



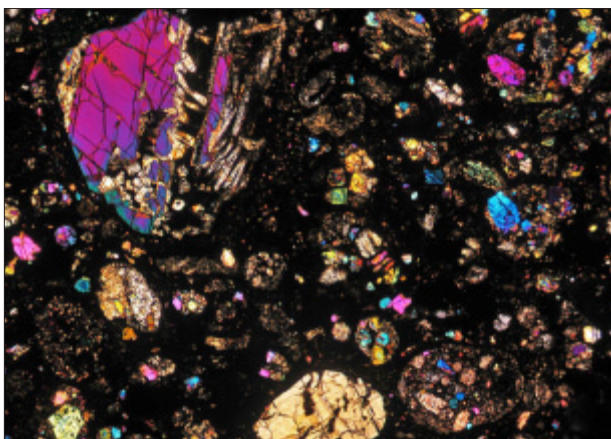
Fot. 6. Diament 0,4 mm znaleziony w płytce cienkiej drobnopziarnistego ureilitu. Jest to ciemny owal z krzyżykiem na brzegu w środku ciemnego obszaru. Obraz uzyskali Kenneth Domanik i Dolores Hill na mikrosondzie Uniwersytetu Arizony w Tucson.



Fot. 7. Płytkę 19 mm z próbki MS-11. W tym fragmencie HS/6 widać liczny metal i różni się on wyglądem od Almahata Sitta H5.



Fot. 9. Próbkę MS-158 z Almahata Sitta. Płytkę 18 mm metalu z siarczkiem z towarzyszącą litologią drobnopziarnistego ureilitu.



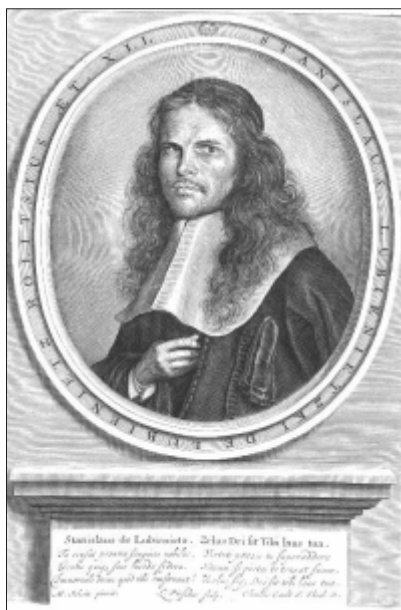
Fot. 8. Ta próbka, oznaczona MS-CH jest ważącym 5,68 g fragmentem unikalnego typu chondrytu 3.8. Liczne ziarna metalu o wysokiej zawartości niklu (38,5% wag.) mogą wskazywać na pokrewieństwo z chondrytami CK i CR.

Bolid wielkopolski a kometa Halleya

Wiesław Czajka

Komety Lubienieckiego

Możliwość zapoznania się z dziełem Stanisława Lubienieckiego (1623–1675) *Theatrum Cometicum*¹ to nie zwykła przygoda, porównywalna z poszukiwaniem meteorytów w Morasku lub Przelazach. Wśród setek opisanych zdarzeń astronomicznych może natrafić na ten zapis, który przeistoczy się z komety w spadły meteoryt. Wszak on i jego poprzednicy, choć od tysiącleci dochodzili do zrozumienia odmiennej natury komet i bolidów, traktowali te zjawiska tożsamo. Wertowanie księgi nie jest łatwe. Pożółkłe strony, nietypowe czcionki, czasami nie najlepiej wytłoczony tekst, i oczywiście charakterystyczny dla naszych czasów brak znajomości łaciny są podobnymi przeszkodami w pracy poszukiwacza, jak brak pogody w pracach terenowych.



Stanisław Lubieniecki (ur. 1623 Raków – zm. 1675 Hamburg) polityk i astronom.

Lubieniecki zebrał informacje o ponad 400 kometach. Na jego osobiste prośby słane do wszystkich najwybitniejszych astronomów swej epoki odpowiedzieli wszyscy, bez względu na światopogląd religijny, uznając, że idea jest tego warta. Dzieło pozostało najszerszym katalogiem komet do początku XIX wieku. Na ogół badacze wyżej

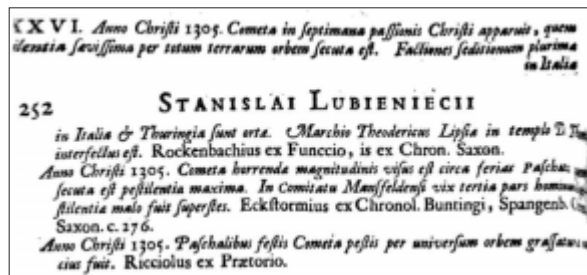
cenili *Cometografię* Heweliusza, niesłusznie traktując *Theatrum*, jako utwór historyczny, a przede wszystkim astrologiczny. Niesłusznie, gdyż konieczny komentarz astrologiczny był wymogiem pisania

traktatów czasu renesansu i baroku, natomiast obszerność zawartych źródeł i cytatów jest nie do przecenienia. To dzieło współcześnie jest nie doceniane nie tylko przez astronomów, ale przede wszystkim nie wykorzystywane na polu badań meteorytycznych, choć wiemy, że statystycznie, wśród opisanych zjawisk, są doniesienia o spadkach materii pozaziemskiej.

Jedną z przesłanek do zajęcia się bolidem wielkopolskim jako zdarzeniem historycznym był obszerny cytat znaleziony u Lubienieckiego. Pod rokiem 1305 znajdujemy trzy równobrzmiące notatki pochodzące od sześciu autorów o „horrendalnej”, krótkotrwałej komecie, jaka nawiedziła obecną centralną Europę. Wydarzyło to się w czasie świąt Wielkiej Nocy, czyli 18 kwietnia (sobota) 1305 r. według kalendarza juliańskiego². Była to kometa niezwykła, gdyż przyniosła pasmo nieszczyć niespotykanych wcześniej. Okazuje się, że jej dalsze losy wiążą się ściśle z kometa Halleya i współczesną meteorytyką.

Kometa Halleya

Jak się okazuje „gwiazdą z ogonem” z roku 1305 interesował się Edmond Halley³ w czasie definiowania przez niego pierwszej powracającej komety, nazwanej dopiero później jego nazwiskiem. Przypomnijmy, że pod wpływem teorii Newtona rozpatrzył on parametry krzywych po których przemieszczały się komety, a uzyskane dane zestawiał w tabelę. Tabela zawierała 24 obiekty obserwowane pomiędzy rokiem 1337 a 1698. Na podstawie zbliżonych parametrów or-



Fot. 1. Tekst dotyczący komet z 1305 roku zamieszczony w *Theatrum Cometicum*.

bit uznał, że pojawienia z lat 1531, 1607 i 1682 muszą należeć do tego samego zjawiska. W opublikowanym w roku 1715 podręczniku Dawida Gregory'ego „*The elements of astronomy, physical and geometrical*” sam Halley stwierdza, że kometa z 1305 r. należy do poprzedniego, podwójnego, 151-letniego cyklu pojawień się komety. Pierwszy podwójny cykl pomiędzy rokiem 1531 i 1682 wynosi dokładnie 151 lat. Jego przepowiednia nadejścia komety w roku 1758 również oparta była na tym cyklu (1607+151=1758)⁴.



Fot. 2. Edmund Halley (ur. 1656 – zm. 1742) astronom angielski. W roku 1679, cztery lata po śmierci Lubienieckiego, został wysłany do Gdańska przez Towarzystwo Królewskie (Royal Society), aby zweryfikować kwestionowane obliczenia położenia gwiazd dokonywane przez Jana Heweliusza, także członka Towarzystwa. Wspólne pomiary okazały się pomyślne dla Heweliusza. Może to świadczyć o czerpaniu z dzieł Heweliusza, ale i również Lubienieckiego.

Dzisiaj wiemy, że genialny Halley popełnił błąd, zaś kometa z jego cyklu pojawiła się wcześniej, w 1301 r. Jego obliczenia nie uwzględniały perturbacji wynikających z działania sił grawi-

¹ LUBIENICZKI, STANISŁAW: *Theatrum Cometicum*, Tom 2, Petrus van der Meersche, 1681 (e-Book Google) s. 251.

² Obecny kalendarz gregoriański wprowadzony został w 1582 roku.

³ Sam Halley podpisywał się Edmond.

⁴ Kometę zauważył 25 grudnia 1758 roku niemiecki „łowca komet” Johann Palitzsch.

tacyjnych Jowisza i innych ciał niebieskich, choć on sam miał świadomość ich występowania. Nie znany był jeszcze aparat matematyczny wyliczający właściwą orbitę. Ze względu na autoritet autora pomyłka utrwaliła się na długie lata, poprzez dzieła XVIII-wiecznych „łowców komet”⁵. Każdy autor wypowiadający się na temat komety Halleya nie omieszczał wspomnieć o tej „najstraszniejszej” z roku 1305. W „*An Essay towards a history of the principal Comets since 1742*”⁶ opublikowanym w Londynie w drugiej połowie XVIII wieku znajduje się fragment tekstu charakteryzujący stosunek ówczesnych astronomów do tego właśnie zdarzenia: *...however, upon calculation, it does appear that the Comet must this year have passed very near the Earth.* (jak się wydaje, po obliczeniu, pojawienie się komety w tym roku, musiało być związane z bardzo bliskim przejściem w pobliżu Ziemi).

W badaniu komety Halleya przełom nastąpił dopiero po jej powrocie w 1835 r., ale bardziej poprzez zainteresowanie tematem, niż za przyczyną danych obserwacyjnych. W wyjaśnieniu dat XIV-wiecznego cyklu pomogły dane z obserwacji dalekowschodnich (chińskich) i dopiero one poszerzyły wiedzę o jej powrotach na tyle, że w konsekwencji Paul Laugier⁷ i Jan Baptysta Biot⁸ przypuszczają, że pojawiła się ona w 1301 r. Ostatecznie w 1862 r. Anders Ångström publikuje w Uppsali (Szwecja) poprawione daty powrotów komety Halleya od roku 10 p.n.e., wskazując że musiała być ona widziana w 1301 r. Od tego momentu zainteresowanie „gwiazdą z warkoczem” z 1305 r. słabnie, a mimo to jeszcze do połowy XIX wieku w licznych popularnych artykułach wspomina się ją jako kometa Halleya.

Kometa Giotto

Powrót komety Halleya w roku 1986 wzbudził entuzjazm wśród astronomów. Zespoły badawcze prześcigały się w budowie coraz efektywniejszej sondy kosmicznej, która dotrze najbliżej ciała kosmicznego zbliżającego się w okolicy Ziemi i Słońca. Wśród no-

⁵ Grupa matematyków i astronomów europejskich śledzących pojawienia się powracających komet.

⁶ Publikacja bez autora, (e-Book) str. 68.

⁷ Francuski astronom (1812 – 1872).

⁸ Francuski astronom (1774 – 1862).



Fot. 3. Kometa Halleya na chińskim znaczku wydanym na okoliczność jej powrotu w 1986 roku. Ideogramy chińskie przedstawiają kształt „gwiazd-miotł” pochodzących z zapisków odnoszących się do jej powrotów w ubiegłych wiekach. Na podstawie tych zapisków określono cykle z lat 1301 i 1378.

wych aparatów kosmicznych jest jeden o nazwie „GIOTTO”, którego nazwa pochodzi od nazwiska średniowiecznego, włoskiego malarza Giotto (1266–1337). Właściwie nazywał się on Angiolo di Bondone i był najwybitniejszym przedstawicielem nurtu malarstwa średniowiecznego określanego mianem realizmu. W roku 1305 ukończył duży cykl fresków w kaplicy Scrovegnich⁹ w Padwie poświęconych życiu Chrystusa. W scenie zwanej „Pokłonem Trzech Króli”¹⁰ umieszcza znacznych rozmiarów, ekspresyjną gwiazdę betlejemską. Pod koniec lat 70-tych XX wieku zaczyna być lansowana koncepcja, że zobrazowanie „złotej gwiazdy” z kaplicy w Padwie to kometa Halleya z 1301 r. Wykorzystuje to ESA¹¹, której nowokonstruowana sonda otrzymuje miano człowieka, który powinien ją zobaczyć i podobno ją namalował. Sam aparat kosmiczny odnosi duży sukces badawczy rejestrując dane o budowie komet do tej pory nie osiągalne.



Fot. 4. Giotto „Pokłon Trzech Króli” (1305) z kaplicy Scrovegnich w Padwie. Nad stajenką iskrzy „złota gwiazda” z warkoczem. Kometa, czy jednak bolid?

⁹ Zwana też Areną.

¹⁰ Zwana też w różnych językach jako „Adoracja Magów”.

¹¹ Europejska Agencja Kosmiczna.

Czy Giotto rzeczywiście malował kometa Halleya? W roku 1993 w kwartalniku Królewskiego Towarzystwa Astronomicznego ukazuje się artykuł Dawida Hughesa¹² pod znamienym tytułem „*Giotto's Comet — was it the Comet of 1304 and not Comet Halley?*” (Kometa Giotto kometa z 1304 roku)¹³. Hughes wywodzi, że kometa z 1304 r. widziana była lepiej niż Halleya (korzystniejsze warunki obserwacji w horyzoncie) i dłużej (78 dni, wobec 48 dni w 1301 r.). Potwierdza to cytując precyzyjne obserwacje dalekowschodnie: z Chin, Korei i Japonii. Widzianą przez trzy miesiące dalekowschodnią „gwiazdę-miotłę” z 1304 r., potwierdzają też zapiski europejskie. Łącząc czas wystąpienia zjawiska z okresem budowy oraz dekorowania kaplicy w Padwie Hughes stwierdza, że włoski malarz namalował jednak kometa z 1304 r.

Obiekt astralny w „Pokłonie Trzech Króli” w kaplicy Scrovegnich to zobrazowanie wyjątkowe w historii sztuki. Sam autor jest gwarantem wyjątkowości. Malował w czasach, gdy głębia obrazu była umowna. W swych pracach dokonał uplastycznienia przedstawianych postaci, które do tego czasu malowano płasko, zgodnie z kanonem wschodnim, symbolicznie. To nowatorskie podejście określono później realizmem, gdyż Giotto malował swoje postaci tak jak je widział. Był również mistrzem detalu, przedstawiane przez niego szczegóły stają się fotograficznym dokumentem. Nie odkrył jeszcze możliwości perspektywy, skupiając się na jak najwierniejszym przedstawieniu osób i przedmiotów. Skoro uznano również, że był jako świadek obserwatorów zjawisk astronomicznych, z oczywistych względów zadajemy pytanie: w jaki sposób je przedstawiał? I tu mamy ciekawostkę, dla malarza średniowiecznego niebo było płaską, lazurową powierzchnią, na której nic się nie działo. Z rzadka pojawiają się na niej anioły. Potrzebne są jednak dla podkreślenia lub wyjaśnienia tematu. Tak też maluje Giotto. I nagle w nicości arystotelesowskiego, stałego nieba, pojawia się naraz, nieoczekiwane, gwiazda betlejemską. Jej ekspresja, dynamika, podkreślenie żaru gwiazdy, niczym wyrzut iskr

¹² Astronom angielski, profesor University of Sheffield, zajmował się między innymi misją sondy „Giotto” i wyjaśnieniem astronomicznym zjawiska określanego „gwiazdą betlejemską”

¹³ QJRAS (1993), 34, pp. 21-32.

z pieca, wprowadza nas w zdziwienie. Takie zobrazowanie nie powstanie przez następne kilkadziesiąt lat. Co się wydarzyło, że na pustej płamie nieba pokazuje się „złota gwiazda”? Czy tak filozofowie XIII wieku widzieli „wyziwną”, gazową naturę komet? Skąd u mistrza detalu, Giotto, pochodzi motyw i forma „brodatej gwiazdy”.

„Gwiazda z warkoczem” z 1305 roku

Znamy odpowiedź na postawione pytanie, choć możemy ją przyjmować lub nie. Giotto był świadkiem wydarzeń z 1305 r., o których tak liczne cytaty i źródła zebrał Stanisław Lubieniecki ponad 300 lat później. Zjawisko było krótkotrwałe i według źródeł wystąpiło tuż przed Paschą, a ustąpiło po niej. Znamy datę Wielkanocy 1305 r., to 18 kwietnia (sobota) wedle kalendarza juliańskiego. Rozmiary nieszczęść jakie przyniosła owa kometa, nie mają porównania do innych opisywanych. Określana była jako „horrendum”. Ześląła ogniste kamienie z przestworzy, a jej efektem były spalone lasy, wypalona ziemia. Dobytek doznał uszczerbku, ucierpiała „trzecia część ludzkości”. Obserwowano ją w Turynii i Saksonii w Niemczech. Nieszczęścia dosięgły Italię. Kronikarze cysterscy na Pomorzu pisali o ognistych deszczach. „Łowcy komet”, 400 lat później, rozważali, że musiała przejść bardzo blisko Ziemi, gdyż zniszczenia były znaczne. Najpierw w centrum uwagi uczonych, jako powracająca kometa, potem znika z rozpraw naukowych. Jaka była prawdziwa natura tego zjawiska? W drugiej połowie XIX wieku dostrzegają ją jednak inni badacze. Ich nazwiska to Chladni, Kesselmeyer, Greg, Klein. Wszyscy kolekcjonowali meteoryty i zestawiali w tabele wydarzenia związane ze spadkami meteorytów. W ich zestawieniach rok 1305 występuje w sposób systematyczny. Nikt nie był jednak w stanie wskazać dokładnego miejsca zdarzenia, nikt też nie znalazł pozostałości po „ognistych kamieniach z przestworzy”. „Gwiazda z warkoczem” z 1305 r. jako zjawisko meteorytyczne, pomimo swej niewątpliwie, kometarnej sławy ponownie ulega zapomnieniu.

Bolid wielkopolski

Pojęcie bolid wielkopolski to idea nowa, wprowadzona przez autora

w 2010 r. Czy bolid wielkopolski był „horrendalną” wielkanocną „gwiazdą z warkoczem” z roku 1305? Wydaje się, że tak. Czym jednak jest bolid wielkopolski? Najlepszą odpowiedzią na postawione pytanie jest teza Bartoszewicza¹⁴ z 1981 roku, w której stwierdzono, że znaleziska meteorytów z Tabarzu (Niemcy), Przelazów koło Świebodzina i Moraska koło Poznania mogły należeć do jednego deszczu meteorytowego. O ile meteoryt Tabarz nie wytrzymał próby czasu i zdecydowanie wypadł z rozważań o tożsamości z meteorytami Seeläsgen (Przelazy) i Morasko, to od 2005 r. do hipotezy dołączył meteoryt Jankowo Dolne uprawiający jego ideę w nieco innym zasięgu geograficznym. Biorąc pod uwagę znaczną łączną masę znalezisk Przelazów i Moraska, niewątpliwie mamy do czynienia, z dużym zjawiskiem bolidowym. Najlepszym dla niego porównaniem jest spadek meteorytu Sichte-Alin. Zapiski o dramatycznym rozległym charakterze komety z Wielkanocy 1305 r. można również wiązać z dużym zjawiskiem bolidowym. Pozostaje pokazanie, że oba zjawiska są jednością. Najnowsze badania dotyczące datowania warstw wzbogaceń metalicznych w profilach torfów z Przelazów koło Świebodzina, obok linii datowanych na kilka tysięcy lat, podają warstewkę kilkusetletnią¹⁵. Jej źródłem może być właśnie duże zjawisko bolidowe. Odnalezienie w 2011 r. w ilach poznańskich 30-kilogramowego okazu Moraska przez ekipę „Meteorite Men” kręcącą film o „deszczu moraskim”, także powinno zmienić perspektywę postrzegania momentu deponowania meteorytów. Ta zmiana optyki czasowej musi towarzyszyć współczesnym badaniom meteorytu Morasko, i innych, w szczególności w zakresie dynamiki procesów korozyjnych w środowisku ich składowania, co może pomóc w określeniu ram czasowych przebywania spadłych okazów w gruncie. Optymistycznie należy widzieć badania datowań osadów organicznych w obszarze spadku i korelowanie ich z wydarzeniami odnotowanymi w kronikach.

„Nowe perygeum”

Pozostaje skomentować „złotą

gwiazdę” z Padwy wymalowaną ręką Giotto. Informacja o strasznej komecie z 1305 r. szybko dotarła na południe Europy. Być może też była obserwowana z Alp. Jej wielkanocna pora musiała być wstrząsem i znakiem dla społeczeństw, powierzających swój los Wszechmocnemu. Obserwacje i doniesienia miały niewątpliwie wpływ na samego Giotto, który jeszcze nie skończył malowideł w kaplicy Scrovegnich, choć konsekracja świątyni nastąpiła trzy tygodnie¹⁶ przed boskim „horrendum”. Pojawienie się znaku z nieba, w dzień ukrzyżowania Pańskiego (piątek to pojawienie się komety), malarz odczytał jednoznacznie i umieścił owo fatum w pustym polu nieba w „Pokłonie Trzech Króli”, nie tylko jako gwiazdę betlejemską, ale również boską przestrożę. Wyjątkowe znaczenie Adoracji w teologii chrześcijańskiej rozumiał doskonale. „Gwiazdę z warkoczem” namalował tak, jak powinien namalować Giotto, realistycznie, ukazując impet i moc zjawiska, siłę ognia, podkreślaną rozbłyskami iskier. Nie jest to mglista, półprzeźroczysta natura komety znana doskonale jemu i współczesnym. Kto wie, czy w ten oto sposób, sam Giotto nie uwiecznił bolidu wielkopolskiego.

Nasze rozważania rozpoczęliśmy od *Theatrum Cometicum* Lubienieckiego. Doprowadziły nas one do znalezisk nieoczekiwanych, nawet sensacyjnych. Od pasjonujących losów komety Halleja, poprzez koncepcję rozległego, europejskiego zjawiska bolidowego, a kończąc na niezwykłym malowidle Giotto, które chcielibyśmy nazywać Bolidem wielkopolskim. Ta historia, zupełnie jak podróż komety w Układzie Słonecznym, ma swoje „nowe perygeum” w postaci najnowszych badań meteorytów Morasko i Przelazy. Bądźmy otwarci, jak Lubieniecki i nie zapominajmy go, gdyż być może on właśnie powinien nosić tytuł „Ojca meteorytyki polskiej”.

Wiesław Czajka z zawodu jest geologiem, geodetą, hydrografem morskim oraz kartografem. Autor licznych publikacji z kultury, historii, hydrografii morskiej, geologii i meteorytyki. W zarządzie Polskiego Towarzystwa Meteorytowego pełni funkcję skarbnika.
Kontakt: vanellus@vanellus.com.pl

¹⁴ Porównaj METEORYT 2001 zeszyt 4.

¹⁵ Stankowski Wojciech, Meteoryt Morasko. Osobliwość obszaru Poznania. Wydawnictwo Naukowe UAM, 2008.

¹⁶ Kaplica poświęcona została 25 marca 1305 roku według kalendarza juliańskiego

Pracownie przechowywania antarktycznych meteorytów NASA

K. Richter, C. Satterwhite, K. McBride, i R. Harrington

Artykuł ukazał się najpierw w METEORITE Vol. 17 No. 3. Copyright: ARKANSAS CENTER FOR SPACE & PLANETARY SCIENCES, 2011

Meteority spadają na Ziemię w sposób przypadkowy, ale najlepszym miejscem, by je systematycznie zbierać, jest Antarktyda (Cassidy, 2003), gdzie mogą one gromadzić się błękitnym lodzie lub na morenach. W roku 1969 japońska ekspedycja znalazła na niewielkiej powierzchni koło gór Yamato dziewięć meteorytów (pięciu różnych typów) (Yoshida, 2010). Skłoniło to USA i Japonię do zorganizowania kilku wspólnych ekspedycji poszukiwawczych poczynając od roku 1976. Po pierwszych trzech latach wspólnych poszukiwań USA i Japonia utworzyły własne programy poszukiwań w różnych częściach Antarktydy. Od owego czasu program terenowych poszukiwań USA, zwany ANSMET (Antarctic Search for Meteorites = Antarktyczne Poszukiwania Meteorytów), objął 34 sezony w terenie, czego owocem było odnalezienie blisko 20000 meteorytów.

Amerykańskie zbieranie meteorytów na Antarktydzie jest prowadzone wspólnie przez NASA, Narodową Fundację Nauki (NSF) i Smithsonian Insti-

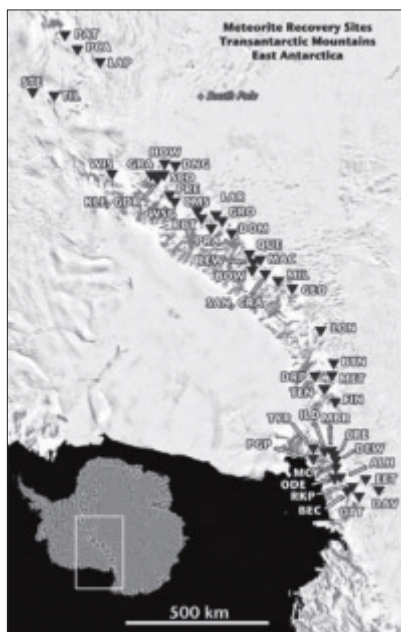
tution. NSF, mająca dziesięciolecie doświadczeń w środowiskach polarnych, dostarcza wsparcie dla poszukiwań i zbierania meteorytów w terenie. Meteority są zbierane przez zespoły naukowe NSF działające przy stacjach McMurdo lub Biegun Południowy. NASA i Smithsonian Institution, jako eksperci od przechowywania próbek księżycowych i okazów geologicznych, zajmują się klasyfikowaniem, przechowywaniem i dystrybucją antarktycznych meteorytów. Opis pierwszych założeń programu i szczegóły kurateli opublikowano w Antarctic Meteorite Newsletter tom 1 numer 1 (June 1978), a także w streszczeniu, jakie zrobili Borgard i Annestad (1980).

Zespoły terenowe ANSMET odwiedziły blisko 60 odrębnych regionów w Górach Transantarktycznych i wzdłuż nich (Fot. 1). Pod kierownictwem głównego badacza (PI) ANSMET Billa Cassidy'ego, między rokiem 1977 a 1994 odwiedzono regiony Elephant Moraine (EET), Allan Hills (ALH), Lewis Cliff (LEW), MacAlpine Hills (MAC) i Queen

Alexandra Range (QUE) (Cassidy et al., 1992). Pod kierownictwem obecnego PI, Ralpha Harveya, dodano bogate obszary zbierania jak Graves Nunatak (GRA), Grosvenor Mountains (GRO), LaPaz Icefield (LAP), Meteorite Hills (MET) i Miller Range (MIL) (Harvey, 2003). Zespoły ANSMET odnalazły do sezonu 2010–2011 łącznie blisko 20000 okazów, z których ponad 18000 sklasyfikowano. 96 % to były chondryty, a 4 % achondryty. W tej liczbie znalazły się 24 meteority z Księżyca i 12 z Marsa.

Od roku 1977, program ANSMET wysyła wszystkie meteority zamrozo-

ne do JSC, gdzie są one umieszczane w laboratorium klasy czystości 1000 (Fot. 2). Próbkę są rozmrażane w pojemniku wypełnionym azotem, gdzie wszelka wilgoć, woda czy lód znajdujące się w próbce są wymiatane przez ciągły strumień azotu. W ten sposób unika się utleniania metalu czy przeobrażeń niskotemperaturowych minerałów matriks. Po rozmrożeniu próbki są obrabiane albo w innym pojemniku z azotem (w przypadku chondrytów węglistych i meteorytów z Marsa), albo w komorze laminarnej (wszystkie pozostałe typy). Większość meteorytów jest przechowywana w nylonowych lub teflonowych torebkach w pojemnikach



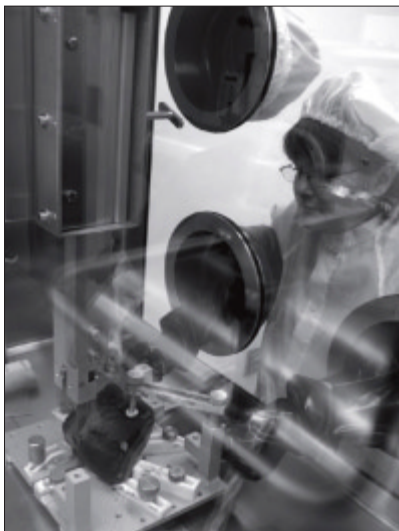
Fot. 1. Miejsca zbierania meteorytów w ramach Antarktycznego Programu Meteorytowego USA.



Fot. 2. Laboratorium obróbki Meteorytów Antarktycznych w Johnson Space Center. Widoczne są wypełnione azotem gabloty do obróbki z rękawicami, zapewniające bezpieczne, ochronne środowisko do obróbki próbek meteorytów.

wypełnionych azotem, ale duża liczba okazów w kolekcji sprawiła, że mniejsze i bardziej pospolite zrównoważone chondryty zwyczajne są przechowywane w gablotach z dostępem powietrza (nadal w torebkach nylonowych). Te sterylne warunki przechowywania i obróbki minimalizują możliwość dodatkowych zanieczyszczeń próbek podczas magazynowania i badań.

Personel Pracowni Obróbki Meteorytów w JSC zajmuje się wstępną obróbką i opisywaniem, co obejmuje fotografowanie, ważenie i opisywanie okazów. Fragmenty okazów są następnie wysyłane do Smithsonian Institu-



Fot. 3. Gablota z piłą taśmową w laboratorium obróbki meteorytów. Piła taśmowa jest umieszczona w wypełnionej azotem skrzyni z rękawicami, co pozwala operatorowi ciąć próbki na sucho i w środowisku z obojętnym gazem. Pył po cięciu jest zbierany i przechowywany wraz z innymi odłamkami meteorytów. W trakcie trwania programu przepiłowano blisko 100 meteorytów.

tion do sklasyfikowania przez meteorityków z Działu meteorytów Wydziału Nauk Mineralnych.

Małe kawałki zrównoważonych chondrytów zwyczajnych (EOC) rozkrusza się i wyznacza skład oliwinu na podstawie pomiaru współczynnika załamania światła. W przypadku meteorytów, które nie są EOC, robi się płytki cienkie i klasyfikuje się przy pomocy obserwacji petrograficznych połączonych z mikrosondową analizą kluczowych minerałów (McCoy et al., 2008). Dane uzyskane i w JSC i w Smithsonian podaje się łącznie w wydawanym co pół roku Antarctic Meteorite Newsletter, ogłaszając, że nowe próbki są dostępne: <http://curator.jsc.nasa.gov/antmet/index.cfm>. Grupy w JSC i Smithsonian starają się uzyskiwać tylko te dane, które są niezbędne do sklasyfikowania nowych meteorytów, co pozwala na informowanie badaczy meteorytów o nowym materiale, o który mogą poprosić do bardziej szczegółowych badań.

Zasady zamawiania próbek opublikowane są online na: <http://curator.jsc.nasa.gov/antmet/samreq.cfm>. Dwa razy w roku, częściowo w odpowiedzi na pojawienie się nowych okazów ogłoszonych w Newsletter, a częściowo ze względu na trwające badania materiałów w kolekcji, Meteorytowa Grupa Robocza (MWG) spotyka się, by rozpatrzyć zamówienia. MWG nadzoruje kolekcję i pomaga ocenić te zamó-

wienia na próbki, które nie mogą być rozpatrywane jednostronnie przez kustosza NASA. Zamówienia, które kwalifikują się do nadzoru MWG, dotyczą: małych okazów (< 30 g), okazów świeżo ogłoszonych i okazów znajdujących się na specjalnej liście ochronnej. Ta lista jest aktualizowana na każdym spotkaniu i obejmuje rzadkie okazy i próbki szczególnie interesujące pod względem naukowym, na które z reguły jest wiele zamówień, i w których przypadku może być potrzeba koordynowania ocen zamówień. Obecnie ta specjalna lista zawiera około 90 meteorytów.

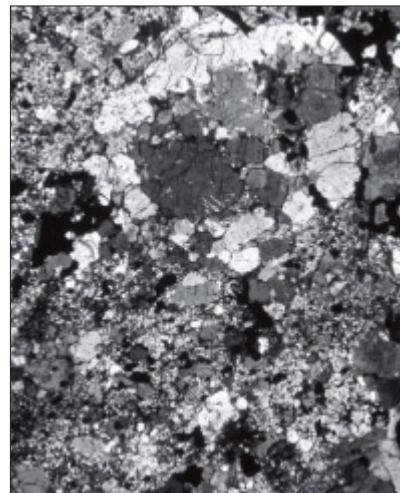
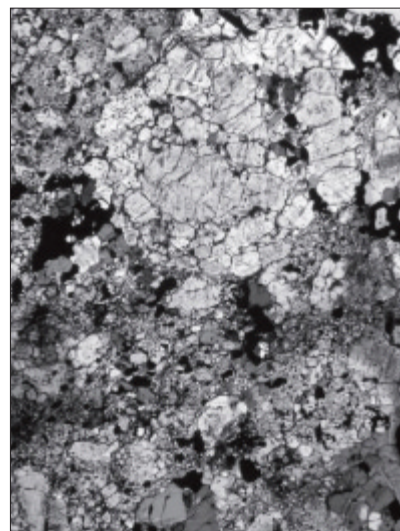
Po zaakceptowaniu zamówienia JSC pracownicy przygotowują zamówione próbki. Ogólnie stosuje się cztery sposoby przygotowania. Pierwszy, najczęstszy sposób, to odłupanie fragmentu meteorytu przy pomocy dłuta, lub małej kruszarki hydraulicznej. Drugi, jeśli zamówienie dotyczy określonego minerału lub rodzaju skały, próbki są wybierane ręcznie pod kątem danego badania. Trzeci, gdy z danego meteorytu trzeba przygotować wiele próbek (Fot. 3), to mogą być one odpilowane. Od 1977 r. pocięto w JSC piłą blisko 100 meteorytów, ale obecnie robi się to tylko kilka razy w roku. Piła taśmowa jest w gablocie z azotem i nie jest używany w niej żaden płyn – cięcie odbywa się na sucho. Wreszcie JSC ma w pełni wyposażoną pracownię płytek cienkich, która przez czas trwania programu przygotowała dla badaczy tysiące płytek cienkich i zgładów (Fot. 4).

Z rosnącym rozwojem technik mikroanalitycznych jest coraz większe zapotrzebowanie na płytki cienkie i zgłady, co wymaga od JSC wytwarzania wielu dodatkowych płytek dla kolekcji, która szybko się rozrasta co roku. Stosując te cztery ogólne sposoby pracownicy JSC wysłali w sumie około 17000 próbek meteorytów do ponad 500 naukowców całego świata.

NSF, Smithsonian Institution, i NASA przygotowały zestawy próbek, z których każdy składał się z 12 petrograficznych płytek cienkich meteorytów i tarczy zawierającej sześć małych, zatopionych próbek meteorytów. Zestawy próbek są dostępne dla instytucji edukacyjnych zajmujących się naukami geologicznymi. Ten program oferuje płytki cienkie meteorytów do opisywania przez studentów mających pewne umiejętności w zakresie petrografii. Instrukcje dotyczące sposobu

składania wniosków o wypożyczenie tych próbek są na stronie: <http://ares.jsc.nasa.gov/ares/lmdp/index.cfm> Zbiór antarktycznych meteorytów USA jest różnorodny i oferuje materiały do wielu różnych aspektów badań planet, jak wiek Układu Słonecznego i wczesna dyferencjacja planet i ich zarodków, ewolucja stopnia utlenienia materiałów wewnętrznej części Układu Słonecznego oraz szczegółowe informacje o Księżycu i Marsie. Od roku 1977 zamawiano i transportowano setki razy wiele próbek i podpróbek meteorytów.

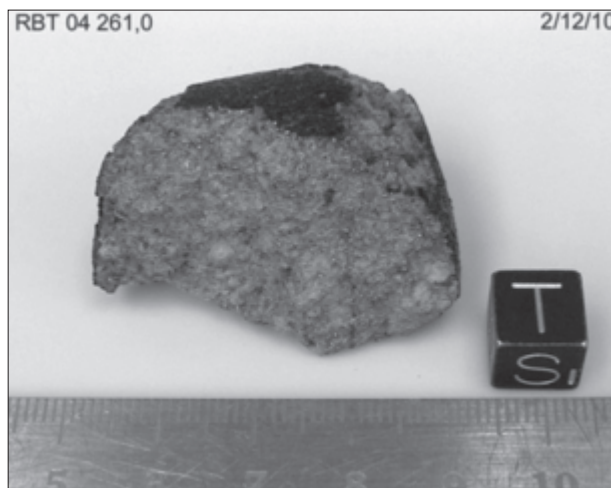
Niewielki procent meteorytów pochodzi z Księżyca i Marsa, co wywnioskowano na podstawie petrologicznych i geochemicznych wskázówek uzyskanych dzięki wizytom astronautów Apolla na Księżycu i lądowników Viking na Marsie (np. Marvin, 1983; Bogard et al., 1984; Fot. 5). W ostatnim czasie



Fot. 4. Widok przy polaroidach równoległych (wyżej) i skrzyżowanych (niżej) niezwykłego chondrytu R – La Paz Icefield (LAP) 04840 – jedyne w swoim rodzaju chondrytu zawierającego hornblendę i biotyt, którego pochodzenie pozostaje nieznane. Szerokość pola widzenia 3 mm. Barwne wersje są na okładce „Meteorite”.



Fot. 5. Widok wnętrza meteorytu księżycowego Miller Range (MIL) 05035. Ta próbka zawiera maskelynit, ma 3,9 mld lat i jest fragmentem Księżyca, którego cechy nie przypominają żadnego okazu z przywiezionych przez wyprawę Apollo.



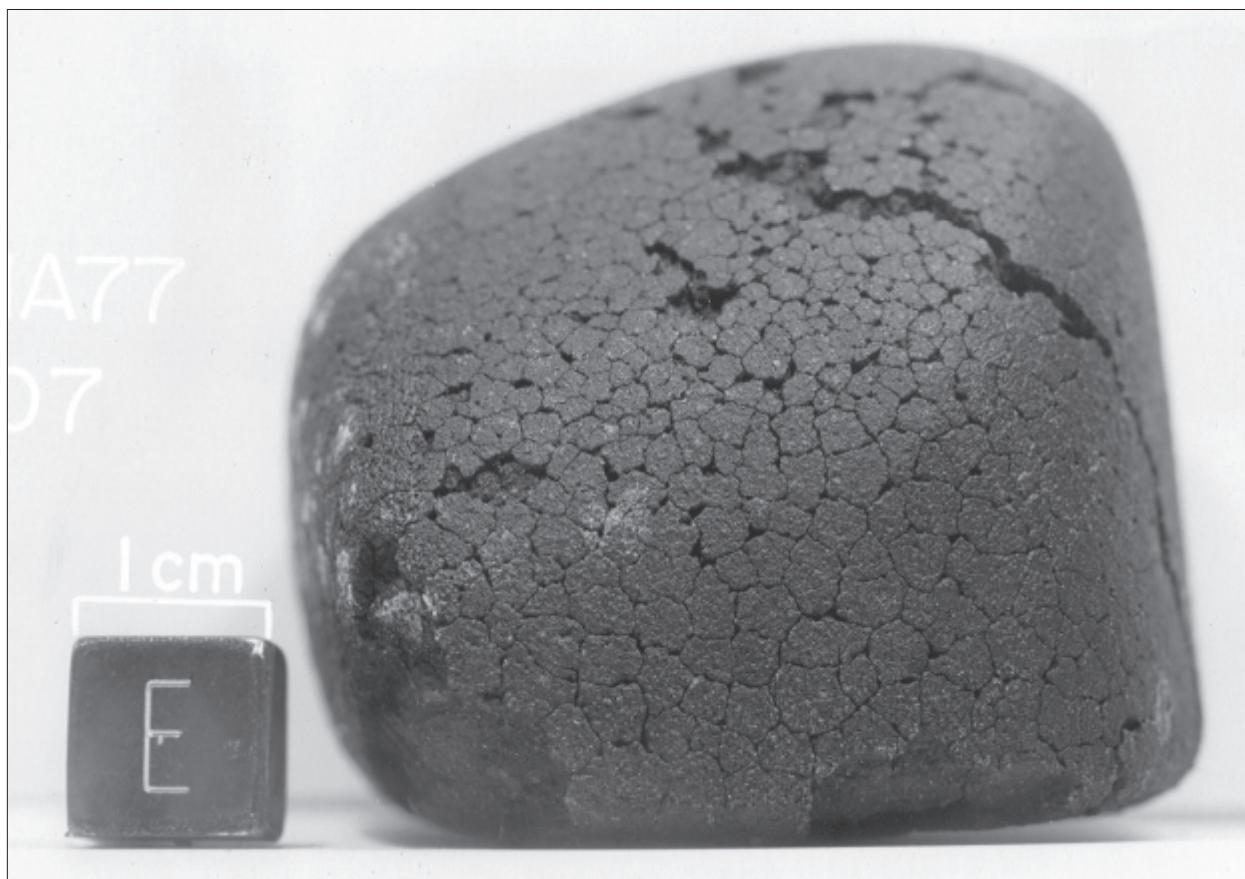
Fot. 6. Widok wnętrza marsjańskiego meteorytu Roberts Massif (RBT) 04261 – shergottytu, który jest pośredni między shergottytami oliwinowymi a lherzolitowymi. Na tym zdjęciu widoczne są bardziej gruboziarniste obszary.

jedną z ważniejszych próbek jest marsjański meteoryt MIL 03346 – pierwszy nakhlit pozyskany do zbiorów USA (Fot. 6). Od jej udostępnienia w roku 2004 ta próbka była bardzo wszechstronnie badana i wypożyczana ponad 70 naukowcom. Podobnie rozpoznanie wśród grup meteorytów księżycowych mieszanych bazaltowych i skalenio- wych brekcji (np. ALH A81005; Marvin, 1983) było ogromnym źródłem nowych informacji o materii księżycowej. Pochodzące prawdopodobnie

z jednego spadku księżycowe meteoryty EET 87521 i 96008 (Delaney, 1989; Anand et al., 2003) są dobrymi przykładami, jak meteoryty księżycowe wciąż dostarczają informacji o pochodzeniu i ewolucji Księżyca, i ładnie uzupełniają to, co zostało dostarczone przez próbki statków Apollo i Luna, oraz sondy prowadzące obserwacje z orbity wokół Księżyca.

Chociaż meteoryty z Księżyca i z Marsa były najczęściej zamawiane przez naukowców, to jest trochę chon-

drytów i achondrytów z planetoid, które były badane przez wielu naukowców od roku 1977. Prymitywne chondryty badano szukając przedśłonecznych ziaren zawierających anomalie izotopowe nabyte w otoczeniu gwiazd (Fot. 7). W chondrytach CR i CM udokumentowano związki będące cegiełkami dla pierwszych form życia i procesów biologicznych, podobne do uzyskiwanych w eksperymentach syntezy biologicznej. Ponadto w minionych latach kolekcja pomogła w zdefiniowaniu no-



Fot. 7. Chondryt węglisty (CO3) Allan Hills (ALH) 77307, w którym znaleziono i badano nanometrowej wielkości ziarna przedśłoneczne.

wych grup takich jak angryty (LEW 86010 i LEW 87051), brachinity (ALH 84025), oraz lodranyty i acapulcoity (np. McCoy et al., 2006). Wśród chondrytów antarktyczne okazy pomogły zdefiniować utlenione grupy takie jak chondryty CK i R (np. Righter and Neff, 2007), a także bardziej niezwykle i rzadko spotykane zredukowane chondryty węgliste takie jak CH i CB chondrites (np. Scott et al., 1988).

Poza tymi dobrze zdefiniowanymi grupami pozostaje duża liczba niezgrupowanych i bardzo niezwykłych meteorytów, które są tajemnicze, ale zarazem ilustrują rodzaje różnej materii, jakie możemy napotkać w wewnętrznej części Układu Słonecznego. Są na przykład chondryty o wysokiej zawartości metalu (GRO 95551; Weisberg et al., 2001), chondryty węgliste (LEW 85332; Rubin and Kallemeyn, 1990, MAC 88107 i MAC 87300; Russell et al., 2000), oraz chondryt R zawierający hornblendę i biotyt (LAP 04840; McCanta et al., 2008; Ota et al., 2009), z których wszystkie pozostają niezgrupowane lub anomalne w znacznym stopniu. Podobnie są achondryty, które nie mogą być właściwie pogrupowane, takie jak GRA 06128 i 06129 (być może powiązany z brachinitami; Shearer et al., 2008; Day et al., 2009) i QUE 93148, który może być spokrewniony z pallasytami lub klanem HED (Goodrich and Righter, 2000).

Antarktyczna kolekcja meteorytów pomogła także lepiej zrozumieć powiązania planetoid z meteorytami. Większość meteorytów pochodzi z pasa planetoid, a niektóre możemy powiązać z określonymi planetoidami (4 Westa i meteoryty z grupy howardytów, eukrytów i diogenitów (HED); Binzel and Xu, 1993 oraz 19 Fortuna i chondryty CM; Burbine, 1998). Liczne chondryty zwyczajne, enstatytowe i węgliste wykorzystano do uzyskania widm dla porównań z wynikami obserwacjami planetoid z Ziemi i ze statków kosmicznych. (np. 2867 Steins i aubryty; Nedelcu et al., 2007). Zainteresowanie meteorytami HED stale rosło od roku 2007 dzięki wyprawie sondy NASA, o nazwie Dawn do planetoidy 4 Westa. Ponieważ uważa się, że te meteoryty pochodzą z 4 Westa, to są one intensywnie badane, by porównać wyniki z danymi z sondy Dawn badającej z bliska tę planetoidę (np. Mayne et al., 2009).

Bibliografia

- Anand M., Taylor L. A., Neal C. R., Snyder G. A., Patchen A., Sano Y., Terada K., 2003. Petrogenesis of lunar meteorite EET 96008. *Geochim. Cosmochim. Acta* 67, 3499–3518.
- Antarctic Meteorite Newsletter, Volume 1, Number 1, June 1978 online at: <http://curator.jsc.nasa.gov/antmet/amn/amn.cfm>.
- Binzel, R.P., Xu, S., 1993. Chips off asteroid 4 Vesta: Evidence for the parent body of basaltic achondrite meteorites. *Science* 260, 186–191.
- Bogard, D.D., Annexstad, J.O., 1980. Curation and allocation procedures. In Marvin, U.B., Mason, B. (Eds.), *Catalog of Antarctic Meteorites, 1977–1978*. Smithsonian Contrib. Earth Sciences 23, pp. 8–12.
- Bogard D.D., Nyquist, L.E., Johnson, P., 1984. Noble gas contents of shergottites and implications for the Martian origin of SNC meteorites. *Geochim. Cosmochim. Acta* 48, 1723–1739.
- Burbine T. H. (1998) Could G-class asteroids be the parent bodies of the CM chondrites? *Meteorit. Planet. Sci.* 33, 253–258.
- Cassidy, W.A., 2003. *Meteorites, Ice, and Antarctica*. Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- Cassidy, W., Harvey, R.P., Schutt, J., Delisle, G., Yanai, K., 1992. The meteorite collection sites of Antarctica. *Meteoritics* 27, 490–525.
- Day, J.M.D., Ash, R.D., Liu, Y., Bellucci, J.J., Rumble, D., III, McDonough, W.F., Walker, R.J., and Taylor, L.A., 2009. Early formation of evolved asteroidal crust. *Nature* 457, 179–182.
- Delaney, J.S., 1989. Lunar basalt breccia identified among Antarctic meteorites. *Nature* 342, 889 – 890.
- Goodrich C.A., Righter K., 2000. Petrology of unique achondrite Queen Alexandra Range 93148: A piece of the pallasite (howardite-eucrite-diogenite?) parent body? *Meteorit. Planet. Sci.* 35, 521–535.
- Harvey, R.P., 2003. The origin and significance of Antarctic meteorites. *Chemie der Erde – Geochemistry* 63, 93–147.
- Marvin, U.B., 1983. The discovery and initial characterization of Allan Hills 81005: The first lunar meteorite. *Geophys. Res. Lett.* 10, 775–778.
- Mayne, R.G., McSween Jr., H.Y., McCoy, T.J., Gale A., 2009. Petrology of the unbrecciated eucrites. *Geochim. Cosmochim. Acta* 73, 794–819.
- McCanta, M. C., Treiman, A.H., Dyar, M.D., Alexander, C.M.O'D., Rumble, D., Essene, E.J., 2008. The LaPaz Icefield 04840 meteorite: Mineralogy, metamorphism, and origin of an amphibole and biotite-bearing R chondrite. *Geochim. Cosmochim. Acta* 72, 5757–5780.
- McCoy, T.J., Welzenbach, L.C., Corrigan, C.M., 2008. Antarctic meteorites: Exploring the solar system from the Ice. *Smithsonian at the Poles*, 387–394.
- McCoy, T.J., Carlson, W.D., Nittler, L.R., Stroud, R.M., Bogard, D.D., Garrison, D.H., 2006. Graves Nunataks 95209: A snapshot of metal segregation and core formation. *Geochim. Cosmochim. Acta* 70, 516–531.
- Nedelcu, D. A., Birlan, M., Vernazza, P., Binzel, R.P., Fulchignoni, M., Barucci, M.A., 2007. E-type asteroid (2867) Steins: flyby target for Rosetta. *Astronomy and Astrophysics* 473, L33–L36.
- Ota, K., Mikouchi, T., Sugiyama, K., 2009. Crystallography of hornblende amphibole in LAP 04840 R chondrite and implications for its metamorphic history. *Jour. Mineral. Petrol. Sci.* 104, 215–225.
- Righter, K., Neff, K.E., 2007. Temperature and oxygen fugacity constraints on CK and R chondrites and implications for water and oxidation in the early solar system. *Polar Sci.* 1, 25–44.
- Rubin, A.E., Kallemeyn, G.W., 1990. Lewis Cliff 85332 – A unique carbonaceous chondrite. *Meteoritics* 25, 215–225.
- Russell, S.S., Davis, A.M., MacPherson, G.J., Guan, Y., Huss, G.R., 2000. Refractory inclusions from the ungrouped carbonaceous chondrites MAC 87300 and MAC 88107. *Meteorit. Planet. Sci.* 35, 1051–1066.
- Scott, E.R.D., 1988. A new kind of primitive chondrite, Allan Hills 85085. *Earth Planet. Sci. Lett.* 91, 1–18.
- Shearer, C.K., Burger, P.V. Neal, C.R., Sharp, Z., Borg, L.E., Spivak-Birndorf, L., Wadhwa, M., Papike, J.J., Karner, J.M., Gaffney, A.M., Shafer, J.A., Weiss, B.P., Geissman, J.W., Fernandes, V.A., 2008. A unique glimpse into asteroidal melting processes in the early solar system from the Graves Nunatak 06128/06129 achondrites. *Amer. Mineral.* 93, 1937–1940.
- Weisberg, M.K., Prinz, M., Clayton, R.N., Mayeda, T.K., Sugiura, N., Zashu, S., Ebihara, M., 2001. A new metal-rich chondrite grouplet. *Meteorit. Planet. Sci.* 36, 401–418.
- Yoshida, M., 2010. Discovery of the Yamato Meteorites in 1969. *Polar Sci.* 3, 272–284.

Więcej informacji:

Obecny program ANSMET jest przedstawiony na stronie: <http://geology.cwru.edu/~ansmet/>.

Antarctic Meteorite Newsletter: <http://curator.jsc.nasa.gov/antmet/index.cfm>.

Zasady zamawiania próbek: <http://curator.jsc.nasa.gov/antmet/samreq.cfm>.

Instrukcje składania wniosków o wypożyczenie próbek edukacyjnych: <http://ares.jsc.nasa.gov/ares/lmdp/index.cfm>



Późniejsza historia krateru meteorytowego Odessa

Tom Rodman

Artykuł ukazał się najpierw w METEORITE Vol. 18 No. 1. Copyright: ARKANSAS CENTER FOR SPACE & PLANETARY SCIENCES, 2012

Na początku tytułu tego artykułu umieściłem słowo „późniejsza”, ponieważ chciałbym zachęcić czytelników do zapoznania się z wcześniejszą pracą Brandona Barringera, która ukazała się w „Meteoritics”, Vol. 3 No 4, w grudniu 1967 r. Dotyczyła ona wcześniejszej historii krateru Odessa począwszy od roku 1926 i jest bardzo interesująca ze względu na związek rodziny Barringerów z tym kraterem. Ten artykuł dotyczy późniejszej historii krateru, w której miałem szczęście uczestniczyć.

Moja rodzina przeniosła się do Odessy w roku 1932, gdy miałem rok. Podczas „niedzielnich wycieczek” odwiedzałem z rodziną krater i wcześniej i w latach 1940–1941, gdy Glen Evans z małą grupą pracowników WPA mieszkał w namiotach badając krater. Pod koniec lat czterdziestych, będąc w szkole średniej, odwiedziłem krater i zszedłem do głębokiego na 165 stóp szybu, który Evans wykopał szukając głównej masy. Szyb był oszalowany drewnem (dwucalowa tarcica nasączona kreozotem), a dostęp umożliwiało 11 wyłożonych deskami poziomów połączonych drabinami 2 × 8 stóp i 2 × 4 stopy.



Wejście: sztyl i brama.

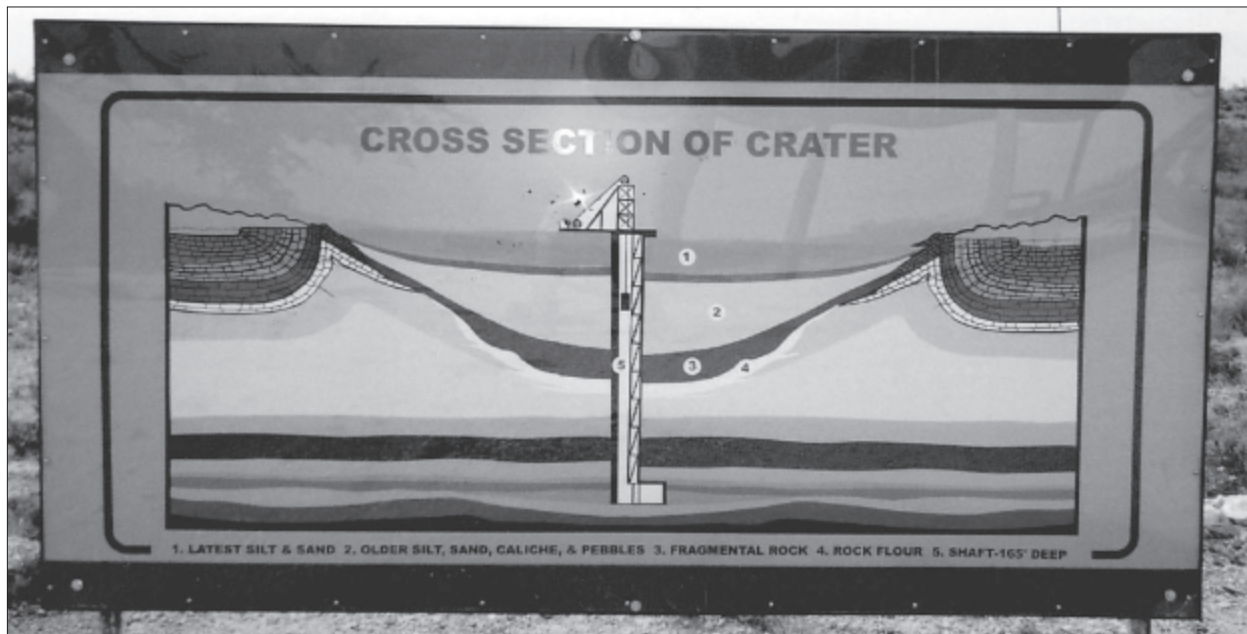
W 1952 roku szyb został podpalony (celowo lub przypadkiem) i całe to drewno jest teraz 30-stopową warstwą węgla drzewnego na dnie. Dla bezpieczeństwa władze hrabstwa Ector przykryły szyb betonową płytą.

Izba Gospodarcza Odessy od lat czterdziestych chciała zrobić z krateru atrakcję turystyczną, ale ten intensywnie badany krater dla większości ludzi był po prostu tylko dziurą w ziemi.

W roku 1960 wszedłem w posiadanie

nie około 300 funtów meteorytów Odessa. Meteoryty były czymś, czego większość ludzi nigdy nie widziała, więc zdecydowaliśmy, że nadszedł czas na zrobienie muzeum, by pokazać meteoryty. Pozyskano fundusze z publicznej zbiórki i zbudowano małe muzeum, które otworzono dla publiczności w roku 1962.

Budynek muzeum był niedużym, betonowym blokiem o wymiarach 16 na 30 stóp. Podzielony został na dużą



Przekrój Evansa

salę wystawową, niewielkie biuro i magazyn i dwie małe toalety. Na wystawie były reprezentatywne okazy czterech syderytów, jeden pallasyt, osiem chondrytów, trzy lokalizacje tektytów, stożki uderzeniowe, coesyty i szkliwo z kraterów Wabar.

Na otwarciu Muzeum wykład inauguracyjny wygłosił Paul Purser z NASA. Właścicielem i zarządcą Muzeum była teksańska korporacja Odessa Meteoritical Society, Inc.

Gdy plany budowy Muzeum podało do publicznej wiadomości, informacja o tym dotarła do Oscara Monniga z Fort Worth, bogatego właściciela supermarketu, który bardzo interesował się meteorytami i miał ich bogatą kolekcję. Oscar skontaktował się ze mną i namówił mnie do zapisania się do Meteoritical Society, o którym nigdy wcześniej nie słyszałem, ale które stało się powodem, że nasza lokalna organizacja została nazwana Odessa Meteoritical Society. Oscar przekonał mnie także, że powinienem zorganizować spotkanie Meteoritical Society w Odessie i być jego gospodarzem. Jako członek Odeskiej Izby Gospodarczej chętnie się na to zgodziłem wiedząc, że dla małego miasteczka taka prestiżowa, międzynarodowa konferencja będzie doskonałą reklamą.

Zapisałem się do Meteoritical Society i zaplanowałem udział w konferencji w roku 1964 w Tempe w Arizonie. Polecałem do Tempe i gdy wszedłem do sekcji transportu naziemnego, była tam tylko jedna osoba, Brian Mason. Poznałem go, bo czytałem jego książkę. Przedstawiłem się i wzięliśmy razem taksówkę.

Konferencja była bardzo interesująca i przyjemna, ale będąc z zachodniego Teksasu byłem zaskoczony faktem, że na zakończenie każdego dnia konferencji nie było żadnego spotkania przy barze. Rozmawiając z prezesem, Peterem Millmanem,

spytałem, czy sądzi, że byłoby możliwe mieć otwarty bar. Zgodził się, że tak, więc zrobiliśmy to i odtąd amatorom drinków nigdy baru nie brakowało. Na każdej konferencji, na której byłem później, było coctail party, a gdy Paul Pellas zorganizował konferencję we Francji, doroczny bankiet odbył się w dużej jaskini w wapiennej skale, która służyła za piwnicę na wina. To był mój największy wkład do Meteoritical Society.

Atrakcją konferencji w Odessie, w roku 1965, była wycieczka do krateru Odessa i Muzeum, gdzie Peter G. Sanchez, z National Park Service, przemawiał przy osłonięciu tablicy informującej, że Krater Meteorytowy Odessa jest Rejestrowanym Narodowym Pomnikiem Przyrody, pierwszym z dwudziestu, jakie w końcu ustanowiono w Teksasie. Glen Evans przestawił na konferencji pracę i poprowadził wycieczkę do krateru Odessa. Inną wycieczkę zorganizowano autokarem do struktury uderzeniowej Sierra Madre, gdzie każdy uczestnik otrzymał duży, płócienny worek i sposobność zebrania nieograniczonej liczby stożków uderzeniowych. Przewodnikiem tej



Pierwsze muzeum przy kraterze Odessa było otwarte od 1962 do 1978 r.

wycieczki był H. G. Wilshire z U.S. Geological Survey.

Muzeum i krater stały się popularną atrakcją turystyczną i przyciągnęły wielu zwiedzających. Były jednak na pustkowiu, z dala od zamieszkałych okolic, nie strzeżone w nocy. Z upływem lat wandalizm i kradzieże stawały się coraz większym problemem. W 1978 r. podjęto decyzję o zamknięciu muzeum i przeniesieniu zbioru meteorytów do biblioteki hrabstwa Ector.

W tym momencie właściciel ziemi, na której znajdował się krater, Teksas Pacific Land Trust, postanowił zrzec się odpowiedzialności za krater. Zaproponowali oni przekazanie krateru hrabstwu Ector, na co hrabstwo się zgodziło. Nowy właściciel rozebrał zdemolowany budynek muzeum i postawił wiatę piknikową ze stołami. Postawiono też dużą tablicę z przekrojem krateru i drugą z opisem powstania krateru. Tablice informacyjne na ścieżce wciąż były na swoim miejscu. Krater nadal przyciągał znaczną liczbę turystów. Na stojaku pod wiatą dostępne były broszury. Wandalizm też wciąż występował i taka sytuacja trwała do roku 2000.

W 2000 roku nasz przedstawiciel w zgromadzeniu ustawodawczym Teksasu otrzymał od Stanu Teksas grant na budowę muzeum. Było to najważniejsze wydarzenie w historii krateru od jego uformowania się 63000 lat temu. Za to ludzie z Odessy będą po wsze czasy wdzięczni George E. „Buddy” Westowi, który wystarał się o grant. Była to wielka strata, gdy Buddy zmarł w 2008 roku, ale zawsze będziemy o nim pamiętać.

Nowy budynek Muzeum został ukończony w roku 2002. Ma 43 na 90 stóp nie licząc wiaty dla samochodów po zachodniej stronie i zadaszonej powierzchni przed Muzeum z trzema stołami piknikowymi. Znajduje się na północnym brzegu krateru i jest zwrócony



Obecne Muzeum

na południe ku kraterowi. Na zachodnim brzegu, tam gdzie było pierwsze, mniejsze muzeum, są teraz dwa zadaszone miejsca na pikniki ze stołami.

We wschodniej połowie budynku Muzeum jest sala wystawowa, oraz mały pokój na biuro i magazyn.

Środkowa część Muzeum zawiera dwie przestronne, publiczne toalety

i przeszklony hall wejściowy z widokiem na krater.

Zachodnia część budynku zawiera mieszkania dla obsługi Muzeum. Obecnie są to Frances i Nathan Hankins, małżeństwo emerytów, którzy wykonują wspaniałą pracę. Ich mieszkania składają się z apartamentu z dwiema sypialniami i łazienkami i przestronną kuchnią i jadalnią.

Muzeum zostało oficjalnie otwarte 1 października 2002 r. z uroczystym przecięciem wstęgi. Przecinał ją kongresman Buddy West, któremu asystowali przedstawiciele władz hrabstwa Freddie Gardner, Wilmer Ray, Barbara Graff i Gregg Simmons, kongresman stanowy Earnest Angelo, sędzia hrabstwa Jerry Caddel, reprezentująca Izbę Gospodarczą Odessy Linda Terrell i ja, jako przedstawiciel Odessa Meteoritical Society.

Ważne dla Muzeum wydarzenie nastąpiło w marcu 2003 r., gdy służba Parku Narodowego zainstalowała ich duże, brązowe znaki na międzystanowej autostradzie 20, wskazujące ważną atrakcję turystyczną i zwracające uwagę na jej status narodowego pomnika przyrody. Pomógł w tym Glen Larum, wówczas pracujący w biurze Wydziału Teksaskich Autostrad w Odessie, i zawsze będziemy mu za to wdzięczni. Po umieszczeniu tych znaków za-



Przecięcie wstęgi

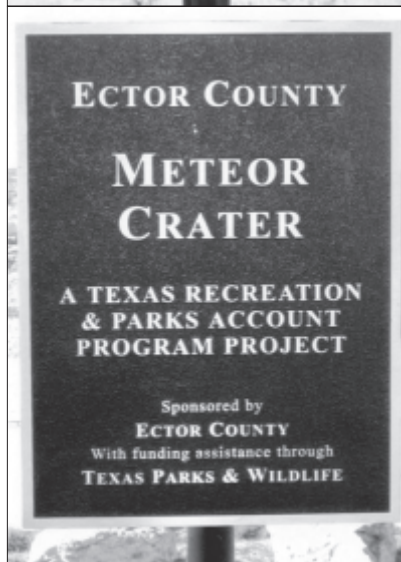
obserwowano podwojenie się frekwencji w Muzeum.

W kwietniu 2006 r. członkowie zarządu Odessa Meteoritical Society przegłosowali zmianę nazwy tej organizacji na Meteor Crater Friends, co lepiej wyraża rzeczywiste cele naszej organizacji. „Meteoritical” zawsze było dla wielu osób trudne do wymówienia w pierwszej chwili.

Świat nauki, jak sądzę, jest wdzięczny hrabstwu Ector za to, że krater stał się ważnym źródłem przyjemności i edukacji.

Tom całe życie mieszkał w Odessie, w Teksasie, z wyjątkiem siedmiu lat na Uniwersytecie Teksasu (zarządzanie, prawo) i dwóch lat w wojsku (wywiad, kwatera główna ONZ dowództwo Dalekiego Wschodu). Jest członkiem i byłym skarbnikiem Meteoritical Society, oraz organizatorem i prezesem Meteor Crater Friends, Inc. i konsultantem hrabstwa Ector odnośnie krateru meteorytowego Odessa i Muzeum.

nm



Trzy tablice (National Landmark, Ector county, Texas)



Tablica informująca o Narodowym Pomniku Przyrody na autostradzie międzystanowej 20.

Wystawa „Meteoryty przybysze z kosmosu” w Świdnicy

Jadwiga Biała, Tomasz Jakubowski

W Świdnicy na Dolnym Śląsku nie odnotowano spadku meteorytu, także w okolicy żadnego do tej pory nie znaleziono. Mamy jednak nadzieję, że ta sytuacja zmieni się, gdy mieszkańcy miasta i okolic obejrzą wystawę. Wystawa eksponowana jest w Muzeum Dawnego Kupiectwa i jest to miejsce odpowiednie. Wszak meteoryty, to nie tylko obiekty badań naukowych, lecz także przedmiot obrotu handlowego współczesnego kupiectwa, noszącego dziś z angielską brzmiącą nazwę. Kurator wystawy dr Radosław Skowron w aranżacji nawiązał do astronomicznych tradycji Świdnicy sięgających XVII wieku. Wtedy działała Maria Cunitia (1610–1664), astronom o europejskie sławie, obecnie nieco zapomniana. Jej wydane w roku 1650 dzieło „Urania propitia”, to opatrzone szerokim komentarzem tablice umożliwiające obliczanie położeń Słońca, Księżyca i planet. Uczona skonstruowała je tak, aby efemerydy można było z nich wyliczyć łatwiej niż na podstawie słynnych „Ta-

blic rudolfskich” Keplera. Maria Cunitia korespondowała z wieloma astronomami, także z Janem Heweliuszem. Kopie mapy północnej i południowej półkuli nieba z dzieła Heweliusza ozdabiają sufit nad ekspozycją. Drugi historyczny akcent stanowią portret oraz dzieła Ernesta Florensa Friedricha Chladniego (1756–1827): *Über den Ursprung der von Pallas gefundenen und anderer ihr ähnlicher Eisenmassen, und über einige damit in Verbindung stehende Naturerscheinungen* (O pochodzeniu znalezionej przez Pallasa i o innych podobnych masach żelaznych oraz o pewnych z tym związanych zjawiskach natury) i *Die Akustik* (Akustyka). Organizując wystawę mieliśmy w zamyśle cel edukacyjny – by odwiedzający dowiedzieli się jak wyglądają meteoryty. Chcieliśmy też ukazać ich różnorodność, oraz opowiedzieć trochę o ich pochodzeniu. Ekspozycja wzbogacona jest o postery, które przyporządkowane są do odpowiednich gablot. Stanowią one niejako interesujący przewodnik po wystawie. Na wystawie można

się dowiedzieć się, w jaki sposób można meteoryty rozpoznać, oraz zobaczyć, jakie je od siebie odróżniać. Nie zabrakło też okazów, które zawsze zaciekawią odwiedzających, czyli fragmentów z Marsa oraz Księżyca. Goście z chęcią testują przygotowane specjalnie gabloty, w których można własnoręcznie sprawdzić magnetyczność meteorytu lub za pomocą lupy porównać go ze skałą ziemską. Mają też do dyspozycji duży meteoryt Campo del Cielo, który można dotknąć i baner z meteorytem Hoba, gdyby chcieli sobie zrobić zdjęcie na tle największego na świecie meteorytu. Wystawę patronuje Polskie Towarzystwo Meteorytowe. Jego członkowie: Tomasz Jakubowski i Łukasz Smuła użyczyli okazy. Wystawa eksponowana jest przez półtora miesiąca (30 marca – 13 maja 2012). Z tej okazji Muzeum Dawnego Kupiectwa wydało też okazjonalną składankę poświęconą meteorytom.



Członkowie Polskiego Towarzystwa Meteorytowego. Fot. J. Bandurowski

Oslo, marzec 2012

Maciej Burski

30 godzin w Oslo

12 marca na Meteorite List pojawiła się informacja, że meteoryt uderzył w domek na ogródku działkowym w północnej części Oslo. Już po pierwszych zdjęciach znalezionego okazu można było stwierdzić, że to chondryt i do tego brekcja, oraz że prawdopodobnie meteoryt uległ fragmentacji i na stolice Norwegii spadły jeszcze inne okazy. Chwilowo, trochę zajęty, postanowiłem poczekać na rozwój wypadków.

Jednak kiedy dwa dni później ogłoszono o kolejnym znalezisku, tym razem na wzgórzu Ekeberg, decyzja o wyjeździe była nieodwołalna. Później tradycyjnie, śledzenie internetowych wieści, przeglądanie map, planowanie jak najlepiej wykorzystać 30 godzin w Oslo. Żona pożegnała mnie buziakiem i miłym słowem, że i tak pewnie nic nie znajdzie, za co serdecznie podziękowałem.

16 marca rano, nieco zaspany, wyładowałem w Oslo. Zostawiłem rzeczy w hostelu i czym prędzej wyruszyłem na teren spadku. Plan: oznaczyć dwa znane miejsca na GPS, obejrzeć teren, liczyć na szczęście. Ogólnie dzień był całkiem udany, a obszar poszukiwań, szczególnie Ekeberg, wydawał się całkiem przyjazny. Udało mi się między innymi, dzięki uprzejmości pewnej Norweżki, obejrzeć dziurę w daszku na Rødelokka Kolonihagen, niestety tylko zza płotki. Resztę czasu spędziłem na poszukiwaniach, ale ostatecznie po 35 kilometrowym spacerze poszedłem spać z niczym.

Plan na następny dzień: przeszukać drugą stronę wzgórza Ekeberg. O 8 rano byłem już na górze. Po dwóch godzinach poszukiwań troszkę pobłądziłem i mając na uwadze ograniczony czas, jaki mi pozostał, postanowiłem wrócić do bardziej znanego mi terenu. Popatrzyłem na GPS, zorientowałem się mniej więcej gdzie się kierować. Po chwili pojawiły się domki, przedszkole... spojrzałem z niedowierzaniem i właściwie z odległości 4 metrów byłem już pewien, że to meteoryt. Leżał spokojnie przy parkingu i cze-

kał na odkrycie. Ku mojej ucieśze fragmentów było więcej. Wydawało mi się, niesłusznie, że meteoryt odbił się od ściany budynku i rozbił na kawałki. Trochę to zabawne, ale myślę że około 1000 ludzi przeszło tamtędy od momentu spadku. Nie muszę pisać, jak bardzo byłem szczęśliwy, tym bardziej, że do końca moich poszukiwań pozostawały tylko dwie godziny. Udało mi się zebrać 5 większych okazów o masach 32,75, 13,2, 12,65, 4,95 i 4,75 grama i sporo mniejszych. Przeszukałem okolicę najlepiej jak mogłem i niestety musiałem uciekać na samolot. Przedtem jednak chciałem skontaktować się z muzeum w Oslo. Zostałem swoje namiary, jednak do dziś się nie odezwali.

Oslo po raz drugi

Byłem niemal pewien, że okazy, które zebrałem, to nie wszystko w tym miejscu, dlatego postanowiłem wybrać się do Oslo jeszcze raz w następny weekend. Wcześniej podzieliłem się swoim odkryciem z kilkoma osobami, między innymi z Marcinem Stolarzem z PKiM, od którego dostałem wiele

mów bardzo już zwietrzałych fragmentów oraz 2 okaziki rozjechane przez samochód – prawie 20 gramów. Resztę czasu spędziłem na poszukiwaniach nowej lokalizacji, ale bez skutku.

Tuż przed moim powrotem, 24 marca spotkałem się jeszcze z kolegami z PKiM, Marcinem, Zbyszkim Tymińskim i Tomkiem Kubalczykiem, którzy jednak zdecydowali się przyjechać do Oslo. Wymieniliśmy informacje, obejrzelśmy zebrane przeze mnie okaziki, zrobiliśmy pamiątkowe zdjęcia, no i niestety musiałem jechać. Na koniec życzyłem chłopakom szczęścia i chyba szczęście im dopisało.

Z dostępnych mi informacji do dziś odnaleziono:

- 550 g Rødelokka
- 726 g Ekbyletta
- Frierveien Barnehave – moje znalezisko 102 g, całość
- 115 g zakupił Rob Elliot – niewiadoma lokalizacja

Podziękowanie: dla mojej żony Eweliny za wyrozumiałość dla meteorytowej pasji.



cennych rad. Myślę też, że zachęciłem go poniekąd do wyjazdu.

22 marca byłem znowu w Oslo. Już po pierwszych oględzinach miejsca udało mi się znaleźć kolejne okaziki, między innymi 4 gramy i kilka gra-

Maciej Burski jest członkiem Polskiego Towarzystwa Meteorytowego, z wykształcenia historykiem; obecnie mieszka z żoną w Kopenhadze.



Fot. 1. Ślad po uderzeniu pierwszego znalezionej meteorytu. Rødelokka Kolonigahen.



Fot. 2. Autor w parku Ekeberg, Oslo.



Fot. 3. Ponad 13 g w miejscu znalezienia.



Fot. 4. Największy fragment znaleziony przez autora – 32,75 g.



Fot. 5. Okazy znalezione 17 marca.



Fot. 6. Fragment 4,95 g w miejscu znalezienia.



Fot. 7. Brekcjowa tekstura okazu 32,75 g.



Fot. 8. Meteoryt rozjechany przez samochód – 16 g.