KWARTALNIK MIŁOŚNIKÓW METEORYTÓW

METEORYT

Nr 3 (79) Wrzesień 2011 ISSN 1642-588X

- Boso w Greenwich
- Planetoidy i meteoryty
- Brachinity
- Cabin Creek, Landes
- Zagłada sprzed 65 mln lat zapisana w skałach
- Wiedeńska kolekcja meteorytów
- Morávka — 11 lat później

METEORYT

kwartalnik dla miłośników meteorytów

Wydawca:

Olsztyńskie Planetarium
i Obserwatorium Astronomiczne
Al. Piłsudskiego 38
10-450 Olsztyn

tel. (0-89) 533 4951

opioa@planetarium.olsztyn.pl

konto:

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

Kwartalnik jest dostępny głównie w prenumeracie. Roczna prenumerata wynosi w 2011 roku 44 zł. Zainteresowanych prosimy o wpłacenie tej kwoty na konto wydawcy nie zapominając o podaniu czytelnego imienia, nazwiska i adresu do wysyłki. Wydawca dysponuje także numerami archiwalnymi.

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

Redaguje i tłumaczy większość tekstów:

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

aspmet@wp.pl

Skład: Jacek Drążkowski

Druk: studiomartin.pl

METEORITE

THE INTERNATIONAL QUARTERLY
OF METEORITES
AND METEORITE SCIENCE

Arkansas Center for Space
and Planetary Sciences
FELD 202
University of Arkansas
Fayetteville, AR 72701, USA

Email:metpub@uark.edu

http://meteoritemag.uark.edu

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

Od redaktora:

Badanie pozaziemskich skał pozwala oderwać się na chwilę od przyziemnych problemów, ale one i tak człowieka dopadną. Meteorytyków sprowadzają na ziemię głównie dwa problemy, oba na „p": pieniądze, a raczej ich brak, i polityka, nastawiona na konfrontację zamiast współpracy. Gdy na konferencji Meteoritical Society nie pojawiła się Wiera Semenenko, pomyślałem o pierwszym z nich. Dla mnie był to nie lada problem, a na Ukrainie jest z tym znacznie gorzej. Po konferencji dowiedziałem się jednak, że powód był polityczny: brytyjska ambasada nie dała wizy. Urzędników nie interesowało, że pani profesor pracowała już i w USA i we Francji. Dostali polecenie, by nie wpuszczać Ukraińców do Wielkiej Brytanii i kropka. Przykre było też to, że organizatorzy słowem nie wspomnieli, że z powodów politycznych niektórzy naukowcy nie mogli wziąć udziału w konferencji.

Polityka brytyjskich konserwatystów, którzy rok wcześniej doszli do władzy, zaszkodziła konferencji także w inny sposób: doprowadziła pośrednio do poważnych zamieszek w Londynie i innych miastach. Na szczęście dla konferencji jedynym skutkiem było tylko odwołanie sesji plakatowej, akurat tej, na której miał być pokazany plakat o Sołtmanach. Odnoszę wrażenie, że ten meteoryt przynosi pecha.

Pieniądze są problemem dla wszystkich i dlatego konferencje organizowane są na różnych kontynentach, by umożliwić udział przynajmniej w niektórych. Tym razem z Polski były aż cztery osoby, z tego trzy młode, rozpoczynające karierę naukową, co dobrze wróży na przyszłość. Niestety cztery kolejne konferencje będą poza Europą i znalezienie pieniędzy na delegację do Cairns, w Australii, w przyszłym roku, będzie znacznie trudniejszym zadaniem. Większa szansa będzie zapewne na wyjazd do Maroka za trzy lata.

Ten numer „Meteorytu" jest siedemdziesiąty dziewiąty z kolei, co dla kwartalnika oznacza, że następny numer zamknie 20 lat wydawania. Z satysfakcją zauważam, że w tegorocznych numerach pojawiło się wiele artykułów polskich autorów i ta tendencja się utrzymuje. Jest to poważna zachęta dla redakcji, by kontynuować wydawanie kwartalnika.

Podczas nagrywania odcinka serialu „Meteorite Men" w rezerwacie Morasko Steve Arnold zlokalizował meteoryt ważący 34 kg, wbity w iły poznańskie na głębokość blisko 2 m. Jego znalezienie położyło kres domniemaniom, że meteoryty Morasko mogły być złożone przez lodowiec na morenie czołowej. Meteoryt jest dość mocno zwietrzały i prof. Karwowski z zainteresowaniem bada jego piękną kolekcję wtórnych minerałów utworzonych w wyniku wietrzenia. Szczegóły w następnym numerze.

Andrzej S. Pilski

Przekrój meteorytu Morasko wykopanego przez „Meteorite Men". Z lewej liczne paski cohenitu widoczne także w zwietrzelinie. Fot. A. S. Pilski.

Okładka: U góry Katarzyna Łuszczek podczas sesji plakatowej w Greenwich. Na dole budynki Uniwersytetu widziane z Tamizy. Sesje plakatowe odbywały się pod kolumnami; po prawej ta przeniesiona z wtorku, a po lewej czwartkowa. Prezentacje były w budynku za wieżyczką z kopułą po prawej. W oddali na wzgórzu widać Obserwatorium z południkiem zerowym. Fot. A. S. Pilski

Boso w Greenwich

Andrzej S. Pilski

Boso oznacza pokorę. W przypadku siedemdziesiątej czwartej konferencji Meteoritical Society, która odbywała się na Uniwersytecie w Greenwich, a której gospodarzami byli Natural History Museum oraz Imperial College w Londynie, pokora ta była jak najbardziej uzasadniona. Nie tylko wobec osób o sławnych nazwiskach, które po raz pierwszy mogłem zobaczyć bezpośrednio, a nie tylko na monitorze komputera, ale przede wszystkim wobec ogromu poruszanych tematów. Oczywiście nie wszystkie z ponad pięciuset prezentacji były wybitne, ale tych doniosłych było wystarczająco dużo, by popaść w lekkie przygnębienie, że nie jest się w stanie tego wszystkiego ogarnąć.

Aby konferencja nie trwała tygodniami, prezentacje odbywały się na trzech równoległych sesjach i trudno było oczekiwać, że organizatorzy wezmą pod uwagę moje zainteresowania i ułożą program tak, bym mógł wysłuchać najciekawszych referatów. Nie tylko ja miałem z tym problem, o czym świadczyły nieustanne wędrówki ludów między salami wykładowymi.

We wtorek na przykład miałem trudny wybór między sesją na temat chondrytów węglistych, a sesją o chondrytach zwyczajnych i enstatytowych. Wybrałem tę drugą i okazało się, że podobnego wyboru dokonali Alan Rubin, Derek Sears i John Wasson. Nie miałem najmniejszych trudności z ich rozpoznaniem, bo trudno było ich nie zauważyć. Uczestniczyli praktycznie w każdej dyskusji i widać było, że doskonale orientują się w chondrytowej tematyce. Podobnie aktywny był Ahmed El Goresy, może nie tak znany w świecie, jak trzej poprzedni, ale w Niemczech nie trzeba go nikomu przedstawiać.

Właśnie Ahmed El Goresy rozpoczął prezentacje tej sesji omawiając duży, pozbawiony chondr, złożony głównie z oliwinu okruch w chondrycie enstatytowym EH3. Jego obecność jest kolejnym dowodem, że chondryty typu 3 wcale nie są tak prymitywne, jak się dotąd wydawało, i że obraz chondrytów formujących się poprzez akrecję ziaren mgławicy słonecznej jest tylko idealizacją dość odległą od rzeczywistości. Okruch ten musiał powstać jako część skały magmowej na planetoidzie, która uformowała się i została rozbita przed uformowaniem się ciała macierzystego tego chondrytu EH3.

Gdy po kilku prezentacjach nadeszła pora na serię prac na temat bencubbinitów z Gujbą na czele, prezentowanych w sesji o chondrytach węglistych, sporo osób wywędrowało z sali. Ponieważ siedziałem na środku, wolałem nie robić dodatkowego zamieszania i zostałem, za co zostałem nagrodzony ciekawą prezentacją o posolonych chondrytach, którą przedstawił Mark Fries z kolegami. Autorzy analizowali kryształki halitu w chondrytach Monahans i Zag i znaleźli w nich inkluzje minerałów o innym składzie, niż typowy dla chondrytów H. Doszli do wniosku, że kryształy halitu mogły zostać wyrzucone przez gejzery na planetoidzie przelatującej niedaleko macierzystej planetoidy chondrytów H, która w rezultacie została posolona. Temat gejzerów i wulkanów na młodych planetoidach zaczyna pojawiać się coraz częściej. Wiele planetoid musiało być stopionych, więc takie zjawiska musiały zachodzić i warto rozważać ich ślady w meteorytach.

Po zakończeniu tej sesji stanąłem przed kolejnym trudnym wyborem. Program przewidywał przerwę na lunch, ale niespodziewanie brytyjscy badacze meteorytów zaprosili nas na specjalny wykład prof. Pillingera z Open University o meteorytach znajdowanych na południu Anglii. Oba meteoryty miały być prezentowane na sesjach plakatowych, ale widać profesor miał dużo więcej do powiedzenia. Ponieważ dotyczyło to znanej mi okolicy, wybrałem wykład.

Na północ od Winchesteru, z którego dojeżdżałem na konferencję, znaleziono w odległości ok. 20 km od siebie dwa różne chondryty. W 1991 r. ważący ponad 60 kg zwietrzały kamień został przywieziony do Natural History Museum w Londynie z posiadłości Lake House, gdzie, jak się okazało, leżał od wieków. Robert Hutchison stwierdził, że jest to chondryt i oddał go właścicielom. Wcześniej, w roku 1974, mały kamyk znaleziono podczas wykopalisk prowadzonych na Danebury Hill, starym forcie z epoki żelaza. Sklasyfikowano go oficjalnie w roku 1991, po czym gdzieś się zapodział. Dopiero w ostatnich latach odnaleziono go i oba meteoryty poddano dokładnym badaniom. Ponieważ oba są typu H5, podejrzewano, że mogą pochodzić z jednego spadku. Okazało się jednak, że wiek ziemski i stopień zwietrzenia to wykluczają. Duży meteoryt leży na Ziemi od około 10 tys. lat, a mały spadł około 2300 lat temu do częściowo zasypanego dołu w wapiennej skale, w którym wcześniej mieszkańcy fortu przechowywali zboże.

Prof. Pillinger zwrócił uwagę, że w okolicy Lake House, niedaleko Salisbury i Stonehenge, przebiega południowa granica zlodowacenia. Jest więc możliwe, że leży tam więcej meteorytów przyniesionych i pozostawionych przez lodowiec, a kamień z Lake House może być jednym z nich.

Po południu znów były zaplanowane trzy sesje, ale tym razem wybór był oczywisty. Sala, którą wybrałem, pękała w szwach, a dwie pozostałe zapewne świeciły pustkami. Tematem sesji była Westa, a pierwszą prezentację przedstawił Harry Y. McSween z zespołu badawczego Dawn Mission. Kiedyś tłumaczyłem na polski jego książkę „Od gwiezdnego pyłu do planet" i miałem nadzieję spotkać się z nim, ale po zakończeniu sesji gdzieś zniknął i więcej go nie widziałem. Sama prezentacja nie zawierała niespodzianek, bo sonda dopiero co weszła na orbitę wokół Westy i na prezentację wyników było za wcześnie. Była bardziej formą uczczenia sukcesu.

Po prezentacji zostaliśmy niestety boleśnie sprowadzeni na ziemię. Wszedł jeden z organizatorów i poinformował, że ze względu na niepokoje w Londynie teren Uniwersytetu zostaje zamknięty, a organizatorzy proszą, by nie wychodzić, bo nie będzie można wrócić, a jeśli wyjście jest konieczne, to radzą udać się prosto do hotelu. Już wcześniej prezentacjom towarzyszyły coraz częstsze dźwięki policyjnych syren.

Autorzy następnych prezentacji zajmowali się różnymi eukrytami i howar-

dytami próbując dociec, jakie rodzaje gruntu napotka sonda Dawn analizując powierzchnię Westy z bliska. Na sali zrobiło się więc luźniej, bo część słuchaczy przewędrowała na równoległe sesje o przedsłonecznych ziarnach w meteorytach i o materii wyrzucanej z kraterów meteorytowych.

Kolejnym punktem programu była ceremonia wręczenia nagród. Medal Leonarda za wybitny wkład do meteorytyki otrzymał Francois Robert, znany francuski kosmochemik, medal Barringera za osiągnięcia w badaniu kraterów meteorytowych Bruce F. Bohor, geolog z USA, nagrodę Niera dla młodych naukowców za osiągnięcia w dziedzinie meteorytyki i nauk pokrewnych otrzymał Fred J. Ciesla z Uniwersytetu w Chicago i nagrodę za służbę, niedawno wprowadzoną nagrodę za popularyzację meteorytyki, Richard N. Pugh, nauczyciel z Portland w Oregonie. Ten ostatni rozweselił nieco zebranych, ponieważ przygotowana o nim prezentacja uparcie pojawiała się przy każdym z wcześniej nagradzanych.

Na zakończenie Monica Grady, potwierdziła niestety wcześniejszą informację, że Uniwersytet zostaje zamknięty, sesja plakatowa, na której miał być pokazany plakat o Sołtmanach, jest odwołana, a uczestnicy mają udać się do hoteli. Pognałem więc do kolejki DLR z nadzieją, że zdążę na wcześniejszy autobus. Okazało się jednak, że władze Londynu postanowiły zamknąć o godzinie 18 wszystkie instytucje i z biurowców Canary Wharf wyległy tysiące ludzi, w większości w ciemnych garniturach zgodnie z biznesowym dress code. Podstawiono dodatkowe pociągi, ale w efekcie linia się zakorkowała i na dworzec autobusowy dotarłem, gdy autobus już odjeżdżał. Sprawdziłem połączenia kolejowe, ale gdy usłyszałem cenę, uznałem że mogę poczekać te trzy godziny na następny autobus. W okolicach dworców było gęsto od policji, ale panował spokój. Zamieszki trwały w peryferyjnych dzielnicach Londynu.

Ponieważ we wtorek wieczorem miały być prezentowane Sołtmany, a we środę rano były interesujące mnie prezentacje, zastanawiałem się długo, czy nie odżałować funtów na tę jedną noc. Znalazłem nawet pokój niedaleko Uniwersytetu za znośną cenę. Ostatecznie nie zdecydowałem się i okazało się, że to mnie uchroniło przed niespokojną nocą na terenie ogarniętym zamieszkami.

We środę jechałem pełen niepokoju, czy w ogóle mam po co. Odetchnąłem, gdy ujrzałem uchyloną bramę Uniwersytetu, nie tak szeroko, jak poprzedniego dnia, ale można było wejść. Konferencja potoczyła się dalej zgodnie z programem.

To, co kazało mi zerwać się o 5 rano, by dojechać na czas do Greenwich, to sesja poświęcona chondrom. Poważną konkurencją była specjalna sesja poświęcona marsjańskim meteorytom z okazji setnej rocznicy spadku Nakhli, ale uznałem, że chondry będą ciekawsze. I nie zawiodłem się.

Od czasu badań Baszkówki, i po obejrzeniu wielu innych chondrytów, jestem przekonany, że teorie o formowaniu się chondrytów bezpośrednio z mgławicy słonecznej są w najlepszym wypadku dużym uproszczeniem. Dlatego wypatruję prac badaczy podzielających mój punkt widzenia. Już pierwsza prezentacja, którą przedstawił Knut Metzler z Instytutu Planetologii w Münster, sprawiła, że resztki senności uciekły daleko. Dr Metzler zwrócił uwagę, że większość niezrównoważonych chondrytów zwyczajnych, uważanych za najbardziej pierwotne, jest skałami w jakimś stopniu przeobrażonymi przez procesy poakrecyjne, które powodowały abrazję, fragmentację, przemieszczanie i mieszanie składników. Wskazuje na to występowanie składników różniących się składem chemicznym i stopniem szokowym. Autor szukał więc najbardziej pierwotnych fragmentów chondrytów i uznał, że mogą to być fragmenty składające się z mieszaniny zdeformowanych i niezdeformowanych chondr przy niewielkiej ilości matriks i fragmentów chondr oraz niewielkim zróżnicowaniu rozmiarów chondr. Zdaniem autora takie skupiska chondr są pozostałościami pierwotnych skał akrecyjnych, które formowały się poprzez koncentrację, zderzenia i natychmiastowe zgęszczanie gorących i plastycznych chondr w ciągu kilku godzin do kilku dni po zdarzeniach tworzących chondry.

Całkowicie wytrzeźwiałem, gdy zaczął mówić Ian Sanders z Dublina. Jego wcześniejsze publikacje były inspiracją do rozważań na temat pochodzenia Baszkówki, dlatego od dawna zwracałem uwagę na to, co ma do powiedzenia. Tym razem przedstawił coś, czego od dawna oczekiwałem, ale zabrakło mi odwagi i determinacji, by podejść do tematu samodzielnie. Większość chondr powstała jako duże chmury gęsto rozmieszczonych kropel około 2 milionów lat po uformowaniu się Układu Słonecznego. W tym czasie istniały już liczne, stopione planetozymale, prawdopodobnie pokryte zimnym, luźnym regolitem przechodzącym głębiej w spieczoną, sztywną skorupę, dalej w strefę częściowego stopienia i do stopionego, krzemianowego wnętrza, z którego wydzieliło się metalowe jądro. Ukośne uderzenie w takie ciało wytwarzało fontannę kropel pochodzących z różnych warstw planetozymali. Z pewnością jednak było w niej więcej materii płaszcza niż jądra, co tłumaczyłoby niedostatek żelaza w porównaniu z CI we wszystkich grupach chondrytów. Fenokryształy w stopie tłumaczyłyby obecność chondr zawierających pojedyncze kryształy milimetrowej wielkości. Ponieważ fenokryształy oliwinu osiadały z upływem czasu, chondry formujące się później zawierałyby coraz więcej piroksenu, co już zaobserwowano. Częściowo stopione fragmenty skorupy byłyby źródłem chondr zawierających liczne, nie stopione ziarna „reliktowe". Fragmenty spieczonej skorupy mogły przylepiać się do kropel spotkanych w locie, co tłumaczyłoby ich obecność w chondrach.

Kolejnych prezentacji słuchałem już nieco mniej uważnie, aż nagle moją uwagę zwróciły obrazy prezentujące sposób formowania się Baszkówki. Eike Beitz z Instytutu Geofizyki i Fizyki Pozaziemskiej w Brunszwiku mówił jednak nie o Baszkówce, ale o wynikach doświadczeń z tworzeniem się obwódek wokół chondr w warunkach mikrograwitacji. Wraz z kolegami obserwował on nie tylko tworzenie się samych obwódek ale i zachowanie się chondr z obwódkami opadających w strumieniu gazu. Stwierdził, że chondry oblepione pyłem mają większą skłonność do sklejania się podczas zderzeń i zaobserwował formowanie się w rezultacie gromad liczących po kilkadziesiąt chondr. Biorąc pod uwagę hipotezy, że chondry mogły być gorące, gdy przylepiał się do nich pył tworząc otoczki, autor zmodyfikował warunki doświadczenia ogrzewając laserem unoszące się w strumieniu gazu chondry. I to już była Baszkówka. Po sesji udało mi się dopaść autora i powiedzieć

mu o tym. Nie znał naszej publikacji o Baszkówce, ale bardzo go to zainteresowało. Już po konferencji nawiązał kontakt z prof. Przylibskim i zaplanował przyjrzenie się Baszkówce jako realizacji jego doświadczeń w naturze.

Środa była dniem odpoczynku, bo popołudniowej sesji już nie było. Zamiast tego organizatorzy zaprosili wszystkich na rejs Tamizą z Greenwich do centrum Londynu i z powrotem. Pogoda dopisała, widoki były rewelacyjne i wszyscy byli zajęci robieniem zdjęć. Przyzwyczajony do Bałtyku, gdzie poziom wody niewiele się zmienia, zauważyłem z zaskoczeniem po powrocie do Greenwich, że połowa wody w Tamizie uciekła. Gdy odpływaliśmy, fale uderzały o kamienne brzegi terenów Uniwersytetu. Po dwóch godzinach odsłoniły się spore fragmenty piaszczystego dna widoczne na zdjęciu na okładce. Gdy wsiadaliśmy na statek, zejście na pomost tylko lekko opadało. Przy wysiadaniu to samo zejście z pomostu prowadziło stromo do góry. Dlatego nie ma stałych nadbrzeży i wszystkie pomosty, do których cumują statki, są pływające. Ruch na Tamizie jest jednak ogromny. Prócz licznych statków wycieczkowych działa regularna komunikacja miejska przy pomocy szybkich katamaranów.

Po wycieczce był bankiet, który sobie darowałem, bo miałbym trudności z powrotem do Winchesteru. Do autobusu była chwila czasu, więc wysiadłem z metra wcześniej i przewędrowałem od Opactwa Westminster do Victoria Station, by poczuć trochę Londynu, przez który przewalały się tłumy turystów.

Organizatorzy zaprosili także na seans do Planetarium Petera Harrisona w Greenwich, co jednak zmuszało do zrezygnowania z jednej z sesji. Uznałem, że mogę to zrobić we czwartek. Tym razem Greenwich przywitało mnie deszczem, ale spacer w deszczu przez park, pod górę, do Obserwatorium i Planetarium był dla bosych stóp całkiem przyjemny. Czekając na seans spotkałem w końcu Rainera Bartoschewitza i razem obejrzeliśmy efektowny seans w nowoczesnym planetarium cyfrowym. Projektor był tak wysokiej klasy, że obraz nieba był już zbliżony do pokazywanego przez klasyczne, optyczne projektory. Planetarium jest częścią zespołu muzealnego obejmującego także Obserwatorium i Muzeum Morskie.

Agata Krzesińska prezentuje interesującą pracę o pseudotachylitowym topnieniu w chondrycie Pułtusk. Po prawej: Anna Karczemska i diamenty w ureilitach.

Przewalają się tam codziennie tłumy i spotykałem także wycieczki oprowadzane po polsku. Ale seanse są tylko po angielsku.

Spotkać kogoś w tłumie uczestników konferencji nie było łatwo. Widoczni byli głównie referujący. Najlepszą okazją do spotkań były sesje plakatowe, ale pechowo jedna została odwołana. Uczestników, z którymi kontaktowałem się wcześniej i znałem ze zdjęć, rozpoznawałem bez trudu, ale z tymi znanymi tylko z nazwiska był kłopot. Choć plakietki były duże, na sali, czy w korytarzach miałem trudności z ich odczytaniem, a podchodzenie do kogoś i wkładanie okularów, by odczytać etykietkę, wyglądało dla mnie głupio. W sumie więc spotkań było niewiele.

We czwartek nie było prezentacji, które by wryły mi się w pamięć, więc najbardziej zapamiętałem sesję plakatową, która w końcu doszła do skutku. Do zaplanowanych na czwartek plakatów dodano te z odwołanej sesji i w rezultacie było tego tyle, że dwie godziny nie wystarczyły na spokojne obejrzenie wszystkiego. Zwróciłem wcześniej uwagę, że podczas prezentacji nikt nie robił zdjęć, więc też tego nie robiłem, ale podczas sesji plakatowej postanowiłem jednak uwiecznić polskie plakaty i osoby je prezentujące bez względu na to, czy to wypada, czy nie. Plakatów było aż pięć, a osoby prezentujące tylko cztery, wobec czego zawsze przynajmniej jeden plakat był sierotą. Inni mieli podobne problemy, bo wiele osób miało po dwa plakaty rozłożone wcześniej na dwie sesje. Poza tym każdy chciał zobaczyć, co przygotowali inni, albo pójść na drinka w tej samej sali, więc często trudno było spotkać autorów przy plakatach.

Brytyjsko-Irlandzkie Towarzystwo Meteorytowe przygotowało plakat o swojej działalności, ale dopiero po kilkakrotnych próbach udało mi się zdybać przy nim Marka Forda i zamienić z nim parę słów. Oczywiście przyciągnąłem go do plakatu o Sołtmanach. Wypatrzyłem też plakat Gretchen Benedix, znakomitej organizatorki konferencji, która zajęła się inkluzjami w meteorycie Toluca. Gdy na koniec zjawiła się, by zwinąć plakat, spytałem, czy nie zainteresowałyby ją inkluzje w meteorycie Morasko. Oczywiście była zainteresowana i obiecałem podesłać coś do badań, ale łatwiej obiecać, niż zrobić i obietnica wciąż czeka na zrealizowanie.

Z ostatniego dnia, gdzie prezentacje były tylko do południa, postanowiłem zrezygnować i poświęcić trochę czasu wnukowi w Winchesterze. Wrażeń miałem aż nadto, a dojeżdżanie było dość męczące. W sumie dla kogoś, kto rzadko rusza się z Fromborka, a jeszcze rzadziej za granicę, było to ogromne przeżycie; tak ogromny przeskok od codzienności, że wciąż pojawiało się wrażenie, że to mi się tylko śni. Chciałbym bardzo podziękować Polskiemu Towarzystwu Meteorytowemu za wsparcie, które pomogło mi ten piękny sen urzeczywistnić. Przyjmuję to jako nagrodę za 20 lat wydawania „Meteorytu".

Planetoidy i meteoryty: dziesiąte powiązanie

Alan Rubin

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

Przyjmuje się, że z wyjątkiem meteorytów księżycowych i marsjańskich, wszystkie inne pozaziemskie okazy, które spadają na Ziemię, pochodzą z planetoid lub komet. Chociaż kilku badaczy zasugerowało, że komety mogą być ciałami macierzystymi niektórych chondrytów węglistych, to większość naukowców tego nie zaakceptowała. Głównym źródłem przeważającej większości meteorytów są więc planetoidy. Ale jakie są na to dowody?

W ciągu ostatnich kilkudziesięciu lat ustanowiono dziewięć powiązań meteorytów z planetoidami.

1. Wiek ekspozycji meteorytów na promieniowanie kosmiczne wskazuje czas, kiedy ciała będące ich bezpośrednimi źródłami były obiektami metrowej wielkości krążącymi w przestrzeni kosmicznej. Dla meteorytów kamiennych ten wiek waha się od około 30 000 do 70 000 000 lat. Jest to zbyt krótki przedział czasu, by te obiekty mogły przebyć odległości między gwiazdami, natomiast pasuje do teoretycznych obliczeń czasu potrzebnego na dotarcie do Ziemi z pasa planetoid.

2. Ilość rzadkich gazów wychwyconych z wiatru słonecznego, zawarta w niektórych meteorytach pochodzących z powierzchni ich ciał macierzystych, jest zgodna z wychwyceniem ich w odległości około 3 j.a. od Słońca. Akurat w tej odległości jest środek głównego pasa planetoid.

3. Sam fakt, że niektóre meteoryty zawierają gazy wiatru słonecznego wskazuje, że ich ciała macierzyste nie mają atmosfer. Jest to zgodne z planetoidami, które są za małe, by utrzymać atmosfery.

4. Wiele meteorytów jest brekcjami, czyli skałami składającymi się ze scementowanych okruchów skał. Zdjęcia ze statków kosmicznych pokazały, że większość planetoid jest silnie zryta kraterami. Te widoczne ślady obijania planetoid są zgodne ze zbrekcjowaniem obserwowanym w meteorytach.

5. Perturbacje od Jowisza kierują niektóre planetoidy na orbity przecinające ziemską. Z obliczeń wynika, że około 7% z nich zderzy się w końcu z Ziemią. Rozsądne jest przypuszczenie, że meteoryty pochodzą z mniejszych kawałków gruzu towarzyszącego tym, przecinającym ziemską orbitę, ciałom.

6. Badania tempa stygnięcia meteorytów wskazują, że wiele okazów stygło od wysokiej temperatury w tempie od 1 do 100°C na milion lat. Sugeruje to, że te meteoryty pochodzą z wnętrz skalnych ciał o średnicy 100 do 300 km. Takie rozmiary mają liczne duże planetoidy.

7. Liczący 4500 mln lat wiek krystalizacji większości meteorytów wskazuje, że pochodzą one ze stosunkowo małych ciał, które całkowicie ostygły bardzo wcześnie w historii Układu Słonecznego. Planetoidy są takimi ciałami.

8. Widmo odbiciowe wielu meteorytów jest podobne do takiego widma niektórych planetoid. Wskazuje to, że ogólnie rzecz biorąc planetoidy zrobione są z tej samej materii co meteoryty.

9. Blisko tuzin meteorytów sfotografowano lub sfilmowano, gdy przelatywały przez ziemską atmosferę. Pozwoliło to obliczyć ich orbity, które pokrywają się z orbitami typowych planetoid przecinających ziemską orbitę.

Obecnie mamy dziesiąte powiązanie — badania laboratoryjne próbek pozyskanych ze znanych planetoid. Są dwa znane przykłady.

Mała planetoida 2008 TC3, odkryta przez Richarda Kowalskiego 6 października 2008 r., eksplodowała ponad Pustynią Nubijską w Sudanie około 20 godzin po pierwszej obserwacji. Przeszukiwanie obszaru rozrzutu w grudniu 2008 r., którym kierował Peter Jeniskens z SETI Institute i Muawia Shaddad z Uniwersytetu w Chartumie, zaowocowało odnalezieniem ponad 600 fragmentów meteorytu o łącznej masie przekraczającej 10 kg (Jenniskens et al., 2010; Shaddad et al., 2010). Meteoryt otrzymał nazwę Almahata Sitta, co znaczy po arabsku „Stacja 6". Większość fragmentów, to nietypowy ureilit polimiktyczny, ale znaczna część (20–40%) składa się z obcej materii włącznie z chondrytami H, EL, EH i R różnych typów petrologicznych (Bischoff et al., 2010). Widmo odbiciowe tej planetoidy pokazało, że należy ona do typu F (od flat = płaskie). Był to pierwszy przypadek planetoidy odkrytej i obserwowanej przed zderzeniem z Ziemią oraz pierwszy przypadek materii meteorytowej pozyskanej ze znanej planetoidy. Jednak odnalezienie Almahata Sitta było szczęśliwym przypadkiem. Zanim Richard Kowalski zobaczył trzymetrowej wielkości ciało zmierzające ku Ziemi, nikt nie wiedział o jego istnieniu.

Zupełnie inny jest przypadek Hayabusa. Ta wyprawa została przygotowana przez Japońską Agencję Eksploracji Kosmosu specjalnie, by pobrać próbki z małej, 535×294×209 metrów, przecinającej orbitę Marsa planetoidy 25143 Itokawa (a.k.a. 1998 SF36) i przywieźć je na Ziemię. Pomimo pewnych problemów mechanicznych sondzie udało się pozyskać około 1500 próbek. Większość była mniejsza niż 10 mikrometrów; największa niewiele przekraczała 100 mikrometrów. Jednak małe rozmiary tych próbek nie umniejszają ich ważności. Wyniki analiz tych cząstek zaprezentowano na 42 Konferencji Nauki o Księżycu i Planetach, która odbyła się w Houston, w marcu 2011 r.

Okazało się, że te próbki są typowe dla chondrytów LL. Wiele z nich jest zrównoważonych i wydają się pasować do typu LL6. Zawierają one duże ziarna oliwinu, plagioklazu i chromitu (np Nakamura et al., 2011). Niektóre próbki są mniej zrównoważone i mogą reprezentować materię LL3, co by wskazywało na różnorodność na powierzchni planetoidy. Proporcje izotopów tlenu tej materii także są zgodne z typem LL (Yurimoto et al., 2011).

Na podstawie widma odbiciowego Itokawa jest zaliczana do planetoid typu S. To odkrycie, że składa się ona z materii chondrytu zwyczajnego, częściowo rozwiązuje wieloletni spór o to, czy przynajmniej niektóre planetoidy typu S

są chondrytami zwyczajnymi. Od dawna wiedziano, że planetoidy typu S są najliczniejsze w wewnętrznej części głównego pasa planetoid. Uważa się, że właśnie z tego regionu pochodzi wiele meteorytów. Ponieważ chondryty zwyczajne stanowią 74% obserwowanych spadków meteorytów, wielu badaczy zakłada, że planetoidy typu S są ciałami macierzystymi chondrytów zwyczajnych. Różnice między widmami planetoid typu S i chondrytów zwyczajnych, jeśli chodzi o nachylenie i głębokość pasm, które wydawały się wskazywać na różnice zawartości metalu, oliwinu i piroksenu, niektórzy badacze przypisywali zjawisku „wietrzenia kosmicznego" planetoid (w tym działanie wiatru słonecznego, uderzeń mikrometeorytów i segregacji cząstek, np. Chapman, 1996). Inni badacze lekceważyli wietrzenie kosmiczne, uważali planetoidy typu S za obiekty, które uległy całkowitej lub częściowej dyferencjacji, i sugerowali, że wszystkie ciała macierzyste chondrytów zwyczajnych zostały już rozbite na drobne kawałki.

Odkrycie, że przywiezione z Itokawy próbki są chondrytami LL, potwierdza szczególnie przewidywanie Binzela et al. (2001), który powiedział, że „wydaje się, że planetoida 1998 SF36 ma skład powierzchni odpowiadający chondrytom zwyczajnym i jest najbardziej podobna pod względem cech widma i zawartości oliwinu/piroksenu do chondrytów LL". Ponieważ Itokawa doświadczyła widocznie nieznacznego wietrzenia kosmicznego, to badania widma odbiciowego jej powierzchni dokładnie odzwierciedlały skład planetoidy. Chociaż Binzel i jego współpracownicy mieli trochę szczęścia, to ich przewidywania nie były prorokowaniem lecz ścisłą nauką.

Bibliografia

Binzel R. P., Rivkin A. S., Bus S. J., Sunshine J. M., Burbine T. H. (2001) MUSEC-C target asteroid (25143) 1998 SF 36: A reddened ordinary chondrite. Meteorit. Planet. Sci. 36, 1167–1172.

Bischoff A., Horstmann M., Pack A., Laubenstein M., Haberer S. (2010) Asteroid 2008 TC3 — Almahata Sitta: A spectacular breccia containing many different ureilitic and chondritic lithologies. Meteorit. Planet. Sci. 45, 1638–1656.

Chapman C. R. (1996) S-type asteroids, ordinary chondrites and space weathering: The evidence from Galileo's fly-bys of Gaspra and Ida. Meteorit. Planet. Sci. 31, 699–725.

Jenniskens P. et al. (2010) Almahata Sitta (=asteroid 2008 TC3) and the search for the ureilite parent body. Meteorit. Planet. Sci. 45, 1590–1617.

Nakamura T. et al. (2011) Mineralogy and major element abundance of the dust particles recovered from Muses-C Regio on the asteroid Itokawa. Lunar Planet Sci. 42, abstract#1766. Lunar and Planetary Institute, Houston.

Shaddad M. H. et al. (2010) The recovery of asteroid 2008 TC3. Meteorit. Planet. Sci. 45, 1557–1589.

Yurimoto H. et al. (2011) Oxygen and magnesium isotopic composition of asteroidal materials returned from Itokawa by the Hayabusa mission. Lunar Planet Sci. 42, abstract#1755. Lunar and Planetary Institute, Houston.

Alan Rubin jest specjalistą od meteorytów w UCLA i członkiem zespołu doradczego kwartalnika „Meteorite".

Od góry, kolejno: obrazy z misji Hayabusa, artystyczna wizja zbierania próbki, sonda rozpadająca się w atmosferze po odrzuceniu kapsuły z próbkami, kapsuła po wylądowaniu i otwarta komora na próbki — zawierała około 1000 ziaren.

Najpiękniejszy meteoryt świata… czy naprawdę był „gorący”?

Robert Woolard

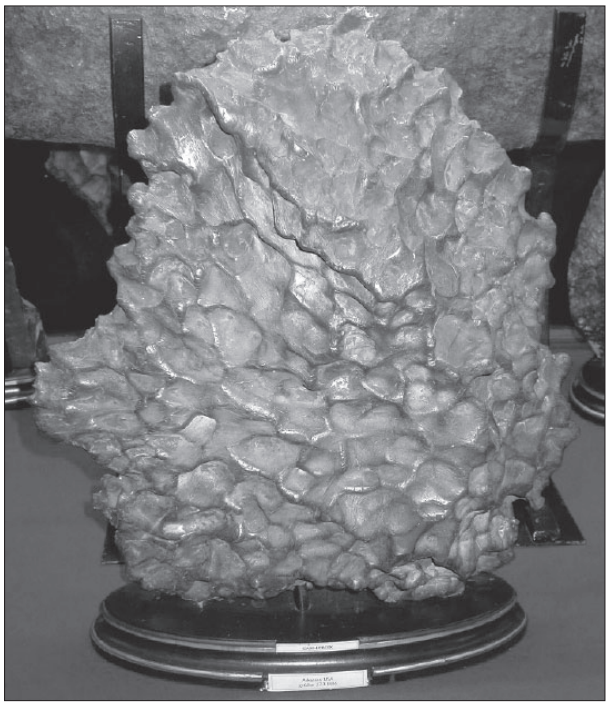
(Artykuł ukazał sie najpierw w METEORITE Vol. 17 No. 3. Copyright: ARKANSAS CENTER FOR SPACE & PLANETARY SCIENCES, 2011)

Tak blisko. Tak irytująco… drażniąco… blisko. Gdyby tylko wydłużył czas swej podróży o znikome 0,0000000275% i przesunął miejsce lądowania zaledwie o 0,00275% obwodu Ziemi w kierunku SE. Gdyby te bardzo skromne warunki zostały spełnione, to to, co wielu uważa za najpiękniejszy meteoryt świata, nie wylądowałoby na (~) 35° 27’ N, 93° 19’ W w roku 1886 lecz na (~) 34° 47’ N, 92° 28’ W w roku 2010. I nie uderzyłby w ziemię w zimnych, ciemnych lasach koło zapadłej wsi nazywanej dziś „Lamar” w Arizonie. Znalazłby natomiast znacznie lepsze schronienie w serdecznie witającej go glebie na podwórzu autora. Jednak, niestety, ten naprawdę wspaniały, zjawiskowo piękny, orientowany meteoryt żelazny o kształcie tarczy „chybił celu” o zaledwie 65 mil i nędzne 1,24 stulecia.

Los nierozsądnie zrządził, że to spotkanie miało miejsce o 3.17 po południu, 27 marca 1886 r. W tym właśnie momencie około metrowej wielkości odłupek, który niegdyś był częścią żelaznego jądra jakiejś starożytnej planetoidy, wpadł w ziemską atmosferę z nieba ponad Arkansas. Parametry jego orbity prowadzącej do tego zdarzenia przełożyły się na kierunek ruchu bolidu najprawdopodobniej z północnego wschodu, ale z odchyleniem bardziej na wschód niż na północ. Mieszkańcy co najmniej pół tuzina hrabstw rozrzuconych na obszarze ponad 6000 mil kwadratowych wzdłuż toru lotu, byli świadkami zjawisk typowych dla spadającego meteorytu. Z pewnością było to niezapomniane zdarzenie, co widać z następujących relacji.

„Spowodowało to powszechną trwogę wśród ludzi, a stada koni aż do odległości 25 mil zostały spłoszone, wydostały się z zagród i uciekły.”

„Ludzi w mieście Dardanelle, około 15 mil na południowy wschód od miejsca lądowania, przeraziła niezwykle głośna eksplozja, której towarzyszył osobliwy świst, jakby gorący metal zetknął się z wodą.” (Te dźwięki były prawdopodobnie wynikiem „przewodnictwa elektrofonicznego”. Ta teoria twierdzi, że za bolidem utrzymuje się jego pole magnetyczne tworząc bardzo długie fale radiowe, które rozchodzą się z prędkością światła. Te fale radiowe, oddziałując z obiektami na ziemi, takimi jak drzewa czy okulary, mogą wytwarzać „trzaski i syki”). *„Widzieli oni dymny ślad na częściowo zachmurzonym niebie i słyszeli inną, przerażającą eksplozję, zanim wszystko znów się uspokoiło.”*



Piękny meteoryt Cabin Creek na wystawie w Wiedniu. Orientowany, w kształcie tarczy, całkowity okaz z nieprawdopodobnymi regmagliptami i zastygłymi strużkami. (Fot. Peter Marmet)

„Pan B. Caraway twierdzi, że słyszał dwie głośne eksplozje w Alma, w Arkansas. Eksplozję słyszano także w Russellville i w sąsiednim hrabstwie Pope. Lokalna gazeta pisała… Hałasu, jaki zrobił, gdy wpadł w ziemską atmosferę 27 marca i spadł z gwizdem na ziemię koło Knoxville, nie da się zapomnieć…”

„W Webb City, w hrabstwie Franklin, mówili, że kilka dzwonów wystawionych w sklepie na sprzedaż, zaczęło dzwonić.”

Jednak ze wszystkich tych tysięcy dusz dotkniętych owego dnia tym wydarzeniem, to panią Christopher C. Shandy, która była sama w domu koło Cabin Creek w Arizonie, los wybrał na najbardziej uprzywilejowanego uczestnika. „Uprzywilejowana” prawdopodobnie nie byłoby jednak słowem, którego by użyła. „Skamieniała” prawdopodobnie lepiej oddałoby jej odczucia owego dnia. Ponieważ cisza i spokój jej odizolowanego domostwa zostały nagle i przerażająco zdruzgotane. Poniżej jest krótka relacja z jej przeżyć.

„Pani Shandy mówi, że… będąc w domu usłyszała bardzo głośną eksplozję, która sprawiła, że naczynia w szafce zadrżały, i którą określiła jako głośniejszą od jakiegokolwiek grzmotu, jaki dotąd słyszała. Najpierw pomyślała, że to wybuch bomby i wybiegła z domu w samą porę, by zobaczyć, jak z góry wysokiej sosny, która rosła jakieś 75 jardów od domu, spadają gałęzie.”

Nietrudno sobie wyobrazić, że pani Shandy, nie znająca, co zrozumiałe, dramaturgii spadku meteorytu, była pod wpływem czasów, w których żyła, gdy jeszcze nie minął rok od końca burzliwej Wojny Domowej. Skojarzenie głośnej eksplozji i spadających gałęzi z bliskim wystrzałem armatnim było dla niej całkiem naturalne. Być może sądząc, że jest atakowana, wróciła do domu, o czym świadczy następny tekst.

„Nie badała tej sprawy, póki około szóstej po południu nie wrócił do domu jej mąż. W towarzystwie pracującego u nich Johna R. Nortona poszedł on zobaczyć przyczynę hałasu, który tak prze-

raził panią Shandy. Zobaczyli oni, że jakieś spadające ciało zrobiło dużą dziurę w ziemi, i że świeża ziemia została wyrzucona do wysokości 30 stóp na otaczające drzewa. Zaczęli kopać w dole i pojawiła się para lub jakieś inne wyziewy… Żelazo zakopało się w ziemi na głębokość trzech stóp, a ziemia wokół niego, do grubości jednego cala, wydawała się spalona. Gdy żelazo zostało wydobyte, ziemia była wciąż ciepła, a samo żelazo było tak gorące, że trudno go było utrzymać." (Więcej o tym później…)

Jako kolejny dowód, że los wybrał zły czas i miejsce dla tego spadku, weźmy pod uwagę reakcję pana Shandy na swe znalezisko. Wygląda na to, że nie miał on pojęcia, że jest to meteoryt. Przypuszczał natomiast najpierw, że znalazł platynę, a potem, że srebro. Był przekonany, że znalazł ziemski, cenny skarb. Jak ogromna większość ludzi żyjących w owych czasach był zupełnie nieświadomy faktu, że został obdarowany fantastycznym skarbem, ale niebiańskiej, naukowej natury. Gdy w końcu dowiedział się, że jest to „tylko meteoryt", szybko go sprzedał.

Nowym właścicielem został pan B. Caraway, miejscowy burmistrz. Odwiedził on miejsce spadku i stwierdził, że „sosna, przez którą przeleciał meteoryt, ma 107 stóp wysokości, a odległość od pnia drzewa do środka dołu zrobionego przez bryłę wynosi 22 stopy i 3 cale. Gałęzie po zachodniej stronie drzewa zostały złamane, a meteoryt leżał w dole płaską stroną do dołu. Dół znajdował się 75 jardów od domu." Z tych danych można obliczyć końcowy kąt spadania około 15° od pionu. Zgadza się to z tym, co pisał profesor H. A. Newton, który stwierdził, że „…uzyskane dane wskazują, że na końcu swej drogi bryła musiała spadać prawie z zenitu."

Wkrótce potem burmistrz Caraway sprzedał ten meteoryt pułkownikowi J.C. Bettenowi. Po przejściu być może przez jeszcze kilka rąk meteoryt został wystawiony na pokaz, za opłatą, w Eureka Springs, w Arizonie, jako „dziesiąty cud świata". Kolejnym nabywcą był znany, nowojorski sprzedawca minerałów i kolekcjoner, G. F. Kunz. Wreszcie meteoryt Cabin Creek, razem z resztą cennych zbiorów Kunza, został sprzedany do Naturhistorisches Hofmuseum w Wiedniu, gdzie pozostaje po dziś dzień.

Obraz z Google Earth z trzema podawanymi miejscami spadku meteorytu Cabin Creek. Miasto „Lamar" nazywało się wcześniej „Cabin Creek".

Meteoryt Cabin Creek został sklasyfikowany jako meteoryt żelazny IIIAB. Waży 107,5 funta i jest niemal zupełnie nietknięty z wyjątkiem trzech małych punktów o łącznej wadze mniejszej niż dwie uncje, które zostały odłupane. To że meteoryt pozostaje nietknięty i uniknął pocięcia na płytki, jest efektem jego przyciągającej uwagę urody. Istotnie Sears stwierdza, że: „Buchwald opisał szczegółowo budowę wszystkich meteorytów żelaznych z Arkansas z wyjątkiem Hatfield, z którego jest znana tylko mała próbka, i Cabin Creek, który jest widocznie zbyt atrakcyjny, by go uszkodzić przez pobieranie wielu próbek." Meteoryt ma 17,5 cala wysokości i 15,5 cala szerokości i jest zdumiewająco cienki mając tylko 5 cali grubości w maksimum, w punkcie blisko środka meteorytu. Połowa meteorytu ma mniej niż 3 cale grubości, która maleje do mniej niż 1 cal przy brzegach.

Dwie strony meteorytu są zupełnie odmienne. Przednia (ta, która była zwrócona ku Ziemi podczas orientowanego spadania meteorytu) jest głęboko zryta regmagliptami, a tylna jest płaska i pokryta płytkimi, ale dużymi wgłębieniami. Z przodu widać wiele drobnych, zakrzepłych strużek spływających w tym samym kierunku. W jednym miejscu jest ich aż 50 na cal. Niektóre są cieńsze od ludzkiego włosa, ale dwukrotnie wyższe od jego grubości, więc wyglądają prawie jak ostrze noża. Biegną one od środka ku brzegom, czego należało oczekiwać w tak dobrze orientowanym okazie.

Są duże rozbieżności danych na temat dokładnego miejsca uderzenia tego wspaniałego meteorytu. Opublikowane relacje podają co najmniej cztery różne zestawy współrzędnych miejsca spadku, przy czym jeden zestaw jest całkowicie po złej stronie miasta, od którego meteoryt wziął nazwę. Po naniesieniu na mapę trzech pozostałych zestawów tworzą one z grubsza trójkąt równoboczny, którego każdy bok ma około czterech do pięciu mil długości, obejmujący obszar około dziesięciu mil kwadratowych. A w prywatnej korespondencji z bardzo znanym kolekcjonerem meteorytów prawnuczka właściciela chaty stwierdza, że

„…został on błędnie nazwany ponieważ naprawdę spadł w małej osadzie zwanej Hickey Town. Przypuszczam, że nazwano go od Cabin Creek, ponieważ była to większa miejscowość."

Meteoryt Cabin Creek może mieć coś jeszcze do zaoferowania poza swą niezaprzeczalną urodą. Mógłby także dostarczyć trochę ciekawych spostrzeżeń dotyczących starego pytania, „czy meteoryty są gorące, gdy spadną?"

Szczegóły odnalezienia tego meteorytu zawierają takie uwagi jak „pojawienie się pary", że ziemia była „spalona", i że „żelazo było tak gorące, że trudno go było utrzymać". Wspomniana wyżej prawnuczka właściciela chaty dodaje: „Mój dziadek opowiadał, że potrzebny był tydzień, by meteoryt ostygł... Nie wiem, czy ten czas stygnięcia jest dokładny. Być może jest to jedna z tych opowieści, które rozciągają się przechodząc z pokolenia na pokolenie." (Jej przypuszczenie jest najpewniej prawidłowe, ponieważ jest bardzo mało prawdopodobne, by meteoryt potrzebował tydzień na ostygnięcie, nawet jeśli rzeczywiście był gorący).

Autor jest zdecydowanym zwolennikiem zasady, że ludzie mają skłonność do doświadczania tego, czego spodziewają się doświadczyć. Gdyby ci mężczyźni wiedzieli z góry, że to, co wydobywają, jest meteorytem, to może mogliby myśleć, że może być gorący, i dlatego postrzegaliby go jako gorący. Jednak, jak czytaliśmy, nie widać było, by wiedzieli, że mają do czynienia z meteorytem. Przypuszczam, że mogli także pomyśleć, że „odłamek pocisku" może być gorący i to mogłoby tłumaczyć ich uwagi. Ale znowu nie widać, by chodziło o taki przypadek, gdyż początkowo myśleli oni, że ich zdobycz była z platyny albo srebra, a żaden z tych metali nie byłby oczywiście użyty do takich pospolitych celów.

Wobec zaobserwowania szronu tworzącego się na niektórych świeżo spadłych meteorytach oraz logicznego wniosku z fizyki przewodnictwa cieplnego wobec stosunkowo krótkiego czasu spadania meteorytu wydawałoby się logiczne przypuszczenie, że przynajmniej niektóre, a może nawet większość meteorytów zaraz po spadnięciu jest zbyt zimna, by je dotknąć. Jednak prawdopodobnie prawdziwe byłoby także stwierdzenie, że ponad 99% ludzi na Ziemi założyłoby po prostu, że one „muszą" być gorące. (Zwłaszcza dziś, gdy niemal każdy hollywoodzki film pokazujący spadające meteoryty przedstawia je palące się przez całą drogę do ziemi i eksplodujące w wielką kulę ognia). Może następujący cytat ze strony internetowej zatytułowanej „Ujednolicona teoria systemu nerwowego i zachowania" pomoże wyjaśnić tę widoczną sprzeczność doznań: „Jeśli dotkniesz coś bardzo zimnego (tak jak suchy lód), to odniesiesz wrażenie, że parzy. Zbyt zimne staje się gorące." Może więc jest to tylko zwykłe złudzenie umysłu, błędna interpretacja zmysłów i to jest całe wytłumaczenie.

Zbliżenie długich, wyraźnych, zastygłych strużek na czołowej stronie meteorytu Cabin Creek. (Fot. Derek Sears z odlewu na Uniwersytecie Arkansas)

Czy jednak może to być coś więcej, zwłaszcza w tym przypadku? Jeśli założenie, że ci mężczyźni nie wiedzieli, że mają do czynienia z meteorytem, jest właściwe, to ich stwierdzenia na temat „pary" i „spalonej ziemi" są bardzo zagadkowe. Czy może to być przypadek, że kilka czynników złożyło się razem na to, że ten meteoryt naprawdę był gorący?

A co jeśli nadlatujący meteoroid, który miał stać się meteorytem Cabin Creek, był już zbyt gorący, by go dotknąć, zanim wszedł w atmosferę?

Od dawna wiadomo, że oświetlone Słońcem obiekty na orbicie w odległości 1 j.a. od Słońca mogą uzyskać temperaturę wyższą niż 100°C, czyli stać się gorętsze od wrzącej wody. Jako dowód rozważmy skrajne temperatury powierzchni Księżyca. Temperatura na Księżycu zmienia się w ciągu trwającej miesiąc doby, ale w palącym słońcu, w południe, skały i grunt mogą osiągnąć nawet 110°C. Z drugiej strony w zimnych, ciemnych, stale zacienionych miejscach temperatura może spaść do mrożących do szpiku kości –150°C. Jeśli więc meteoroid zbliża się do Ziemi skąpany w parzących promieniach Słońca, to wydaje się całkiem możliwe, że osiągnie temperaturę blisko 100°C i dlatego już będzie zbyt gorący, by go dotknąć.

Tylna strona meteorytu Cabin Creek. Małe dołki w pokrytej regmagliptami powierzchni znajdują się tam, gdzie troilit został wypalony podczas spadania. (Fot. Derek Sears z odlewu na Uniwersytecie Arkansas)

W prywatnej korespondencji chemik, miłośnik astronomii i odnoszący sukcesy poszukiwacz meteorytów, Doug Dawn potwierdził, że „Ponieważ Cabin Creek spadł o 3.17 po południu, to prawdopodobnie nie przechodził w nocy przez cień Ziemi i prawdopodobnie miał taką mniej więcej początkową temperaturę". Do tego dodałbym założenie, że przed wejściem w atmosferę miał on kształt dość cienkiego odłamka żelaza niklonośnego skąpanego w pełnym, nie osłabionym przez żaden filtr blasku Słońca i wydaje się całkiem możliwe, że cała bryła ogrzała się na wskroś do tej temperatury. Skoro więc meteoroid będący źródłem meteorytu Cabin Creek miał temperaturę początkową około 100°C, to musimy zadać sobie pytanie: Czy ten dość krótki okres hamowania przez mroźne powietrze górnych warstw atmosfery po zgaśnięciu bolidu byłby wystarczający do pozbawienia żelaza całego jego utajonego ciepła i ostudzenia go do stanu „zimnego w dotyku"? Jeśli nie, to czy mogłoby to wyjaśniać uwagi znalazców dotyczące jego wysokiej temperatury, gdy odkopali go spod izolującej pokrywy trzech stóp ziemi? Czy mogło by tak być, że nie ma jednej reguły pasującej do wszystkich meteorytów i chociaż może większość ląduje jako zimna w dotyku, to jest także całkiem prawdopodobne, że niektóre lądują jako stosunkowo ciepłe, czy nawet gorące w dotyku? Być może wszystko zależy od początkowej temperatury meteoroidu w momencie napotkania Ziemi i końcowej wielkości i składu meteorytu będącego skutkiem tego spotkania. (Wydaje się, że poje-

dynczy, wielokilogramowy meteoryt żelazny łatwiej zachowa utajone ciepło niż mnóstwo małych meteorytów kamiennych, ponieważ będą one miały łącznie większą powierzchnię wystawioną na chłodzące działanie atmosfery). Czy kwestię temperatury meteorytu w momencie spadku można sprowadzić do tego prostego stwierdzenia:

Jeśli początkowa temperatura meteoroidu napotykającego Ziemię jest „gorąca", to jest co najmniej możliwe, że meteoryt będący wynikiem zderzenia zachowa w znacznej części temperaturę sprzed wejścia w atmosferę i wyląduje ciepły, a nawet gorący w dotyku. (Z drugiej strony jeśli początkowa temperatura meteoroidu była „zimna", to meteoryt prawie na pewno wyląduje zimny w dotyku.)

O losie! Gdybyś tylko nie popełnił tego błędu. Gdybyś dostarczył ten piękny meteoryt 1,24 stulecia później i 65 mil dalej na SE, prosto na moje podwórko, jak powinieneś, to nie borykalibyśmy się z tym problemem. Gdybyś zechciał spróbować jeszcze raz i wysłać bliźniaka Cabin Creek pod mój adres, co zapewne musiałeś pierwotnie zamierzać, to proponuję umowę. Ty wysyłasz meteoryt... ja wezmę termometr.

Bibliografia

Bernd Pauli. Email to meteorite-list. October 4, 2004.

Buchwald Vagn F. Handbook of Iron Meteorites, Vol. 2, 1975, p. 359.

Dawn Doug, Email to the author. December 1, 2010.

Farrington O. C. Catalogue of the Meteorites of N. America, to January 1, 1909, 1915 p. 89.

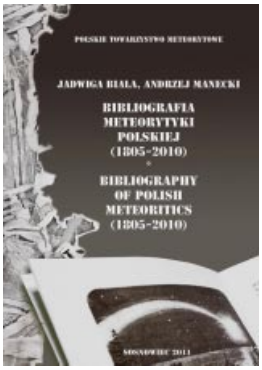
Grady Monica M. Catalogue of Meteorites, 5th edition, 2000, p. 123.

Harris Michael. The Unified Theory of the Nervous System and Behavior, Cognitive Philosophy/Brain Theory, http://www.stevenmichaelharris.com.

Sears Derek W. G. Thunderstones. A study of Meteorites Based on Falls and Finds in Arkansas, 1988, pp. 52, 78.

Robert Woolard, Little Rock, Arkansas, farmaceuta w szpitalu.

Szukałem meteorytów przez ostatnie dwadzieścia lat i miałem szczęście znaleźć, wraz z mymi najlepszymi przyjaciółmi, ponad 2 tys. okazów z wielu różnych lokalizacji. Ogromną większość z nich, w sumie kilkaset funtów, podarowaliśmy naszemu miejscowemu planetarium.



Jadwiga Biała, Andrzej Manecki
Bibliografia meteorytyki polskiej (1805–2010)
Polskie Towarzystwo Meteorytowe
Sosnowiec 2011
ISBN 978-83-921634-1-9

Cieszmy się!

Polskie Towarzystwo Meteorytowe wysiłkiem autorów, redaktorów i osób wspierających przedsięwzięcie dało nam do ręki „Bibliografię meteorytyki polskiej (1805–2010)". Prezentowany tytuł to zaskakujący zbiór pozycji stanowiących dorobek zagranicznych badaczy piszących o meteorytach ziem polskich oraz polskich, publikujących w języku polskim i obcym w tej dziedzinie. Zaskakujący, gdyż nie zdajemy sobie czasami sprawy jak znaczące są osiągnięcia na tym polu. W wydawnictwie znajdziemy spis około 1500 pozycji literatury, jak piszą sami autorzy: "prezentującej odpowiedni poziom". Tę imponującą liczbę sygnuje ponad 600 nazwisk.

Mamy się z czego cieszyć. Meteorytyka to zaledwie 200-letnia dziedzina, pisana historią Ernesta Chladniego (1756––1837), który pierwszy, w 1794 roku, przeciął dyskusję o pochodzeniu aerolitów, uznając ich kosmiczne pochodzenie. W tę przestrzeń czasową w pełni wpisuje się polska historia meteorytyki.

W bibliografii znajdziemy nazwiska bardziej lub mniej znane, ale bogato reprezentowany jest zarówno wiek XIX, jak i XX. Warto wspomnieć o licznie występujących autorach, którzy pojawili się po roku 2000. Ich liczba świadczy o dynamicznym rozwoju meteorytyki w naszym kraju. Dostrzec to można w dodanym aneksie za 2011 rok, w którym widnieją aż 52 pozycje. Oznacza to, że w Polsce miesięcznie powstaje co najmniej 5 nowych publikacji w dziedzinie meteorytyki. W dużej mierze zasługa to członków Polskiego Towarzystwa Meteorytowego. Ich owocna, blisko 10-letnia działalność (jubileusz obchodzony będzie w 2012 roku) przynosi efekty.

Nie dziwi zatem zasobność bibliografii, w której jedni znajdą źródło do dalszych badań, inni materiały wzbogacające ich zainteresowania. Wszak meteorytyka to konglomerat astronomii, astrofizyki, astrobiologii, kosmologii, geologii, mineralogii, petrografii, chemii, fizyki, ale także historii, kultury, a nawet archeologii i prawa. Nie sposób pominąć jej aspektów kolekcjonerskich i poszukiwawczych. Ciągłe emocje budzi wyszukiwanie nowych meteorytów i odkrywanie nieznanych struktur impaktowych.

Twórcami bibliografii są Jadwiga Biała oraz Andrzej Manecki. Jadwiga Biała, doktor astronomii, całe swoje życie związana z Olsztyńskim Planetarium i Obserwatorium Astronomicznym, przez kilkanaście lat była dyrektorem tej placówki. Z wielkim upodobaniem i zaangażowaniem utrwalała i popularyzowała dorobek polskiej astronomii, zwracając szczególną uwagę na jej aspekty związane z meteorytami. Andrzej Manecki, profesor Akademii Górniczo-Hutniczej i Polskiej Akademii Nauk, mineralog i petrograf, przez wiele lat reprezentował Polskę w Komisji Kosmomineralogii Międzynarodowej Asocjacji Mineralogicznej (IMA). Autor licznych encyklopedycznych opracowań dotyczących minerałów i meteorytów.

Cieszmy się, że środowisko meteorytyczne ma kolejne cenne wydawnictwo, gdyż nawet w środowiskach związanych z naukami o Ziemi i Kosmosie nie istnieje szersza świadomość tak znamienitej tradycji i bogactwa polskich wątków w tej dziedzinie. Ta niezmiernie ciekawa pozycja została wydrukowana głównie dla członków stowarzyszenia, a zainteresowani znajdą ją przede wszystkim w bibliotekach. Dla chętnych jest też szansa nabycia wydawnictwa bezpośrednio w Polskim Towarzystwie Meteorytowym. Informacja: http://www.ptmet.org.pl/index.htm.

Wiesław Czajka

Brachinity

Roger Warin i John Kashuba

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

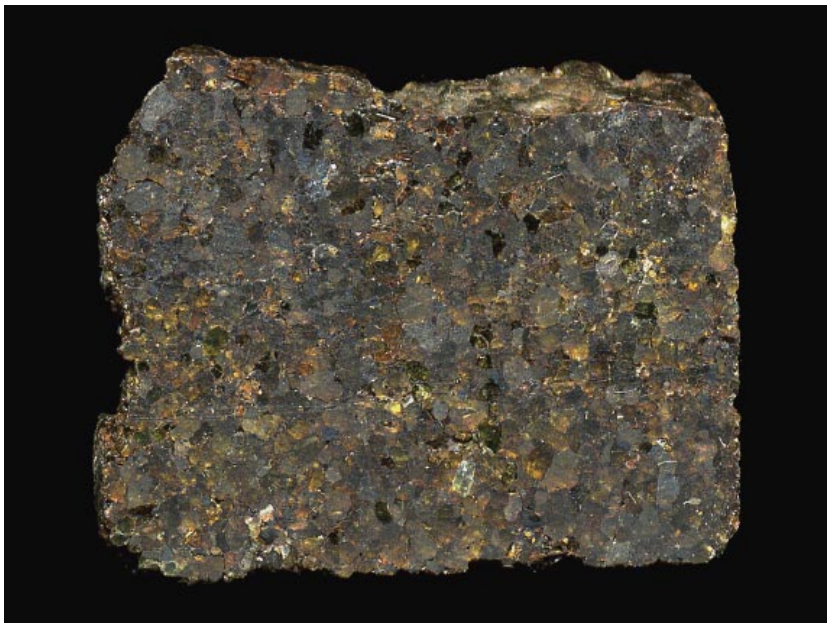
Brachinity są rzadkością. Tylko 12 kg meteorytów nosi tę nazwę. Dla kolekcjonera różnych typów meteorytów nabycie fragmentu jest sporym wyzwaniem. Na diagramie klasyfikacyjnym meteoryty te lokują się między chondrytami a achondrytami. Obecnie zaliczane są do prymitywnych achondrytów razem z paroma innymi dziwnymi typami. Mając niemal chondrytowy skład są przypuszczalnie pozostałościami po tym, jak ciepło planetoidy częściowo stopiło chondrytową materię i niektóre jej składniki odpłynęły lub zostały wyrzucone. Metamorfizm cieplny pozostawił potem równoziarnistą teksturę z trójzłączami. Tak było w przypadku przynajmniej niektórych brachinitów.

Obecnie okazuje się jednak, że niektóre mają inne pochodzenie. Są one kumulatami, wytworami gorącej magmy, w której kryształy gromadziły się, gdy oddzielały się od cieczy. Na magmowe pochodzenie wskazują skład oliwinów, kumulatowa tekstura ziaren plagioklazu (jeśli są obecne), preferowana orientacja ziaren oliwinu, inkluzje stopu w oliwinie i proporcje zawartości niektórych pierwiastków. Są to dwa zupełnie odmienne mechanizmy formowania się skał zaliczanych do tego samego typu.

Jeszcze bardziej zagadkowy jest problem, skąd te meteoryty pochodzą. Proporcje izotopów tlenu, które są wiarygodnym wskaźnikiem pokrewieństwa, wykazują znaczny rozrzut. Ciągną się one od pola winonaitów do obszaru acapulcoitów/lodranitów i nakładają się na część pola HED (ich skład się różni) i pola angrytów. Sam meteoryt Brachina jest na marginesie w polu winonaitów.

Meteoryt Brachina znaleziono w Australii Południowej 26 maja 1974 r. Składa się z dwóch fragmentów o łącznej masie zaledwie 203 g. Jest to dunit składający się niemal wyłącznie z oliwinu z niewielkim dodatkiem piroksenu i chromitu. Początkowo został sklasyfikowany jako chassignit z powodu podobieństwa do meteorytu Chassigny. W roku 1983 wartości izotopów tlenu pokazały, że są to różne meteoryty i Brachina użyczył swej nazwy małej grupie średnio i gruboziarnistych achondrytów oliwinowych złożonych z ziaren jednakowej wielkości. Brachinity są bardzo stare; Brachina ma wiek formowania się 4,564 mld lat. (Chassigny ma tylko 1,35 mld lat.)

Kolekcjonerzy mogą znaleźć czasem w ofertach brachinity NWA 595 i NWA 3151. Ostatnio pojawiło się jeszcze kilka innych z Afryki północno-zachodniej i są one oferowane po rozsądnych cenach.

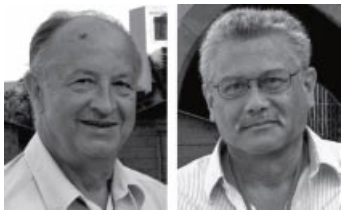


Polerowana płytka brachinitu NWA 3151. Szerokość 16 mm.

Badacze nadal dyskutują, jakie inne meteoryty można uznać za brachinity. Często wymienia się Zag(b) i Divnoe, a także Tafassasset i NWA 5400. NWA 1500 był najpierw sklasyfikowany jako ureilit, a teraz jest zaliczany do niezgrupowanych achondrytów. Ostatnio, opierając się na izotopach tlenu i innych czynnikach, przedstawiono mocne argumenty, że jest to brachinit, pomimo jego ureilitowego wyglądu w świetle przechodzącym.

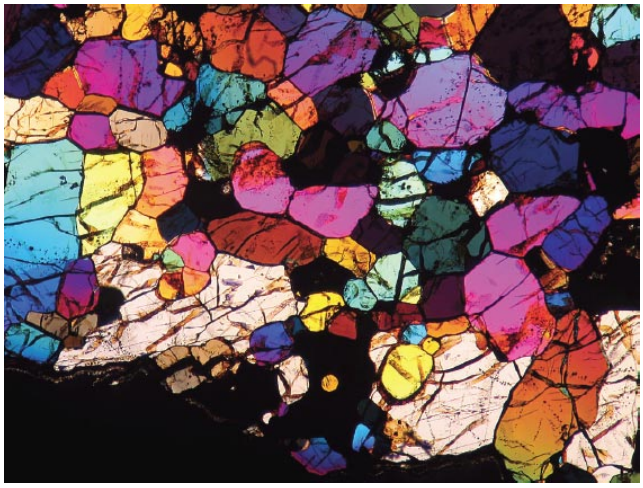
Lista możliwych ciał macierzystych jest odzwierciedleniem różnorodności brachinitów. Ciało macierzyste meteorytów grupy IAB jest sugerowane przez pewne podobieństwo brachinitów do winonaitów. Planetoida 289 Nanette ma silny wskaźnik obecności oliwinu, który, tak jak być powinno, nie zawiera dużo magnezu. Wspomniano o Wenus, co odrzucono, ponieważ powierzchnia Wenus jest zbyt młoda. NWA 5400 mógłby pochodzić z postulowanego ciała Theia. A ciało macierzyste meteorytu Tafassasset mogłoby być częściowo stopionym ciałem chondrytu CR lub innym ciałem utworzonym w tym samym regionie.

Nowy materiał staje się dostępny i naukowcy go badają. Oczekujemy, że różnice i podobieństwa między brachinitami i spokrewnioną materią będą coraz wyraźniej widoczne i odpowiednio do tego będzie tworzona nowa klasyfikacja. Obecnie kolekcjonerowi łatwiej jest zdobyć kawałek brachinitu niż zyskać pewność, czym on właściwie jest.

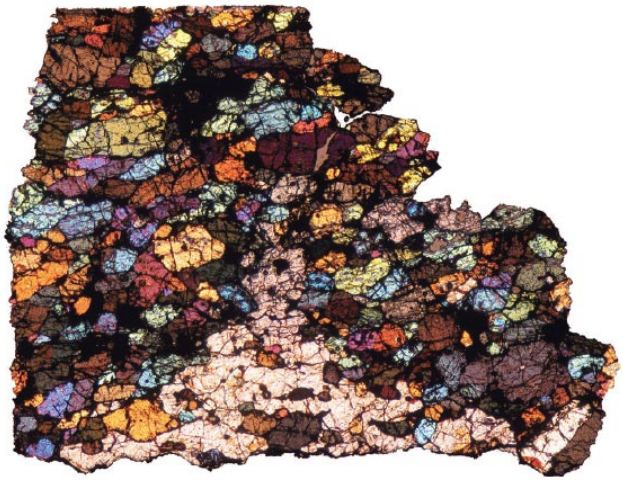


Dr Roger Warin jest emerytowanym chemikiem.

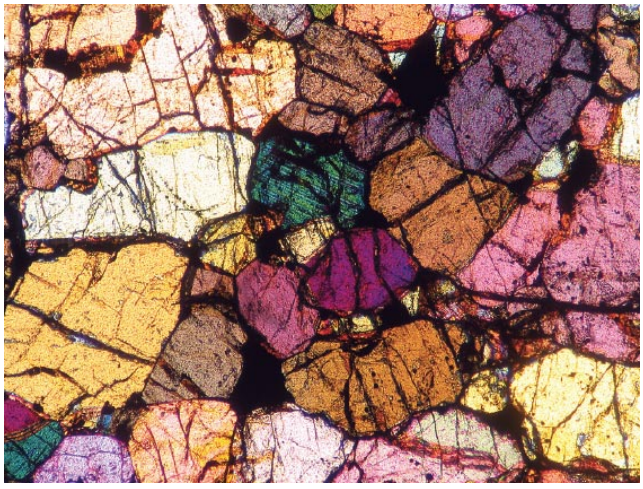
John Kashuba jest emerytowanym inżynierem budownictwa.



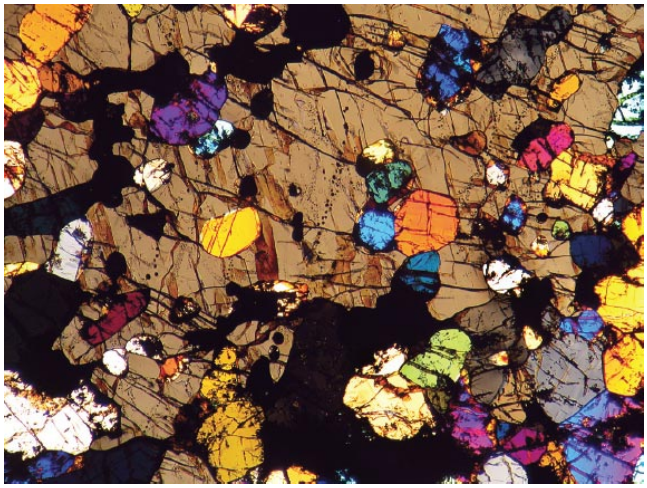
Podobny do brachinitu niezgrupowany achondryt NWA 5400. Płytka cienka przy skrzyżowanych polaroidach. Szerokość pola widzenia 3 mm.



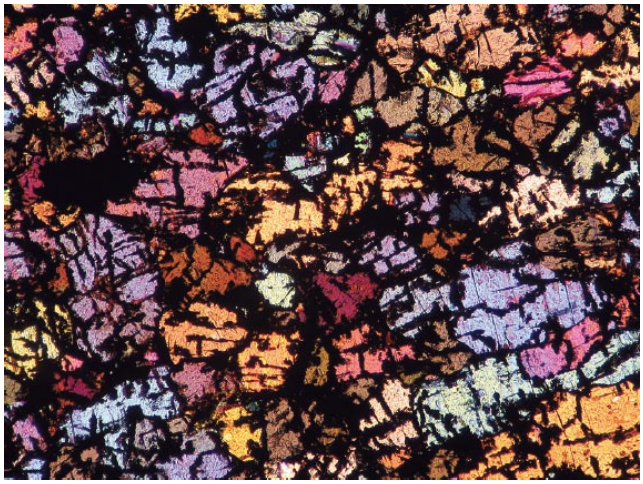
W tej próbce brachinitu NWA 595 widać wyraźną, preferowaną orientację ziaren oliwinu. Płytka cienka przy częściowo skrzyżowanych polaroidach. Próbka ma 6 mm szerokości.



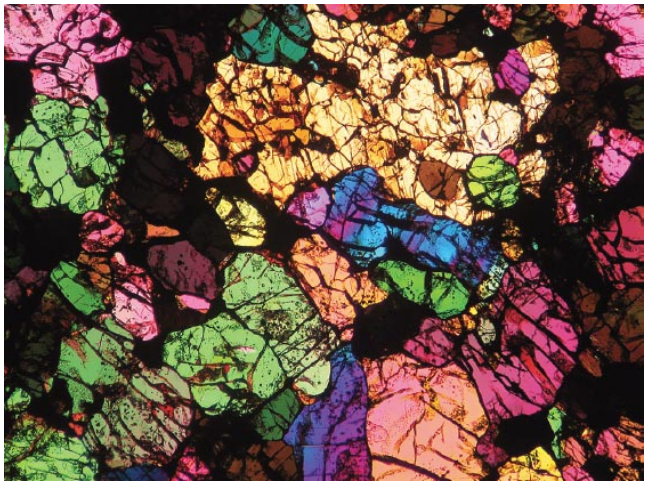
Brachinit NWA 3151. Płytka cienka przy częściowo skrzyżowanych polaroidach ukazuje nieprzezroczysty materiał. Pole widzenia ma 3 mm szerokości.



Poikilitowa tekstura w brachinicie NWA 5471. Płytka cienka przy skrzyżowanych polaroidach. Szerokość pola widzenia 3 mm.



Niezgrupowany achondryt NWA 1500, klasyfikowany wcześniej jako ureilit. Wygląda jak ureilit, ale ma wiele cech brachinitu. Płytka cienka przy częściowo skrzyżowanych polaroidach. Szerokość pola widzenia 3 mm.



Niezgrupowany achondryt Divnoe. Płytka cienka przy skrzyżowanych polaroidach. Szerokość pola widzenia 3 mm.

Jesteśmy razem już 5 lat!
METEORYTOMANIA.INFO
forum meteorytowe

Skarb w bruździe: historia meteorytu z Zachodniej Virginii

Anne M. Johnson

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

Vincie Stump podążał bez wytchnienia świeżo wyoraną bruzdą za ręcznym pługiem i końmi. Rześkie powietrze wczesnego, wiosennego poranka kąsało go w nozdrza, a unosząca się przyjemna woń żyznej ziemi sprawiała, że Vincie zapominał o swych troskach. Wokół panował spokój; jedynymi dźwiękami rozbrzmiewającymi na zamglonym polu były dudnienie końskich kopyt, czasem delikatne rżenie i sporadyczne podzwanianie łańcuchów ciągnących pług. Gładkie, wyślizgane, drewniane rączki pługa w sękatych dłoniach Vincie'go dawały mu nadzieję na obfity plon tego roku. Chociaż było jeszcze wcześnie, ocierał już rękawem zroszone potem czoło. Pracował pilnie od brzasku poranka do zmierzchu, by zapewnić byt rodzinie. Wielki kryzys w latach trzydziestych każdemu dawał się we znaki i pieniędzy wciąż brakowało.

Fot. 1. Meteoryt Landes na miejscu spadku.

Czując jedynie lekkie uderzenia ostrza pługa o stwardniałą ziemię Vincie kroczył nieprzerwanie za pługiem, aż poczuł nagły, gwałtowny opór z prawej. Lemiesz pługa zazgrzytał jak łopata na betonie trąc o coś stałego i ciężkiego. Szerokie bary Vincie'go cofnęły się ściągając lejce, a silne dłonie ścisnęły rączki pługa zatrzymując go.

„Jeszcze jeden" pomyślał. Przypadkowe kamienie często pojawiały się na drodze jego pługa. Schylił się, by obejrzeć głaz i poczuł zimno, gdy przesunął ręką po jego ospowatej powierzchni. Gołymi rękami odgarnął ziemię z kamienia i zobaczył, że tkwi on głęboko. Gdy podszedł po zaoranej ziemi, by zdjąć łopatę z konia, wiedział już, że ten kamień był większy od kamieni, na które wcześniej natrafił jego pług.

Vincie wykopał dół na ponad stopę zanim odsłonił podstawę kamienia. Próbując wyturlać kamień z jego mogiły mamrotał coś na temat jego zaskakującego ciężaru w stosunku do wielkości. Odczepił pług i obwiązał łańcuchem ciężki kamień. Gdy popędził konie, łańcuch drgnął, napiął się i kamień zaczął żłobić własną, zygzakowatą bruzdę, gdy konie ciągnęły go przez świeżo zaorane pole do stodoły. Tam dołączył on do innych kamieni, których sterty otaczały poszarzałą stodołę, jak mury obronne. Przez chwilę Vincie przyglądał się wyciągniętemu kamieniowi zastanawiając się, co to może być, po czym powoli wrócił do koni, by kontynuować orkę.

Po jej zakończeniu duże bryły ziemi czekały na rozbicie i wymieszanie z glebą. Vincie doczepił w miejsce pługa własnej roboty drewnianą bronę i konie pociągnęły ją jak sanie po polu rozbijając grudy ziemi. Gdy konie szły po pokrytej grudami ziemi, Vincie gapił się na wiele nie rozbitych brył i wiedział, że potrzebuje obciążyć bronę. Zdjął kapelusz i pocierał ręką głowę w zamyśleniu. „Ten ciężki kamień", przemknęło mu przez głowę. Czuł, że ten kamień może być przydatny. Konie pociągnęły podskakującą na grudach bronę przez pole, do miejsca spoczynku kamienia naprzeciw stodoły. Czując jego masywność przy wtaczaniu go na bronę Vincie był zadowolony, że poradzi sobie z grudami. Szedł za broną obserwując, jak ziemia kruszy się pod jej ciężarem. Gładko zabronowana ziemia była konieczna dla dobrego plonu. Nowy kamień okazał się niezbędnym elementem jego skromnej kolekcji narzędzi rolniczych.

Rok po roku Vincie uprawiał ziemię wykorzystując to narzędzie podarowane przez matkę Naturę. Z bruzd, które wyorywał, wydobył i wyrzucił wiele nowych kamieni, ale jego „ciężki kamień", jak zwykł go czule nazywać, wciąż był, służąc mu w polu wiele lat. Wciąż czuł do niego sympatię i nigdy nie zdobył się na to, by odturlać go na bok i skazać na zapomnienie w rosnącej stercie kamieni. Gdy nie był potrzebny, leżał w szopie z maszynami i tak było, aż ponad 30 lat później Vincie przeczytał coś, co przekonało go, że posiada coś więcej niż zwykły, polny kamień.

Fot. 2. Vincie Stump i jego wnuk Robbie z meteorytem Landes.

Wyciągnąwszy się wygodnie w ulubionym fotelu, po kolacji, 72-letni Vincent Stump odpoczywał po długim, gorącym dniu pracy na farmie. Sięgnął po lipcowo-sierpniowy numer pisma The Furrow, dwumiesięcznika dla farmerów wydawanego przez Johna Deere i przeglądał strona po stronie. Pismo dostarczało farmerom cennych informacji o metodach gospodarowania, maszynach rolniczych i różnych produktach.

Na jednej ze stron rzuciły mu się w oczy słowa: „Farmerzy widzą więcej meteorytów niż ktokolwiek inny. Oto co zrobić, jeśli znajdziesz jakiś." Glenn Huss, znany poszukiwacz i kolekcjoner meteorytów, namawiał farmerów, by nie lekceważyli żniw „ważnych

plonów dających pieniądze: milionów meteorytów rozsianych po polach całego świata." Vincie natychmiast pomyślał o „ciężkim kamieniu". Przypomniał sobie, jak ponad 30 lat temu usiłował wydostać ten głaz z głębokiego dołu na polu, i jak nie był on podobny do żadnego innego kamienia, który znalazł. Chociaż nie miał zwyczaju okazywania emocji, myśl o zyskaniu dodatkowej gotówki bardzo go poruszyła. Vincie przeżył trudne lata Kryzysu i wciąż cenił nowe możliwości zdobycia pieniędzy.

Fot. 3. Dave Stump dźwigający 153-funtowy „ciężki kamień".

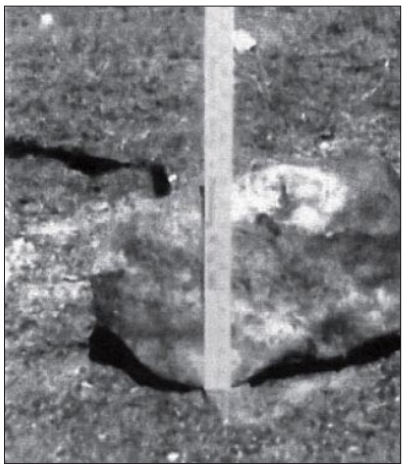
Glenn Huss opisał meteoryty jako mające różne kształty, zaokrąglone narożniki, czasem wklęśnięcia przypominające odciski kciuka, i czarną skorupę. Pisał, że są ciężkie w stosunku do wielkości, nie są porowate, mają wnętrze o jaśniejszej barwie i mogą mieć srebrzyste plamki metalu rozproszonego we wnętrzu. Vincie uważnie przeczytał opis i tradycyjnie, w zamyśleniu jego ręka powędrowała ku głowie. Nie zwlekając pomaszerował do szopy z maszynami, gdzie trzymał swój ciężki kamień. Oglądając płytkie wklęśnięcia na powierzchni, która miała kolor zardzewiałego gwoździa i niewiele czerni, o której pisał Huss, Vincie miał trochę wątpliwości, czy jego kamień rzeczywiście może być meteorytem. Przeczuwał jednak, że to możliwe i wiedział, że nie zaszkodzi wysłać mały kawałek do Hussa. W artykule proszono farmerów, by próbki wielkości orzecha włoskiego z kamieni pasujących do przedstawionego opisu wysyłali do American Meteorite Laboratory w Denver, w stanie Colorado.

Vincie odłupał od głazu kawałek, dodał opis podając jego wagę, 153 funty, i wymiary, i wysłał do tego Laboratorium. Powrócił do codziennych zajęć na farmie oczekując cierpliwie na odpowiedź i myśląc, jak wynik może pomóc mu w życiu. Codziennie oglądał swój ciężki kamień w szopie i przeciągał kciukiem po miejscu odłupania zastanawiając się nad jego pochodzeniem. Czy był to tylko jeszcze jeden kamień wyciągnięty z pola i podobny do innych, czy też gość z innego globu, który spadł na Ziemię i zakopał się w jego polu wiele lat temu?

W następnym tygodniu Vincie otrzymał odpowiedź. Z telefonicznej rozmowy z Glennem Hussem dowiedział się, że jego ciężki kamień rzeczywiście jest meteorytem. Huss zaproponował, ile może zapłacić za meteoryt, jeśli zostanie on do niego wysłany. Vincie, zdając sobie sprawę z wartości takiego znaleziska, odrzucił ofertę. Gdy jednak cena została podwojona, skwapliwie ją zaakceptował.

Vincie zawinął meteoryt w 5 czy 6 worków jutowych, obwiązał drutem i zataszczył na pocztę, gdzie przymocowano etykietki z adresem i ubezpieczono przesyłkę na $900. Choć nie był to człowiek okazujący emocje, można sobie wyobrazić, że żywił on uczucie i przywiązanie do kamienia, który służył mu wiernie przez wiele lat i teraz brakowało mu go na farmie.

Meteoryt otrzymał nazwę Landes, ponieważ meteoryty są nazywane od najbliższego urzędu pocztowego lub utworu geograficznego. Został pocięty i był badany w różnych instytutach, a teraz jest wystawiany w muzeach i prywatnych zbiorach. Suma zapłacona

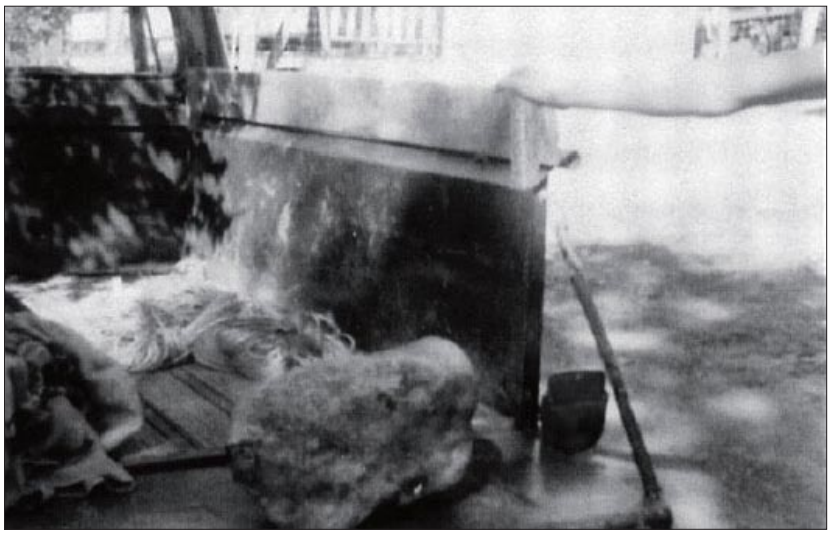


Fot. 4. Pomiar wielkości meteorytu.

Vincie za jego meteoryt nie została nigdy ujawniona i pozostaje rodzinną tajemnicą, chociaż zapewniła mu pewien komfort na małą skalę. Będąc człowiekiem praktycznym Vincie, za otrzymane pieniądze wybudował w swym domu nową łazienkę.

Chociaż ten teren był przy różnych okazjach penetrowany przez profesjonalnych poszukiwaczy meteorytów, żadnego więcej meteorytu nie znaleziono. Na tej farmie, na której nie ma już plonów, koni i pługów, nie widać żadnych śladów tego, co zdarzyło się tam tak wiele lat temu, znalezienia skarbu w bruździe.

Poza tym, że jest kolekcjonerką meteorytów, Anne Johnson mieszka w Virginii Zachodniej i uczy czytać i pisać na poziomie podstawowym i w college'u. Dla swych uczniów z poziomu podstawowego prowadzi coroczny program popularyzujący meteoryty dając im możliwość dotknięcia innego globu, który zderzył się z naszym własnym wzbogacając jej i ich życie.



Fot. 5. Meteoryt Landes zapakowany w worki jutowe przed wysyłką.

Zbiór meteorytów Naturhistorisches Museum w Wiedniu

Franz Brandstätter

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

Fot. 1. Widok na wiedeńską kolekcję meteorytów w Sali V Naturhistorisches Museum. Na wystawie jest około 5100 okazów meteorytów z ponad 1000 lokalizacji. Gabloty na środku sali zawierają systematyczny zbiór, a wokół nich pod ścianami stoją gabloty poświęcone różnym tematom. © Naturhistorisches Museum, Wien.

Początki zbioru

W 1748 roku cesarz Franciszek I Stefan (1708–1765), mąż cesarzowej Marii Teresy (1717–1780) wspólnie z nią panujący, nabył zbiór przyrodniczy florenckiego szlachcica Johanna von Baillou (1684–1758). Kolekcję przewieziono do Wiednia i wystawiono w cesarskim pałacu w nowo utworzonym „Naturalien Cabinet" (gabinecie przyrodniczym). W owym czasie ten gabinet był częścią prywatnego zbioru cesarza. Jednak cesarzowa Maria Teresa, która podzielała zainteresowania męża naukami przyrodniczymi, po śmierci cesarza w roku 1765 podarowała zbiór państwu austriackiemu.

Pierwsze nabytki meteorytów

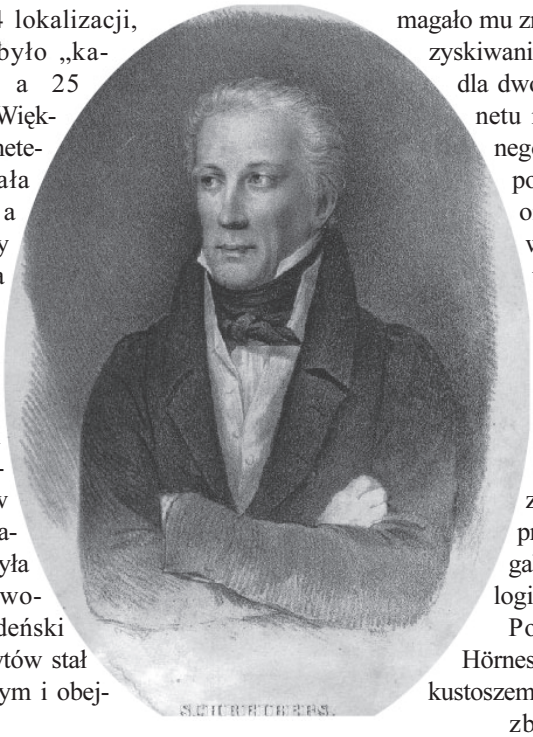
W roku 1776 Ignaz von Born (1742––1791), znany uczony zajmujący się nauką o Ziemi, został zaangażowany, by podnieść naukowy standard Gabinetu Przyrodniczego. Born zorganizował w 1778 roku przeniesienie do Gabinetu dwóch meteorytów przecho-

wywanych dotąd w cesarsko-królewskim skarbcu. W ten sposób trafiły do zbioru pierwsze meteoryty: Hraschina (żelazny, spadł w 1751 r. koło Zagrzebia w Chorwacji) i Tabor (kamienny, spadł w 1753 r. w Czechach). W 1788 r. do Gabinetu Przyrodniczego wszedł Abbot Andreas Xavier Stütz (1747––1806). Podczas jego kadencji liczba pozyskanych meteorytów zwiększyła się do siedmiu okazów: Hrashina (39 kg), Krasnojarsk (2,5 kg), Tabor (2,7 kg), Steinbach (1,1 kg), Eichstädt (126 g), L'Aigle (1,1 kg) i Mauerkirchen (429 g).

Era Schreibersa

W roku 1806, jako odrębna jednostka zbioru, został utworzony „Vereinigte K.K. Naturalien-Cabinet" (zjednoczony, cesarsko-królewski gabinet przyrodniczy), kierowany przez nowo mianowanego dyrektora, Carla von Schreibersa (1775–1852). Jego głównym zadaniem była reorganizacja zbiorów przyrodniczych na podstawach naukowych, przyjmując za wzór muzeum przyrodnicze w Paryżu. Schreibers miał różne zainteresowania przyrodnicze skupiając się na zoologii. Jednak po spadku meteorytu Stannern w 1808 roku, który Schreibers badał jako członek cesarskiej komisji (razem z Aloisem Beck von Widmanstätten (1754–1849)), korzystał z każdej sposobności, by pozyskiwać okazy meteorytów.

Schreibersowi udało się także znacznie zwiększyć roczny budżet na zakupy dla gabinetu minerałów. Nabyto szereg interesujących meteorytów i ich liczba w zbiorze przyrodniczym stale rosła. Na wniosek Schreibersa zorganizowano osobną salę wystawową poświęconą tym pozaziemskim ciałom. W ten sposób przygotowano podwaliny pod dzisiejszy zbiór muzeum przyrodniczego. W roku 1816 pojawił się w Gabinecie Paul Maria Partsch (1791––1856) i pracował w nim jako wolontariusz do roku 1824. W 1835 r. po wielu próbach Schreibersa zapewnienia dla niego stanowiska, został w końcu mianowany kustoszem. W 1843 roku Partsch opublikował szczegółowy opis meteorytów w cesarskim gabinecie minerałów. Wydając tę książkę stał się pierwszym kustoszem, który opublikował pełną listę meteorytów w muzealnej kolekcji. Według katalogu Partscha w 1843 r. wiedeński zbiór liczył 258 okazów z 94 lokalizacji, z czego 69 było „kamiennych", a 25 „żelaznych". Większość z tych meteorytów została pozyskana przez zakupy i wymiany. Ta praktyka Partscha i jego następców, którzy aktywnie zachęcali kolekcjonerów i dealerów do proponowania wymian, była głównym powodem, że wiedeński zbiór meteorytów stał się największym i obejmującym najwięcej lokalizacji zbiorem w XIX wieku.



Fot. 2. Carl von Schreibers (1775–1852), dyrektor Zjednoczonego Cesarsko-Królewskiego Gabinetu Przyrodniczego od 1806 do 1851 r. Można go uważać za założyciela meteorytyki w Wiedniu.
© Naturhistorisches Museum, Wien

W październiku 1848 roku, podczas tak zwanej wiosny ludów, gabinety przyrodnicze doznały bolesnych strat, gdyż część zbiorów i sal stanęła w ogniu wskutek ostrzału artyleryjskiego. Na szczęście kilka dni wcześniej Partsch zaczął już zabezpieczać najcenniejsze okazy minerałów i meteorytów przenosząc je do innych pomieszczeń. Schreibers, który był zdruzgotany widząc, jak część dzieła jego życia idzie z dymem, przeszedł na emeryturę w końcu roku 1851 i kilka miesięcy później zmarł.

Cesarsko-królewski, dworski gabinet mineralogiczny (1851–1876)

Po odejściu Schreibersa Partsch został dyrektorem gabinetu mineralogicznego i piastował to stanowisko aż do śmierci w roku 1856. Podczas kadencji jego następcy, którym został Moriz Hörnes (1815–1868), zbiór szybko rósł. Ten wzrost następował po części dzięki aktywności Wilhelma Haidingera (1795–1871). Haidinger, pierwszy dyrektor służby geologicznej cesarstwa Austro-Węgier, zainteresował się meteorytami w 1847 roku, gdy spadł meteoryt żelazny Braunau, którego duży fragment trafił do wiedeńskiego zbioru i został przez niego opisany. Jego stanowisko szefa służby geologicznej pomagało mu znacząco w pozyskiwaniu meteorytów dla dworskiego gabinetu mineralogicznego. Na przykład po spadku meteorytu Kakowa w Rumunii, w 1858 roku, gubernator prowincji wysłał go do służby geologicznej, a Haidinger niezwłocznie przekazał go do gabinetu mineralogicznego.

Po śmierci Hörnesa w roku 1868 kustoszem wiedeńskiego zbioru został Gustav Tschermak (1836––1927). Tschermak był bardzo aktywnym badaczem o rozległych zainteresowaniach naukowych i napisał kilka klasycznych dzieł o ziemskich skałach i minerałach, a także o meteorytach. W 1877 roku zrezygnował ze stanowiska kustosza, by zostać dyrektorem nowo utworzonego Instytutu Mineralogii i Petrografii na Uniwersytecie Wiedeńskim. Podczas swej dziewięcioletniej kadencji dodał do zbioru meteorytów 55 lokalizacji zwiększając ich łączną liczbę do 299.

Dworskie Muzeum Przyrodnicze (1876–1918, otwarte w roku 1889)

Z upływem czasu wszystkie zbiory przyrodnicze w cesarskim pałacu nieustannie rosły, co prowadziło do problemów z brakiem miejsca. Dlatego trwały liczne dyskusje na temat przeniesienia zbiorów i utworzenia odrębnego Muzeum Przyrodniczego. Wreszcie w roku 1871 rozpoczęto wykopy pod budowę nowego gmachu Muzeum. W roku 1876 cesarz Franciszek Józef I (1830–1916) podpisał dokument powołujący instytucję o nazwie „Dworskie Muzeum Przyrodnicze". W roku 1884 sale wewnątrz budynku muzeum zostały ukończone i można było rozpocząć przenoszenie zbiorów ze starych, dworskich gabinetów do nowych sal wystawowych. Pięć lat później, w roku 1889,

Dworskie Muzeum Przyrodnicze rozpoczęło działalność.

Aristides Brezina (1848–1909), który od roku 1868 sporadycznie pracował w wiedeńskim gabinecie jako asystent, został następcą Tschermaka jako kustosz zbioru meteorytów. Był on znakomitym naukowcem i zdolnym administratorem. Do wymian meteorytów Brezina wykorzystał swe doskonałe stosunki z sir Lazarusem Fletcherem (1854–1921) z British Museum, co zaowocowało znaczną liczbą wymienianych okazów. W roku 1885, w swym opisie wiedeńskiego zbioru meteorytów Brezina wymienił 358 lokalizacji w Wiedniu w porównaniu z 352 lokalizacjami w muzeum w Londynie i 300 lokalizacjami w Paryżu. Brezina dokonał także przeglądu całego zbioru meteorytów, którego szczególnym celem było przekształcenie wszystkich jednostek wagi (z uncji) na system metryczny, i wyeksponował je po raz pierwszy w Sali V muzeum. Starał się zachować status wiedeńskiego zbioru jako najlepszej i największej kolekcji na świecie. W roku 1895 wymieniał 497 lokalizacji w zbiorze meteorytów.

Po przejściu Breziny na emeryturę w roku 1896 kustoszem zbioru meteorytów został Friedrich Berwerth (1850––1918). Razem z Breziną brał on udział w przenoszeniu zbioru meteorytów z cesarskiego pałacu do nowo wybudowanego muzeum znajdującego się przy „Ringstrasse". W obszernym katalogu wiedeńskiej kolekcji Berwerth odnotował w 1902 roku 1850 okazów meteorytów z 580 lokalizacji.

Sytuacja finansowa w ciągu dwudziestu lat przed wybuchem I Wojny Światowej była taka, że — z kilkoma wyjątkami — większe zakupy meteorytów nie były możliwe. Większość nowych okazów to były dary, w tym okazy, które z prywatnych zbiorów przekazali „Freiherr von Braun", Isidor Weinberger i Siegmund Sachsel.

Wybuch I Wojny Światowej gwałtownie zatrzymał aktywność badawczą i wzrost zbiorów wiedeńskiego Muzeum. Ta zmiana odzwierciedla się w rocznych zestawieniach nabytków. Od 1915 do 1917 r. kolekcja meteorytów wzrastała o jedną lokalizację na rok.

Naturhistorisches Museum w czasach od zakończenia I Wojny Światowej do końca II Wojny Światowej

Po zakończeniu I Wojny Światowej i rozpadzie Monarchii Austrowęgierskiej dotychczasowe Dworskie Muzeum Przyrodnicze stało się własnością państwa austriackiego. W następnych latach główna aktywność była ograniczona do utrzymywania „status quo". Tylko skromna aktywność miała miejsce pod kierownictwem Hermanna Michela (1888–1965), który wszedł do Działu Mineralogiczno-Petrograficznego w 1919 roku i kierował nim jako dyrektor od roku 1925 do przejścia na emeryturę w roku 1952. Nie dokonano żadnych znaczących zakupów z wyjątkiem pozyskania austriackiego meteorytu Lanzenkirchen, który spadł w 1925 roku.

Wybuch II Wojny Światowej przyniósł dodatkowe spowolnienie wszelkiej aktywności w dziale, prowadząc stopniowo do całkowitego zastoju. Głównym celem w tych latach była ochrona zbiorów przed zniszczeniem podczas wojny. W roku 1939 kolekcja meteorytów, razem ze zbiorem kamieni szlachetnych, została usunięta z sali wystawowej i zapakowana do skrzyń. Po rozpoczęciu wojny znaczna część zbiorów została złożona najpierw w bardziej bezpiecznych miejscach w Muzeum, a potem przeniesiona do innych, bezpiecznych miejsc. Pod koniec 1944 r. większość okazów przeniesiono do kopalni soli w górnej Austrii. Operacje zabezpieczania, a następnie ponownego udostępniania zbiorów po wojnie, były prowadzone pod nadzorem Michela. Dzięki jego wysiłkom i przezorności kolekcja meteorytów, ani inne zbiory działu nie doznały żadnych znaczących uszkodzeń ani strat.

Okres od końca II Wojny Światowej do dziś

Po zakończeniu II Wojny Światowej głównym celem Michela i jego następców, którymi byli Alfred Schiener (1906–1962) i Hubert Scholler (1901–1968), była ochrona istniejących zbiorów, ponieważ siły okupacyjne wyrażały zainteresowanie nimi. W końcu lat sześćdziesiątych i na początku lat siedemdziesiątych finansowa sytuacja Muzeum powoli się poprawiała i budżet na zakupy pozwolił na pozyskanie wybranych współczesnych spadków i znalezisk meteorytów. Następca Schollera, Gero Kurat (1938–2009) reaktywował w wiedeńskim Muzeum naukowe badanie meteorytów, czemu towarzyszyło stopniowe udoskonalanie sprzętu badawczego działu włącznie z nabyciem w roku 1974 mikrosondy elektronowej. Kurat był kustoszem zbioru meteorytów od roku 1968 aż do przejścia na emeryturę w roku 2003. Podczas jego kadencji pozyskano kilka ważnych, prywatnych zbiorów meteorytów. W roku 1987 został zakupiony „Drugi zbiór meteorytów Hussa" od amerykańskiego kolekcjonera Glenna I. Hussa (zięcia Harveya H. Niningera, 1887–1986). Ten cenny zbiór składa się z około 1000 okazów z 115 lokalizacji, w tym 25 głównych mas. Dwa dalsze duże zbiory meteorytów z Sahary zakupiono od Jorna Koblitza w 1999 r. Wreszcie w 1997 roku pozyskano cenną pod względem historycznym kolekcję meteorytów Johanna G. Neumanna (1813–1882), odkrywcy „linii Neumanna" w kamacycie. W ostatniej dekadzie ograniczenia budżetowe nie pozwoliły na zakupy meteorytów „muzealnej jakości". Pozyskano jednak liczne meteoryty z Afryki Północnozachodniej włącznie z jedną bryłą chondrytu LL6 ważącą 9 kg. Wiele z tych meteorytów wciąż oczekuje na sklasyfikowanie. Pozyskano także kilka reprezentatywnych okazów z niedawnych spadków, np. Bassikounou (Mauretania, 2006), Chergach (Mali, 2007) i Carancas (Peru, 2007). Szereg tych zakupów był możliwy tylko dzięki szczodremu, finansowemu wsparciu „Przyjaciół Muzeum Przyrodniczego w Wiedniu". Najnowszym nabytkiem jest ważący 3,4 kg szrapnel meteorytu żelaznego z krateru Kamil w Egipcie. Do końca 2009 roku zbiór meteorytów zwiększył się do około 8500 okazów reprezentujących ponad 2400 lokalizacji.

Obecnie na wystawie w Sali V Naturhistorisches Museum znajduje się około 5100 meteorytów z ponad 1000 lokalizacji, z których wiele, to stare, historyczne spadki i znaleziska. Tak więc meteorytowa sala wiedeńskiego Muzeum wciąż zawiera największą wystawę meteorytów na świecie. W znacznym stopniu układ okazów w sali wystawowej wciąż odpowiada oryginalnej wystawie Breziny z końca XIX wieku. Od owego czasu jedynej znaczącej zmiany w sali meteorytowej dokonał pod koniec lat osiemdziesiątych Gero Kurat przystosowując wystawę do współczesnej klasyfikacji meteorytów i prezentując nowe nabytki. Centralną częścią stałej wystawy jest usystematyzowany zbiór meteorytów pokazany w czterech szeregach stołowych gablot

przykrytych szkłem. Przed i za nim są dwie wyższe gabloty zawierające głównie duże okazy meteorytów kamiennych i żelaznych. Ponadto przy ścianach są gabloty poświęcone różnym tematom, jak klasyfikacja meteorytów i zbiory specjalne.

Wybrana bibliografia

Brandstätter F. (2006) History of the Natural history Museum of Vienna. W: McCall G. J. H., Bowden A., & Howarth R. J. (red.) The History of Meteoritics and Key Meteorite Collections: Fireballs, Falls and Finds. Geological Society, London, Special Publications, 256, 123–133.

Burke J. G. (1986) Cosmic Debris — Meteorites in History. University of California Press, Berkeley and Los Angeles.

Martel L. V. (2009) Better Know A Meteorite Collection: Natural History Museum in Vienna, Austria. Planetary Science Research Discoveries. http://www.psrd.hawaii.edu/May09/Meteorites.Vienna.Museum.html.

Marvin U. (2006) Meteorites in History: an overview from the Renaissance to the 20th century. W: McCall G. J. H., Bowden A., & Howarth R. J. (red.) The History of Meteoritics and Key Meteorite Collections: Fireballs, Falls and Finds. Geological Society, London, Special Publications, 256, 15–71.

Franz Brandstätter jest szefem działu Mineralogiczno-Petrograficznego i kustoszem kolekcji meteorytów w Naturhistorisches Museum w Wiedniu. Studiował mineralogię na Uniwersytecie Wiedeńskim, gdzie uzyskał doktorat w roku 1979. Od 1980 r. pracuje w Dziale Mineralogii i Petrografii Naturhistorisches Museum. Specjalizuje się w analizie minerałów przy użyciu skaningowego mikroskopu elektronowego i mikrosondy elektronowej. Jego zainteresowania badawcze obejmują mineralogię i petrologię meteorytów oraz regionalną mineralogię.

Perełki kolekcji

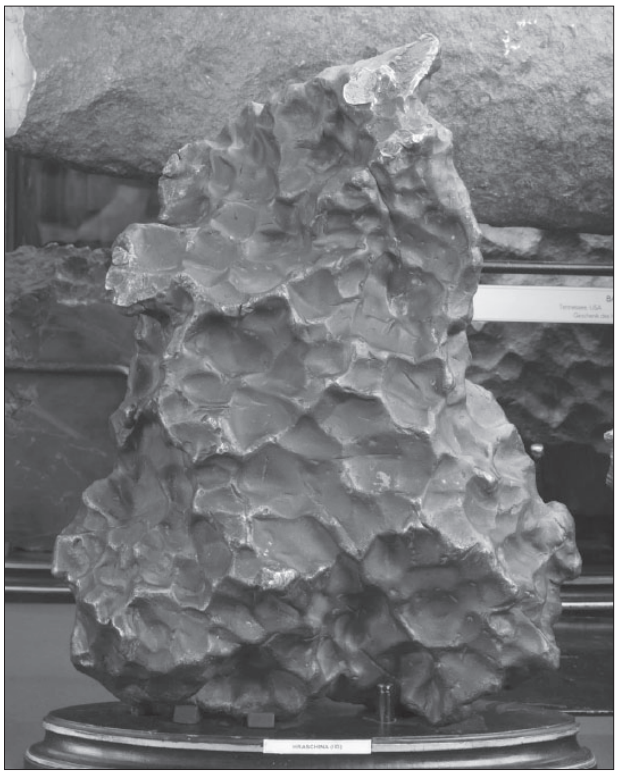
Dzięki długiej historii i staraniom pierwszych kustoszy i ich następców w wiedeńskiej kolekcji meteorytów jest wyjątkowo dużo historycznych spadków i znalezisk. Niektóre z tych cennych obiektów mają także bliski związek z tworzeniem się meteorytyki jako dziedziny nauki. Jednak w ramach tego artykułu można przedstawić tylko niewielki wybór meteorytowych perełek z kolekcji Naturhistorisches Museum w Wiedniu.

Hraschina (oktaedryt, 39 kg)

W 1751 roku, po ukazaniu się kuli ognistej, która rozpadła się z hukiem na dwie części, dwie bryły żelaza spadły z nieba koło Zagrzebia w Chorwacji. Cesarz Franciszek I zażyczył sobie raport o tym spadku od episkopatu w Zagrzebiu. W tym samym roku raport został wysłany do Wiednia wraz z bryłami żelaza ważącymi 39 kg i 9 kg. Większa bryła została następnie złożona w cesarskim skarbcu. W roku 1778 meteoryt Hraschina został przekazany do Gabinetu Przyrodniczego i stał się zaczątkiem kolekcji meteorytów.

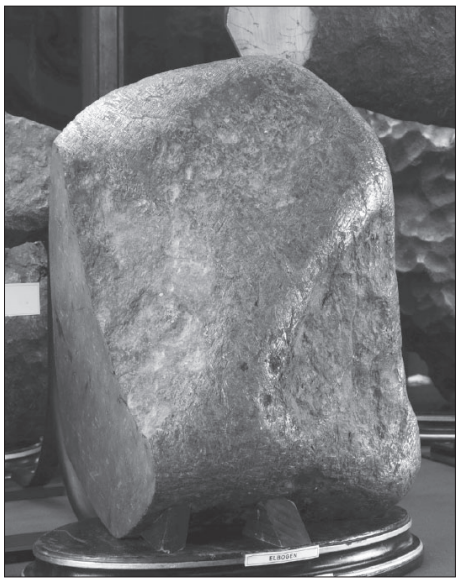
Cabin Creek (oktaedryt, 47,4 kg)

Ten wyjątkowy meteoryt żelazny spadł w hrabstwie Johnson, w Arkansas, USA, w roku 1886. Dla Muzeum podarował go przemysłowiec, Albert Mayer von Gunthof (1827––1906), który z kolei zakupił go od słynnego amerykańskiego znawcy minerałów i kamieni szlachetnych, George Fredericka Kunza (1856–1932). Cabin Creek jest jednym z najpiękniejszych orientowanych meteorytów z wyraźnie widoczną różnicą między przednią a tylną stroną.



Fot. 3. Hraschina, główna masa spadku z 1751 r. koło Zagrzebia. Uważa się, że ten ważący 39 kg meteoryt żelazny zapoczątkował wiedeńską kolekcję. © Naturhistorisches Museum, Wien.

Fot. 4. Słynny meteoryt żelazny Cabin Creek, który spadł w Arkansas, USA, w 1886 r. Widać na nim wyraźną różnicę między przednią a tylną stroną, co przypisuje się ustalonej orientacji podczas przejścia przez ziemską atmosferę. Maksymalna wysokość okazu wynosi 44 cm. © Naturhistorisches Museum, Wien.



Fot. 5. Elbogen, główna masa (79 kg) „zaczarowanego burgrabiego". Ta bryła żelaza, znana od około 1400 roku, była przechowywana w czeskim zamku Elbogen. Dopiero w 1811 r. rozpoznano, że to meteoryt. © Naturhistorisches Museum, Wien.

Fot. 6. Okaz marsjańskiego meteorytu Nakhla pozyskany dzięki wymianie z Muzeum Geologicznym w Kairze w 1911 r. Ten ważący 377 g okaz jest wyjątkowym kamieniem o kształcie sześcianu całkowicie pokrytym zielonkawo-czarną skorupą.
© Naturhistorisches Museum, Wien.

Fot. 7. Knyahinya, główna masa odnaleziona po spadku deszczu meteorytów w 1886 r. w regionie Wielykyj Bereznyj na Ukrainie. Przez dziesiątki lat ten chondryt zwyczajny Knyahinya był uważany za największy meteoryt kamienny na świecie.
© Naturhistorisches Museum, Wien.

Elbogen (oktaedryt, 79,3 kg)

W zamku Elbogen (dziś Loket — przyp. red.) koło Karlovych Varów w Czechach od wieków przechowywano bryłę żelaza ważącą ponad 100 kg. Nie ma żadnych zapisków dotyczących okoliczności jej znalezienia czy spadku, ale wiadomo o jej istnieniu od około 1400 roku. Przez długi czas bryła żelaza, którą nazywano także „zaczarowanym burgrabią" była przechowywana w zamkowej wieży i na dnie zamkowej studni. W roku 1776 przeniesiono ją do niedalekiego ratusza w Elbogen. Dopiero w roku 1811 K. H. Neumann, profesor chemii w Pradze, który przyjechał do Elbogen obejrzeć bryłę żelaza, rozpoznał, że jest to meteoryt. Następnego roku meteoryt podzielono na dwie części. Na życzenie Schreibersa główna masa, około 80 kg, powędrowała do Wiednia, a drugi fragment pozostał w Elbogen.

Nakhla (meteoryt z Marsa, dwa kamienie ważące 377 g i 117 g)

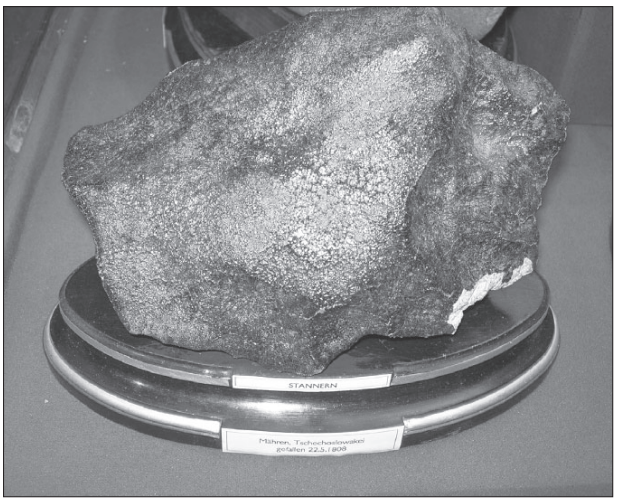
W roku 1911 nieduży deszcz meteorytów spadł w regionie Nakhla, około 50 km na wschód od Aleksandrii na północy Egiptu. Zebrano około 40 kamieni ważących w sumie 10 kg. W tym samym roku F. Berwerth zdołał pozyskać dwa okazy drogą wymiany z Muzeum Geologicznym w Kairze. Wiedeńska kolekcja posiada także okazy innych „klasycznych" meteorytów SNC, Chassigny i Shergotty. Żaden z nich jednak nie może się równać z pięknym, ważącym 377 g okazem Nakhli, który jest wyjątkowym kamieniem o kształcie sześcianu całkowicie pokrytym zielonkawo-czarną skorupą.

Knyahinya (chondryt zwyczajny, 293 kg)

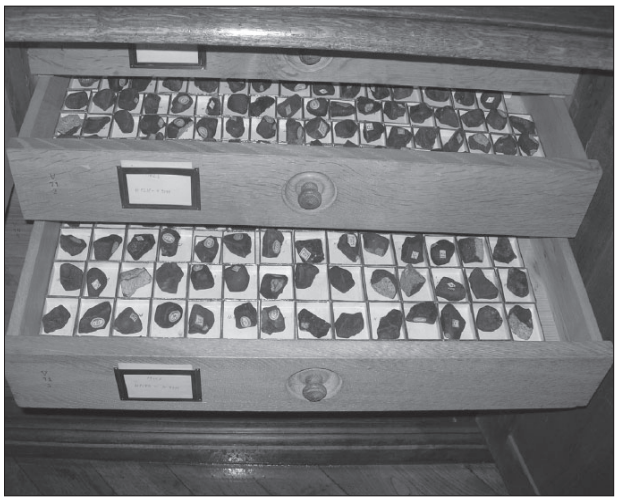
W roku 1866, po ukazaniu się ognistej kuli, deszcz meteorytów spadł w regionie Wielykogo Bereznogo na Ukrainie, na terenach, które wówczas należały do Cesarstwa Austro-Węgier. Po spadku zebrano wiele kamieni o łącznej masie około 500 kg. Największy okaz, ważący prawie 300 kg, który przy uderzeniu w ziemię rozpadł się na trzy części, wysłano do Wiednia jako prezent dla cesarza. Przez wiele lat, aż do spadku aubrytu Norton County w USA w 1948 r., główna masa meteorytu Knyahinya była uważana za największy meteoryt kamienny na świecie. Z powodu wielkości i faktu, że rozpadł się na dwie części podobnej wielkości, Knyahinya jest idealnym obiektem do badania wieku ekspozycji na promieniowanie kosmiczne. Zasadniczo wiek ten oznacza okres czasu (zwykle dziesiątki do setek milionów lat), w ciągu którego metrowej wielkości i mniejsze obiekty krążą wokół Słońca zanim spadną na Ziemię jako meteoryty. Pod koniec lat osiemdziesiątych R. Wieler z kolegami z Uniwersytetu Berneńskiego w Szwajcarii badał systematycznie główną masę Knyahinya, by ocenić pewne parametry, które wciąż są dziś używane do wyznaczania wieku ekspozycji na promieniowanie kosmiczne meteorytów.

Stannern (eukryt, kilkanaście okazów o łącznej wadze ponad 13 kg)

W roku 1808, po detonacjach, deszcz kamieni spadł koło Stonarova (Stannern) w obecnej Republice Czeskiej. Ich liczbę ocenia się na 200—300, z czego odnaleziono 66 kamieni o łącznej wadze około 52 kg. Bezpośrednio po spadku Schreibers pojechał do Stonarova jako członek cesarskiej komisji do zbadania tego zjawiska. Przywiózł on do Wiednia wiele kamieni, z których 27 (wśród nich największy ważący 6 kg) wybrano do wiedeńskiego zbioru. W 1808 r. Schreibers opublikował także szczegółową relację o spadku w Stannern w czasopiśmie „Gilbert's Annalen der Physik". W 1809 r.



Fot. 8. Największy okaz deszczu eukrytów Stannern, ważący około 6 kg. Kamień pozyskał Carl von Schreibers razem z 26 innymi kilka dni po spadku koło Stonarova w obecnych Czechach, w 1808 r. © Naturhistorisches Museum, Wien.



Fot. 9. Gablota z otwartymi szufladami ukazującymi część kolekcji okazów Mocs. W sumie wiedeński zbiór zawiera ponad 1500 pojedynczych kamieni o wielkości od kilku kilogramów do około grama. © Naturhistorisches Museum, Wien.

francuski chemik, Vauquelin, sklasyfikował Stannern jako nowy rodzaj meteorytów kamiennych, które później Brezina nazwał „achondrytami".

Mocs (chondryt zwyczajny, około 1500 kamieni o łącznej masie 70 kg)

W roku 1882 liczni mieszkańcy miasta Cluj w Rumunii byli świadkami jasnego meteoru, po którym nastąpiły długotrwałe detonacje. Okazało się, że duży deszcz meteorytów spadł koło Mocs, małej wioski 30 km na wschód od Cluj. Kilka tysięcy kamieni spadło na powierzchnię około 50 km^2. Odnaleziono w sumie około 300 kg, przy czym wagi poszczególnych okazów wahały się od kilku kilogramów do około grama. Naturhistorisches Museum posiada zdecydowanie największy zbiór okazów Mocs (największy kamień waży 6 kg) ukazujący rozmaitość kształtów i morfologii. Na przeważnie całkowicie pokrytych skorupą okazach widoczna jest skorupa pierwotna i wtórna.

Tylu badaczy meteorytów na jednym statku, to zapewne rekord Guinnessa. Na pierwszym planie, w czapeczce ET, laureat nagrody za popularyzację meteorytyki, Richard N. Pugh.

Plakietka uczestnika konferencji służyła za bilet wstępu na statek. W środku od lewej Katarzyna Łuszczek i Agata Krzesińska.

Parlamentu nie trzeba chyba przedstawiać.

Widok z Obserwatorium na Muzeum Morskie, Uniwersytet i za Tamizą wieżowce Canary Wharf. Właśnie przestało padać. Zdjęcia A. S. Pilski.

Zagłada sprzed 65 mln lat zapisana w skałach

część I

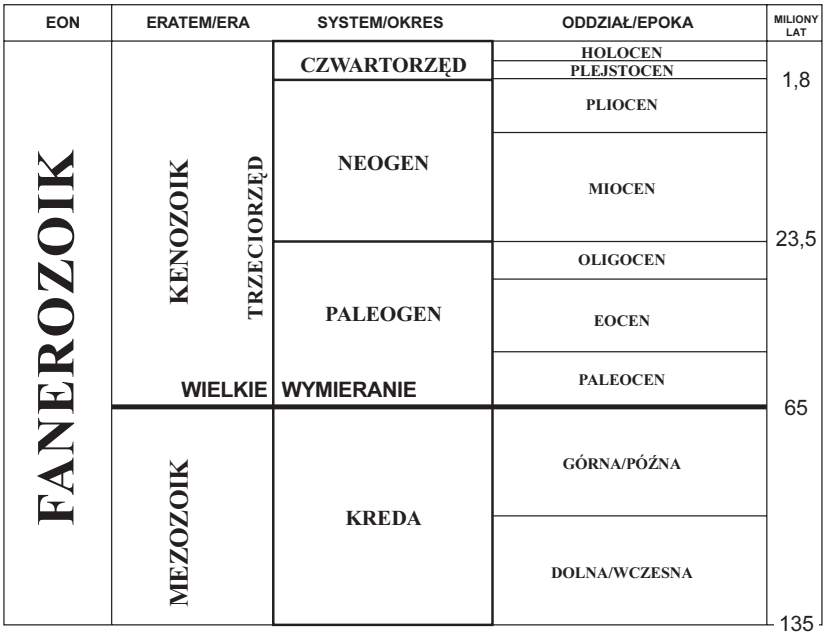
Tomasz Brachaniec

W ciągu ostatnich 542 mln lat miało miejsce 5 wielkich wymierań: ordowik / sylur, fran / famen, perm / trias, trias / jura, kreda / paleogen. Ostatnie z nich datuje się na ok. 65 mln lat temu, przez co pokrywa się z końcem mezozoiku i początkiem kenozoiku. Wyeliminowanych zostało wtedy wiele taksonów fauny i flory m.in.: gadów morskich i lądowych, morskich bezkręgowców, fitoplanktonu. Istnieje wiele hipotez na temat przyczyn wymierania, choć za najbardziej prawdopodobne uznaje się gwałtowne zmiany oceanograficzne, atmosferyczne i klimatyczne spowodowane impaktem Chicxulub bądź intensywnym wulkanizmem. Datowanie wykazało, że olbrzymi 180 kilometrowy krater uderzeniowy, znajdujący się na płw. Jukatan jest równowiekowy z wymieraniem K/Pg (Swisher i in., 1992, Sharpton i in., 1992). Dodatkowo istnieją hipotezy, według których 65 mln lat temu miał miejsce nie jeden impakt a dwa lub nawet więcej (Keller i in., 1997, 2002a; Keller, 2001).

Wszelkie badania osadów w interwale granicznym między utworami kredy i paleogenu opierają się na założeniu, że pierwiastki grupy platynowców (platyna, pallad, iryd, osm, rod) stanowią niewielki procent wszystkich grup występujących w skorupie ziemskiej i górnym płaszczu Ziemi w przeciwieństwie do składu mineralnego meteorytów kamiennych — chondrytów. Naturalne stężenie irydu w skorupie ziemskiej wynosi 0,05 ppb[1] (Wedepohl, 1995). Dwaj naukowcy: McDonough & Sun w 1995 roku zasugerowali, że w chondrytach typu C1 (zawierających dość dużo węgla i wody) jest nawet 10000 razy więcej irydu niż w skałach ziemskich. Ubytek platynowców w skorupie i górnym płaszczu Ziemi tłumaczy się ich koncentracją w jądrze planety, dlatego ich duże nagromadzenia w skałach osadowych mogą wiązać się z opadaniem pyłu meteorytowego.

Pierwsze badania geochemiczne anomalii sprzed 65 mln lat rozpoczęły się na początku lat 60-tych, w Caravaca w południowej Hiszpanii (Smit, 1990). W 1964 dwóch naukowców Luterbacher & Premoli wyznaczyli granicę kredy i paleogenu we włoskich Apeninach (Smit, 1990), a 15 lat później Birkelund i Bromley dokonali podobnego odkrycia w Stevns Klint. Przełom w odkryciu źródła dużego nagromadzenia rzadkich pierwiastków nastąpił w 1980 roku, kiedy to fizyk amerykański Luis Walter Alvarez (1911–1988) wraz ze swym synem Walterem przystąpił do zbadania zawartości irydu we włoskim Gubbio oraz Stevns Klint w Danii.

Alvarezowie po odnotowaniu wysokiej anomalii irydowej na płw. Apenińskim zasugerowali związek między anomalnymi wartościami platynowców, a wymieraniem 65 mln lat temu. W następnych latach podobne anomalie były odnotowywane na całym świecie, zarówno w paleośrodowiskach lądowych, jak i morskich (Brooks, 1987). Międzynarodowa Komisja Stratygraficzna zdefiniowała Globalny Stratotyp Sekcji i Punktu (ang. Global Stratotype Section and Point, w skrócie — GSSP) granicy kredy i paleogenu w formacji El Haria, w zachodniej części miasta El Kef w Tunezji, w oparciu o dobrze zachowane mikroskamieniałości wapienne oraz ciągły zapis sedymentacji paleoosadów (Smit, 1999).



Rys. 1. Ostatnie wielkie wymieranie wyznaczyło granicę między erą mezozoiczną a kenozoiczną.

Istnieją 2 główne hipotezy dotyczące przyczyn wymierania: impakt oraz wulkanizm. Wyniki swoich analiz skłoniły Alvarezów ku temu pierwszemu. W 1980 roku Ganapathy zasugerował, że ciało kosmiczne było chondrytem i miało ok. 11 km średnicy. Dodatkowym argumentem stały się szokowe kwarce i skalenie w osadzie granicznym, znalezione najpierw w 1984 roku w Montanie (USA), a w latach późniejszych na całym świecie (Boher i in., 1987). W prestiżowym czasopiśmie *Nature* w 1998 opisano znaleziony na północnym Pacyfiku, skamieniały fragment chondrytu węglistego, którego datowanie określiło wiek ziemski na ok.65 mln lat. Może to rzeczywiście świad-

[1] Z ang. ppb – parts per billion. Przyjęty na świecie sposób wyrażania stężenia bardzo rozcieńczonych związków chemicznych. Określa ile cząsteczek związku chemicznego przypada na 1 miliard (ang. billion — 10^9) cząsteczek rozpuszczalnika. Analogicznie większą jednostką jest 1 ppm, który określa ile cząsteczek związku chemicznego przypada na 1 milion cząsteczek rozpuszczalnika. Definicje zaczerpnięte z wikipedia.pl.

czyć o impakcie na przełomie mezozoiku i kenozoiku.

Za alternatywę dla kosmicznego źródła platynowców z przełomu kredy i paleogenu uznaje się wzmożony wulkanizm. Ze względu na zbieżność czasową, za najaktywniejszy paleoobszar przyjęto płw. Dekan (Courtillot i in., 1986).

Kluczem do zrozumienia katastrofalnych wydarzeń z końca ery mezozoicznej jest położenie anomalii irydowej w profilu osadów (Miller i in., 2010). W formacji Pinna z Tighe Park w New Jersey (USA) w osadach dolnopaleogeńskich, znajdujących się nad warstwą irydu, odnaleziono amonity (Landman i in., 2007), które dotychczas uważane były za całkowicie wyeliminowane z ekosystemu, na skutek negatywnych zmian środowiska wywołanych impaktem/wulkanizmem. Sugeruje to, że niektóre taksony faunistyczne wbrew pozorom przeżyły wymieranie bądź horyzont irydu został przesunięty w dół profilu.

Włoskie Gubbio, czyli najbardziej znane stanowisko z granicą K/T na świecie

Miejscowość ta leży w prowincji Perugia, w środkowych Włoszech i liczy sobie ok. 30,5 tys. mieszkańców. Do roku 1980 znana była głównie z legend o Św. Franciszku oraz wspaniałej architektury.

Po opublikowaniu przez Alvarezów wyników badań do Gubbio zaczęli ściągać badacze, którzy w latach późniejszych potwierdzali ich analizy. Okazało się, że zarejestrowane przez nich pierwiastki, poza irydem nie wykazują wyraźnego maksimum w ile granicznym, który ma stężenie irydu 63 razy wyższe od osadów, znajdujących się +/–2 m od granicy. Na podstawie własnych badań, w 1988, James H. Crocket wraz ze swym zespołem wyciągnął 3 główne wnioski, dotyczących anomalii w Gubbio:

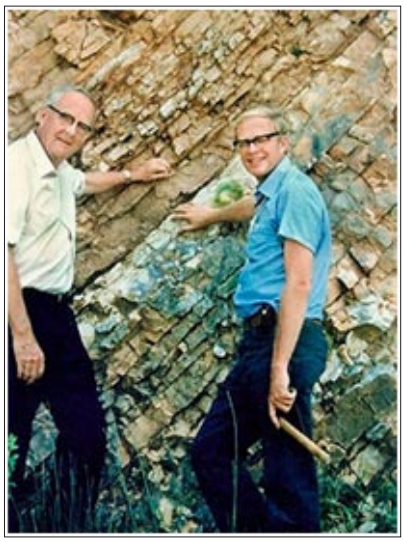
— Interwał granicy ma największe stężenie irydu w całym profilu,

— W osadach niżej i wyżej ległych znajdują się miejsca o podwyższonej zawartości irydu, choć dużo mniejszej niż w granicy,

— 4 metry profilu jest o wiele bardziej wzbogacone w iryd, co oznacza że depozycja irydu musiała trwać co najmniej tyle czasu, ile potrzeba do sedymentacji 4 metrów osadu. Artur i Fischer (1977) zasugerowali, że tempo depozycji osadu mastrychtu i paleogenu wynosiło ok. 2,4 m osadu /10^6 lat.

Autorzy stwierdzili, że oprócz irydu, platyna, nikiel jak i pallad są dość rozproszone w profilu. Pomimo, że średnia wartość palladu jest wyższa, niż dwóch pozostałych, mieści się w średnich wartościach dla chondrytów, co bezpośrednio może wiązać się z ich pozaziemskim pochodzeniem

Stworzono model sedymentacji pierwiastków występujących w ile granicznym Gubbio, ze względu na ich podobieństwo do składu chondrytów. Głównym założeniem był fakt, iż pierwiastki te rozprzestrzeniły się po całej kuli ziemskiej. Zaraz po impakcie materiał musiał być, choć po części lotny. Gazy i pyły unosiły się do stratosfery, skąd mogły dotrzeć na coraz dalsze odległości. Sedymentacja następowała zarówno w środowiskach lądowych, jak i morskich. Jeśli było to środowisko płytkowodne wtedy należałoby spodziewać się dużego natężenia platynowców, które by dobrze korelowały między sobą, co jednak nie ma miejsca w Gubbio. Jak się uważa, jest to skutkiem rozproszenia pierwiastków w wodzie morskiej.



Rys. 2. Luis Walter Alvarez (po lewej) i Walter Alvarez przy granicy kredy i paleogenu we włoskim Gubbio. Źródło ilustracji: http://www.nyteknik.se/incoming/article3070992.ece/BINARY/original/LuisWalterAlvarez1103.jpg

Stevns Klint w Danii

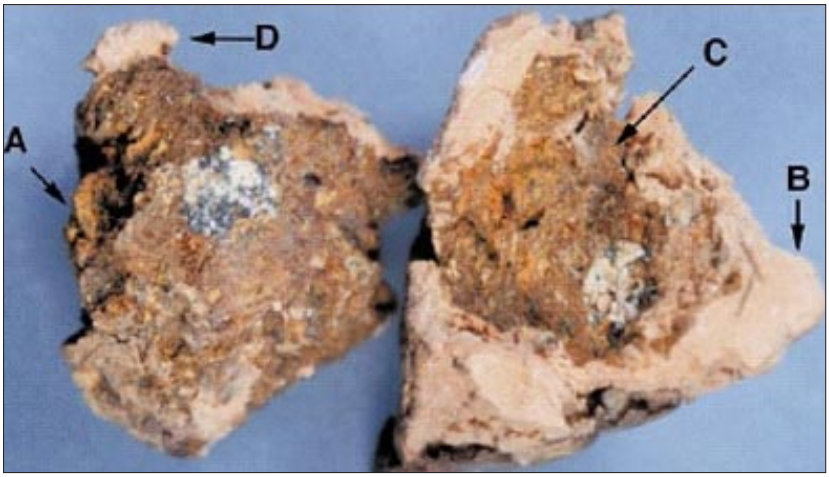
Nadmorskie klify formacji Stevns Klint ciągną się na długości ok. 50 km na południe od Kopenhagi. Warstwa graniczna między utworami kredy i paleogenu jest wykształcona w postaci tzw. „ Rybiego iłu" (ang. *Fish Clay*). Deponowany był on w wodach płytszych niż ił granicy w Gubbio, za czym przemawia występowanie: szkarłupni, małżów, koralowców bądź kokkolitów.

Na podstawie analiz duńskich osadów z pogranicza mezozoiku i kenozoiku można wyszczególnić 2 główne cechy charakterystyczne:

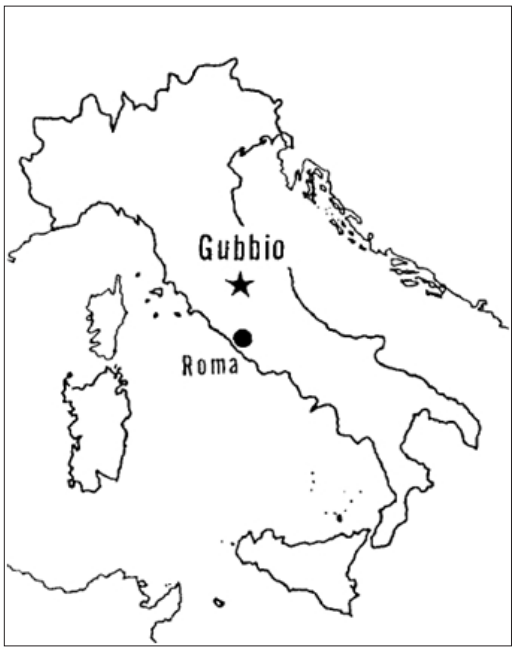
— Wapienie górnej kredy zawierają dużą liczbę mikroskamieniałości, których brak w sąsiadujących iłach granicznych,

— Zanotowane anomalne stężenia irydu znajdują się dokładnie w *Fish Clay*, podobnie jak kerogen, który jest produktem biochemicznego i geochemicznego przeobrażenia substancji organicznych.

W warstwie granicznej stwierdzono obecność setek pirytów i drobnych kulek szkliwa, powstałych na skutek topienia się skał po uderzeniu w nie meteorytu, zwanych sferulami. Geochemia i mineralogia badanych mikrosferul z granicy K/Pg na całym świecie sugerują, że pochodzą one z jednego źródła.



Fot. 3. Skamieniały chondryt węglisty sprzed 65 mln lat. Tkwił on w jasnobrązowej glinie, oznaczonej literami. Średnica ok. 2,5 mm. Źródło: Kyte, 1998.

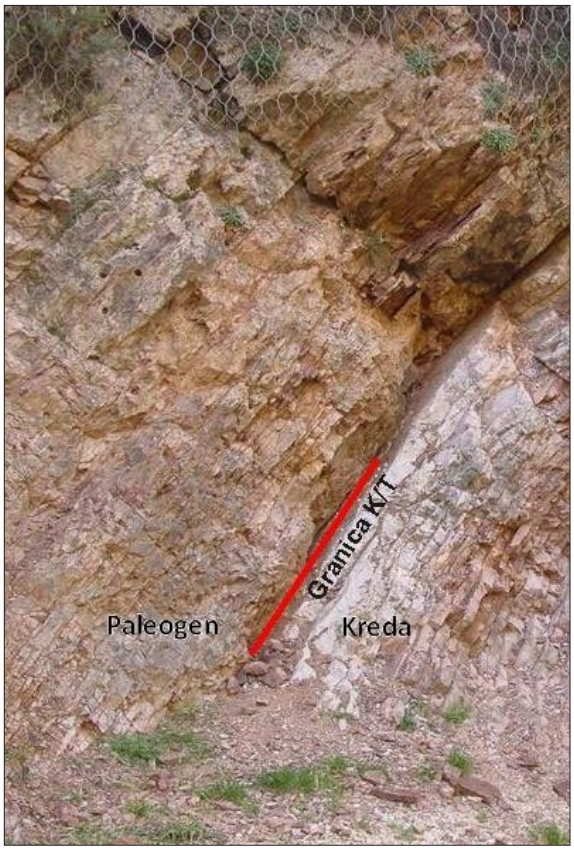


Rys. 4. Lokalizacja Gubbio na terenie Płw. Apenińskiego. Źródło: Alvarez,1980.

Duńska granica mezozoik/kenozoik powstała najprawdopodobniej w wyniku regresji morskiej. Obecność kerogenu tłumaczy się wymywaniem poziomów humusowych z obszarów lądowych przez kwaśne deszcze i ich deponowaniem w zbiorniku morskim.

Alvarez opisując anomalię irydową w Gubbio dokonał również podobnej analizy w Stevns Klint celem porównania. Zawartość irydu w warstwie granicznej wynosiła ok. 72 $\times 10^{-9}$ g/cm^3. Miała ona wtedy współczynnik 160 razy wyższy od swojej wartości w osadach kredy bądź paleogenu

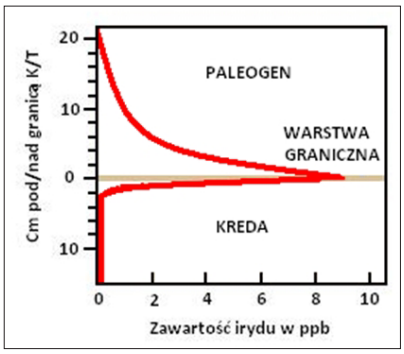
Otrzymane wysokie wartości irydu w osadzie granicy K/Pg deponowanej w środowisku morskim przyczyniły się do przeprowadzenia eksperymentu, który miał wyjaśnić czy woda morska ma wpływ na zawartość irydu w osadzie. Doświadczenie polegało na określeniu, ile irydu na gram wody morskiej znajduje się we współczesnym zbiorniku wodnym. Otrzymane wartości wynosiły ok. 4 $\times 10^{-13}$g Ir / 1g wody. Przy założeniu, że morze na przełomie mezozoiku i kenozoiku było płytsze niż 100m, powinno się otrzymywać wyniki ok. 4 x 10^{-9}g/cm^3, czyli ok. 20 razy niższe niż dane otrzymane z analizy prób Stevns Klint (Alvarez i in., 1980). Jest to jednoznaczne z faktem, iż ok. 65 mln lat temu istniało znacznie bogatsze źródło irydu niż zbiorniki wodne.



Rys. 5. Wychodnia utworów kredy i paleogenu w Gubbio. Zmodyfikowane z: http://www.onlineminerals.com/admin/my_documents/my_pictures/DSC04799_Medium.JPG

Polski akcent…

Powyżej zostały opisane 2 najbardziej znane stanowiska z anomalią geochemiczną granicy K/Pg na świecie. W ciągu przeszło 30 lat badań i poszukiwań 100% dowodów potwierdzających hipotezę, jakoby impakt ciała kosmicznego był głównym czynnikiem odpowiedzialnym za masowe wymieranie w dziejach Ziemi, odkryto wiele podobnych miejsc. Szacuje się, że w chwili obecnej jest ich ok. 350. Około 2 lata temu na Lubelszczyźnie,



Rys. 6. Zawartość irydu w warstwie granicznej względem osadów kredy i paleogenu w Gubbio. Wyniki otrzymane przez L.W oraz W. Alvarezów

w małej miejscowości Lechówka, odkryto wychodnię osadów kredy i paleogenu. Samo odkrycie w sobie nie byłoby dziwne – w Dolinie Środkowej Wisły jest szereg podobnych stanowisk. Niepowtarzalnością Lechówki jest jednak kompletny zapis anomalii irydowej, przez co jest pierwszą tego typu lokalizacją w Polsce. Analizę tamtejszych osadów oraz wypływające z niej wnioski postaram się przedstawić w 2 części artykułu…

Kończąc pierwszą część artykułu chciałbym podziękować panu Andrzejowi S. Pilskiemu za pomoc i cenne uwagi przy jego tworzeniu, oraz mojemu promotorowi, prof. dr hab. Łukaszowi Karwowskiemu za wtajemniczanie w arkana „nieziemskiej" pasji…

	ppb
+2,7 m	<0,3
+1,2 m	<0,3
+0,7 m	0,36 ± 0,06
Granica	41,6 ± 1,8
–0,5 m	0,73 ± 0,08
–2,2 m	0,25 ± 0,08
–5,4 m	0,30 ± 0,16

Rys. 9. Stężenie irydu w Stevns Klint z próbek pobranych pod osadem granicznym (–), oraz nad nim (+). Zmodyfikowane z: Alvarez i in., 1980.

Tomasz Brachaniec jest obecnie studentem V roku geologii Wydziału Nauk o Ziemi Uniwersytetu Śląskiego. Jest członkiem Polskiego Towarzystwa Meteorytowego. Jego głównymi zainteresowaniami są: kopalne zapisy minionych impaktów, meteorytyka oraz paleontologia.

Literatura

Alvarez, L.W., Alvarez, W., Asaro, F., and Michel, H.V. 1980. Extraterrestrial cause for the Cretaceous–Tertiary extinction. *Science* 208: 1095––1108.

Boher, B. F., Modreski, P. J., and Foord, E. E. 1987. Shocked quartz in the Cretaceous – Tertiary boundary clays: Evidence for a global distribution. *Science* 236: 705–709.

Brooks, R. R. 1987. Analytical chemists and dinosaurs. *Can. J. Chem.* 65: 1033 – 1041.

Courtillot, V., Besse, J., Vandamme, D., Montigny, R., Jaeger, J. J., and Cappetta, H. 1986. Deccan flood basalts at the Cretaceous/ Tertiary Boundary?. *Earth Planet. Sci. Lett.* 80: 361–374.

Crocket, J. H., Officer, C. B., Wezel, F. C., and Johnson, G. D. 1988. Distribution of noble metals across the Cretaceous/Tertiary boundary at Gubbio, Italy: Iridium variation as a constraint on the duration and nature of Cretaceous/Tertiary boundary events. *Geology* 16: 77-80.

Ganapathy, R. 1980. A major meteorite impact on the earth 65 million years ago: Evidence from the Cretaceous – Tertiary boundary clay. *Science* 209: 921 – 923.

Keller, G., Lopez-Oliva, J.G., Stinnesbeck, W., Adatte, T. 1997. Age, stratigraphy and deposition of near K/T siliciclastic deposits in Mexico: relation to bolide impact?. *Geol. Soc. Amer. Bull* 109: 410– 428.

Keller, G., Adatte, T., Stinnesbeck, W., Stueben, D., Berner, Z. 2001. Age, chemo- and biostratigraphy of Haiti spherule-rich deposits: a multi-event K–T scenario. *Can. J. Earth Sci*. 38: 197–227.

Keller, G., Adatte, T., Stinnesbeck, W., Affolter, M., Schilli, L., Lopez-Oliva, J.G. 2002a. Multiple spherule layers in the late Maastrichtian of northeastern Mexico. *Spec. Publ. Geol. Soc. Am.* 356: 145–161.

Kyte, F. T. 1998. A meteorite from the Cretaceous/Tertiary boundary. *Nature* 396: 237-239.

Landman, N.H., Johnson, R.O., Garb, M.P., Edwards, L.E., and Kyte, F.T. 2007.

Cephalopods from the Cretaceous/Tertiary boundary interval on the Atlantic

Coastal Plain, with a description of the highest ammonite zones in North

America. Part 3. Manasquan River Basin, Monmouth County, New Jersey.

Bulletin of the American Museum of Natural History 303: 1–122.

McDonough, W. F. and Sun, S. S. 1995. The composition of the Earth. *Chem. Geol.* 120**:** 223–253.

Miller, K. G., Sherrell, R. M., Browning, J. V., Field, M. P., Gallagher, W., Olsson, R. K., Sugarman, P. J., Tuorto, S., and Wahyudi, H. 2010. Relationship between mass extinction and iridium across the Cretaceous-Paleogene boundary in New Jersey. *Geology* 38: 867––870.

Sharpton, V. L., Dalrymple, G. B., Martin, L. E., Ryder, G., Schuraytz, B. C., and Urrutia – Fucugauchi, J. 1992. New links between the Chicxulub impact structure and the Cretaceous – Tertiary boundary. *Nature* 359: 819–821.

Smit, J. 1990. Meteorite impact, extinctions and the Cretaceous-Tertiary Boundary. *Geologie en Mijnbouw* 69: 187-204.

Smit, J. 1999. The global stratygraphy of the Cretaceous – Tertiary boundary impact ejecta. *Annu. Rev. Earth Planet. Sci.* 27: 75–113.

Swisher, C. C., et al. 1992. Coevall 40Ar/ 39Ar ages of the 65.0 million years ago from Chicxulub crater melt rock and Cretaceous – Tertiary boundary tektites. *Science* 257: 954 – 958.

Wedepohl, K. H. 1995. The composition of the continental crust. *Geochim. Cosmochim. Acta* 59, 1217–1232.

Rys. 7. Położenie formacji Stevns Klint na obszarze Danii. Źródło: http://en.wikipedia.org/wiki/File:Map_DK_Stevns.PNG

Rys. 8. Widok na klify w Stevns Klint, stanowiące naturalne wychodnie utworów mastrychtu i paleogenu. Źródło ilustracji: http://www.geus.dk/departments/reservoir-geol/research/outcrops-uk.htm.

Morávka 11 lat później

Wadi & Woreczko

Człowiek ma zawsze nadzieję, że będzie lepiej widział niż inni, albo że dopisze mu szczęście. Dlatego pojechaliśmy pod Morávkę. Zobaczyliśmy miejsce i znaleźliśmy… trochę nowych informacji.

Kosmos w zagonie ziemniaków

Nie taki on był — starsza pani fachowo rzuciła okiem na naszą kopię meteorytu Morávka. Wzięła ją do ręki, „zważyła". — Może i był tak ciężki, ale nie błyszczał. Miał szare fragmenty, ale trochę inne — dodała. Cały czas kręciła głową i próbowała nam opowiedzieć jak prawdziwy meteoryt wygląda. Mówiła po czesku. A czeski ma to do siebie, że niby wiesz o co chodzi, ale zrozumienie niuansów dotyczących kolorów, dźwięków czy odczuć nie jest już takie proste. Próbowaliśmy ze wszystkich sił.

Staliśmy na środku pola, a starsza pani zapewne po raz setny mówiła, jak to było. Zrozumieliśmy, że 6 maja 2000 roku pomyślała, o końcu świata. Takiego huku nie słyszała nigdy wcześniej. Kiedy wybiegła na podwórze była zdziwiona, że zabudowania jeszcze stoją. O której to było? Musiałaby sprawdzić w notesie, bo po ponad dziesięciu latach pamięć ją zawodzi. Dwa dni później poszła na zagon ziemniaków (teraz jest to nieużytek, ziemniaki rosną na zagonie obok). Kiedy zobaczyła leżący czarny kamień, od razu wiedziała co to jest. O wydarzeniu trąbili już w telewizji.

Wyjaśniła nam też, co się stało z jej meteorytem. — Nie oddałam go, bo to pamiątka. Nie, nie mam go w domu. Za dużo osób się pytało, a ja wolę być ostrożna. Wzięła go córka, która mieszka w południowych Czechach.

Szukając informacji o Morávce, zastanawialiśmy się, co się stało z okazem numer sześć, bo taki numer dostał meteoryt znaleziony w zagonie ziemniaków. Teraz dowiedzieliśmy się, że ma się dobrze i jest w jednym kawałku. Ale starsza pani nie opowiedziała nam wszystkiego.

Morávka 1, 2, 3…

Morávka 1 (znaleziona 6 maja; o wadze 214,2 g). Wylądowała obok domku letniskowego wśród dwunastu biesiadników. Ponieważ wokoło rosły wysokie drzewa, samego zjawiska nie widzieli. Słyszeli natomiast huk, a potem trzask łamanych gałęzi. Kamień spadł na twardą ziemię i wbił się na głębokość ok. 4 cm, zaledwie metr od dwóch bawiących się dziewczynek. Właściciel domku odłupał malutki fragment na pamiątkę. Okaz znajduje się w Muzeum Przyrodniczym (Přírodovědecké Muzeum) w Pradze, podobnie jak Moravka 2 i 3.

Morávka 2 (13 maja; 329,5 g). J. Vlcek słyszał spadek, niestety podjęte przez niego natychmiastowe, krótkie poszukiwania nie przyniosły efektów. Dopiero po tygodniu na trawiastej ścieżce znalazł meteoryt. Był zagłębiony w miękką ziemię na ok. 3 cm.

Morávka 3 (koniec maja; 90,6 g). M.Vihnár zobaczył leżący meteoryt podczas koszenia trawy na łące.

Morávka 4 (13 maja; 235,1 g). Ten okaz znalazła dziewczynka, prawdopodobnie wnuczka starszej pani, którą spotkaliśmy przy zagonie ziemniaków. Tydzień po spadku szła z mamą polną drogą do autobusu. Dziecko wcześniej oglądało telewizję, gdzie mówiono o niecodziennym wydarzeniu, więc mała po drodze zadawała mnóstwo pytań: — Mamo, a jak się takich meteorytów szuka, jak je poznać? — W tym momencie schyliła się po leżący na drodze czarny kamień. — Zobacz mamo, ten kamień jest inny — i zabrała go ze sobą. Naukowcy nie mieli wątpliwości. — Mamy kolejny fragment — oznajmili triumfalnie. Wypytali o okoliczności znaleziska i zaczęli szukać w terenie. „Dzielili" okoliczne pola sznurkiem, żeby niczego nie przeoczyć, używali też wykrywacza metalu. Jednak bez rezultatów. Okaz trafił do sejsmologa Pavla Kalendy, a ten podarował go Planetarium i Obserwatorium Astronomicznemu w Ostravie.

Morávka 5 (31 czerwca; 229,1 g). Meteoryt był płaski, bez skorupy obtopieniowej. Naukowcy szukali jeszcze we wskazanym miejscu, ale bez sukcesów — tyle wiadomo z publikacji Jiřiego Borovički z Instytutu Astronomicznego Czeskiej Akademii Nauk w Pradze. Wiedzieliśmy, że jeden okaz znalazł Christian Anger. Zastanawialiśmy się, czy to właśnie ten, czy kolejny siódmy już fragment. Wysłaliśmy e-maila z zapytaniem do Borovički z nadzieją, że może coś wie — Meteoryt znalazł austriacki kolekcjoner. Przypuszczam, że to był Christian Anger — odpisał. Do sieci trafiły też informacje, że „okaz prawdopodobnie został sprzedany do Włoch i rozbity na setki części, które trafiły do kolekcjonerów".

Informacje uzupełnił mieszkający w Niemczech Tomasz Kurtz: Byłem akurat w mojej ojczyźnie w Opolu, kiedy zadzwonił Erich Haiderer. Wybierał się z Christianem Angerem na poszukiwania w Morasku. Ponieważ dopiero co spadła Morávka, przelatując zresztą nad Opolem, namówiłem ich na zmianę planów. W sumie chodzili pięć dni. Rozmawiali z wieloma świadkami. Erich mówi trochę po polsku i jakoś się dogadywał. Christianowi udało się namówić Ericha, aby zostali dłużej i właśnie wtedy Christian natrafił na swój piękny okaz. Leżał pod drzewem w ciemnym iglastym lesie. Był podłużny, w paru miejscach lekko odłupany (według Borovički nie miał on skorupy). Szukali jeszcze brakujących fragmentów, ale nie znaleźli. Christian zrobił małe cięcie i kilka fragmentów sprzedawał lub wymieniał. Małą cześć dostał Erich, ale nie wiem ile. Na targach w Gifhorn podarował mi 1 gram. Bardzo się cieszyłem, że otrzymałem coś za „gorącą" radę. Większość Anger zachował sobie.

Morávka 6 (12 czerwca; 300,8 g). Jej znalezienie zostało ujawnione dopiero dwa lata i dwa miesiące po spadku. Podobno starszą panią ruszyło sumienie, kiedy dowiedziała się, że w Pradze przygotowywana jest wystawa o nowym czeskim meteorycie.

Na celowniku satelity i sejsmografu

O bolidzie, który przeciął niebo nie tylko nad Czechami, ale i nad południową Polską trudno zapomnieć. Rozpadał się spektakularnie, kilka minut przed czternastą, w ciepły słoneczny dzień. Pomimo odludnych terenów, sporo osób zjawisko widziało albo słyszało. Otóż w lesie w okolicach

Morávki stoi mnóstwo domków letniskowych, a bywanie na działce to sport narodowy naszych południowych sąsiadów. Więc kiedy naukowcy zwrócili się do ludzi z prośbą o informacje, w obserwatoriach rozdzwoniły się telefony. Okazało się też, że przelot bolidu został sfilmowany i to aż przez trzy osoby. Najcenniejszy był „dokument" nakręcony w południowych Morawach na lotnisku w Kunovicach. Świętowano właśnie dzień lotnictwa (European Veteran Airshow) i setki ludzi patrzyły w niebo na popisy pilotów. Jeden z gapiów sfilmował rozpadający się bolid.

Początkowy rozpad bolidu na trzy części zarejestrował też satelita szpiegowski, który miał za zadanie śledzenie eksplozji w atmosferze. Wybuch meteorytu był według naukowców 200 razy mniejszy niż wybuch bomby w Hiroszimie. Nic dziwnego, że tak silną eksplozję zarejestrowały też stacje sejsmologiczne w północnych Morawach (zainstalowane na powierzchni, a nawet na głębokości ponad 700 metrów). Historią meteorytu zainteresował się ostravski sejsmolog Pavel Kalenda, który brał udział w budowaniu sieci sejsmologicznej w morawskich kopalniach. — Zadzwoniłem do wszystkich kolegów nie tylko w okolicach Karvinska, ale i w południowej Polsce. Udostępnili mi swoje pomiary — powiedział Kalenda i wyjaśnił, że dane te pomogły naukowcom określić trajektorię lotu bolidu, a także jego etapy fragmentacji.

Analizą przeróżnych danych (zapisy z sejsmografów, z satelity, zeznania świadków, filmy) oraz badaniem okazów zajął się zespół 12 naukowców z całego świata pod kierunkiem Jiřiego Borovički. Efekty, w tym precyzyjnie wyliczoną elipsę z rozkładem masy, zostały opublikowane w amerykańskim „Meteoritics & Planetary Science". Sam Borovička mnóstwo czasu spędził pod Morávką — chodził od domku do domku, wypytywał ludzi i rozklejał plakaty z informacjami. Także Pavel Kalenda wielokrotnie wracał na poszukiwania, szczególnie w okolice Białego Krzyża.

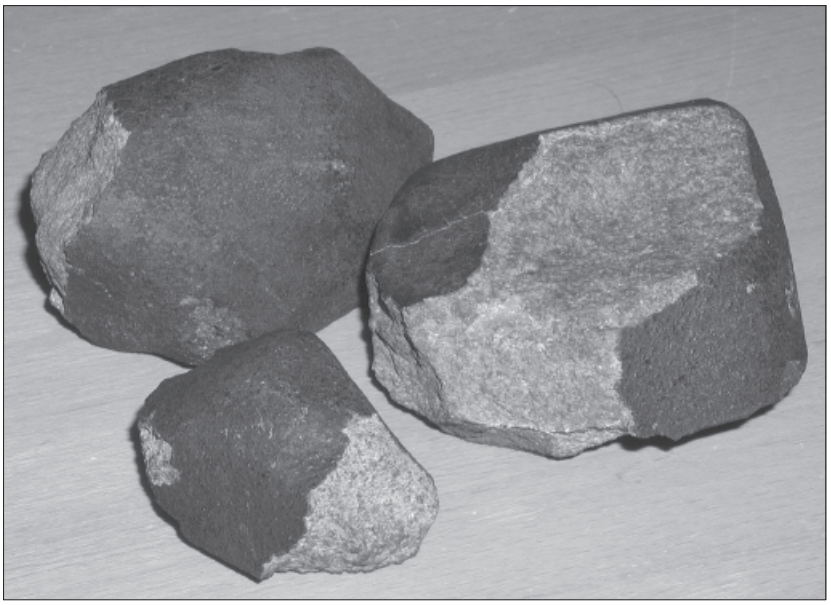
Pewne jest, że meteoroid o masie około 1500 kg (o średnicy poniżej metra) wszedł w ziemską atmosferę z prędkością 22,5 km/s. Według modeli sporządzonych przez zespół Borovički kilkaset fragmentów o całkowitej masie ok. 100 kg dotarło do powierzchni ziemi. Spadły one w elipsie o długości ok. 20 km na północ i południe od miejscowości Morávka. Zasadnicza fragmentacja nastąpiła nad Dětmarovicami, ale nawet jeszcze niedaleko Těrlickiej tamy ludzie widzieli „wybuchające fajerwerki". Oszacowano, że największy okaz może mieć masę ok. 8 kg (niektórzy twierdzą, że 15 kg) i mógł spaść na teren między Morávką a Białym Krzyżem. Gdzie te kawałki są?

Błędne założenia

Muszą gdzieś być — założyliśmy. A że wybieraliśmy się na piknik meteorytowy do Marcina Cimały, postanowiliśmy przy okazji odwiedzić Morávkę. Z Dzięgielowa do elipsy spadku jest zaledwie kilkadziesiąt kilometrów. Zajechaliśmy zatem do Marcina, mając nadzieję na uzyskanie cennych informacji. Marcin był w elipsie tuż po spadku razem zresztą z Tomkiem Kurtzem, ale uznał sprawę za beznadziejną. — W lesie są ciemne kamienie, kawałki asfaltu, a teren trudny — zawyrokował. Powiedział nam też, że obserwatorium w Ostravie ma jeden okaz (Moravkę 4), a także mapę z zaznaczonym terenem, który został przeszukany.

Kiedy stanęliśmy przed obserwatorium zbierało się na deszcz, a drzwi były zamknięte. Co za pech, pomyśleliśmy. W tym momencie miła pani zaprosiła nas do środka. Lody przełamaliśmy pokazując kopię Morávki 4, którą dawno temu nie wiadomo po co kupiliśmy od Marcina. Teraz miała swoje pięć minut. Na piętrze w gablocie zobaczyliśmy oryginał. Był inny — z matową skorupą i przełamem w kolorze dalekim od jasnej szarości. Jaka szkoda, że nie trzymają go w hermetycznym pudełku! — Zobaczcie inne meteoryty, zachęcała pani, mamy je od Polaka, Marcina… Marcina… — zaczęła szukać w głowie nazwiska. — Cimały — dopowiedzieliśmy. Pani się rozpromieniła. Zainteresowała nas też mapa z zaznaczonymi terenami poszukiwań. Zrobiliśmy zdjęcie. Wiadomo, nie chcieliśmy szukać tam, gdzie już ktoś był.

Ruszyliśmy na południe. Wyszło słońce i wszystko doskonale się zapowiadało. Co tu dużo mówić — szczyty, które za moment wyrosły na horyzoncie zupełnie nas zaskoczyły. Spodziewaliśmy się lasu i gór, ale nie o takim nachyleniu stoków. Oczywiście wydrukowaliśmy mapę z Google Erth, zaznaczyliśmy na niej potwierdzone znaleziska, wytypowaliśmy też mocno obiecujące polany. Jednak w rzeczywistości teren wydawał się bardzo trudny do szukania. Zlokalizowaliśmy hotelik, w którym Marcin Cimała nocował dziesięć lat temu. Teraz były tu wczasy pracownicze i mnóstwo rodzin w dresach popijających piwo na łonie przyrody. Dostaliśmy pokój z widokiem na tamę — tę tamę, wokół której sypnęło kamieniami. Po jej drugiej stronie na prawie pionowym zboczu wznosiła się ściana lasu spowitą mgłą. Za moment lunęło. Ale zanim wyciągnęliśmy kalosze i ustaliliśmy plan działania, znowu się rozpogodziło. Chcieliśmy ominąć zbiornik wodny, pojechać w górę



Fot. 1. Trzy pierwsze znaleziska, 214 g (lewy), 330 g (prawy) i 91 g (dolny) (fot. Borovička 2003).

rzeczki Morávka, zaparkować przy mostku, przejść na drugą stronę, przeczesać kilkusetmetrowy fragment lasu i poważnie rozejrzeć się po rozległej polanie. Dojechaliśmy, pokonaliśmy mostek, ale z paskiem lasu nie poszło tak łatwo. Cały wysiłek szedł na wspinaczkę, a o szukaniu właściwie nie było mowy. Wyśniona polana powitała nas półmetrową trawą. Jednym słowem klęska! Zrozumieliśmy, dlaczego wszystkie okazy znaleziono przy domach albo na ścieżkach — razem 1399,3 g. I dlaczego nie znaleziono pozostałych szacowanych 98,6 kg.

Postanowiliśmy zobaczyć miejsca znalezisk. Morávkę nr 5 Christian Anger wypatrzył w lesie, ale bez poszycia i na zupełnie płaskim terenie. I co ciekawe — 300 metrów od naszego hoteliku. Zapytaliśmy właściciela, czy coś wie na ten temat. — Mnie tam meteoryty nie interesują, ale mam artykuł z gazety, który napisano kilka lat temu. Chcecie to wam zrobię ksero? — zaproponował i przyniósł opasły segregator z powpinanymi informacjami o porze śniadań, atrakcjach w okolicy, a na samym końcu było o Morávce i to sporo nowych dla nas informacji.

Epilog

Podczas pisania tego tekstu próbowałam wygooglować informacje na temat świadków zdarzenia i ludzi, którzy znaleźli meteoryt. Internet wyrzucił tylko jedno nazwisko i to w dość nietypowych okolicznościach. Oto Ferdinand Schindler (działkowiec, świadek zdarzenia, który pomagał naukowcom w tamto pamiętne lato) był uczestnikiem niecodziennej uroczystości. Pod koniec lipca 2011 roku do osady działkowców na Stare Hamre w Beskidach wrócił odremontowany Biały Krzyż (ten w okolicy którego wiele lat temu szukał Pavel Kalenda). Poświęcił go arcybiskup ostravskiej diecezji. — Nowy krzyż jest naprawdę wielkim dziełem, ma też potężną podstawę z betonu. Jest solidnie osadzony w ziemi — powiedział pan Ferdynand. To wszystko działo się w najbardziej laickim kraju Europy! Mam nieodparte wrażenie, że krzyż teraz wskazuje obszar, wokół którego spadły największe okazy.

Fot. 4. Tu na szutrowej drodze (obok samochodu) znaleziono okaz nr 4 (na pierwszym planie kopia okazu nr 4).

Fot. 2. Właścicielka gospodarstwa, która była świadkiem spadku meteorytów (Wadi trzyma w ręce kopię okazu nr 4).

Fot. 3. Nadleciał „stamtąd", ale zza wysokich drzew nic nie widziano.

Fot. 5. W tym miejscu znaleziono meteoryt. W tle olbrzymi kupiskol z lokalnych kamieni — może to „plon" systematycznych poszukiwań?

W tekście wykorzystano informacje z artykułu „Kusy meteoritu spadly do lesu" Petra Broulika (Moravskie Noviny).

Odnośnik do publikacji Jiriego Borovički: http://adsabs.harvard.edu/abs/2003M&PS…38..975B.

Odnośnik do informacji o Białym Krzyżu: http://www.lysahora.cz/public/kapitola.phtml?kapitola=128898.