BIULETYN MIŁOŚNIKÓW METEORYTÓW

METEORYT

Nr 2 (98) Czerwiec 2016 ISSN 1642-588X

W numerze:

- Co mówi klasyfikacja szokowa o przeszłości meteorytu?
- Odnalezienie dodatkowego okazu meteorytu Ejby
- Skarby gabinetów osobliwości
- Chondry porfirowe oliwinowo-piroksenowe
- Do Maroka po meteoryty (cz. I)
- Kolekcjoner ciał niebieskich

METEORYT

kwartalnik
dla miłośników meteorytów

ISSN 1642-588X

Wydawca:
Olsztyńskie Planetarium
i Obserwatorium Astronomiczne
Al. Piłsudskiego 38
10-450 Olsztyn
tel. (89) 533 49 51
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 2016 roku 48 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.

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

Redakcja techniczna
i skład komputerowy:
Jacek Drążkowski

Druk cyfrowy: Studio Martin,
Olsztyn

Od Redaktora:

Nie będę ukrywał, że numer, który powinien ukazać się najpóźniej w czerwcu 2016 roku, ukazuje się w kwietniu roku 2017. Mimo wszystko cieszę się, że w ogóle się ukazuje i mam nadzieję, że ten rekord opóźnienia już nie zostanie pobity i dwa zaległe numery z roku 2016 ukażą się niebawem. Brak autorów zmusza jednak do podjęcia przykrej, ale nieuchronnej decyzji, że będą to już ostatnie numery i wydawanie kwartalnika zostanie na tym zakończone.

Wydanie tego numeru umożliwili: niezawodna Agata Krzesińska, Svend Buhl, Marek Woźniak vel Jan Woreczko, Tomasz Jakubowski i, zapełniający pozostałe puste strony, redaktor.

Opowieść Jana Woreczko o meteorytowej wyprawie do Maroka będzie kontynuowana w następnym numerze, co znacznie zwiększa szansę na ukazanie się tego numeru. Pomaga także Svend Buhl udostępniający kolejny, bardzo interesujący artykuł. Problemem pozostaje ostatni, setny numer. Gdyby ktoś zechciał skorzystać z tej wyjątkowej okazji uwiecznienia siebie, jako autora znakomitego artykułu w setnym numerze „Meteorytu", to będzie mile widziany.

W czerwcu 2016 r. odbyła się Konferencja Meteorytowa w Łodzi. Niestety nikt nie zdobył się na zrelacjonowanie tego wydarzenia w kwartalniku, wobec czego odnotowuję jedynie, że takie wydarzenie się odbyło.

Nie chcąc zmniejszać tradycyjnej objętości kwartalnika postanowiłem przyznać się publicznie do bardzo niemrawej pracy nad książką o meteorytach bazującą na zbiorach Kazimierza Mazurka. Pokazuję tu pomysły, jakie chodziły mi po głowie ponad 6 lat temu. Od tego czasu koncepcja książki nieco się zmieniła, zawartość znacznie wzrosła, ale wciąż nie mogę dobrnąć do końca. Jest nadzieja, że mając więcej czasu po zamknięciu „Meteorytu", zmobilizuję się do jej ukończenia.

Andrzej S. Pilski

Ważący 4760 g okaz ataksytu Gebel Kamil z kolekcji Kazimierza Mazurka.

Okładka: Przeprawa przez wzgórza. Wbrew obiegowej opinii pustynia to w większości kamienie i skały, a nie piach. Typowy krajobraz Sahary Zachodniej — kolor, bezkres, skwar i dzikość środowiska.

Wyżej: Pierwsze zdjęcie, w miejscu znalezienia, ważącego 59,5 g okazu meteorytu Ejby, który odnaleźli S. Buhl i A. Gren w sobotę, 13 lutego 2016 r. o 10:45, w przemysłowej dzielnicy Ejby.

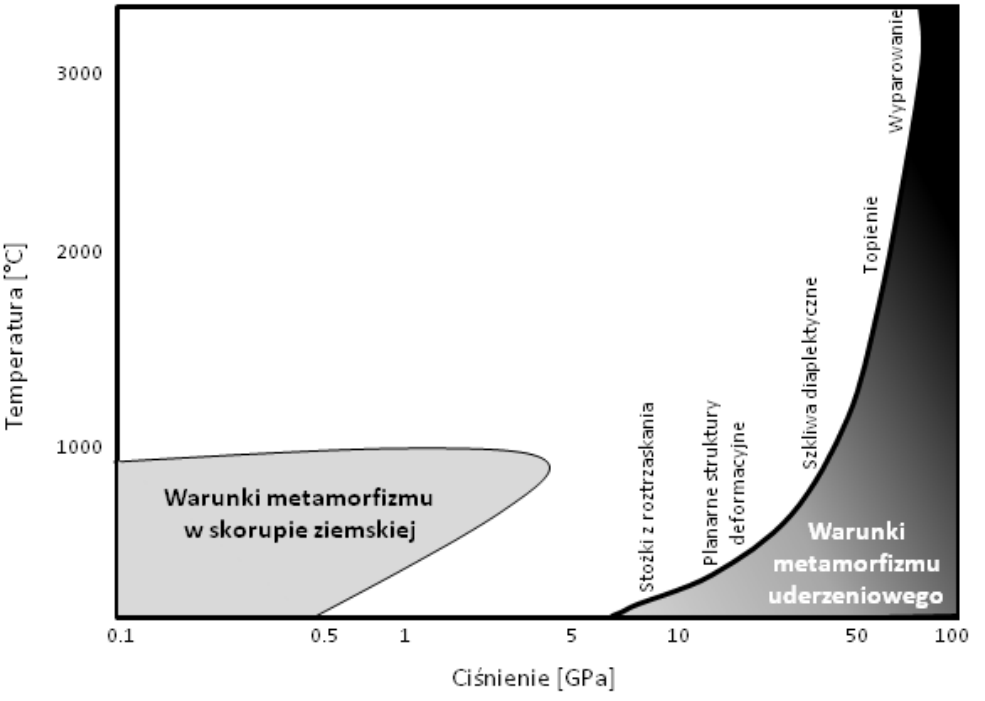
Badania meteorytów
Co mówi klasyfikacja szokowa o przeszłości meteorytu?

Agata Krzesińska

Każdy miłośnik, kolekcjoner czy badacz meteorytów zna bardzo dobrze klasyfikację szokową meteorytów (Stöffler i in. 1991). Klasyfikacja ta opisuje zmiany, jakie zaszły w skale (teraz meteorycie), gdy była ona jeszcze częścią swojej macierzystej planetoidy czy planety, wskutek zderzenia z fragmentem innej planetoidy. Kolizje i zderzenia pomiędzy różnymi ciałami są najbardziej powszechnym procesem w Układzie Słonecznym i w każdym meteorycie zauważamy efekty działania metamorfizmu uderzeniowego. Rozpoznanie w meteorycie zmian związanych z tym procesem metamorficznym dostarcza nam informacji o samym wydarzeniu impaktowym. Klasyfikację stosujemy po to, aby móc posegregować zjawiska i zmiany podobne do siebie i oddzielić je od wyraźnie innych. I tak każdy z nas operuje określeniami typu 'stopień szokowy S1', 'stopień S3' czy 'S6' (Stöffler i in., 1991), w domyśle mając, że im wyższa liczba tym bardziej zmetamorfizowana skała, a zatem i silniejszy proces impaktowy w historii ciała macierzystego tego meteorytu. Czy rzeczywiście jednak tak jest? Na czym opiera się klasyfikacja i czy jest aktualna w świetle rozwoju naszego rozumienia procesów operujących podczas metamorfizmu uderzeniowego?

Większości zmian, jakie zachodzą w skałach wskutek ponaddźwiękowej kolizji, nie da się pomylić z żadnymi innymi zmianami metamorficznymi. Zwyczajnie nie powstają one wskutek żadnych innych procesów. Wynika to z tego, że metamorfizm uderzeniowy zachodzi w zupełnie innych warunkach ciśnień i temperatur niż dzieje się to w przypadku metamorfizmu 'ziemskiego'. Metamorfizm 'ziemski', czyli ten który wywołany jest wewnętrzną aktywnością Ziemi, np. ruchem płyt tektonicznych czy ruchami górotwórczymi, zachodzi przy ciśnieniach nie wyższych niż 5 GPa i temperaturach około 1000°C (rys. 1). Metamorfizm uderzeniowy to natomiast działanie ciśnień powyżej 10 GPa, a nierzadko powyżej 100 GPa, i temperatur 2000–3000°C, (rys. 1; French, 1998). Na spokojnej Ziemi skały mogą doświadczyć takich warunków dopiero gdyby znalazły się we wnętrzu, na głębokości 300 km.

Podczas uderzenia warunki takie generuje fala uderzeniowa, która tworzy się ułamek sekundy po zderzeniu i gwałtownie, z prędkością ponaddźwiękową, przechodzi przez skały. Każda skała ma jakąś niewielką wytrzymałość, tzw. elastyczną, na naprężenia i w zakresie takich warunków deformuje się nieznacznie, a po ustaniu naprężeń wraca do pierwotnego stanu, czyli nie pęka, nie kruszy się, nie topi. W większości warunków jednak skały odkształcają się trwale, np. pękają, uginają, lub w inny sposób nieodwracalnie dostosowują się do 'nowych' warunków poprzez przemiany fizyczne i chemiczne. Na tym właśnie polega metamorfizm: na deformacji skały, czyli zaburzeniu spójności i na transformacji jednych minerałów w inne, bardziej stabilne



Rys. 1. ***Warunki ciśnienia i temperatury, w których zachodzą poszczególne deformacje i transformacje podczas epizodu metamorfizmu uderzeniowego. Dla porównania zaznaczony jest obszar typowych ciśnień i temperatur, w których metamorfizowane są skały ziemskie np. podczas ruchów górotwórczych.***
Metamorfizm 'ziemski' zachodzi w skrajnych przypadkach w temperaturach około 1000°C i ciśnieniach do 5 GPa. Zmiany szokowe występują w zakresach ciśnień powyżej 7 GPa, a nierzadko powyżej 100 GPa (French, 1998). Podczas metamorfizmu uderzeniowego dochodzi do skomplikowanych deformacji i transformacji a także, przy bardziej zaawansowanym procesie, do topienia a nawet całkowitego wyparowania skały.

Stopień szokowy / kryteria	**oliwin**	**plagioklaz**	**efekty lokalne**
S1 — brak śladów metamorfizmu uderzeniowego	ostre wygaszanie światła, nieregularne spękania w oliwinie		brak
S2	faliste wygaszanie światła, nieregularne spękania		
S3	faliste wygaszanie światła i nieregularne spękania, w oliwinie pojawiają się planarne spękania		kilka kieszeni stopu szokowego
S4	mozaikowe wygaszanie światła i planarne spękania	faliste wygaszanie światła, częściowa izotropizacja	liczne żyły i kieszenie stopu szokowego
S5	silnie rozwinięte mozaikowe wygaszanie światła; planarne spękania; lamelle szokowe (ang. PDF)	maskelynit	liczne kieszenie stopu szokowego i żyły metaliczno–siarczkowe
S6 — silny metamorfizm uderzeniowy	nadtapianie i rekrystalizacja	szkliwo	

Tablela 1. Klasyfikacja szokowa chondrytów zwyczajnych według Stöffler i in. (1991) grupująca charakterystyczne deformacje i transformacje zachodzące przy wzrastających ciśnieniach i temperaturach w oliwinie i plagioklazie — dwóch głównych skałotwórczych minerałach meteorytów.

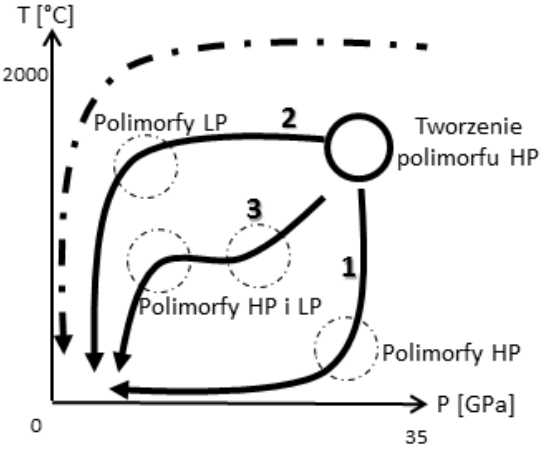
w nowych warunkach. W przypadku metamorfizmu uderzeniowego, gwałtowny przebieg procesu powoduje, że deformacje zachodzą w bardzo łatwy sposób i ich przykładem są np. stożki uderzeniowe (ang. *shatter cones*). Ogromne ciśnienia powodują także powstanie nowych faz mineralnych, tzw. polimorfów wysokociśnieniowych. Do tego, wysokie temperatury mogą prowadzić do topienia, a nawet całkowitego wyparowania skały w przeciągu kilku sekund (rys. 1).

Klasyfikacja uderzeniowa meteorytów (Stöffler i in., 1991) to nic innego jak usystematyzowane charakterystyczne deformacje i transformacje, jakie można zaobserwować w skałach metamorfizowanych w różnych warunkach impaktowych. A próba kalibracji, jakie były ciśnienia i temperatury, które działały, aby doprowadzić do konkretnych zmian, podjęta została na podstawie porównań z badaniami laboratoryjnymi. Klasyfikacja, aby mogła być powszechnie stosowana i dawała porównywalne wyniki dla różnych skał, zaplanowana została tak, aby diagnostyczne minerały należały do najczęściej występujących. Dlatego też klasyfikacja, którą stosujemy do meteorytów, bazuje na zmianach w oliwinie i plagioklazie, te bowiem minerały obecne są we wszystkich chondrytach i w większości achondrytów. Deformacje i transformacje charakterystyczne dla tych minerałów, gdy są deformowane przy coraz wyższych ciśnieniach, przedstawione są w tabeli 1. Jednakże, choć używamy klasyfikacji powszechnie jako standardowego narzędzia opisu meteorytów, trafiają się nam czasem meteoryty, które sprawiają wrażenie, jakby ustalone markery klasyfikacyjne przeczyły jedne drugim.

Jednym z przykładów meteorytu zdeformowanego w sposób trudny do ujęcia klasyfikacją jest shergottyt Tissint. Meteoryt ten przecinają liczne żylki szokowe, w których oliwin przeobrażony jest do swojego wysokociśnieniowego polimorfu — ringwoodytu. Ziarna ringwoodytu są jednak otoczone przez zastygły stop szokowy, z którego wykrystalizowały już ‘zwykłe’, niskociśnieniowe oliwiny i pirokseny. Gdyby chcieć zastosować klasyfikację ‘dosłownie’, należałoby opisać ten meteoryt stopniem szokowym S4–S5 i S2. Ewentualnie współistnienie wskaźników mineralnych typowych dla zakresów różnych ciśnień uderzeniowych można by tłumaczyć działaniem dwóch wydarzeń szokowych zachodzących w różnych warunkach. Tak naprawdę, bliższa analiza żyłek szokowych w Tissincie pokazuje, że paradoks ten odzwierciedla ewolucję żyłek podczas stygnięcia stopu oraz skomplikowaną naturę samego procesu uderzeniowego (Walton i in., 2014).

Ewolucja żyłek szokowych zaczyna się od utworzenia stopu szokowego. Co decyduje o tym, gdzie w ogóle powstanie kieszeń stopu szokowego? Przejście fali uderzeniowej przez skałę zależy od tego, jak jednorodną budowę ma ta skała, a dokładnie od tego jak rozłożone są minerały, które różnią się między sobą pod względem gęstości. Gdyby skała była pod tym względem jednorodna, wówczas fala uderzeniowa przechodziłaby przez nią ‘gładko’, z jednakową prędkością. Jednak skały składają się z wielu minerałów, każdy o nieco innej gęstości. Wskutek tego, na kontakcie każdych dwóch różnych minerałów w wyniku zmiany gęstości fala uderzeniowa załamuje się, odbija się i nieznacznie zmienia prędkość. Na kontaktach minerałów o bardzo różnych gęstościach zmiany przebiegu fali są już tak znaczące, że następuje swoista ‘kumulacja’ skutków działania fali, co prowadzi do lokalnego wzrostu temperatury i ciśnienia i w efekcie do topienia. W takich miejscach właśnie powstaje stop szokowy, z którego następnie wykrystalizują żyłki i kieszenie stopu szokowego. Cała jednak

Rys. 2. ***Możliwe przemiany fazowe podczas metamorfizmu uderzeniowego na przykładzie oliwinu i jego wysokociśnieniowego polimorfu (HP) ringwoodytu (uproszczony diagram fazowy za Agee i in., 1995), w zmieniających się warunkach ciśnienia (P) i temepratury (T).***
Do utworzenia wysokociśnieniowego polimorfu potrzebne są ciśnienia (P) rzędu 35 GPa i temperatury (T) około 1800°C (okrąg na wykresie). Jednak szybko po zderzeniu skała zmierza do wyrównania temperatury oraz ustępuje puls ciśnienia szokowego. W najbardziej typowej sytuacji (ścieżka 1), czas trwania pulsu ciśnienia szokowego przekracza czas stygnięcia stopu, tzn. cały czas, gdy żyła krystalizuje, materiał poddany jest wysokim ciśnieniom. Wówczas do krystalizacji dochodzi w warunkach wysokiego ciśnienia, zatem krystalizuje polimorf wysokociśnieniowy (HP, warunki oznaczone przez okrąg w dolnej części wykresu). Po ustaniu procesu, skała jest już krystaliczna, zatem nie są możliwe jej dalsze przemiany i dzięki temu polimorfy wysokociśnieniowe zachowują się. Jeśli natomiast puls ciśnienia uderzeniowego trwa znacznie krócej niż czas spadku temperatury (ścieżka 2), do krystalizacji dochodzi już po ustąpieniu ciśnienia. Wówczas nie będą krystalizowały polimorfy wysokociśnieniowe, ale 'typowe' niskociśnieniowe (LP) minerały (okrąg na ścieżce 2). Jest też możliwość pośrednia, kiedy czas trwania pulsu szokowego jest nieznacznie krótszy od czasu termicznego równoważenia się z otoczeniem i przechłodzenia stopu (ścieżka 3). Wówczas krystalizacja zaczyna się w warunkach piku ciśnienia, ale trwa także już podczas ustępowania wysokich ciśnień. Materiał, który wykrystalizuje w takich warunkach, będzie zapisywał postępujący spadek ciśnienia i zachowają się zarówno pierwsze wykrystalizowane polimorfy wysokociśnieniowe (HP) jak i fazy późnej krystalizacji, niskociśnieniowe (LP).
Chociaż we wszystkich trzech przypadkach skała doświadczyła identycznych ciśnień i temperatur, zawiera inne minerały, zapisuje inne deformacje i transformacje. Każda z nich sklasyfikowana byłaby innym indeksem.



natura żyłek zależy od tego, jak i kiedy powstały stop z powrotem wykrystalizuje.

Podczas gdy lokalnie nagromadzenie skutków fali uderzeniowej prowadzi do powstania stopu, w pozostałych miejscach w skale efekty przejścia fali mogą być zupełnie nieznaczne. Zazwyczaj jest tak, że otaczająca skała jest ciągle chłodna. Wskutek tego gorący stop w powstałych kieszeniach stopu czy żyłkach szokowych dąży do wymiany ciepła z tą skałą. Czas stygnięcia stopu zależy od różnicy temperatur (tzn. gradientu termicznego) pomiędzy stopem i skałą oraz od objętości stopu, czyli *de facto* od wielkości kieszeni czy szerokości żyłki. W prosty sposób możemy wywnioskować zatem, że im bardziej miąższa żyłka, tym wolniej będzie stygła i tym później stop szokowy przekształci się w szkliwo. I tak np. brzeg żyłki szokowej zawsze wystygnie i wykrystalizuje szybciej niż jej wnętrze, a cienkie żyłki wykrystalizują szybciej niż miąższe. Co w praktyce oznacza jednak tutaj „szybciej" i „wolniej"? Tu jest rola wyżej wspomnianego gradientu termicznego. Ponieważ różnica temperatur między stopem szokowym i otaczającą skałą jest ogromna, równoważenie następuje bardzo gwałtownie. To właśnie dlatego stop szokowy w zasadzie nie krystalizuje, tylko przekształca się w szkliwo — nie ma czasu na poszczególne przemiany fizyko-chemiczne, jakie towarzyszyłyby krystalizacji. I tylko dzięki temu, że stop zestala się tak gwałtownie, 'zapamiętane' są warunki niemal z momentu samego uderzenia. Niemal… Chociaż proces stygnięcia stopu szokowego w żyłkach trwa milisekundy, jest to czas intensywnej konkurencji pomiędzy utrzymującym się wysokim ciśnieniem, a próbą powrotu skały do jednorodnego stanu (poprzez właśnie np. równoważenie temperatury). Od tego, jaki będzie wynik tej konkurencji między ciśnieniem i spadkiem temperatury, zależeć będzie to, jakie fazy powstaną w szkliwie. Jeśli objętość stopu w żyłce jest mała (cienka żyłka) a gradient termiczny duży, żyłka zastygnie natychmiast, w czasie kiedy ciśnienie pulsu fali uderzeniowej jeszcze 'działa'. Wskutek tego w czasie zestalania powstają fazy stabilne w wysokich ciśnieniach,więc w zestalonym szkliwie będą drobne kryształy wysokociśnieniowych polimorfów. Gdy natomiast objętość stopu jest na tyle duża, że równoważenie termiczne trochę potrwa (np. bardziej miąższa żyłka), to prawodpodobnie, gdy temperatura w żyłkach spadnie na tyle, że stop zacznie się zestalać, wysokie ciśnienia pulsu fali uderzeniowej już przejdą. W takiej sytuacji minerały wykrystalizują w formie 'normalnych' polimorfów, stabilnych w niskich ciśnieniach. Obie sytuacje przedstawione są schematycznie na rysunku 2. Ścieżka oznaczona jako 1 to ścieżka, w której gwałtownie spada temperatura, gdy puls ciśnieniowy wciąż trwa. Ścieżka oznaczona jako 2 to sytuacja, w której temperatura nie spada tak gwałtownie i wcześniej dochodzi do ustąpienia wysokich ciśnień. W typowej sytuacji impaktowej jest tak, że wyniki konkurencji ciśnienia i spadku temperatury zapisane są w różnych żyłkach szokowych. Na przykład wszystkie chondryty L o stopniu uderzeniowym S6 cięte są przez dwa rodzaje żyłek: cienkie z polimorfami wysokociśnieniowymi (ścieżka 1) i bardziej miąższe z niskociśnieniowymi minerałami wewnątrz (ścieżka 2) oraz wysokociśnieniowymi

Rysunek 3. ***Chondryt L5 NWA 4840 z żyłkami szokowymi. Okaz z kolekcji Kazimierza Mazurka. Waga okazu 265 g, wymiary 218 × 92 × 9 mm. Fot. Kazimierz Mazurek.***

Rysunek 4. ***Shergottyty o różnym zapisie deformacji uderzeniowej i różnej ilośći żyłek stopu szokowego. Po lewej okaz Tissint z kolekcji Mendy Ouzillou. Plaster o masie 4,9 g. Fot. Mendy Ouzillou. Po prawej okaz Zagami z kolekcji Tomasza Jakubowskiego. Plaster o masie 20 g. Fot. Tomasz Jakubowski.***

zaraz na kontakcie ze skałą otaczającą (rys. 3).

Dlaczego jednak w shergottycie Tissint obserwujemy wysokociśnieniowe polimorfy wewnątrz żyłek, otoczone przez polimorfy niskociśnieniowe? Przecież jest to dokładnie odwrotna sytuacja niż wynika z opisu stygnięcia powyżej. Prawdopodobnie dlatego, że w przypadku wydarzenie impaktowego, którego doświadczył szergottyt Tissint, puls ciśnienia fali uderzeniowej ustąpił 'w połowie' czasu równoważenia termicznego i stygnięcia (Walton i in. 2014). Krystalizacja (zestalanie stopu) rozpoczęła się w warunkach wysokich ciśnień, dzięki czemu w zestalającym się materiale powstawały polimorfy wysokociśnieniowe. Jednakże ciśnienie spadło przed końcem krystalizacji (zestalania). Stop, który zestalił się już po ustaniu pulsu ciśnienia, krystalizował w formie niskociśnieniowych minerałów (ścieżka 3 na rys. 2). Dzięki takiej kombinacji czasu trwania pulsu ciśnienia oraz czasu równoważenia termicznego, w żyłkach szokowych w Tissincie pierwsze wykrystalizowane polimorfy wysokociśnieniowe są otoczne przez fazy późnej krystalizacji — niskociśnieniowe.

Choć z przykładu meteorytu Tissint widać, że czas stygnięcia zależny jest w głównej mierze od gradientu termicznego, więc można by wnioskować, że rolę gra głównie temperatura stopu, okazuje się, że czasem większe znaczenie ma objętość powstałego stopu.

Szczególne zróżnicowanie widać wśród shergottytów (rys. 4). Np. shergottyt EET 79001 przecinają milimetrowych rozmiarów żyły, ale w przeciwieństwie do shergottytu Tissint, nie zawierają one polimorfów wysokociśnieniowych. Przyczyną tego jest zapewne to, że duża objętość stopu w żyle wpłynęła na spowolnienie tempa stygnięcia, a zatem przesunięcie czasu krystalizacji stopu w warunki niskociśnieniowe (rys. 2). Ale są też wśród shergottytów i takie przykłady (np. NWA 4797, Los Angeles, Zagami), że przecinające żyłki są bardzo drobne, a mimo to w żyłkach tych wysokociśnieniowych polimorfów zaobserwować nie można (Shaw i Walton 2013). Jaki proces zaszedł, że tak drobne żyłki przechładzały się wystarczająco wolno, by zdążył ustąpić puls ciśnienia? Gdyby wziąć pod uwagę tylko cechy klasyfikacyjne, czyli brak polimorfów wysokociśnieniowych, doszlibyśmy do wniosku, że shergottyty te deformowane były w niskich ciśnieniach (np. dlatego, że wydarzenie impaktowe było niewielkie). Odpowiedź jednak leży gdzieś indziej. Analiza przestrzennego rozkładu żyłek szokowych w tych shergottytach pokazała (Shaw i Walton 2013), że choć pojedyncze żyłki i kieszenie są faktycznie drobne, to jest ich dużo i są dość równomiernie rozłożone. A zatem, w skali całej skały, powstała objętość stopu szokowego była całkiem spora. A ponieważ stygnięcie stopu szokowego odbywa sie tylko dzięki wymianie ciepła z otaczającą skałą, całkowita objętość stopu szokowego ma ogromne znaczenie. Jeśli skała otaczająca ma przyjąć ciepło od jednej żyłki z gorącym stopem — proces ten nastąpi natychmiast. Jeśli natomiast żyłek jest więcej, mimo że ciągle drobne, każda z nich będzie wymieniać ciepło z tą samą skałą, a to już potrwa nieco dłużej. I tak prawdopodobnie było w przypadku shergottytów.

Jeszcze innym przykładem na to, jak skomplikowany jest proces uderzeniowy i jak same markery klasyfikacji mogą wprowadzić w błąd, jest chondryt NWA 757. Znaleziony w roku 2000, sklasyfikowany został jako chondryt LL6 S4 (Meteoritical Bulletin). Stopień szokowy przypisany został na podstawie obserwacji, że plagioklaz w tym chondrycie jest w większości krystaliczny (Meteoritical Bulletin). Jednocześnie chondryt ten przecinają żyłki szokowe, które traktowane były jako efekt lokalnie działającego nieznacznie większego ciśnienia. Jak sie okazuje jednak, w żyłkach obecne są polimorfy wysokociśnieniowe oliwinu (Hu i Sharp, 2016). Ta cecha sugerowałaby, że NWA 757 powinien być raczej zaklasyfikowany jako S6.

Już sama obecność żyłek z polimorfami wysokociśnieniowymi jest bardzo nietypowa dla chondrytów LL. Znane są tylko trzy chondryty LL o stopniu szokowym S6. Bliższa analiza pokazuje dodatkowo, że i żyłki same w sobie są nietypowe (Hu i Sharp 2016). Polimorfy wysokociśnieniowe obecne są w miąższych żyłkach szokowych, a na brzegach żyłek, na kontakcie ze skałą otaczającą, występuje materiał niskociśnieniowy. Czyli — podobnie jak w Tissincie — zupełnie odwrotnie niż podpowiadałaby interpretacja bazująca na tempie stygnięcia stopu szokowego i udziale gradientu termicznego. Sytuacja jest jednak bardziej skomplikowana i dopiero analiza tych komplikacji pozwala zrozumieć, w czym w tym przypadku zawiodła klasyfikacja. W żyłkach w NWA 575, oprócz warstwowości, w centrach żyłek ringwoodyt (wysokociśnieniowy polimorf oliwinu), jest spękany a w spękania wnika materiał metaliczno-siarczkowy. Autorzy badań nad tym chondrytem (Hu i Sharp, 2016) tłumaczą to zjawisko odwołując się do mechaniki tworzenia żyłek szokowych.

Podczas pulsu szokowego, wskutek bardzo nierównomiernego rozchodzenia się fali uderzeniowej i kompresji dochodzi do zamykania drobnych porów i pustek w skale, rozdrabniania skały, a w konsekwencji przemieszczania się jednych ziaren mineralnych względem innych. To wszystko powoduje rozwój lokalnych naprężeń przesuwczych (ścinających) i wywołuje tarcie pomiędzy poszczególnymi ziarnami. Milisekundy później dochodzi już do ustąpienia ciśnienia, oczywiście znów w bardzo nieregularny sposób. Ta chaotyczność wywołuje kolejne przesunięcia i znów ścinanie i tarcie. W konsekwencji po raz kolejny powstaje mała ilość stopu. I choć pierwszy stop prawdopodobnie zastyga w warunkach pulsu wysokiego ciśnienia, ten drugi stop krystalizuje już w warunkach dekompresji. Przyjmując taki model, łatwo można wytłumaczyć, dlaczego wewnętrzne części żyłek szokowych w NWA 757 — utworzone i zestalone w warunkach wysokich ciśnień — zawierają ringwoodyt, który później został zdeformowany, kiedy na brzegach żyłek powstawała i zestalała się kolejna porcja stopu.

Najtrudniejszym chyba jednak aspektem metamorfizmu uderzeniowego i klasyfikacji jest to, że po wszystkich skomplikowanych deformacjach i transformacjach oraz ustąpieniu ciśnienia dochodzi do ogólnej dekompresji skały. Wówczas cała energia skumulowana w skale, dostarczona przez falę uderzeniową, przekształcana jest w ciepło. W skale znajdującej się już w 'spokojnym', statycznym środowisku, wzrasta temperatura. Zazwyczaj nieznacznie, jednak czasem na tyle, że w skale tworzy się zupełnie nowy układ termodynamiczny. Oczywiście im większe ciśnienie w fazie kompresji, tym silniejsza dekompresja i większy wzrost temperatury pouderzeniowej. I tu sytuacja niemal nie daje się kontrolować, co stwarza spory problem klasyfikacji. Polimorfy wysokociśnieniowe krystalizują gwałtownie, jednak pozostają w stanie tzw. metastabilnym (Sharp i DeCarli, 2006; Sekine i in., 2016). Metastabilność oznacza to, że przy niewielkiej dawce nowej energii minerały takie łatwo przechodzą transformację wsteczną do swoich niskociśnieniowych odpowiedników. Zatem po silnym wydarzeniu uderzeniowym, wzrost temepratury wskutek dekompresji jest w stanie dostarczyć energię konieczną do uruchomienia takiej transformacji wstecznej (Fritz i in., 2016). Przy ciśnieniach typowych dla stopnia S6, czyli stopnia, dla którego zgodnie z klasyfikacją oczekujemy polimorfów wysokociśnieniowych, temperatura osiągnięta przy relaksacji skały po dekompresji to 1000–1750°C. W takich warunkach wszystkie metastabilne polimorfy wysokociśnieniowe z łatwością mogą wrócić do swoich niskociśnieniowych odpowiedników. A zatem nie wiemy jakie są markery naprawdę silnego impaktu. I tak naprawdę — zupełnie wbrew klasyfikacji — najsilniej zdeformowane skały cechują się nie obecnością faz wysokociśnieniowych, ale właśnie ich brakiem (Fritz i in., 2016, Sharp i Hu, 2016).

Czy więc obecna klasyfikacja uderzeniowa pomaga nam poznawać jakąś konkretną część historii planety czy planetoidy i meteorytu jako niegdysiejszej ich części? Tak, klasyfikacja bez wątpienia pozwala nam wnioskować, z pewnym marginesem pewności, o względnej 'sile' impaktu. Musimy być jednak ostrożni, gdy chcemy dowiedzieć się czegoś więcej o samym wydarzeniu, bo szczegóły dotyczące warunków uderzeniowych ukryte są wśród bardzo skomplikowanych zmian. Z samych tylko cech klasyfikacyjnych — parametrów wybranych i skalibrowanych tak, aby łatwo je było znaleźć i odczytać — dokładnych wniosków wyciągać się nie da. Proces impaktowy obejmuje zbyt wiele przemian na poziomie chemicznym i fizycznym, zachodzących w ułamku sekundy, aby dało się go w pełni opisać jednym z sześciu 'S'. Zbyt wiele jest jeszcze niepoznane i potrzeba nam wielu nietypowych meteorytów, byśmy mogli się nauczyć nowych faktów o procesie szokowym.

Literatura:

Agee C.B., Li J., Shannon M.C., Circone S., 1995. Pressure-temperature phase diagram for the Allende meteorite. Journal of Geophysical Research 100, B9: 17725–17740.

French B.M., 1998. Traces of Catastrpophe: A Handbook of Shock-Metamorphic Effects in Terrestrial Meteorite Impact Structures. Lunar and Planetary Institute Contribution No. 954.

Fritz J., Greshake A., Fernandes V.A., 2016. Revisiting the Shock Pressure Barometry in Shocked Meteorites. 79th Annual Meeting of the Meteoritical Society. Abstract 6328.

Hu J., Sharp T.G., 2016. High-pressure phases in shock-induced melt of the unique highly shocked LL6 chondirte Nortwest Africa 757. Meteoritics and Planetary Science 51: 1353–1369.

Sekine T., 2016. Problems in Comparison between Natural and Experimental Shocks. 79th Annual Meeting of the Meteoritical Society. Abstract 6154.

Sharp T.G., DeCarli P.S., 2006. Shock Effects in Meteorites. (W) Meteorites and the Early Solar System II: 653–677.

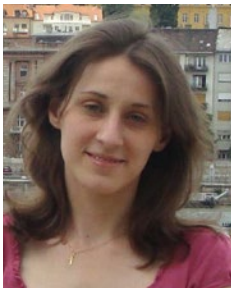
Sharp T.G., Hu J., 2016. Low Pressure Evidence of High Pressures Shock: Thermal Histories and Annealing in Shocked Meteorites. 79th Annual Meeting of the Meteoritical Society. Abstract 6540.

Shaw C.S.J., Walton E., 2013. Thermal modeling of shock melts in Martian meteorites: Implications for preserving Martian atmospheric signatures and crystallization of high--pressure minerals from shock melts. Meteoritics and Planetary Sciences 48: 758–770.

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

Walton E., Sharp T.G., Hu J., Filiberto J., 2014. Heterogeneous mineral assemblages in martian meteorite Tissint as a result of a recent small impact event on Mars. Geochimica et Cosmochimica Acta 140: 334–348.

Meteoritical Bulletin: http://www.lpi.usra.edu/meteor/



Dr Agata Krzesińska pracuje w Instytucie Nauk Geologicznych PAN i w Natural History Museum w Londynie. Zajmuje się badaniami meteorytów i swoją uwagę kieruje ku rekonstrukcji procesów i wydarzeń impaktowych. W szczególności interesuje się wpływem tych wydarzeń na tworzenie się planetoid i dalszą ewolucję planet.

Odnalezienie dodatkowego okazu meteorytu Ejby

Svend Buhl

Wieczorem, 6 lutego 2016 r. niebo nad Kopenhagą rozświetlił widowiskowy bolid z towarzyszącymi detonacjami. Ludzie w całej Danii i północnych Niemczech widzieli to zjawisko jako jasny, opadający rozbłysk światła trwający kilkanaście sekund. Trajektorię bolidu, która przebiegała z grubsza z SSW na NNE, zarejestrowały stacjonarne kamery w Danii i w Niemczech. Na przedmieściach Herlev, Ejby i Glostrup, na zachód od centrum Kopenhagi, ludzie mówili, że jakiś czas po zniknięciu bolidu słyszeli grzmoty.

Odbiornik GPS obok meteorytu ze współrzędnymi znaleziska.

W Herlev, na północ od dzielnicy przemysłowej Ejby, 47-letni mistrz murarski René Rasmussen siedział w pokoju, gdy usłyszał potężny trzask. Pomyślał, że to wypadek drogowy na sąsiedniej ulicy. Dopiero rankiem, gdy dowiedział się o możliwym spadku meteorytu, zauważył dołek po uderzeniu i rozrzucone na podwórku kawałki kamienia. Skontaktował się z Danielem Wielandtem z Naturhistorikse Museum, który zbadał miejsce uderzenia i potwierdził, że znalezione fragmenty są meteorytami. Bryła o całkowitej masie około 6,5 kg, uderzyła w betonowy dziedziniec z prędkością około 300 km/h roztrzaskując sie na kawałki, które odleciały nawet na 16 metrów.

Więcej okazów meteorytów znaleziono w ciągu następnych dni w sąsiednich miejscowościach Ejby i Glostrup i w dzielnicy Vanløse. Szczegółowy i aktualny opis poszczególnych znalezisk można znaleźć na stronie Martina Karmaki http://karmaka.de/?p=7261.

Początek poszukiwań

Poza rozbitym głównym okazem znaleziono do 9 lutego trzy dalsze. Ważący 65 g całkowity okaz znala-

Dokumentowanie meteorytu w miejscu znalezienia. Gdybyśmy szukali w tym miejscu wcześniej, meteoryt byłby przykryty topniejącym powoli śniegiem.

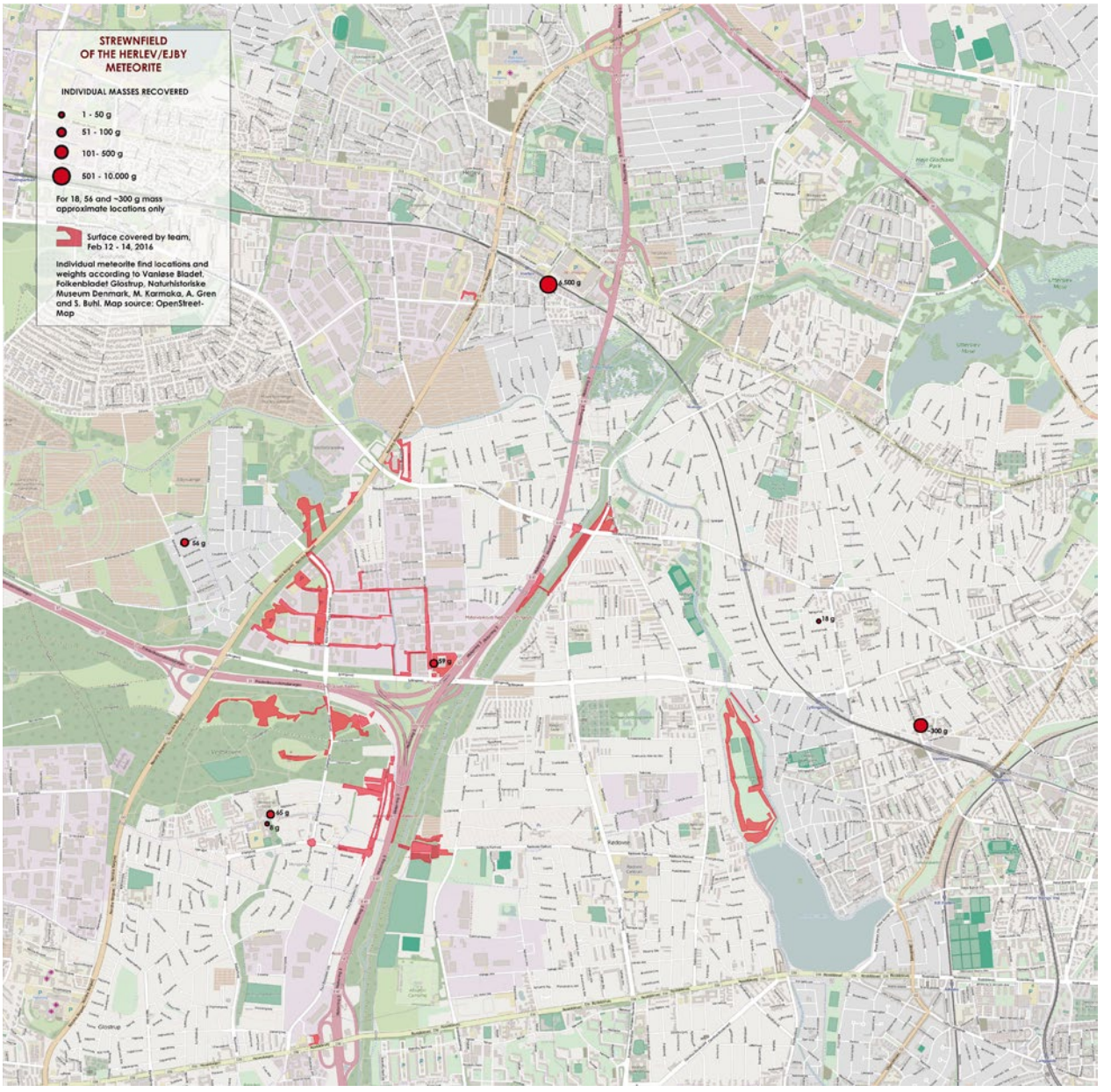
A. Gren po podniesieniu ważącego 59 g meteorytu. Dzielnica przemysłowa Ejby, 13 lutego 2016 r.

zła sześcioletnia uczennica Melina Hybel Jensen na podwórku szkoły Skovangsskolen w Glostrup. Gdy rozmawiała o meteorytach z rodzicami, zachęcali ją oni do szukania czarnych kamieni. W poniedziałek, 8 lutego, Melina znalazła meteoryt obok klasy swego brata. Inne okazy, ważące 56 i 300 gramów znaleziono w dzielnicach mieszkaniowych w Ejby i Vanløse.

Razem z Andi Grenem (meteoritehouse) postanowiliśmy odwiedzić miejsce spadku i poszukać dalszych okazów meteorytu Herlev/Ejby. Wyruszyliśmy do Kopenhagi wieczorem, 12 lutego, sześć dni po zdarzeniu. Zdawaliśmy sobie sprawę, że skoro w gęsto zaludnionym terenie znaleziono tylko kilka meteorytów, to szanse znalezienia nowych okazów są nikłe. Jeśli zostało coś do znalezienia, to były to nieliczne okazy rozrzucone na ogromnym obszarze około 80 km^2.

Przybyliśmy jednak do Glostrup pełni nadziei i w dobrych nastrojach. Zmieniło się to rano, gdy odsłoniłem okno mojego pokoju hotelowego i z zaskoczeniem zobaczyłem śnieg, który przykrył ziemię w ciągu nocy. Chociaż jego warstwa była cienka, zalała wszystko, włącznie z potencjalnymi meteorytami, oślepiającą

S. Buhl przeszukuje zachodnią stronę nasypu E47 w Paul Bergsøs Vej, Glostrup, w Kopenhadze, rankiem 13 lutego.



Miejsca znalezienia i wagi poszczególnych meteorytów z deszczu meteorytów Ejby (dla okazów 56 g i ~300 g tylko przybliżone). Obszary przeszukane przez S. Buhla i A. Grena od 12 do 14 lutego zaznaczono czerwonym kolorem. Źródło mapy: OpenStreetMap, miejsca znalezienia według Vanløse Bladet, Folkenbladet Glostrup, Naturhistoriske Museum Denmark, M. Karmaka i S. Buhl. A. Gren po znalezieniu meteorytu 59 g, w dzielnicy przemysłowej Ejby, 13 lutego 2016 r.

bielą. „Duńczycy wszystko sknocili, kolego. Najpierw powinien być śnieg, a potem meteoryty…" — lakonicznie skomentował Andi.

Mimo wszystko rozpoczęliśmy poszukiwania, ale szybko musieliśmy zrezygnować z poszukiwań na wybranych przez nas łąkach w północno-wschodniej części Glostrup. Chociaż pokrywa śnieżna była cienka, to jednak każdy obiekt na powierzchni był przykryty śniegiem i z daleka nie można było dostrzec ani kształtu ani koloru. Zamiast tego pojechaliśmy do odległej o 1 km dzielnicy przemysłowej Ejby i zaparkowaliśmy na Produktionsvej, by obejść liczne parkingi. Duńczycy lubią porządek i większość chodników i parkingów była posypana solą i dlatego wolna od śniegu. Według GPS przeszliśmy sześć kilometrów po terenie o wielkości mniej więcej dwóch boisk piłkarskich, zanim znów zmieniliśmy miejsce. Skierowaliśmy się teraz na parking sklepu Toys R' Us w południowo-wschodniej części dzielnicy przemysłowej Ejby.

Gdy dotarliśmy tam, zegar wskazywał 10:45 przed południem. Zauważyłem mały, czarny kamyk leżący na betonowych płytkach. „Tam leży jeszcze jeden", pokazałem Andiemu. Jednak po zabraniu rzeczy zauważyłem inny, ciemny obiekt blisko myjni samochodowej na tym samym parkingu i ruszyłem w jego stronę niemal zapominając o tym pierwszym. Za to Andi zrobił jedyną sensowną rzecz, czyli poszedł prosto do pierwszego kamyka, by mu się przyjrzeć. Chwilę trwało, zanim myśl, że znaleźliśmy nasz pierwszy okaz, dotarła do jego świadomości.

Zamyślony, wędrując między zaparkowanymi samochodami, usłyszałem, że mnie woła. Gdy spojrzałem w jego stronę, zaprezentował coś w rodzaju tańca Hula-Hoop. To była czytelna wiadomość: Znaleźliśmy meteoryt!

Znaleziony kamień ważył 59,5 g i był pięknie pokryty skorupą. Jego cztery boki pokrywała pierwotna skorupa, a na dwóch była wtórna, cienka skórka pokrywająca mało wygładzoną powierzchnię. Na dwóch krawędziach były widoczne delikatne zawinięcia, utworzone przez materię, która

nie została zdmuchnięta i spływała na tymczasową, zawietrzną stronę spadającego meteorytu. Największa pierwotna powierzchnia miała czerwonawy odcień wskazujący na niską zawartość tlenu w chwili przechodzenia skorupy od fazy ablacji do krzepnięcia.

Mały kawałek odłupał się prawdopodobnie przy uderzeniu, ale mimo intensywnych poszukiwań nie mogliśmy go odnaleźć. Przypuszczamy, że kamień uderzył w parking, odbił się i przeleciał nad krawężnikiem na chodnik, gdzie go znaleźliśmy.

Po zrobieniu zdjęć meteorytu w miejscu znalezienia przeszukiwaliśmy dalej najbliższe otoczenie i sąsiednie ulice. Według mojego GPS, w ciągu dwóch dni każdy z nas przeszedł blisko 60 kilometrów po terenie spadku. Jednak to było wszystko i nie zostaliśmy nagrodzeni dodatkowym znaleziskiem.

A. Gren szuka na zabudowanym obszarze rozrzutu na wschód od E47 w Islev, w Kopenhadze, 14 lutego 2016.

Fragmentacja i unoszenie przez wiatr

Poza aktualnymi informacjami o nowych znaleziskach, których dostarczał nam Martin Karmaka, byliśmy w ścisłym kontakcie z Karlem Wimmerem, który wciąż pracował nad lepszym i bardziej szczegółowym scenariuszem fragmentacji i unoszenia przez wiatr opierającym się na sondowaniu na dużej wysokości w momencie spadku. Już przy pierwszym przybliżeniu Karl doszedł do wniosku, że wynikiem kolejnych katastrofalnych fragmentacji były znaczne, poziome prędkości powstających fragmentów, co powodowało znaczne, poziome przemieszczenie tych brył względem azymutu trajektorii. W połączeniu z silnymi wiatrami WSW na dużych wysokościach prowadziło to do złożonego i nieregularnego rozmieszczenia mas na obszarze rozrzutu.

Prawo Danekrae

Zanim wyruszyliśmy w podróż do Danii, obaj wiedzieliśmy o Danekrae, duńskim prawie dotyczącym meteorytów i innych obiektów przyrodniczych. Według tego prawa, wprowadzonego w roku 1989, meteoryty odnalezione w Danii nie należą do znalazcy, lecz są uznawane za własność państwa duńskiego. Dla nas oznaczało to, że nawet gdyby nam udało się coś znaleźć, to było wątpliwe, czy będziemy mogli zatrzymać jakikolwiek znaleziony materiał. Stosując się do Danekrae, i ciekawi, jak będzie działać współpraca, w niedzielę 14 lutego wręczyliśmy nasze znalezisko dr Danielowi Wielandtowi z Naturhistorikse Museum.

W przypadku innych obiektów interesujących pod względem naukowym i muzealnym, takich jak skamieniałości i minerały, duński rząd

Ważący 59,5 g meteoryt w miejscu znalezienia na parkingu. Okaz jest mokry od topniejącego śniegu i prawdopodobnie opryskany solą przez przejeżdżające obok pojazdy. Zdjęcie zrobiono kilka minut po znalezieniu, 13 lutego 2016 r. o 10:55.

Przekazywanie ważącego 59 g okazu meteorytu Ejby do Naturhistorikse Museum Denmark, Glostrup Station, 14 lutego. D. Wielandt (z lewej), S. Buhl (z prawej).

rozpatrywał podobno indywidualne przypadki rozważnie i z dość liberalnym podejściem: w wielu przypadkach obiekty przyrodnicze wracały do znalazców, gdy zdecydowano, że narodowe duńskie zbiory już mają okazy takiej samej jakości, i że dalsze badania naukowe można prowadzić bez potrzeby pozyskiwania dodatkowych okazów.

Jeśli chodzi o meteoryty, w przeszłości był tylko jeden precedens: Przypadek meteorytu Maribo/Lolland, który odnalazł Niemiec, Thomas Grau. Ten meteoryt składał się jednak tylko z jednego okazu. Został więc zatrzymany przez władze, a znalazcy wypłacono nagrodę.

Ejby trudno porównać, ponieważ odnaleziono liczne fragmenty i całkowite okazy. Zostały one przekazane do Naturhistorikse Museum i jest tam już dość materiału dostępnego do badań i na wystawę. Nowoczesne chemiczne, petrograficzne i izotopowe badania meteorytów można prowadzić wykorzystując bardzo niewielkie próbki, a wiele metod działa bez zniszczenia okazu. Muzea mogą wystawić tylko ograniczoną liczbę okazów. Wobec całkowitej masy ~7 kg, może być nadzieja, że znalazcy tacy jak my, którzy wolą materię meteorytową zamiast nagrody pieniężnej, będą mogli w końcu zatrzymać swe znaleziska, lub przynajmniej uzyskać rekompensatę w postaci materiału z innych znalezionych okazów z tego samego spadku.

Pozostaje zobaczyć, jak duńskie władze rozwiążą problem w obecnym przypadku. Niewątpliwie ich werdykt będzie ważnym sygnałem dla międzynarodowej społeczności meteorytowej. Wobec wiedzy, czasu, pieniędzy i wysiłków potrzebnych dla celowego i szybkiego odnajdywania meteorytów z nowych spadków, jakakolwiek rekompensata, która nie uhonoruje należycie zaangażowania znalazcy, poważnie wpłynie na gotowość przyszłych znalazców do współpracy z narodowymi instytucjami i do przekazywania swych znalezisk.

Odnajdywanie meteorytów jest skuteczne tylko przy wspólnych staraniach i osób prywatnych i instytucji. Same instytucje rzadko mają wystarczającą liczbę osób, wydolność, finanse i elastyczność, by prowadzić skuteczne kampanie poszukiwawcze tak szybko, jak jest to wymagane w przypadku świeżo spadłych meteorytów. Tak więc w przypadku spadków meteorytów zawodowi badacze są zależni od współpracy z amatorami i publicznością. Zastosowanie Danekrae do przypadku meteorytu Ejby będzie papierkiem lakmusowym testującym, czy prawo w tym miejscu jest wystarczająco elastyczne i dalekowzroczne, by zapewnić taką współpracę w przyszłości. Jako zainteresowani znalazcy mamy nadzieję, że decyzja będzie korzystna zarówno dla samofinansujących się miłośników meteorytów jak i instytucji publicznych. Poinformujemy, jak ta sprawa się zakończy.

Dr Svend Buhl, poszukiwacz meteorytów, miłośnik pustyni, autor książek popularnonaukowych i fotograf, prowadzi stronę http://www.meteorite-recon.com/ na której opisuje meteoryty i swoje wyprawy. W „prawdziwym życiu" pracuje jako konsultant do spraw kontaktów z rządem w Hamburgu, w Niemczech.

Doniesienia z Wiki

Skarby gabinetów osobliwości

Jan Woreczko

Przeglądając stare roczniki gazet można natknąć się na ciekawe informacje.

W tomie 4 *Biblioteki Warszawskiej* z 1842 roku znajduje się obszerna relacja Stanisława Okraszewskiego z jego podróży do Wiednia. W końcu 1841 r. wyruszył w podróż przez Galicję i Kraków do Wiednia, skąd po rocznym pobycie udał się do Niemiec. Swoje wrażenia z odbytej podróży opisał barwnie i ciekawie w opublikowanych później *Szkicach podróżnego w przelocie przez Europę w r. 1842*. Był Okraszewski człowiekiem żywo zainteresowanym nauką, czemu dał wyraz opisując szczegółowo m.in. wiedeńskie muzea.

Fragment relacji z wizyty Okraszewskiego (1842) w wiedeńskim muzeum historii naturalnej (s. 14) (*pisownia oryginalna*, wyróżnienia w tekście *Redakcja*):

(…) Między aerolitami odznacza się jedyny może w swoim rodzaju a 150 funt. ważący kamień znaleziony w Elbogen, szkoda jednak iż spadek jego z powietrzokręgu nie jest udowodnionym. Rzadkością już jest kamień podobny 5 tylko funtów ważący; **koniecznie się tu przeto pochlubić muszę iż do zbioru ś.p. hrabiego Generała Chodkiewicza ofiarowałem aerolit piętnastofuntowy, na którego burzliwy i grzmotny spadek, własnémi oczyma na ziemi naszéj patrzałem.** (…)

Bardzo ciekawa jest zawarta w tym fragmencie dygresja dotycząca **aerolitu**. Z opisu wynika, **że Stanisław Okraszewski był świadkiem spadku meteorytu i posiadał jego okaz o wadze 15 funtów (ok. 7 kg)! Okaz ten przekazał do zbioru „*ś.p. hrabiego Generała Chodkiewicza*".**

Co i gdzie spadło?

Stanisław h. Lubicz Okraszewski (1785–1865) (herbu Lubicz) — poeta, krytyk, nauczyciel; po swoich licznych wojażach po Europie osiadł ok. 1824 roku we wsi **Tychoml na Wołyniu** na Ukrainie, gdzie zmarł w 1865 roku (źródło: iPBS).

Prawdopodobnie wymienionym przez Okraszewskiego (1842) „*ś.p. hrabią Generałem Chodkiewiczem*", był Aleksander Chodkiewicz mieszkający w niedalekim Młynowie, w którym zmarł w 1838 roku?

Aleksander Franciszek Chodkiewicz (1778–1838) (herbu Gryf z Mieczem) był pisarzem, chemikiem, mecenasem kultury, kolekcjonerem, senatorem Królestwa Polskiego i oficerem Armii Wielkiego Księstwa Litewskiego (źródło: Wikipedia). Interesująca jest jego działalność kolekcjonerska. Chodkiewicz, jak wielu możnych tamtych czasów, zgromadził olbrzymi zbiór książek, obrazów, minerałów i numizmatów, czyli modny wówczas tzw. **gabinet osobliwości**[1]. Zbiór ten znajdował się początkowo w Pekałowie, później w Warszawie i ostatecznie znalazł się w pałacu w **Młynowie na Ukrainie**. Zbiór ten uległ później rozproszeniu, zlicytowaniu i częściowemu zniszczeniu na początku XX wieku. Pozostałości zbioru zostały przekazane razem z archiwaliami w 1920 i 1936 roku do Muzeum Narodowego w Krakowie, a po wojnie, jako tzw. Archiwum Młynowskie Chodkiewiczów, trafiło do Archiwum Narodowego w Krakowie (źródło: Wikipedia).

Jeśli rzeczywiście Okraszewski był świadkiem spadku meteorytu i posiadał jego okaz, to prawdopodobnie zdarzenie to miało miejsce na Ukrainie pomiędzy rokiem 1824, kiedy to przeprowadził się do wsi Tychoml, a 1838 rokiem, w którym zmarł właściciel gabinetu osobliwości Chodkiewicz, mieszkający w nieodległej wsi Młynów.

W katalogu meteorytów *Meteoritical Bulletin* jest zarejestrowany w tym okresie na tym terenie tylko spadek meteorytu **Okniny**.

Czy zaginiony okaz „aerolitu Okraszewskiego (Chodkiewicza)" to masa główna meteorytu Okniny? Spadek tego meteorytu miał miejsce rano 8 stycznia 1834 roku na terenie Ukrainy w powiecie krzemienieckim. Według skąpych relacji spadł wówczas pojedynczy okaz meteorytu kamiennego (chondryt zwyczajny LL6) wagi ok. 30 funtów, z czego zachowało się w zbiorach tylko ~300 gramów! Wsie **Okniny**, **Tychoml** i **Młynów** leżą bardzo blisko siebie.

Ile jeszcze skarbów zawierały dawne gabinety osobliwości (*Kunstkamera*)? Pewnie nigdy się już nie dowiemy.

Bibliografia

Okraszewski Stanisław h. Lubicz, (1842), **Szkice podróżnego w przelocie przez Europę w r. 1842 (Część czwarta i piąta)**, *Biblioteka Warszawska*, 4, 1842, s. 1–236 (s. 14).

IPSB (Internetowy Polski Słownik Biograficzny) — Stanisław Okraszewski h. Lubicz (1785–1865).

Wikipedia — Aleksander Chodkiewicz (1776–1838).

Więcej informacji na portalu
http://wiki.meteoritica.pl/

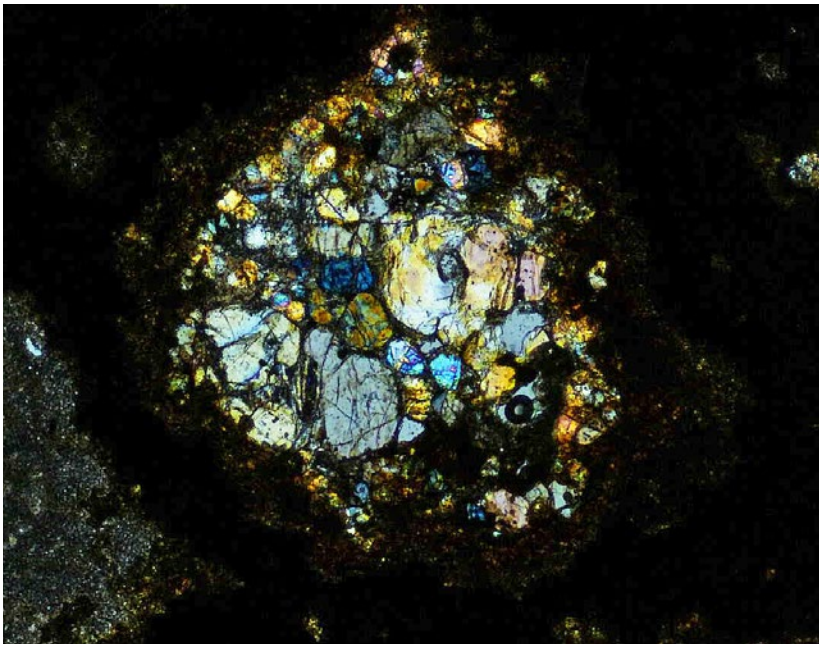
[1] niem. ***Kunstkamera*** (**gabinet osobliwości**, ang. *cabinet of curiosities*, fr. *cabinet de curiosités*) — kolekcje dzieł sztuki, egzotycznych przedmiotów, zabytków, minerałów i skamieniałości oraz osobliwości (kuriozów) świata przyrody i kultury; popularna wśród ludzi zamożnych moda, zwłaszcza w XVI i XVII wieku, na tworzenie zbiorów różnych przedmiotów, tworzeniu których sprzyjały liczne podróże i fascynacja odkryciami naukowymi ich właścicieli; na bazie takich zbiorów powstało później wiele instytucjonalnych naukowych kolekcji.

Chondry porfirowe oliwinowo-piroksenowe

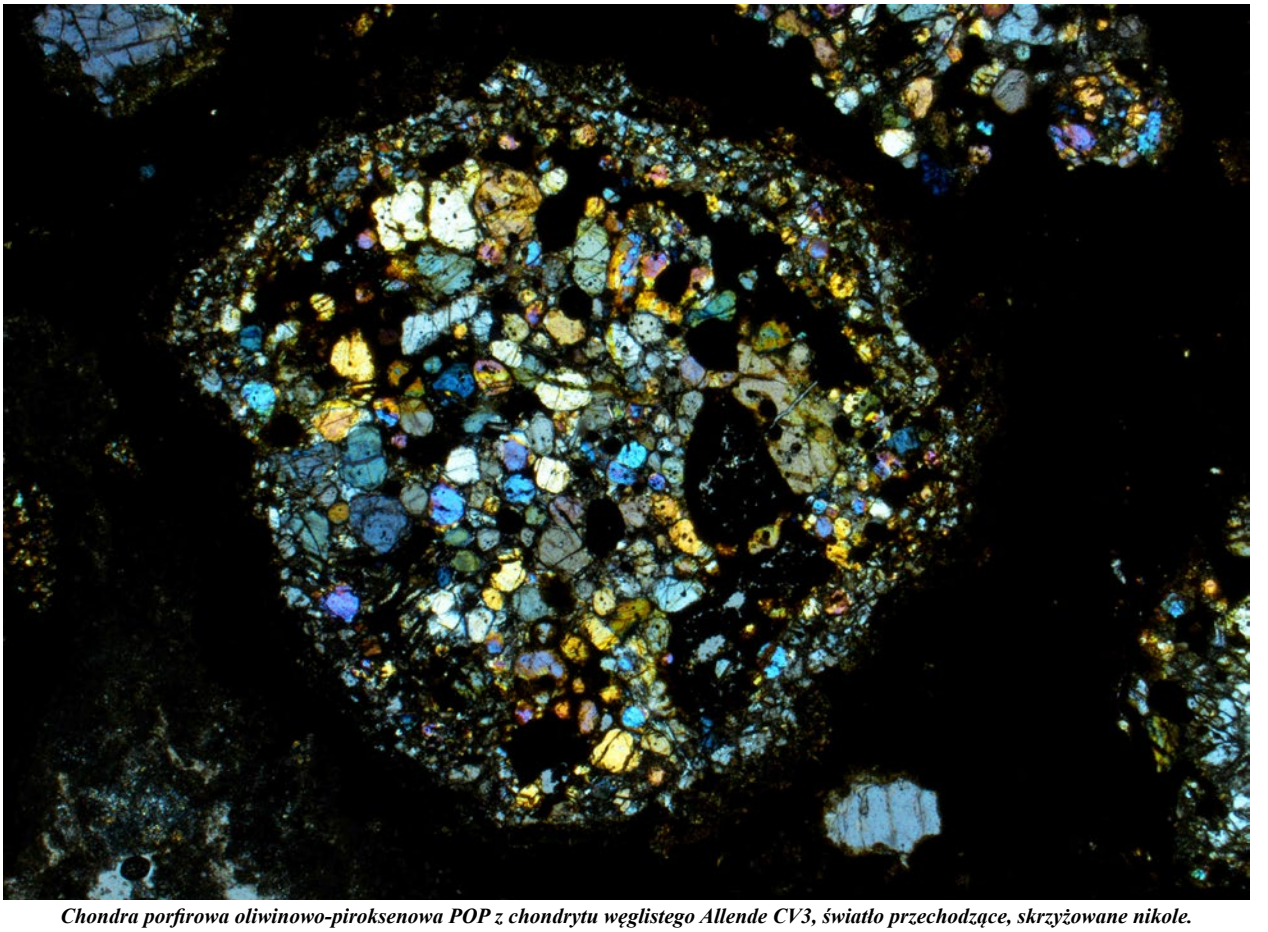
Tomasz Jakubowski (fotografie), Marek Woźniak

W jednym z poprzednich numerów METEORYTU (4/2015) prezentowaliśmy obrazy mikroskopowe chondr nieporfirowych. Tym razem chcemy pokazać kilka przykładów, jak wyglądają chondry porfirowe. Z kilku ich typów wybraliśmy **chondry porfirowe oliwinowo-piroksenowe** (w skrócie POP — *porphyritic olivine-pyroxene*); **typu I** i **II.**

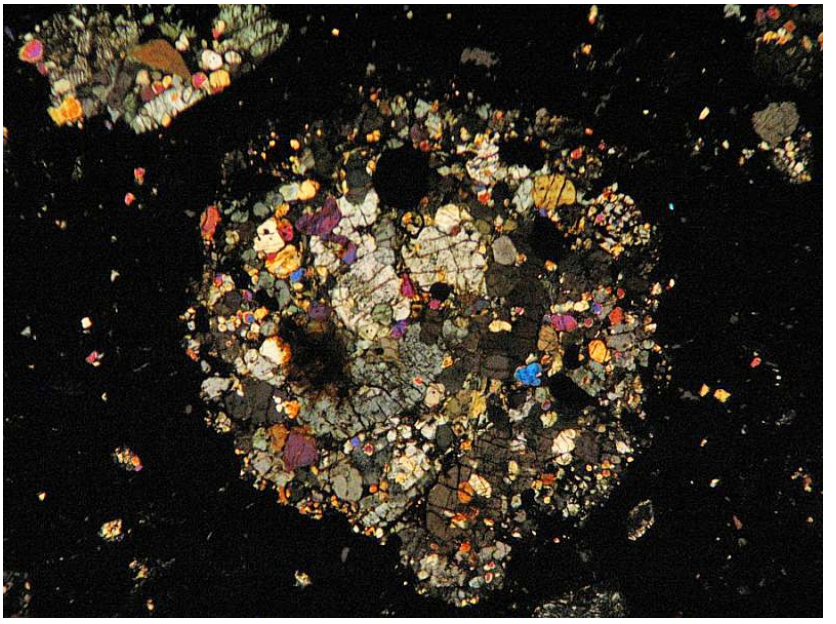
Chondry typu POP są najliczniejszą grupą wśród chondr porfirowych (praktycznie połowa wszystkich chondr jest tego typu). Stosunek oliwinu do piroksenu zawiera się w przedziale 0,1 do 10. Składają się z mieszaniny chaotycznie rozmieszczonych kryształów oliwinu i piroksenu (klinoenstatytu) w szklistym mezostazis. Ich wnętrze składa się z małych oliwinowych ziaren z otocz-



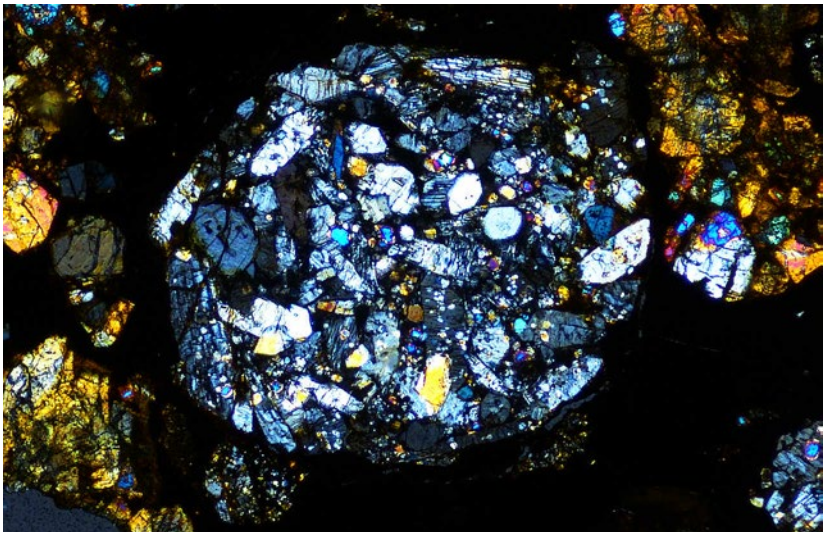
Chondra porfirowa oliwinowo-piroksenowa POP z chondrytu węglistego Allende CV3. Na dole po lewej stronie inkluzja CAI, światło przechodzące, skrzyżowane nikole.



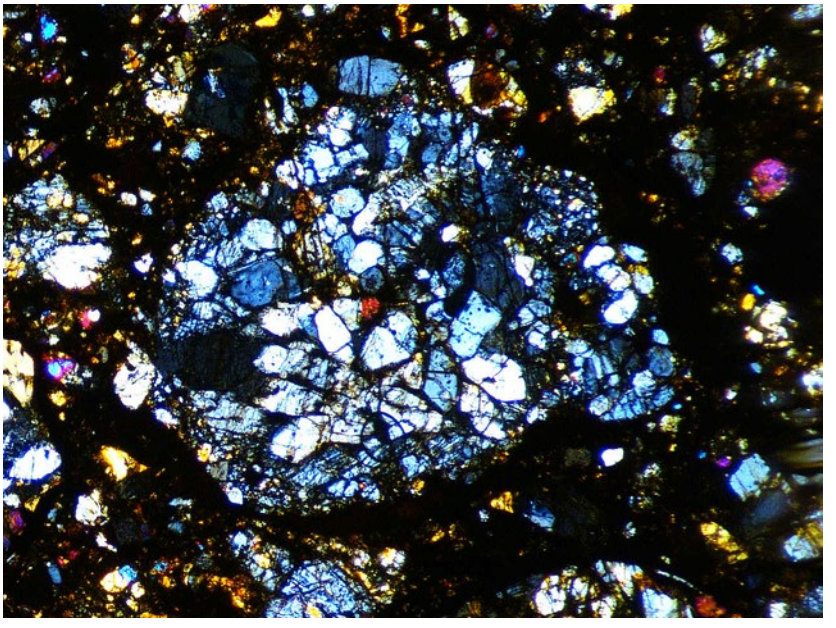
Chondra porfirowa oliwinowo-piroksenowa POP z chondrytu węglistego Allende CV3, światło przechodzące, skrzyżowane nikole.



Chondra porfirowa oliwinowo-piroksenowa POP z chondrytu zwyczajnego NWA 5929 LL5, światło przechodzące, skrzyżowane nikole.



Chondra porfirowa oliwinowo-piroksenowa POP z chondrytu zwyczajnego NWA 8276 L3.00, światło przechodzące, skrzyżowane nikole.



Chondra porfirowa oliwinowo-piroksenowa POP z chondrytu zwyczajnego NWA 5929 LL5, światło przechodzące, skrzyżowane nikole.

kami, ułożonych pomiędzy większymi ziarnami piroksenu, mających często kształt wydłużony, listewkowy. Taka tekstura stwarza szereg możliwości różnych wariantów i jest trudna w interpretacji. Jest sprawą subiektywną ocena (podział) czy mamy jeszcze do czynienia z chondrą typu POP, czy już z typem GOP, od którego POP różną się tylko wielkością ziaren. Występują również chondry typu POP pozbawione praktycznie mezostazis, w tym wypadku głównym składnikiem jest piroksen na tle którego występuje dużo małych ziaren oliwinu — jest to **odmiana poikilitowa (*poikilitic*)** chondr POP. Często chondry POP posiadają otoczki z siarczku żelaza.

Chondry POP **typu I** (**zredukowane, ubogie w FeO**, ***type-I, FeO-poor***) składają się z małych ziaren oliwinu zanurzonych w większych ziarnach piroksenu i mają postać poikilitową.

Natomiast chondry **typu II** (**utlenione, bogate w FeO**, ***type-II, FeO--rich***) to zwykle duże kryształy lub belki oliwinu oraz fenokryształy piroksenu mniejsze lub podobnej wielkości co oliwinowe. Typ II jest bardziej rozpowszechniony.

Więcej zdjęć chondr POP i wyjaśnienia wielu pojawiających się tu terminów na stronie

http://www.woreczko.pl

Dr Tomasz Jakubowski — geolog, kolekcjoner meteorytów, członek zarządu PTMet oraz zarządu IMCA, autor strony

www.collectingmeteorites.com

Naukowo zajmuje się węglem w meteorytach.

Marek Woźniak — z wykształcenia astronom, z zawodu informatyk. Każdą wolną chwilę poświęca na podróże i tworzenie strony o kamieniach z nieba:

www.woreczko.pl

Do Maroka po meteoryty

Część I

Jan Woreczko

W marcu 2014 roku w towarzystwie mocno zakręconych miłośników meteorytów pojechałem po raz pierwszy do Maroka szukać na pustyni meteorytów i kupować je od tamtejszych dealerów.

Zastanawiałem się, jak opisać naszą podróż do Maroka? Tekst będzie czytany w większości przez meteoryciarzy, więc nie ma chyba sensu opisywać szczegółowo okazy jakie widzieliśmy. Jak wyglądają wyjątkowo ładne chondryty, każdy wie, bo do niejednego ich zdjęcia w internecie wzdychamy. Opisywać 2 kg lunara, chyba też nie ma sensu. Bo to taki sam lunar, którego niemal każdy ma w kolekcji, tylko tysiąc razy większy, a chęć jego posiadania ociera się o nierealne fantazje. Napisać, że u Rachida Chaoui w Zagorze były mało zwietrzałe eukryty w dużej ilości i różnej wielkości, bezcelowe. Każdy meteoryciarz wie, że eukryty występują we wszystkich możliwych teksturach i jeden niepodobny do drugiego. A węglaki? Szafować w tekście skrótami CK, CM lub CV, też nie odda istoty fascynacji i obcowania z meteorytami. To trzeba zobaczyć, wziąć do ręki te skały z kosmosu. Nie będzie to więc opis szczegółowej marszruty, że danego dnia byliśmy u Ismaila w Erfoud i miał to i to, a innego dnia pojechaliśmy do braci Abdelhadi z Tantan i zachwycaliśmy się takimi to a takimi meteorytami.

Artykułowi temu towarzyszą zdjęcia. Znajdują się na nich również zdjęcia meteorytów, ale gros zdjęć ma zilustrować klimaty Maroka i okoliczności towarzyszące poszukiwaniom i kupowaniu meteorytów. Jak mawiają, jedno zdjęcie jest jak tysiąc słów, lecz nie zawsze da się uchwycić emocje i to co poza kadrem (choć wielcy fotografowie to potrafią, ja nie). Postanowiłem więc opisać przede wszystkim to, czego nie udało się uchwycić na zdjęciach. Również pobyt w tak egzotycznym kraju prowokuje często do zastanowienia się nad rzeczami, których nie dostrzegamy na co dzień.

Nie jest to więc dziennik podróży, a raczej migawki i spostrzeżenia z fajnej przygody. Zaczynamy!

Uczestnicy wyjazdu

Jarkko

Jarkko jest architektem, właścicielem biura architektonicznego w Helsinkach i prawdopodobnie jednym z największych kolekcjonerów meteorytów w Finlandii. Ponieważ traktuje on poważnie kolekcjonowanie meteorytów, wiec jego nabytki nie pochodzą np. z eBaya, lecz zaopatruje się on u poważnych dealerów. Wiele okazów do swojej kolekcji kupił u Tomka oraz za jego pośrednictwem w Maroku. Gdy padł pomysł wyprawy do Maroka, szybko dał się namówić na wyjazd. Później okazało się, że był to jego pierwszy wypad za morze. Dalej na południe niż za Morze Śródziemne nigdy nie podróżował. Nigdy wcześniej nie był w kraju arabskim, więc był to jego chrzest kulturowy. Pobyt na pustyni był dla niego pewnie też niezapomnianym przeżyciem. Pewnie wypatrywał na niej okazów podobnych do tych ze swojej kolekcji... wiemy, że to raczej marzenie..., ale myślę, że pustynię wspomina miło.

Na wydmach niedaleko Erfoud. Na zdjęciu od lewej: Tomek, Jarkko, i Tuomas.

Tuomas

Tuomas to znajomy Jarkko. Jego wcześniejszy kontakt z meteorytami ograniczał się do zrobienia zdjęć okazów z kolekcji Jarkko na wystawę meteorytów. Zawodowo Tuomas zajmuje się fotografią architektury i z tego co wiem jest jednym z najbardziej wziętych i droższych fotografów w Finlandii. Na początku wyjazdu meteoryty były dla niego *tabula rasa*, ale czas pokazał, że można łatwo zarazić się bakcylem „kamieni z nieba". Propozycję wyjazdu do Maroka potraktował

jako pretekst do spotkania się ze swoim przyjacielem Jarkko w Afryce i okazję do zrobienia cyklu fotografii o handlu meteorytami. Dołączył do nas w drugim tygodniu wyjazdu i uczestniczył w *tournée* po dealerach. Przyleciał do nas, *via* Madryt i Casablankę do Agadiru, z Burkina Faso, gdzie realizował jakieś zawodowe zlecenie.

Początkowo skupiał się na swojej pasji — fotografował sprzedawców meteorytów i ich ofertę. Gdy było już po targach i kontynuowaliśmy celebrowanie meteorytów, wkraczał do akcji Tuomas. Tworzył małe studio fotograficzne, improwizował oświetlenie, aranżował plan i kadr. Dopiero na jego zdjęciach widać było, w jak egzotycznych warunkach kupowaliśmy meteoryty — gdyż często uchodziło to naszej uwadze, tak byliśmy skoncentrowani na meteorytach. Również sami dealerzy godzili się na pozowane sesje. Plon jego pracy można było później zobaczyć na specjalnej wystawie w Helsinkach.

To, że w ciągu tygodnia obcowania z pasjonatami meteorytów można zarazić się pasją, nie podlegało dyskusji. Spekulowaliśmy tylko między sobą, kiedy Tuomas kupi swój pierwszy meteoryt. I się nie zawiedliśmy. Pierwszy był mały okaz Agoudal — tak „na pamiątkę", jak twierdził Tuomas, ale my obstawialiśmy dalej, że jak się ma jeden, to kolej na następny. Tak też się stało i było widać, że zakup drugiego okazu sprawił Tuomasowi wielką frajdę.

Miałem też niebywałą okazję podejrzeć zawodowca w akcji i dowiedzieć się, jak zrobić dobre zdjęcie. Bonus!

Tomek

Tomek jest sprzedawcą i kolekcjonerem meteorytów znanym nie tylko wśród polskich miłośników. Od wielu lat zajmuje się handlem meteorytami i wyrobił sobie markę światowego dealera. Jest rozpoznawalny i ceniony. Tylko on wie, ile i za ile sprzedaje meteoryty. Po wyjeździe już wiem, że jego nazwisko w Maroku wywołuje stan gotowości w wielu miejscach skąd pochodzą meteoryty. Nie będzie przesadą stwierdzenie, że gdybyśmy do Erfoud, Ouarzazate lub Asmary docierali koleją, to na peronach oczekiwano by nas z pompą i kwiatami. Wszędzie, gdzie się zjawialiśmy, Tomek był traktowany jak VIP. A my korzystaliśmy z tego faktu bez skrupułów. Mogliśmy zobaczyć meteoryty o jakich można tylko pomarzyć, mieliśmy poczucie bezpieczeństwa i komfort w kupowaniu. Jako jedno z ciekawszych doświadczeń wspominam widok Tomka w akcji, gdy dla wielu dealerów był on wyrocznią i dzielił się z nimi swoją wiedzą. Z jaką atencją prosili go o ocenę okazów i z jakim zaufaniem podchodzili do jego opinii. Nie ma co ukrywać, że dla wielu z nich meteoryty są obiektem handlu, ale nie zawsze są oni w stanie ocenić ich rzeczywistą naturę lub rynkową wartość. Tomek był w swoim żywiole ku pożytkowi obu stron.

Tomek i Jarkko oraz nasz pustynny bolid.

Była jeszcze jedna korzyść z „marki" Tomka. Mogliśmy kupować na krechę, gdyż zaufanie to jeden z filarów handlu meteorytami. Również nie musieliśmy martwić się o wywóz dużych okazów, wysyłkę brali na siebie Marokańczycy i można było być o to spokojnym. Aha, i jeszcze jedno: pokłosiem naszego krótkiego *tournée* po dealerach było później kilka telefonów i e-maili od innych sprzedawców z pretensjami, dlaczego ich nie odwiedziliśmy?!

Czwarty uczestnik, czyli ja

Mam kilka meteorytów, które kupiłem bezpośrednio u Marokańczyków *via* Internet, ale nigdy nie przypuszczałem, że kupowanie u nich na miejscu może być tak pasjonujące i atrakcyjne.

Maroko

Byłem wielokrotnie w wielu krajach arabskich i przyzwyczaiłem się do różnic kulturowych i, mówiąc eu-

Przed kolejnym celem podróży. Na zdjęciu od lewej: autor, Tomek i Tuomas.

femistycznie, środowiskowych. I nie chodzi mi o zorganizowane wyjazdy na Dżerbę czy do Hurgady. Sam na wielu wyjazdach musiałem zadbać o to, co zjem i gdzie, gdzie będę spał i czy będzie bezpiecznie, czy ludzie, których spotykam i muszę im zaufać, są wiarygodni. Takie podróże wzmacniają w człowieku poczucie, że świat jest w swej zasadniczej części oparty na uniwersalnych potrzebach i czytelnych kodach. Tak też było w Maroku. Odwiedziliśmy miejsca naznaczone biedą i monotonią egzystencji. Spotkaliśmy ludzi, którym się powiodło, ale też takich, którzy muszą jakoś żyć tu i teraz. Ale wszędzie towarzyszyło nam poczucie życzliwości i sympatii. Lubię te klimaty, a jak można je połączyć jeszcze z pasją meteorytową? Czego pragnąć więcej? Warto było!

Miasto na południu Maroka.

Typowa ulica miasteczka na Saharze Zachodniej.

Początek podróży

Do Maroka przylecieliśmy czarterem z grupą turystów do Agadiru. Wylądowaliśmy o jakiejś nieludzkiej porze rano i mieliśmy trochę czasu na aklimatyzację, gdyż z człowiekiem z wypożyczalni samochodów byliśmy umówieni o 7 rano na przylotniskowym parkingu. Jeszcze przed wylotem Tomek przez internet zarezerwował samochody. Plan był taki, że na pierwszy tydzień — wypad na Saharę Zachodnią — potrzebowaliśmy samochodu terenowego z napędem na cztery koła. Drugi tydzień — *tournée* po dealerach — mieliśmy już zrobić normalnym samochodem osobowym. Zmiana samochodu było konieczna, gdyż wypożyczenie samochodu w Maroku nie jest tanie. Nauczeni już na innych wyjazdach, że *via* internet to wszystko jest łatwe i bezproblemowe, mieliśmy trochę obaw czy samochód będzie i czy taki jak miał być. I okazało się, że nasze obawy były i bezpodstawne i uzasadnione. Na parkingu czekał na nas człowiek z pięknym i niezajechanym Mitsubishi Pajero. Bingo! Problemy rozpoczęły się już chwilę później, gdy okazało się, że człowiek z wypożyczalni rozmawia i rozumie tylko po francusku. Dokumenty do podpisu też były w obcym nam języku, a na dodatek, z tego co udało nam się zrozumieć, musieliśmy uiścić kosmiczną kaucję za samochody. Kwota kaucji znacząco przekraczała nasze limity na kartach kredytowych! Nie był to optymistyczny początek wyjazdu. Jednak po długotrwałych pertraktacjach i wielu telefonach do angielskojęzycznego właściciela wypożyczalni, udało nam się wypracować kompromis. Załadowaliśmy więc nasze bagaże do wozu i ruszyliśmy pełni powracającego optymizmu do... centrum miasta!

Droga do sklepiku z pamiątkami, olejem arganowym i dobrem wszelakim.

Nie skierowaliśmy się początkowo na południe na Saharę, lecz postanowiliśmy zrobić niezbędne zakupy w Agadirze. Nie wiedzieliśmy, jak wyglądają

sklepy na biednym południu, czy będzie tam łatwo kupić podstawowe produkty. Znaleźliśmy duży market spożywczy i okazało się, że otwierają za godzinę. Cóż, trzeba było poczekać i na spokojnie przegadać plany i poranne perturbacje z wypożyczalnią. Należało kupić przede wszystkim dużo wody do picia, jakieś pieczywo, konserwy i serki oraz słodkie Małe-Co-Nieco. Agadir żyje z turystów, więc nie zdziwiło nas, że w podziemiach sklepu w mocno spartańskich i konspiracyjnych warunkach jest stoisko z alkoholem. Piwo wydawało nam się najwłaściwszym napojem na ten klimat, ale szybko ograniczyliśmy nasze potrzeby po zapoznaniu się z cenami. Trochę, jak się okazało, przesadzili w sklepie z cenami, ale nie odmówiliśmy sobie kilku puszek na początek. Zaopatrzeni w produkty o terminach gwarancji przekraczających zapewne oczekiwany czas trwania dynastii królów Maroka, ale jak zapewniały etykiety, bez konserwantów i barwników, mogliśmy spokojnie wyruszyć na poszukiwania — na południe — na Saharę — po meteoryty!

Opuszczając Agadir minęliśmy lotnisko, gdzie za tydzień mieliśmy ponownie zjawić się, by wymienić samochody i zabrać w dalszą podróż kolegę Jarkko, Tuomasa. Agadir jest miastem turystycznym, gdzie pełno hoteli, restauracji, rozległych i wysokich gmachów publicznych oraz sklepów nastawionych na turystów. Nas ciągnęło do innego Maroka. Do odległych, zapylonych miasteczek, pełnych niskich, nigdy nie ukończonych domów, warsztatów, kramików i klimatycznych lokali gastronomicznych. W których czuć ten charakterystyczny zapach, słychać uliczny gwar i widać spieszących gdzieś ludzi. Sprawia to wrażenie chaosu i tymczasowości. Ale nic bardziej mylnego. Tak tu wygląda normalne życie. Nasze uwarunkowania kulturowe często ograniczają nas we właściwej percepcji otaczającego świata. To jest to co mnie pociąga i fascynuje w podróżach po świecie. Jesteś w Maroku, staraj się żyć jak Marokańczyk. Jedz to co oni, dostosuj ubiór do lokalnych warunków, nie dawaj odczuć, że jakiś rzeczy nie akceptujesz lub są one dla ciebie dziwne. I tak widać, że jesteśmy z innego świata, więc nie ma potrzeby dodatkowo utrudniać sobie kontaktu z tubylcami i stwarzać problemy.

Gdy Agadir został już daleko za nami mogliśmy zacząć napawać się tymi arabskimi klimatami. Rozległe puste przestrzenie, szybko zmieniający się krajobraz oraz mijane pogrążone w popołudniowej sjeście wsie i miasteczka. A wszystko w kolorach ziemi i pyłu. Maroko jest dużym krajem, a nasz pierwszy cel leżał tuż przed granicą z Saharą Zachodnią. Mieliśmy przed sobą szmat drogi i dużo czasu na podziwianie krajobrazów i wymianę opinii na temat tego co nas czeka. Sahara Zachodnia nie ma do końca uregulowanego statusu międzynarodowego. Nie wiedzieliśmy, jak wygląda granica oraz czy pozostałości po wieloletniej wojnie na tym terenie nie stanowią jakiegoś zagrożenia. Na mapach Sahary Zachodniej zaznaczone są, ciągnące się wiele kilometrów, linie wałów obronnych. Toczono tam walki z użyciem ciężkiego sprzętu. Znalazłem na stronach ONZ w miarę aktualną mapę terenów zaminowanych i takich, gdzie do dziś zdarzają się wypadki. Miejsca te skrupulatnie i z nadkładem omijaliśmy. Ale i tak wielokrotnie napotykaliśmy na pustyni niewybuchy i pozostałości jakiś fortyfikacji. Jeśli jeszcze do tego dołożyć informacje o przemytnikach i operujących w sąsiednich państwach ekstremistach, wyłania się mało optymistyczny obraz. Cóż, myśleliśmy o meteorytach, a problemom bezpieczeństwa staraliśmy się nadać mniejszą rangę.

Pierwszy postój i pierwszy hotel

W te rejony nie docierają już tłumy turystów, więc oferta nie była oszałamiająca. Znaleźliśmy hotel, choć na hotel on z zewnątrz nie wyglądał. Bardziej przypominał restaurację, ale przy kilku zaparkowanych przed

Wnętrze zakładu szewskiego.

Plany na dzień następny (na mapie czerwonym kolorem zaznaczony obszar zaminowany).

To co kręci najbardziej na pustyni, jej bezkres.

nim samochodach uwijali się jacyś cudzoziemcy, więc nadawali mu wiarygodności. Gdzieś w rogu sali restauracyjnej, przy zawalonym papierami biurku była tzw. recepcja. Tomek z Jarkko poszli obejrzeć pokoje czy nam odpowiadają. Było to trochę rytualne zachowanie, bo pokój na trzy osoby był jeden, a gdzie jest alternatywny hotel nie wiedzieliśmy, więc oglądanie było raczej rutynowe niż gdyby miało coś wnieść. Pokój okazał się do zaakceptowania, a jakże. Zabraliśmy swoje bagaże na górę. I już na wejściu było widać, że dotarliśmy do innego świata. W kategoriach europejskich, gwiazdek to on nie miał, chyba tylko te widoczne przez niedomykające się okienko w łazience. Również samo rozwiązanie pomieszczenia bardziej przypominało jakiś karawansaraj na pustyni niż pokój hotelowy. Olbrzymi przedpokój, pewnie ponad 20 m^2, w którym spokojnie można by było zakwaterować kilkanaście wielbłądów, na lewo od niego duże pomieszczenie „wodopoju" z kilkoma umywalkami! A do przedpokoju przylegające dwa malutkie pokoiki z ledwością mieszczące po dwa łóżka. W łazience po slalomie, wymijając sedes i umywalkę docierało się do brodzika. Teraz z perspektywy czasu, tak to widzę, ale wówczas, byliśmy zachwyceni i szczęśliwi, że jest gdzie się umyć, położyć i wyspać. Widać było, że już jeden dzień pobytu pozwolił nam zgrać się z krajem i wyważyć nasze oczekiwania. Było super. Zeszliśmy na dół na kolację i zamówiliśmy rybę, przecież byliśmy nad Oceanem Atlantyckim. Jednocześnie mocno wysmażona potrawa miała też zminimalizować ryzyko tzw. zemsty faraona. Bo poza nowymi doznaniami estetycznymi i zmysłowymi, wylądowaliśmy w kraju o trochę innym pojmowaniu zasad higieny i innej kulturze bakteryjnej. Największe obawy dotyczące jedzenia miał Tomek, natomiast Jarkko dał się szybko przekonać, że po jedzeniu małą dawką alkoholu oddalimy wszelkie zagrożenia. Widać było na początku, że wszystko było dla niego nowe, więc zdał się na nas i nasze doświadczenie. Dbaliśmy o Jarkko. Przykładem na to może być np. nasza wyprawa w poszukiwaniu sandałów. Okazało się, że Jarkko wziął na wyjazd tylko solidne traperskie buty dobre na śniegi dalekiej północy. W upalnym i wilgotnym klimacie Maroka raczej się nie sprawdzające. W drodze na południe w jakimś małym miasteczku znaleźliśmy elegancki salon z towarami, jak na londyńskim Oxford Stréet. Torebki Hermesa, Louis Vuitton, markowe ciuchy Adidasa, DC i Gapa. Wszystko w bardzo przystępnych cenach i niemal jak oryginalne — ach ta globalizacja. Szybko dobraliśmy dla Jarkko sandały, może nie markowe, ale wygodne, za kilka dirhamów i wyglądające na takie, co to wytrzymają te dwa tygodnie w Maroku. Najmilej wspomina się takie małe epizody wielkich wypraw.

Pokonywanie jednego z wałów fortyfikacyjnych przecinających pustynię.

Typowy krajobraz północnej Sahary Zachodniej.

Mandat

Znaczna część dróg, którymi poruszaliśmy się podczas *tournée* po Maroku, prowadziła przez górzyste tereny. Mnóstwo zakrętów i zakazów wyprzedzania. Jak trafiła się jakaś ociężała ciężarówka, z niecierpliwością szukaliśmy okazji do jej wyprzedzenia. Pewnego dnia, po długiej jeździe w konwoju z ciężarówką z przodu, za którymś to już zakrętem, na ciągłej — dostaliśmy mandat. Nie wiadomo czy Tomek chciał wyprzedzić ciężarówkę czy tylko wyglądał zza niej, jak tam dalej wygląda droga? Droga wyglądała przednio, ale Tomek dziwnie szybko wrócił na swój pas. Okazało się, że na tym pustkowiu w odległości kilkuset metrów widać kolejny posterunek policji i znów po raz setny trzeba będzie pokazywać paszporty. Wyprzedzać już się nie opłacało. Ale na rogatce okazało się, że nie będzie jak zwykle. Owszem zabrali do sprawdzenia paszporty, ale oświadczyli, że należy się mandat za przekroczenie ciągłej. Tyle zrozumieliśmy, gdyż ponownie barierą był język francuski. Ale że mandat jest spory, to już zrozumieliśmy bez problemu. Zapewne to nasze pochodzenie spowodowało, że wymierzono nam chyba najwyższy przewidziany za to mandat. Tomek postanowił zawalczyć, wykorzystując przewrotnie jako oręż, właśnie barierę językową. Bo gdy nie rozumiesz języka, możesz „rozumieć" tylko to co ci wygodne, a przeinaczać znaczenie rzeczy niekorzystnych. Nie mieliśmy nic do stracenia, a wiele dirhamów do zyskania. Tomek poszedł zatem zawalczyć, w ślad za naszymi paszportami, do ceglanego kiosku rogatki. Cierpliwie z Jarkko czekaliśmy kontemplując monotonny, upalny krajobraz, a czas mijał. Minęło go sporo, a Tomka nie było. Zaniepokojony poszedłem do budki zobaczyć co się dzieje, a tam rozpromieniony Tomek w towarzystwie uśmiechniętych policjantów wypija kolejną gorącą miętową herbatkę. Całe towarzystwo, dyskutując w różnych językach, próbowało wypełnić trudny formularz mandatu. Nie zrażony sytuacją i pełen skupienia oficer, cierpliwie i z dużym dystansem do swoich działań, próbował wykaligrafować trudne łacińskie litery w rozbudowanym druku. Nie napiszę, co wprawiło całe to towarzystwo w tak dobry humor, ale efekt był taki, że Tomek dostał mandat za nie zapięte pasy (a miał zapięte), na kwotę dużo, dużo mniejszą niż początkowo mieliśmy zapłacić. Jak widać można się dogadać, tylko trzeba trochę fantazji, życzliwości i uroku osobistego. Od tego czasu jeździliśmy już bardziej poprawnie.

Awaria

Innym razem okazało się, że nie działa nam klakson w samochodzie. W innych okolicznościach pewnie byśmy zwlekali z naprawą, ale w krajach arabskich, klakson jest tak samo

Mobilny dom. Być może w którymś zawiniątku znajdują się prawdziwe meteoryty.

ważnym elementem samochodu, jak kierownica. Można mieć rachityczne światła, niesprawne kierunkowskazy lub drzwi zamykane na skrętkę z drutu, ale klakson?! Jak bez sprawnego klaksonu zasygnalizować innym użytkownikom drogi nasz manewr? Gdy chcę skręcić czy tylko włączyć się do ruchu, naciskam klakson i już inni wiedzą, że coś się będzie działo. To na innych kierowcach spoczywa obowiązek rozpoznania naszego zamiaru. To działa i my też stosowaliśmy się do tych zasad. W Smarze szukaliśmy warsztatu samochodowego. Już nawet nie wyspecjalizowanego elektryka samochodowego, ale jakiegokolwiek specjalistę od samochodów. Zawsze jest tak, że gdy nie potrzeba, to za oknem przewijają się całe kompleksy warsztatów — jeden za drugim. Gdy pojawia się potrzeba to nagle same sklepiki i kramiki. Gdzieś w bocznych uliczkach znaleźliśmy wreszcie coś co wyglądało na warsztat samochodowy. Mocno nasączona olejem podłoga, kilka zużytych opon i plastikowe bańki z mocno wypłowiałymi etykietami — to musiał być warsztat. Ale bez właściciela i kogokolwiek by zasięgnąć języka — pora sjesty. Jednak nasz duży, biały Pajero zaparkowany na sennej ulicy, musiał zwrócić uwagę, bo po chwili zjawiła się mała dziewczynka, która ładnym angielskim poinformowała nas, że to warsztat jej ojca i on jest Specjalistą Od Samochodów. Po chwili zjawił się on sam i z życzliwym uśmiechem przyglądał się nam, jak próbowaliśmy mu wytłumaczyć nasz problem pstrykając różnymi przełącznikami. Stwierdził „no problema" i zabrał się do roboty. Już po jego pierwszych poczynaniach widać było, że miał po raz pierwszy do czynienia z Pajero. Sporo czasu zajęło mu znalezienie miejsca, gdzie w Mitsubishi są bezpieczniki, więc w tych okolicznościach chłopaki doszli do wniosku, że to potrwa i poszli na zakupy. Zostałem sam i towarzysząca nam córka mechanika. Pewnie jej obecności zawdzięczamy, że samochód odzyskał sprawność. Bo widać było, że jej ojciec może mieć problem ze skomplikowanym układem, ale przecież nie mógł zawieść córki. Po zidentyfikowaniu położenia skrzynki bezpieczników, przy wtórze własnych „yhy" i „ok, ok", za pomocą uniwersalnego narzędzia w postaci żarówki na drucikach, zaczął nakłuwać nasz pojazd i zmuszać do błysków, migotania, a momentami to i radio pogrywało. Obserwowałem to wszystko tylko lekko zaniepokojony, widać było, że cel został rozpoznany, więc zapewne metodą prób i błędów znajdzie się rozwiązanie. Kolejne doświadczenie z krajów arabskich pozwalało mi z wiarą patrzeć na pracę tego człowieka. Podczas wielu podróży widziałem liczne przypadki skuteczności działań mieszkańców tych krajów. Na początku uderza prowizoryczność wielu rozwiązań. Większość towarów w sklepach nie odbiega standardem od tych u nas (też chińszczyzna), budują domy wg powszechnych standardów, wykończeniówka też nie budzi zastrzeżeń (no może tylko arabska estetyka nie jest w naszym guście), jeżdżą zachodnimi samochodami, ale po jakimś czasie wygląda to wszystko na podupadające. W czym rzecz? Mam wrażenie, że u nich się kupuje, buduje, użytkuje, ale późniejsza naprawa i konserwacja to „poszukiwanie innej drogi". Jak coś odpadło to przyczepia się byle czym co jest akurat pod ręką, jak trzeba pociągnąć dodatkowe kable lub rury to robi się to już na elewacji i z przypadkowych materiałów. Zepsuła się Niagara to zrobi się dodatkowy kranik i po problemie, jak grzyb na ścianie to trzeba pomalować, niekoniecznie w dobranym kolorze. Jak dołu nie trzeba zakopywać to się go nie zakopuje, jak jest gruz to wyrzuca się go na najbliższą działkę, gdzie akurat nic się nie dzieje. Odpadła terakota, można zatrzeć zwietrzałym cementem, przez jakiś czas poleży. Króluje powszechna prowizorka i niechlujstwo. Dotyczy to również, a nawet przede wszystkim, eleganckich kurortów, hoteli i budynków publicznych. Widać im to nie przeszkadza, ale dla nas jest zawsze szokujące.

Kupowanie meteorytów od nomadów (Tomek pije pustynnego Liptona).

Pasterze zbierają dziwne kamienie, ale nie wszystkie są meteorytami.

Spotkania na pustyni

Ludzie pustyni (strój musi być przede wszystkim praktyczny).

Z Tomkiem mieliśmy już za sobą doświadczenia w poszukiwaniu meteorytów na pustyniach. To jest trochę inna bajka, niż wyprawy na znane elipsy spadku, gdzie wiesz czego szukać i w jakim obszarze. Pustynie są inne, tam masz zazwyczaj nieporównywalnie większy obszar i nigdy nie wiesz co znajdziesz. Te dwa elementy składają się na to, co w poszukiwaniach na pustyni jest Tym-Co-Tygrysy-Lubią-Najbardziej! Nieopisywalny bezmiar przestrzeni i emocje towarzyszące zbliżaniu się do dziwnego, ciemnego kamienia leżącego na tle monotonnej skąpanej w słońcu jasnej pustyni. Prawdę powiedziawszy decydując się na wyjazd na Saharę Zachodnią właśnie po takie doznania jechaliśmy.

Nie mieliśmy złudzeń, że Maroko i Sahara Zachodnia to obszary, które zostały już dawno przeszukane. Mało jest tam terenów, gdzie można pojechać na niezbadane lub na znane i rokujące elipsy. Od wielu lat Maroko, w zasadzie marokańscy dealerzy, są głównymi dostarczycielami meteorytów na rynki europejski i amerykańskie, więc towar już dawno opuścił swoje miejsce pochodzenia — pustynie. Jako kolekcjonerzy jesteśmy w zasadzie na końcu łańcucha pokarmowego obrotu meteorytami. Aby one do nas trafiły, ktoś musiał je znaleźć na pustyni, ktoś inny ocenić ich typ i wartość, ktoś stworzyć siatkę dystrybucji, na końcu której są duzi dealerzy i kolekcjonerzy.

Po wjechaniu na teren Sahary Zachodniej rozpoczęliśmy poszukiwania. Oczywiście przemierzając pustkowia w poszukiwaniu meteorytów, docieraliśmy też w miejsca, gdzie coś wcześniej znaleziono. Szansa, że jeszcze coś tam zostało dla takich poszukiwaczy jak my, była niewielka, ale ci z Czytelników co jeżdżą na pustynie wiedzą, że w świecie bez dróg i drogowskazów, punktów charakterystycznych i tego co wypełnia mapy, należy stworzyć sobie plan „jazdy do nikąd". Mapy pustyń są ubogie, więc jechanie dla samego pokonywania kilometrów nie ma sensu.

Pustynie w Maroku są trochę inne niż te, które znaliśmy. I nie chodzi tylko o ich kolory, ukształtowanie i porastającą je roślinność, ale o obecność na nich ludzi. Pustynie płw. Arabskiego, Tunezji czy Libii są w jakimś sensie nieużytkami. Są wprawdzie miejscem pozyskiwania różnych surowców na skalę przemysłową, ale dla ludzi to obce środowisko. W Maroku i na Saharze Zachodniej jest inaczej. Szybko okazało się, że tamtejsza pustynia tętni życiem. Rosnąca na niej skromna roślinność jest paszą dla licznych stad kóz i owiec. Dużo łatwiej wypatrzyć na horyzoncie pasące się stado niż meteoryt. Jest trzódka, są pasterze. Niemal cały czas, gdzieś na horyzoncie towarzyszyły nam stada pasących się kóz lub było widać obozowiska pasterzy. I właśnie tu prawdopodobnie zaczyna się „łańcuch pokarmowy"

Typowe obozowisko pasterzy.

pozyskiwania meteorytów. Spędzający na pustyni tygodnie lub miesiące pasterze, przemierzając ją ze swoimi stadami, są idealnymi poszukiwaczami. Ile można chodzić za kozami i dyskutować z towarzyszami o życiu? Przecież życie tu wyznaczają rytmy dnia i powtarzalność czynności. Szybko kończą się tematy rozmów i pozostaje tylko kontemplacja pustkowia. Przypuszczam, że taką sytuację szybko dostrzegli bardziej rzutcy tubylcy i zwerbowali pasterzy do poszukiwań. Wystarczyło przekonać ich, że za zebrane przez nich „dziwne kamienie" dostaną żywą gotówkę. Wystarczyło zapewne szybkie ich przyuczenie, na jakie kamienie zwracać uwagę — ciężkie, czarne, magnetyczne, rzadkie. Prawdopodobnie nie leży w interesie dealerów wtajemniczenie pasterzy w rozpoznawaniu typów meteorytów, gdyż ta wiedza spowodowałaby tylko kłopot z odkupieniem od nich za grosze „tylko kamienia". Że tak jest, utwierdzają mnie liczne doświadczenia ze spotkań z pasterzami i dealerami.

Szybko zdaliśmy sobie sprawę, że wyprawa na Saharę Zachodnią będzie dla nas tylko ponownym przeżywaniem tych niebywałych emocji SZUKANIA. Jeśli chcemy coś z pustyni przywieźć, to musimy szukać pomocy u pasterzy. Przemierzaliśmy więc pustynie szukając nie tylko meteorytów, ale i pasterzy z meteorytami.

Był to dobry pomysł. Rzeczywiście zagadywani przez nas pasterze wyciągali z zakamarków samochodów lub namiotów zawiniątka z kamieniami. Ale tylko raz się zdarzyło, że wśród tych zbiorów były meteoryty.

Napotkaliśmy na pustyni mocno załadowany dobytkiem wszelakim samochód, który z powodzeniem można nazwać zabytkowym. Był to mocno wysłużony samochód terenowy po wielokrotnych liftingach i reanimacjach. Nigdy nie zapomnę scen, jak Tomek po raz kolejny próbował zapytać tubylców czy mają meteoryty. Zadanie niełatwe, ale nie niemożliwe. Spotykasz na pustyni grupę ludzi, którzy żyją w innym niż my świecie, mają inne problemy i oczekiwania. Dzieli nas nie tylko przepaść kulturowa, ale i język. My w ich języku nic, oni w naszych też. Jak sobie poradzić? Pierwszy raz wyglądało to przezabawnie. Widzimy w oddali sunący po pustyni samochód. Postanawiamy zapytać jego pasażerów o meteoryty. Nie było czasu na przemyślenie sposobu. Podjechaliśmy. Ani się zorientowaliśmy z Jarkko w sytuacji, a tu Tomek już stoi przy obcym samochodzie i coś po angielsku tłumaczy mocno zdziwionym tubylcom. Widać, że nie ma kontaktu. Więc Tomek podnosi kamień, rzuca go do góry i odgrywa rolę spadającego meteorytu. I tak kilkukrotnie. Nie sposób opisać absurdalność tej sytuacji. Nagle ni stąd ni zowąd, na pustkowiu podjeżdża do ciebie białas w wymuskanej białej terenówce, wyskakuje z niej, podbiega i rzuca kamieniami do góry wydając dziwne dźwięki i wykonując jakąś pantomimę. Dość powiedzieć, że to działało. Szybko okazywało się, że nagabywani tubylcy wiedzą o co nam chodzi i zaczynali szperać w swoim dobytku za cennymi zawiniątkami. Wyciągali jakieś paczuszki w których mieli „dziwne kamienie" i z ochotą nam je pokazywali. Wiedzieli, że interesują nas ich kamienie i będziemy chcieli je od nich kupić. Jak przypuszczam, nie mieli do końca pojęcia, które z nich są meteorytami, ale zapewne mieli przykazane zbierać te dziwne, które później dealerzy kupowali od nich za gotówkę. Sądzę, że sprytni dealerzy kupowali od nich nie tylko meteoryty, ale również część zwykłych kamieni, tak by nie dać poznać, jak wyglądają meteoryty. Pewnie na wagę, a nie na typ? Nie dzielić się wiedzą, gdyż to nie ułatwiałoby później odkupywania za bezcen cymesów od uświadomionych pasterzy. Niestety tylko raz okazało się, że poza zwykłymi kamieniami napotkani pasterze mieli i meteoryty. Nasze wprawne oko szybko je wypatrzyło. Na pytanie o cenę padły jakieś kosmiczne kwoty, ale nasze realne propozycje szybko zostały zaakceptowane. Proponowaliśmy ceny zbliżone do tych, jakie my płacimy u dealerów, więc szybko tubylcy postanowili sprzedać nam pozostałe kamienie — przecież też były czarne, miały czasami jakieś skorupy, a nawet były

Jarkko i jego pierwsze znaleziska na diogenicie NWA 7831.

Tomek wyjaśnia, jak rozpoznać meteoryty.

magnetyczne (mieli własne magnesy neodymowe!). Widać było jednak, że ich kryteria, iż kamień jest meteorytem znacząco odbiegały od naszych.

Tak, jak można było się spodziewać, z pustyni przywieźliśmy tylko to, co kupiliśmy od pasterzy. No, może nie do końca nic nie znaleźliśmy. Odwiedzaliśmy znane miejsca, gdzie wcześniej coś znaleziono, np. na terenie spadku diogenitu NWA 7831 wygrzebaliśmy z mocno przekopanego piachu kilka malutkich ziarenek diogenitu. Dla nas z Tomkiem były to, może nie oszałamiającej wielkości, ale kolejne znalezione osobiście meteoryty, lecz frajda, jaką miał Jarkko ze znalezienia swoich pierwszych meteorytów, warta była tych setek przejechanych kilometrów i pustynnych niewygód. Doskonale pamiętam, jak dawno temu znalazłem mój pierwszy meteoryt. Był to SaU 001, brzydki i mały, ale PIERWSZY!

Te pozyskane przez pasterzy dirhamy pochodzące ze sprzedaży „kamieni z nieba" są dla nich dosłownie darem niebios. Warunki w jakich żyją oni na pustyni, surowość klimatu, chwiejność całego ekosystemu od którego zależy ich ciężki los, są nie do pozazdroszczenia. Wielokrotnie podjeżdżaliśmy do pustynnych obozowisk i za każdym razem towarzyszyły nam te same uczucia. Podziw dla tubylców, dla ich zaradności i otwartości. Wszystkie obozowiska wyglądały niemal jak najbardziej zaniedbane polskie „mobilne" ogródki działkowe, podupadające, zdewastowane i z masą przedmiotów co to „się mogą przydać". Dla nich pustynia to niemal cały świat i starają się na niej żyć godnie i w zgodzie z nią. Natomiast dla nas jest ona tylko egzotycznym źródłem meteorytów i chyba nigdy nie zrozumiemy innych nacji i kultur, obserwując je tylko sporadycznie.

W ciągu pierwszego tygodnia, poza szukaniem meteorytów na pustyni i kilku na niej noclegach, odwiedzaliśmy też lokalnych dealerów. Jak można było się spodziewać, mieli oni dużo meteorytów nie wyselekcjonowanych i niemal jeszcze ciepłych od słońca pustyni. Przeważały mocno zwietrzałe chondryty, było trochę cymesów, a wśród nich szansa na okazy, które jeszcze nie trafiły na internetowe fora. Przyjeżdżaliśmy z pustyni z pustymi rękami, więc stoły wypełnione meteorytami były dla nas ucztą. Dokonywaliśmy pierwszych zakupów.

Marek Woźniak (vel Jan Woreczko) — z wykształcenia astronom, z zawodu informatyk. Każdą wolną chwilę poświęca na podróże i tworzenie strony o kamieniach z nieba: www.woreczko.pl

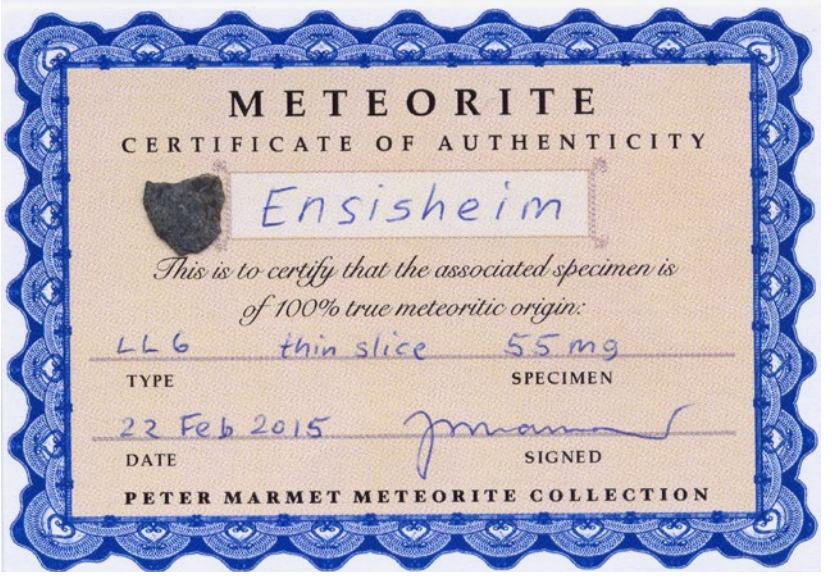
Kolekcjoner ciał niebieskich

Andrzej S. Pilski

Ensisheim

to miasto w Alzacji. Dziś jest we Francji, ale w roku 1492, gdy Kolumb był przekonany, że dopłynął do Indii Zachodnich, podlegało niemieckiemu władcy, Maksymilianowi. Wtedy właśnie…

„Roku Pańskiego 1492, we środę przed dniem Św. Marcina, 7 listopada, widziano osobliwy cudowny znak; między godziną jedenastą a dwunastą przed południem nadszedł wielki grzmot i przeciągły huk słyszalny z dużej odległości; a z powietrza spadł kamień w pobliżu Ensisheim, w jego okręgu, który ważył 260 funtów; a ten huk był w wielu miejscach znacznie głośniejszy niż tam. Chłopiec widział, jak uderzył on w rolę, na górnym polu ciągnącym się w stronę Renu i Ill, położonym koło Gisgang, które było obsiane pszenicą, i nie zrobił szkody poza tym, że zrobił tam dół. Potem wydobyto go i wiele kawałków od niego odłupano, czego starosta zabronił. Wtedy umieszczono go w kościele z zamiarem zawieszenia go jako dziw natury; i przychodziło tam wiele osób oglądać go i wiele mówiono o tym kamieniu. Uczeni powiedzieli jednak, że nie wiedzą, co to jest, ponieważ to jest nienaturalne, że taki kamień uderzył w ziemię z wysokości powietrza, chyba że jest to prawdziwy cud boski; ponieważ do tego czasu o niczym podobnym nie słyszano, ani widziano, ani opisano. Gdy znaleziono ten kamień, wbił się on w ziemię na pół wysokości człowieka, co każdy tłumaczył, iż było wolą Boga, by ten kamień został znaleziony. Huk jego



Ważąca 0,055 g płytka meteorytu Ensisheim z kolekcji Kazimierza Mazurka. Okaz meteorytu jest cenniejszy, gdy można udokumentować jego pochodzenie.

było słychać w Lucernie, w Pfillingen i wielu innych miejscach tak głośno, że sądzono, że domy się walą. Potem w poniedziałek po dniu Św. Katarzyny tegoż roku, ponieważ był tu król Maksymilian, jego królewska wysokość kazał, by kamień, który spadł, przyniesiono do zamku; i po długiej rozmowie o nim z panami powiedział, że ludzie z Ensisheim powinni wziąć go i kazać zawiesić go w kościele i nie pozwalać nikomu, by zabierał coś od niego. Jego ekscelencja jednak wziął od niego dwa kawałki, z których jeden sobie zatrzymał, a drugi wysłał do księcia Zygmunta z Austrii; i wiele mówiono o tym kamieniu, który zawieszono na chórze, gdzie wciąż jest i mnóstwo osób przychodzi go zobaczyć."

Taki opis, po niemiecku, wisiał pod meteorytem w kościele w Ensisheim. Dziś ten kamień, zmniejszony o połowę, bo ciągle znajdowali się chętni na odłupanie kawałka, znajduje się na honorowym miejscu w muzeum w Pałacu Regencji. Opiekuje się nim Bractwo Św. Jerzego Strażników Meteorytu Ensisheim (La confrérie St Georges des Gardiens de la Météorite d'Ensisheim), do którego należą wyróżniający się badacze i kolekcjonerzy meteorytów z całego świata.

O spadaniu kamieni z nieba

wiedziano od wieków, ale że zdarzało się to rzadko, opowieści świadków były często poddawane w wątpliwość. Ludzie zajmujący się nauką z zasady nie są łatwowierni i szukają dowodów, ale czasem popadają w przesadę nie przyjmując do wiadomości faktów, które nie mieszczą im się w głowach. Niezbyt chlubnie zapisali się pod tym względem w historii uczeni z Francuskiej Akademii Nauk. Gdy 24 lipca 1790 roku deszcz kamieni spadł z nieba koło Barbotan w Gaskonii, burmistrz tego miasta wysłał do Akademii Nauk opisujący to zdarzenie protokół podpisany przez 300 świadków. Mimo to uczeni nie chcieli dać temu wiary, a fizyk, Pierre Bertholon, stwierdził: „Jakie to smutne, że cała gmina próbuje potwierdzić formalnym protokołem ludowe bajania." Dopiero 13 lat później zrobili, co do nich należy, czyli po kolejnym doniesieniu o deszczu kamieni z nieba koło L'Aigle, w Normandii, wysłali na miejsce innego fizyka, Biota, aby zbadał sprawę, i po jego sprawozdaniu musieli przyznać, że istotnie kamienie z nieba spadają.

Dziś wiemy, że niebo, to tylko kurtyna powietrza zasłaniająca nam w dzień widok na przestrzeń kosmiczną, a kamienie, które zdają się spadać z nieba, przybywają z tej właśnie przestrzeni. Znalazły się w niej w wyniku katastrofalnych zderzeń, których doświadczyły ich ciała macierzyste. Pochodzą przede wszystkim z małych planet krążących wokół Słońca pomiędzy orbitami Marsa i Jowisza. Tych małych planet, nazywanych zwykle planetoidami lub asteroidami, krążą tam setki tysięcy, więc czasem zderzają się one i rozbijają na kawałki, z których część dolatuje nawet do naszej planety. Po drodze jednak wiele spada na Marsa, gdzie wędrujące po jego powierzchni automatyczne pojazdy znalazły już niejeden meteoryt. Większe fragmenty uderzając w powierzchnię tej planety wybijają z kolei w kosmos marsjańskie kamienie, które też czasem dolatują do Ziemi. Podobnie fragmenty małych planet uderzają w Księżyc wybijając kratery i odłupując skały. Z nieba spadają więc także kamienie z Księżyca.

Ważąca 2,054 g płytka chondrytu L'Aigle z kolekcji Kazimierza Mazurka.

Zanim kamienie z kosmosu dotrą do powierzchni naszej planety napotykają najpierw barierę ochronną, jaką jest atmosfera. Mimo, że dla nas powietrze nie jest przeszkodą, póki nie porusza się z prędkością huraganu, to dla kamieni pędzących znacznie szybciej od huraganu jest często barierą nie do przebycia. Małe kamyki wpadając w coraz gęstsze warstwy powietrza rozgrzewają się i wyparowują. Na niebie widzimy wtedy smugę światła i mówimy, że gwiazda spadła. Naukowcy nazywają takie zjawisko meteorem. Większe kamienie nie wyparowują całkowicie i spadają na ziemię. Ponieważ spadają po zjawisku meteoru, nazywamy je meteorytami.

Podczas spadania powierzchnia meteorytu rozgrzewa się tak bardzo, że skała się topi, ale spadanie trwa tak krótko, że wnętrze kamienia się nie rozgrzeje. Na ziemię spada więc kamień pokryty ciemną, szklistą skorupą, pod którą jest oryginalna, nieprzetopiona skała z innej planety czy planetoidy. Obecność skorupy i struktura skały pozwalają znawcom rozpoznać meteoryt, ale aby ostatecznie zaliczyć znaleziony kamień do meteorytów, trzeba przeprowadzić szczegółowe badania i uzyskać akceptację międzynarodowej komisji. Zbadane i sklasyfikowane meteoryty otrzymują nazwy, zwykle od miejsca znalezienia, i trafiają do międzynarodowego katalogu.

Kolekcjonowanie meteorytów ma długą tradycję, ale było to bardzo elitarne hobby. Dopiero loty kosmiczne i wywołany przez nie wzrost zainteresowania kosmosem spowodował także wzrost zainteresowania kolekcjonowaniem pozaziemskich kamieni. Popyt na meteoryty zachęcił poszukiwaczy do penetrowania nowych terenów, co zaowocowało znajdowaniem coraz większej liczby meteorytów na Saharze i innych pustyniach, gdzie meteoryty są widoczne z daleka. Dziś niemal każdy może mieć kawałek kamienia, który spadł z nieba.

Mieć kawałek meteorytu a być kolekcjonerem, to nie to samo. Kolekcjoner, tak jak kustosz w muzeum, stara się zdobyć jak najwięcej wiedzy o kolekcjonowanych okazach. To wiedza stanowi o wartości meteorytu. Bez towarzyszącej mu informacji meteoryt jest tylko kawałkiem kamienia lub żelaza. Interesujący staje się dopiero wtedy, gdy poznamy jego bogatą przeszłość kosmiczną i ziemską.

Zbiór Kazimierza Mazurka

należy do największych w Polsce kolekcji meteorytów, chociaż jego historia liczy niewiele lat. W roku 1996 pomagałem Andrzejowi Pelcowi, ówczesnemu kierownikowi Muzeum Wydziału Geologii Uniwersytetu Warszawskiego, przygotowywać wystawę „Meteoryty— goście z kosmosu". Rok wcześniej ukazał się pierwszy katalog „Meteoryty w zbiorach polskich", który pokazywał, że w naszym kraju jest już niemało prywatnych zbiorów meteorytów i była to pierwsza duża wystawa, na której poza okazami z kolekcji muzeów i innych instytucji znalazły się meteoryty aż z 12 zbiorów prywatnych. Pamiętam, jak dotarłem zmęczony do Muzeum wlokąc ze sobą ponad 20 kg meteorytu żelaznego Morasko, a pan Pelc na przywitanie powiedział, że czeka na mnie pewien pan, który chciałby pokazać swoje meteoryty. Po chwili zobaczyłem około 30 kamieni, z których każdy posiadał jakieś cechy meteorytu, tylko że… nim nie był. Przyjąwszy do wiadomości tę smutną prawdę pan Kazimierz zakupił u mnie swój pierwszy okaz — płytkę meteorytu Etter o wadze 4,4 g. I tak to się zaczęło. Do głowy mi nie przyszło, że to spotkanie, na które wówczas nie miałem najmniejszej ochoty, oznacza początek wspaniałego zbioru meteorytów i początek pięknej przyjaźni.

Kazimierz Mazurek trafił szczęśliwie na złoty okres w historii kolekcjonowania meteorytów. Dzięki licznym znaleziskom na pustyniach meteoryty stały się łatwiej dostępne, zaczęły pojawiać się na wszystkich większych targach minerałów; pojawiły się nawet targi poświęcone wyłącznie meteorytom. Dzięki wyjazdom na targi, kontaktowaniu się ze sprzedawcami przez internet i umiejętności targowania się, kolekcja szybko rosła i już w roku 2000 pan Kazimierz był w stanie zrobić pierwszą samodzielną wystawę meteorytów w Wieży Kopernika we Fromborku. Potem przyszły wystawy w Toruniu, Olsztynie, znów we Fromborku, gdzie wystawie towarzyszyła broszurka „Materia Układu Słonecznego", oraz udział w dużych wystawach meteorytów we Fromborku (2009) i Warszawie (2010). Wreszcie najpiękniejsze okazy z kolekcji zostały pokazane w pięknym, albumowym wydaniu „Meteoryty. Oblicza gości z kosmosu." autorstwa wybitnego polskiego mineraloga, profesora Andrzeja Maneckiego.

Kawałek „tynku" z czarną skorupą czyli chondryt NWA 5510 z kolekcji Kazimierza Mazurka.

Wspominam o tym, by pokazać, że prawdziwy kolekcjoner nie zbiera meteorytów tylko dla siebie, ale pragnie zainteresować nimi jak największe grono osób. Pragnienie to nie jest całkowicie bezinteresowne. Kamienie z nieba spadają jak popadnie i niezwykle rzadko zdarza się, że lądują w pobliżu osób umiejących je rozpoznać i docenić. Przypadkowi znalazcy najczęściej nie wiedzą, co z takim kamieniem zrobić. Im więcej osób ma możliwość zobaczenia, jak wyglądają meteoryty, tym większa szansa, że ktoś w końcu powie: „Wie pan, znalazłem kiedyś coś podobnego" i okaże się, że naprawdę znalazł meteoryt.

Skąd wiadomo, że to meteoryt

to pytanie często zadawane na targach minerałów, gdzie niejednokrotnie można też spotkać meteoryty. Targi, nazywane też giełdami minerałów, to najlepsze miejsca, gdzie można dowiedzieć się, jak wyglądają meteoryty. W przeciwieństwie do wystaw muzealnych, gdzie od okazów dzieli nas szyba, na targach możemy meteoryt wziąć do ręki, a wystawca chętnie zwykle o nim porozmawia. Nie warto jednak zaczynać rozmowy od powyższego pytania, bo stawia ono pytającego w złym świetle. To tak jakby na wystawie rasowych kotów zadać pytanie „A skąd wiadomo, że to kot?" Lepiej zadać pytanie o rasę kota, czy typ meteorytu.

Tak samo jak rasowy kot, rasowy meteoryt musi mieć rodowód, w którym najważniejszym elementem jest nazwa, nadawana zwykle od miejsca znalezienia meteorytu. Jeśli spadł cały deszcz meteorytów, to wszystkie okazy z tego deszczu mają tę sama nazwę (tak jak rodzina jedno nazwisko). Nazwę możemy sprawdzić w IMCA Encyclopedia of Meteorites (http://www.encyclopedia-of-meteorites.com/), gdzie znajdziemy wszelkie informacje o tym meteorycie. Jeśli nazwa meteorytu jest w tej encyklopedii, to wiadomo, że ten meteoryt został przebadany przez specjalistów, a wyniki ich badań zostały zaakceptowane przez międzynarodową komisję nadającą nazwy. I stąd wiadomo, że to meteoryt.

Jak rozpoznać meteoryt

to dużo lepsze pytanie. Na targach możemy wziąć meteoryty do ręki, przyjrzeć się im dokładnie, a wystawca pokaże, na jakie elementy zwracać uwagę. Najczęściej spadają na naszą planetę meteoryty kamienne, które bardzo łatwo odróżnić od ziemskich kamieni. Wyglądem przypominają kawałek tynku lub jasnoszarego betonu, który pokrywa czarna, zwykle matowa, gruzełkowata skorupa. Kosmiczny „tynk" zawiera jednak zawsze ziarenka metalicznego żelaza z niklem, którym towarzyszą ziarenka siarczku żelaza, a „piasek", w którym tkwią te ziarenka, składa się nie z kwarcu, jak ziemski piasek, lecz z krzemianów.

15 lat temu Kazimierz Mazurek pomaga mi oferować meteoryty dla kolekcjonerów na wystawie i giełdzie minerałów w Sosnowcu.

2 lata temu to ja pomagam Kazimierzowi oferować meteoryty dla kolekcjonerów w Sosnowcu. Tym razem jako autor zdjęcia.

Pierwsza sala wystawy meteorytów z kolekcji Kazimierza Mazurka w Wieży Kopernika we Fromborku, w roku 2008.

To ostatnie stwierdzić już może tylko mineralog i dlatego podejrzany kamień musi ostatecznie trafić do specjalisty.

Gdy byłem latem w Anglii, znajomy pokazał mi notatkę w gazecie, że obok dwóch dżentelmenów grających w krykieta spadł z nieba kamień i jakiś specjalista stwierdził, że to meteoryt. Zdjęcie kamienia wzbudziło moje wątpliwości, bo świeżo spadły meteoryt powinien mieć skorupę. Po powrocie do Polski dowiedziałem się, że prawdziwy specjalista z Open University stwierdził, że to kawałek betonu niewątpliwie ziemskiego pochodzenia, bo kuliste ziarenka, to kwarcowy piasek połączony cementem portlandzkim, a metalu ani siarczku nie ma. Dlaczego więc spadł z nieba? Jadąc na lotnisko zauważyłem po drodze tablicę z nazwą miejscowości wymienionej w gazecie i w tym momencie nad autobusem przeleciał nisko samolot z wypuszczonym podwoziem podchodzący do lądowania na Heathrow. Przypuszczalnie więc kawałek betonu z pasa startowego wbił się jakoś między koła i wypadł podczas chowania lub wypuszczania podwozia. Widać więc, że nawet gdy świadkowie widzieli, jak kamień spadł z nieba, nie ma pewności, że to meteoryt. Konieczne jest zawsze dokładne zbadanie kamienia w instytucie wyspecjalizowanym w badaniach meteorytów.

Nie oznacza to jednak, że amatorzy nie mogą rozpoznawać meteorytów. Wręcz przeciwnie. Tak jak potrafimy rozpoznawać rasy kotów czy psów, tak samo możemy rozpoznawać podstawowe rodzaje meteorytów. Wystarczy tylko trochę wiedzy i doświadczenia. Najlepszym dowodem, że jest to możliwe, są poszukiwacze meteorytów z Maroka, którzy zbierają meteoryty na Saharze i sprzedają kolekcjonerom. Nie dysponując żadnym polowym laboratorium potrafią całkiem dobrze określić typ meteorytu, od którego zależy cena.

* * *

Przedstawiłem tu pierwszą przymiarkę do książki, która zaczęła postawać ponad 6 lat temu, od tego czasu znacznie się rozrosła, inaczej się rozpoczyna, ale wciąż nie może doczekać się ukończenia. Może po prostu trzeba przestać ją pisać i skierować do druku to, co jest?