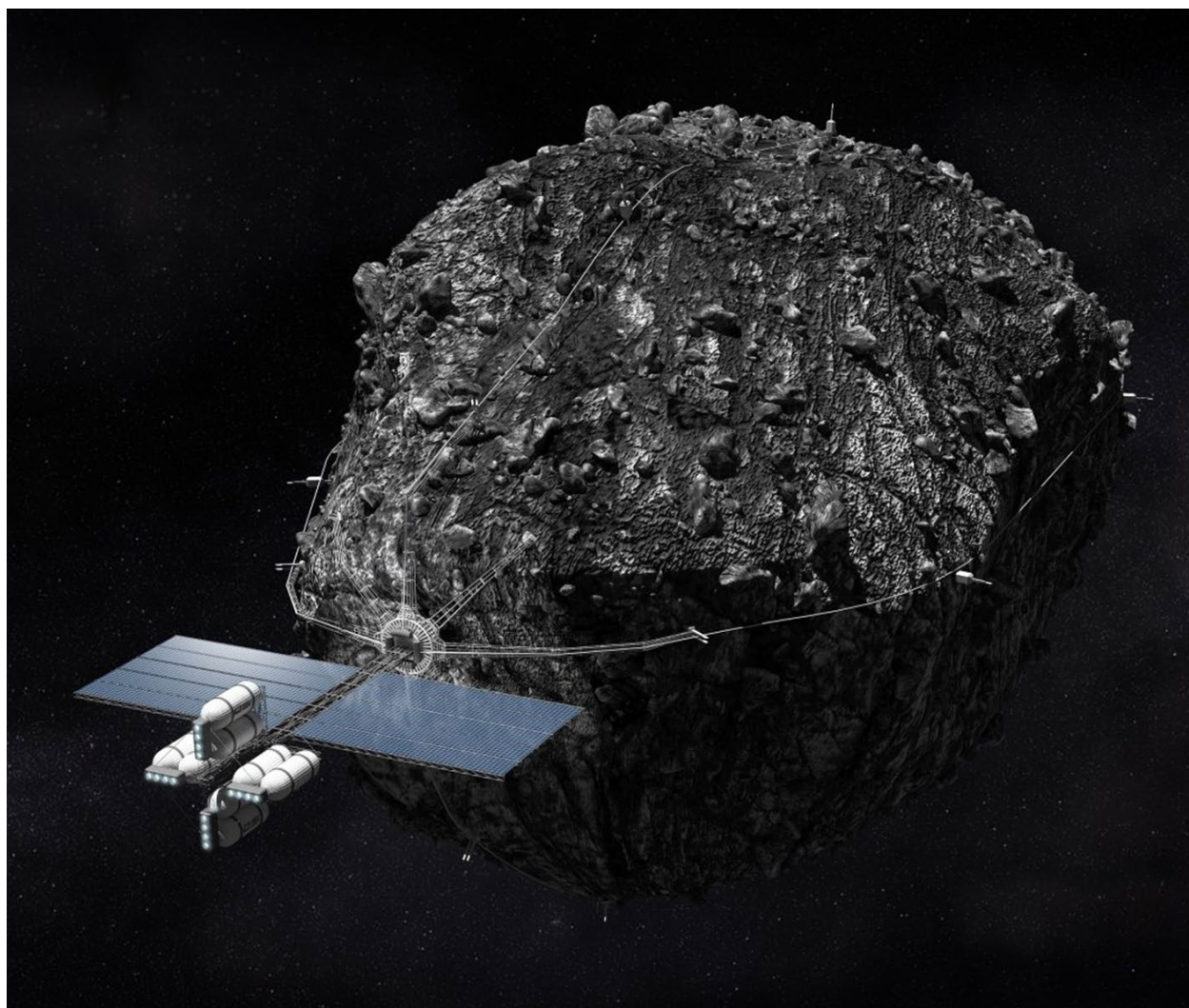
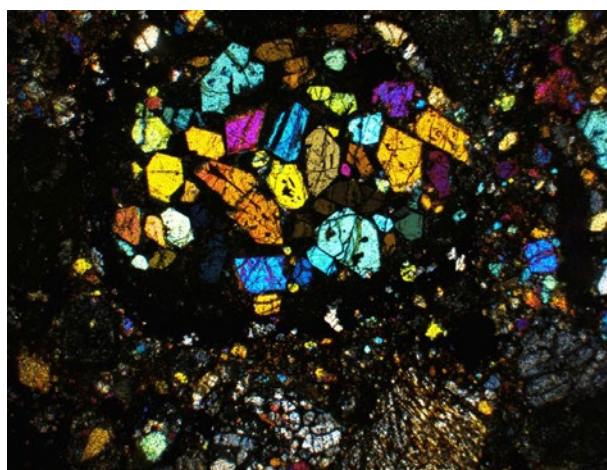


METEORYT

Nr 3 (95) Wrzesień 2015 ISSN 1642-588X

W numerze:

- Górnictwo pozaziemskie
- Chondry oliwinowe porfirowe
- Jeziora Zerelia
- Niesklasyfikowane
znaleziska pustynne
- Ignacy Domeyko i meteoryty
- Targi Ensishheim 2015



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 2015 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. Piłski
skr. poczt. 6
14-530 Frombork
tel. kom. 696 805 247
aspmet@wp.pl

Redakcja techniczna
i skład komputerowy:

Jacek Drązkowski

Druk cyfrowy: Studio Martin,
Lidzbark Warmiński



Okladka: Futurystyczne wyobrażenie górniczej eksploatacji planetoidy znajdującej się w pasie planetoid. Źródło: Deep Space Industry.

Wyżej: Chondra porfirowa oliwinowa (PO) z automorficznymi ziarnami oliwinu z chondrytu zwyczajnego typu LL5, NWA 5929, światło przechodzące, skrzyżowane nikiel (fot. Jakubowski, Łuszczek).

Od Redaktora:

Znalezienie materiałów do numeru jest coraz trudniejsze, ale tym razem jeszcze się udało, choć z opóźnieniem. Zmienili się częściowo autorzy. Na wdzięczność znowu zasłużyli: Agata Krzezińska, Tomasz Jakubowski, Janusz W. Kosiński, i Jan Woreczko, ale także, za przygotowanie obszernego materiału, Tadeusz Przylibski. My special thanks go to Martin Goff za zgodę na opublikowanie relacji z targów w Ensishheim. Dziękuję także autorom zdjęć, którzy są wymienieni przy poszczególnych fotkach.

Opóźnienie numeru pozwala odnotować bardzo miły fakt, że na początku października Tomasz Jakubowski został wybrany do Zarządu International Meteorite Collectors Association na trzyletnią kadencję. Gratuluję i chciałbym też podkreślić, że to już dziesiąty rok z rzędu we władzach IMCA jest przedstawiciel polskich miłośników meteorytów.

Nasi przyjaciele z British and Irish Meteorite Society świętują 50 rocznicę deszczu meteorytów w Barwell, w hrabstwie Leicester. Dla uczczenia tej rocznicy zorganizowana została między innymi wystawa meteorytów z kolekcji członków BIMS w Leicester Space Centre, gdzie jest też na stałej ekspozycji jeden z większych okazów meteorytu Barwell. Pisałem już o tym meteorycie w numerze 2/2012, ale z okazji okrągłej rocznicy w następnym numerze też się coś pojawi.

Na ostatniej konferencji Meteoritical Society w Berkeley plakaty prezentowały, już niejako tradycyjnie, Agata Krzezińska i Katarzyna Łuszczek, ale relacji z tego wydarzenia nie mamy. Mam ogólnie prośbę do uczestników różnego rodzaju spotkań poświęconych meteorytom o przekazywanie informacji o tych wydarzeniach, przynajmniej w formie komunikatu. A następna konferencja Meteoritical Society odbędzie się 7–12 sierpnia 2016 r. w Berlinie i warto się tam wybrać, bo lepszej okazji prędko nie będzie. Warto też odnotować, że dla uczestników konferencji planowana jest wycieczka do rezerwatu Meteoryt Morasko. Niezależnie od tego, ilu badaczy meteorytów zdecyduje się na tę wycieczkę, będzie to najprawdopodobniej rekordowa liczba wybitnych znawców meteorytów odwiedzających rezerwat.

Andrzej S. Piłski



Fragment okolicznościowej wystawy meteorytów w Leicester Space Centre. Fot. Martin Goff. Więcej zdjęć z wystawy można zobaczyć na <http://msg-meteorites.co.uk/meteorite-adventures/barwell-50th-anniversary-at-the-national-space-centre/barwell-50th-anniversary-at-the-national-space-centre-photos/>

Górnictwo pozaziemskie

Tadeusz A. Przylibski

Wykład z VIII Seminarium Meteorytowego w Olsztynie w 2015 roku
rozszerzony i uzupełniony z inspiracji Andrzeja S. Pilskiego

O d wielu lat najciekawsze pytania dotyczące górnictwa poza Ziemią zadają dzieci, które przychodzą na wykłady i warsztaty organizowane w ramach festiwalu nauki na Wydziale Geoinżynierii, Górnictwa i Geologii Politechniki Wrocławskiej. Pytania są bardzo proste, a odpowiedzi zwykle sprawiają trudności. Podjęliśmy kilka różnych prób zorganizowania zajęć dla dzieci, w czasie których przynajmniej staramy się odpowiedzieć na te pytania. Pokazać im, czym może, czym będzie się zajmować górnictwo pozaziemskie, kiedy się pojawi. Próbuje przekazać to, co już wiemy na temat różnych surowców naturalnych i ich potencjalnych złóż na pozaziemskich ciałach Układu Słonecznego. Staramy się wytłumaczyć, co można i co według nas, pracowników naukowych i dydaktycznych zajmujących się górnictwem, geologią i geoinżynierią, należy zrobić, żeby górnictwo było skuteczne. Oznacza to, że powinno dawać zyski i zaopatrywać społeczność ludzką w odpowiednią ilość materiałów niezbędnych do tworzenia praktycznie wszystkich dóbr codziennego użytku. Staramy się wytłumaczyć, dlaczego w ogóle warto takim tematem się zajmować. Czy są nam potrzebne surowce mineralne znajdujące się na innych planetach, planetoidach oraz księżycach lub kometach, słowem innych niż Ziemia ciałach Układu Słonecznego? Zastanawiamy się wspólnie, czy chcemy, możemy, potrafimy je eksploatować, wydobywać w kosmosie i czy powinniśmy to robić.

Chciałbym zwrócić uwagę na rzeczy najbardziej podstawowe dotyczące pozaziemskiego górnictwa, te, o które pytają najmłodsi. Czy w ogóle zajmowanie się czymś takim ma sens. Czym będzie zajmowało się górnictwo pozaziemskie, kiedy stanie się faktem. Jak można zdefiniować pojęcie naturalnych surowców pozaziemskich, czyli mówiąc prościej, czym są te surowce, czy są potrzebne i do czego oraz komu są one potrzebne.

Odkąd pojawił się nasz gatunek *Homo sapiens sapiens*¹ i stanął na dwóch nogach zaczął tworzyć swoją własną kulturę, cywilizację. Nieodłączną cechą kultury człowieka jest wytwarzanie różnego rodzaju dóbr materialnych. Tworzenie dóbr materialnych, wszystkiego, co jest związane z naszą kulturą opiera się na wykorzystaniu materii. Materię tę w czysto fizycznym rozumieniu przetwarzamy w różny i różnorodny sposób dostosowany do naszych potrzeb. Materię tę możemy nazwać surowcami niezbędnymi do tworzenia naszej kultury, w tym także do wyrażania naszych uczuć, myśli i pragnień (sztuka). Surowce te (materię) możemy czerpać jedynie z dwóch źródeł. Źródłami tymi, zapewniającymi trwanie i ewoluowanie naszego gatunku są: rolnictwo wraz z hodowlą zwierząt i innych organizmów żywych (bakterie, sinice, glony) i górnictwo. Te dwie dziedziny naszej aktywności — rolnictwo i górnictwo — stanowią podstawę cywilizacyjnej ewolucji, umożliwiają tworzenie wszystkiego, czego potrzebujemy do życia i zapewnienia naszego „duchowego rozwoju”.

¹ Z punktu widzenia rozwoju naszej cywilizacji, przede wszystkim materialnej, wygodnie jest użyć żartobliwego tłumaczenia nazwy naszego gatunku i podgatunku — Człowiek sapiący sapiący, czyli podwójnie zmęczony; wyjaśnia to najbardziej charakterystyczną wśród królestwa zwierząt (*Animalia*) cechą naszego gatunku, jaką jest „rozum”, albo lenistwo; tylko rozwój inteligencji pozwala być leniwym, albo tylko leniwi mogą wymyślić coś (narzędzia, maszyny, sztuczną inteligencję, etc.), co ułatwi im funkcjonowanie w środowisku, czy wręcz podporządkowywanie i przekształcanie zastanego środowiska w sposób zoptymalizowany do własnych potrzeb przy jednoczesnym zużyciu możliwie najmniejszej ilości własnej energii (pracy); takie niezbyt poważne spojrzenie na własny gatunek pozwala na całkiem zgrabne wyjaśnienie „wynalezienia” i rozwoju górnictwa oraz rolnictwa.

Z yjemy, rozwijamy się, tworzymy naszą kulturę na Ziemi. Dzięki osiągnięciom naszej cywilizacji (sztuczne satelity, łączność, komputery, technologia cyfrowa, etc.) widzimy, wiemy, rozumiemy, że jak każda planeta Ziemia jest skończona w trójwymiarowej przestrzeni. Oznacza to, że dostępna materia, czyli zasoby niezbędnych nam surowców naturalnych są ograniczone. Surowców zgromadzonych na Ziemi więcej nie będzie i nawet uwzględniając to, że nieznaczna masa pyłu kosmicznego i meteorytów spada każdej doby na naszą planetę, to nie jest to na tyle istotna wielkość, aby cokolwiek zmienić w skali globalnej gospodarki naszej cywilizacji. Mamy tyle zasobów, ile zostało zgromadzone około 4,5 mld lat temu, w czasie formowania się naszej planety, przynajmniej jeśli chodzi o masę i objętość. Materia ta jednak podlegała przemianom, ewoluowała i wciąż się zmienia dzięki różnorodnym procesom geologicznym (geochemicznym, geofizycznym i biologicznym). Dlatego obecnie mamy zupełnie inne formy i inne przestrzenne występowanie pierwiastków chemicznych na Ziemi, niż miało to miejsce 4,5 miliarda lat temu. Dzięki temu, że Ziemia jest aktywna geologicznie i biologicznie, jest niemal żywym organizmem, zgodnie z hipotezą Gai sformułowaną przez Jamesa Lovelocka w 1987 roku, wciąż tworzone są nowe i przekształcane już istniejące nagromadzenia pierwiastków i substancji chemicznych, które wykorzystywane są przez nasz gatunek jako niezbędne mu surowce naturalne. Pod względem zasobów obecnie praktycznie żaden² z wykorzystywanych surowców naturalnych, czy to w formie pierwiastków, czy też innych substancji chemicznych nie jest wyczerpany w skali globalnej,

² Całkowitemu wyczerpaniu uległy np. złoża saletry chilijskiej (właściwa nazwa: nitronatryt NaNO_3) oraz saletry potasowej (właściwa nazwa: nitrokalit KNO_3).

planetarnej. Zupełnie inaczej wygląda kwestia dostępności tych zasobów. Uwzględniając to, że współczesne kopalnie odkrywkowe sięgają kilkuset metrów poniżej powierzchni terenu, kopalnie podziemne udostępniają złoża do głębokości sięgającej znacznie poniżej jednego kilometra pod powierzchnią, a eksploatacja otworowa umożliwia wydobywanie surowców z głębokości kilku kilometrów, to w porównaniu do grubości skorupy Ziemi wynoszącej od kilku do około 100 km, zasięg głębokościowy eksploatacji górniczej jest bardzo mały. Ze względu właśnie na dostępność uwarunkowaną współczesnymi technologiami i technicznym zaawansowaniem metod i sposobów wydobywania kopalin wiele surowców naturalnych jest na wyczerpaniu. Zacznie nam ich brakować, ponieważ nie będziemy w stanie eksploatować nowych ich złóż ze względu na ich zaleganie zbyt głęboko pod powierzchnią lub też w obszarach trudno dostępnych z powierzchni Ziemi. Dopóty więc, dopóki potrafimy wymyślać nowe technologie, nowe sposoby eksploatacji, możemy sięgać po nowe złoża. Niemniej jednak ich zasoby w krótszej lub dłuższej perspektywie czasowej i tak zostaną wyczerpane bez względu na nowe technologie i techniki eksploatacji i przeróbki, które umożliwią odzyskiwanie użytecznych substancji z coraz bardziej ubogich ich nagromadzeń — ubogich złóż.

Nie ulega więc wątpliwości, że niebawem staniemy przed problemem braku różnych surowców, spowodowanego wyczerpaniem dostępnych ich złóż. Surowców energetycznych, które są podstawą gospodarki, gdyż bez nich nie jesteśmy w stanie stworzyć żadnych innych surowców, wystarczy na kilkadziesiąt do kilkuset lat. Można pomyśleć, że to nie nasz problem, niech się martwią nasze wnuki. I sądząc po pytaniach, jakie zadają nasze dzieci, one się tym już martwią, zastanawiają się, co zrobić, jak się skończy ropa i gaz. Można śmiać się z siedmiolatka, który zadaje takie pytania, ale ten siedmiolatek za 50 lat stanie przed takim właśnie problemem. To nasze dzieci i wnuki staną przed koniecznością rozwiązania problemu dostępu do nowych i znanych już złóż wykorzystywanych dzisiaj i potrzebnych w przyszłości surowców ener-

getycznych, chemicznych, metalicznych, budowlanych, skalnych i innych.

Zasoby surowców na Ziemi są ograniczone i tego nie zmienimy. Chcemy i musimy z surowców korzystać. Jesteśmy więc zmuszeni do działań wielokierunkowych. I nie jest to nic nowego i specyficznego, czy też właściwego tylko dla naszego gatunku. Organizmy żyjące na Ziemi wielokrotnie stawały przed koniecznością dokonania wyboru: dostosuj się lub zgiń. Jeśli chcemy przetrwać jako gatunek musimy się dostosować do zmieniających się warunków, a w odniesieniu do naszej górniczej aktywności musimy dostosować się do zmieniających się warunków dostępności złóż surowców. Możemy zrobić to, co w historii życia na Ziemi organizmy żywe robiły już wielokrotnie. Rozszerzały zasięg swojego występowania, dostosowując się do nieco różniących się warunków oraz zabierając swoje środowisko ze sobą w celu kolonizacji zupełnie nowych „światów”. O ile pierwszy sposób wydaje się stosunkowo prosty i wymagający niewielkiego poświęcenia i rozwiązania relatywnie niewielkich problemów, o tyle drugi sposób wymaga o wiele więcej poświęcenia i determinacji, a nawet ofiar. Tak postąpiły pierwsze rośliny naczyniowe, które zamknęły „ocean” wewnątrz swoich ciał i skolonizowały lądy zabierając swój „kosmos” ze sobą, a ich śladem poszły także bezkręgowce (owady i pajęczaki). Miliony lat później rozwinęły się także kręgowce lądowe, których preadaptacje, czyli zdolności sprzyjające kolonizacji nowego świata — lądów zostały rozwinięte poprzez wykształcenie organów umożliwiających poruszanie się po lądzie i oddychanie powietrzem atmosferycznym, tlenem nierozpuszczonym w wodzie.

Podążając śladem i wykorzystując sprawdzone w naturze już rozwiązania poprzedzających nas w historii Ziemi gatunków możemy, a przede wszystkim już musimy sięgnąć tam, gdzie do tej pory nie sięgamy, jeśli Homo sapiens sapiens ma przetrwać. W przypadku naszego gatunku ewolucyjnym rozszerzeniem naszego zasięgu jest i będzie rozwój technologii i technik pozwalających nam eksploatować surowce ze złóż dzisiaj położonych w miejscach niedostępnych. Naj-

częściej miejsca te znajdują się zbyt głęboko pod powierzchnią lub też na kontynentach lub ich częściach pokrytych obecnie lodem lub wieczną zmarzliną (Antarktyda, Arktyka, Syberia). Rozwój ten będzie obejmował opracowanie nowych maszyn i technologii pozwalających na automatyczną eksploatację w oparciu o znaczną autonomię robotów prowadzących drążenie chodników, rozpoznanie geologiczne oraz urabianie i transport, jak również wstępną przeróbkę kopalin. Brak człowieka w tym procesie obniży koszty eksploatacji związane z koniecznością zapewnienia warunków niezbędnych do życia i pracy górników na dużej głębokości, tj. wentylacji, klimatyzacji oraz relatywnie dużych przekrojów wyrobisk i odpowiedniego systemu transportu ludzi i ich niezbędnej aprowizacji.

Natomiast rewolucji, a więc determinacji i poświęcenia będzie wymagało przeniesienie górnictwa do zupełnie nowych dla nas i w związku z tym wciąż obcych „światów”. Są dwa takie środowiska, które kryją surowce, a które dopiero zaczynamy eksplorować i poznawać, a więc stawiamy tam pierwsze kroki. Zebrane doświadczenie, wzbogacając naszą wiedzę pozwoli w przyszłości prowadzić eksploatację zgromadzonych tam surowców naturalnych w oparciu o nowe rozwiązania techniczne i nowe technologie. Zapewne już niedługo będziemy zmuszeni rozpocząć eksploatację surowców naturalnych nagromadzonych na dnie oceanicznym, a także na innych ciałach Układu Słonecznego.

Z górniczego punktu widzenia dotychczas zgarnęliśmy (często dosłownie) niewielką część surowców, która jest zgromadzona na naszej planecie i może być przez nasz gatunek wykorzystana. Niestety każda dotychczasowa i również każda następna inwestycja związana z górniczą eksploatacją surowców pociąga ze sobą także niekorzystne skutki dla środowiska naturalnego. Środowisko to ulega zmianom i przekształceniom w wyniku działalności górniczej, ale coraz bardziej pomysłowa i wspomagana nowoczesnymi technologiami likwidacja działalności górniczej może także korzystnie oddziaływać na

środowisko. Często granica pomiędzy negatywnym a pozytywnym oddziaływaniem górniczej działalności leży tylko w naszym jej postrzeganiu. Dobrze zrekultywowane hałdy nad zalany wyrobiskiem odkrywkowym mogą stać się interesującym terenem rekreacyjnym w monotonnym krajobrazie śródkontynentalnej niziny lub płaskowyżu. Podobne przykłady można mnożyć, ale potrzeba pokoleń, aby zmienić nasze przekonania. Niemniej jednak, niezależnie od przekonań sięganie po surowce naturalne jest zawsze uwarunkowane dwoma czynnikami. Są nimi opłacalność i... opłacalność. Rachunek kosztów i zysków w działalności górniczej człowieka, podobnie, jak i w każdej innej dziedzinie jest nie tylko podstawą podejmowania jakichkolwiek działań, ale też ich przyczyną. Wydobywamy bowiem, eksploatujemy tylko surowce z takich złóż, które można sprzedać z zyskiem. To znaczy zysk ze sprzedaży surowca (kopaliny) nie tylko zrównoważy, ale i przekroczy koszty eksploatacji, w tym koszty związane ze zminimalizowaniem niekorzystnego oddziaływania na środowisko. Niestety prawdopodobnie nigdy nie uda się eksploatować surowców bez przekształcania środowiska, w którym uległy one nagromadzeniu, ale też nie da się żyć i rozwijać naszej kultury, cywilizacji bez dostarczania, zaopatrywania nas w wydobywane ze środowiska surowce. Trzeba zatem umiejętnie wyważyć rachunek zysków i strat związanych z górniczą działalnością i to z uwzględnieniem skutków, jakie dotkną przyszłych pokoleń. Nie jest i nigdy nie była to sprawa prosta, ale z tymi problemami górnictwo musiało radzić sobie od początku rozwoju cywilizacji człowieka i z tymi problemami pozostanie zapewne już na zawsze.

Nieco żartobliwie oceniając otaczającą nas rzeczywistość można zaryzykować twierdzenie, że dwa motory napędowe naszej cywilizacji to ciekawość i lenistwo³. Te dwie cechy właściwe naszemu gatunkowi powodują, że wysyłamy, na razie bezzałogowe, sztuczne satelity, sondy, pojazdy i inne urządzenia do innych, obecnie praktycznie już wszystkich planet Układu Słonecznego, jak również do ich księżyców z naszym naturalnym satelitą włącznie, planet karłowatych,

³ Obie te cechy są nierozdzielnie związane z inteligencją.



Fig. 1. Planetoida 25143 Itokawa. Na powierzchni widoczny jest regolit — materiał skalny o składzie chondrytów zwyczajnych grupy LL.

planetoid, a nawet komet, sięgając także granic fizycznych systemu planetarnego Słońca. Przyzwyczajiliśmy się już do dalekich kosmicznych misji bezzałogowych, chociaż są one specyfiką dopiero obecnego, XXI stulecia. Obecnie planujemy już kolejne załogowe misje na Marsa, do planetoid i być może także ponownie na Księżyc. Jednak jeszcze niedawno o ciałach Układu Słonecznego wiedzieliśmy tyle, ile te ciała chciały nam same o sobie powiedzieć. Do badań pozaziemskich ciał Układu Słonecznego dostępne były tylko metody astronomiczne, można było je obserwować, jak również mieliśmy dostęp do fragmentów budujących je skał, które docierają na powierzchnię Ziemi w postaci meteorytów. Podstawowe oddziaływania pomiędzy ciałami obdarzonymi masą powodują, że od wieków mamy do dyspozycji na Ziemi materiał skalny z innych światów. Dopiero jednak w ciągu ostatnich kilku lat zaczynamy uczyć się kojarzyć, wiązać znajdowane fragmenty skał z ich ciałami macierzystymi w Układzie Słonecznym. Proces ten zapewne będzie trwał jeszcze długo zanim uda się ustalić genezę wszystkich znanych nam meteorytów, jednak już obecnie dysponujemy pierwszym materiałem porównawczym przywiezionym bezpośrednio z planetoidy 25143 Itokawa (fig. 1). A zatem od niedawna, bo od początku XXI wieku, mamy lawinowo rosnącą ilość informacji o budowie geologicznej oraz o składzie mineralnym i chemicznym pozaziemskich ciał Układu Słonecznego. Te informacje można wykorzystać w celach poznawczych, by zaspokoić naszą ciekawość, można również wykorzy-

stać je w celach bardziej praktycznych. Rozpoznanie budowy geologicznej oraz składu mineralnego i chemicznego jest podstawowym zbiorem informacji niezbędnych do planowania i rozpoczęcia określania zasobów złóż kopalin (surowców naturalnych) na pozaziemskich ciałach systemu planetarnego Słońca. Na tym etapie obecnie się znajdujemy. Na podstawie dostępnych danych jesteśmy już w stanie wstępnie szacować zasoby różnych kopalin, a także ich wartość rynkową, a więc wyceniać planetoidy.

Mniej więcej od przełomu wieków XX i XXI pojawiło się wiele inicjatyw, projektów i przedsięwzięć gospodarczych w państwach, w których górnictwo jest mocno rozwinięte, jak Kanada czy Australia, oraz państwach takich jak USA, Chiny i Indie, gdzie o górnictwie pozaziemskim myśli się poważnie. Powstają konsorcja i firmy zainteresowane nie tylko „podbojem kosmosu”, ale przede wszystkim eksploatacją jego dóbr — wielorakich surowców naturalnych.

Nie ma prawa międzynarodowego, które powie, jak postępować z eksploatacją surowców naturalnych na Księżycu, na Marsie, czy planetoidach. Prawo stanowić będzie ten, kto będzie tam pierwszy. On będzie decydował lub nie dostęp tym, którzy przybędą tam później. Im wcześniej będziemy wiedzieć, jak eksploatować, tym większy będzie nasz potencjał, jeśli chodzi o przyszłe zyski. Kto pierwszy odważy się zainwestować, ten prawdopodobnie uzyska największe profity.

W którą stronę pójdzie górnictwo, jest zdefiniowane tym, co możemy technologicznie osiągnąć. Najgłębsze kopalnie są na granicy opłacalności, bo im głębiej schodzimy z eksploatacją kopalin, tym większe nakłady muszą być przeznaczane na wentylację, na klimatyzację, transport ludzi, maszyn i urobku. Robotyzacja oraz zdalna eksploatacja w pełni autonomicznymi maszynami podejmującymi decyzje o eksploatacji na miejscu w kopalni i tylko zdalnie, z powierzchni nadzorowane przez człowieka może pozwolić sięgnąć głębiej. Czekają surowce znajdujące się pod lodowcami i wieczną zmarzliną, a także zgromadzone na dnie oceanów. Alternatywą dla eksploatacji dna oceanów jest kosmos. Na dnach oceanów i w kosmosie czekają górników problemy podobne do rozwiązania: kwestie ciśnienia, dużego, albo zerowego, kwestie dostępności do tlenu, do wody, grawitacji. Różnicą pozostaje niewątpliwie odległość do złóż. Kwestią wyboru pozostaje natomiast, czy wolimy niszczyć, przekształcać obecne środowisko den oceanicznych, czy wolimy dostać się do surowców poza naszą planetą. Jeśli okaże się, że koszty eksploataowania surowców w kosmosie i na dnie oceanów ziemskich są zbliżone, to będziemy mieli wybór.

Ważną kwestią pozostaje również odpowiedź na pytanie gdzie zacząć: na Księżycu, na Marsie, na planetoidach, a może na księżycach Jowisza lub Saturna. Sednem problemu jednak pozostaje odpowiedź nie

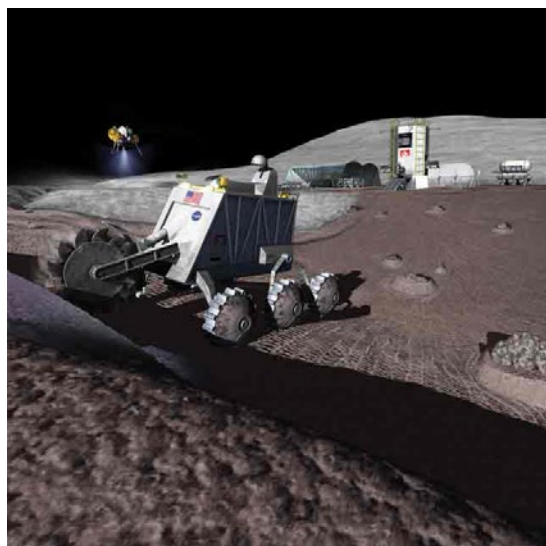


Fig. 2. Futurystyczna wizja odkrywkowej eksploatacji regolitu na Księżycu, jako surowca do produkcji paliwa opartego na He-3.

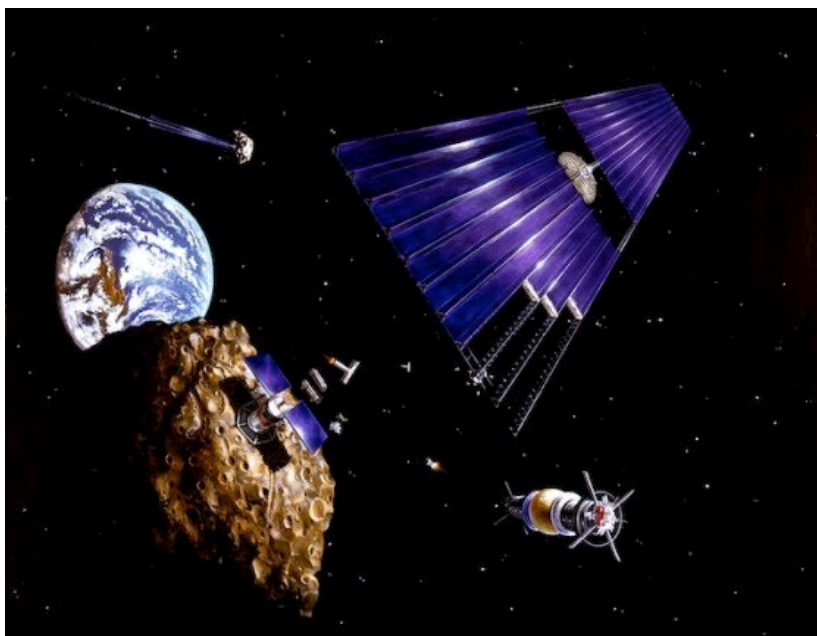


Fig. 3. Futurystyczna wizja transportu planetoidy do miejsca jej eksploatacji w pobliżu Ziemi.

na pytanie gdzie, ale w jakim celu. W zależności od tego czemu ma służyć eksploatacja surowców pozaziemskich w Układzie Słonecznym będziemy mogli już na podstawie dzisiejszej wiedzy wybrać odpowiednie złoża, czyli odpowiednie ciała, na których podjęta zostanie eksploatacja. W najbliższej przyszłości realne wydają się trzy generalne scenariusze. Pierwszym jest zaopatrywanie ziemskiej społeczności w surowce pochodzące z innych ciał Układu Słonecznego. Drugim jest zaopatrywanie w surowce stałych baz i osiedli ludzkich na Księżycu albo orbicie okołoziemskiej lub okołoksiężycowej. Trzeci scenariusz powinien przewidywać zaopatrywanie baz i osiedli ludzkich na Marsie lub jednej z planet karłowatych w pasie planetoid. Aby zaproponować rozsądne

rozwiązania optymalne dla każdego scenariusza należy pamiętać, że o sposobie zaopatrywania w surowce każdej społeczności decydują koszty. W kosztach tych zawsze znaczący udział mają koszty transportu. Są one decydujące w przypadku odległości mierzonych jednostkami astronomicznymi oraz siłami oddziaływań grawitacyjnych. Aby te problemy rozwiązać trzeba nie tylko uwzględnić koszty koniecznej do zużycia energii (paliwa),

ale także problem masy niezbędnego paliwa. Rozwiązanie problemu kosztów transportu surowców jest nam znane od wieków. Księżyc, Mars, Ganimedes, Tytan, Enceladus, Io, Europa czy Ceres, Westa, Eros, Itokawa, Hygiea, Ida, Gefion, czy Minerva są dla nas tak odległe, jak Ameryka była odległa od Europy dla Kolumba. Kolumb zabrał ze sobą w podróż tylko to, co niezbędne dla przeżycia, tj. niewiele surowców i materiałów oraz narzędzia i korzystał z zasobów, które zastał w miejscu docelowym wyprawy. Musimy zrobić dokładnie to samo. Zabrać tylko niezbędne zapasy materiałów oraz narzędzia i technologie umożliwiające pozyskiwanie odpowiednich surowców, a całą resztę musimy nauczyć się czerpać i przerabiać na miejscu docelowym. Nie ma możliwości wysyłania z Ziemi węgla, czy nawet bardziej wydajnego źródła energii — uranu, metali do produkcji stopów, czy surowców do produkcji tworzyw. Musimy surowców szukać na miejscu, czerpać z zasobów surowcowych, które są tam, dokąd chcemy się udać (fig. 2). A zatem w pierwszym i drugim przypadku możliwe jest pozyskiwanie surowców w najbliższym sąsiedztwie Ziemi. Najlepszymi obiektami do tego celu są planetoidy bliskie Ziemi (NEO's — Near Earth Objects). Możliwe jest eksploataowanie i przeróbka surowców na miejscu, tj. na dotychczasowej orbicie i następnie transport wstępnie przetworzonego surowca na orbity wokół Ziemi lub Księżycy. Tylko wyjątkowo opłacałoby się część

najbardziej wartościowych (najbardziej rzadko spotykanych na Ziemi i Księżycu) produktów eksploatacji dostarczać na powierzchnię Ziemi lub Księżyca. Możliwa jest także zmiana orbity takiej planetoidy i wprowadzenie jej na orbitę wokółziemską lub wokółksiężycową (fig. 3). Eksploatacja wówczas mogłaby odbywać się już w pobliżu Ziemi lub Księżyca. W przypadku osiedli na Księżycu i Marsie należy głównie wykorzystywać zasoby surowcowe obecne na tych ciałach. Tylko w przypadku braku potrzebnych surowców można wykorzystywać planetoidy. Ich eksploatacja mogłaby być prowadzona zarówno w pasie planetoid, jak i po przetransportowaniu planetoidy na orbitę wokółmarsjańską. Ze względu na odległość i brak planów kolonizacji jakichkolwiek ciał w zewnętrznej części Układu Słonecznego eksploatacja surowców poza orbitą Marsa będzie prawdopodobnie prowadzona dopiero w dalekiej przyszłości. Należy jednak pamiętać, że transportowanie planetoid na stabilne orbity wokół Ziemi, Księżyca, czy Marsa, z których można surow-

ce transportować na ich powierzchnię jest bardzo ryzykowne także z ekonomicznego punktu widzenia. Jeśli dostarczymy taką planetoidę, której obecnie szacowana wartość sięga 10 do potęgi 18 dolarów, to efekt jej eksploatacji może być taki, jakbyśmy nagle wrzucili tyle pieniędzy (w towarze) do handlu międzynarodowego. Ceny surowców od razu spadną. Czy jest sens przyciągnąć tak wielkie złoża, które da się stosunkowo łatwo eksploatować, żeby dać na rynek od razu dużą ilość surowców, głównie metalicznych i chemicznych. Ceny na giełdach surowcowych natychmiast spadną i eksploatacja ich przestanie być opłacalna. Może to spowodować poważne zawirowania na rynku pracy i w całej gospodarce



Fig. 4. Planetoida 433 Eros; widoczne ślady działania kosmicznej erozji kraterów na powierzchni i ruchu materiału regolitowego

rozpatrywanej w skali globalnej. Dlatego bardziej prawdopodobne jest, że najpierw górnictwo będzie zaopatrywać tych kolonistów, którzy będą zamieszkiwać osiedla założone na Marsie, Księżycu, a następnie także na bardziej oddalonych obiektach, np. księżycach Jowisza i Saturna. Niewątpliwie jednak podstawą górnictwa pozaziemskiego będzie eksploatacja złóż zlokalizowanych na kolonizowanym obiekcie.

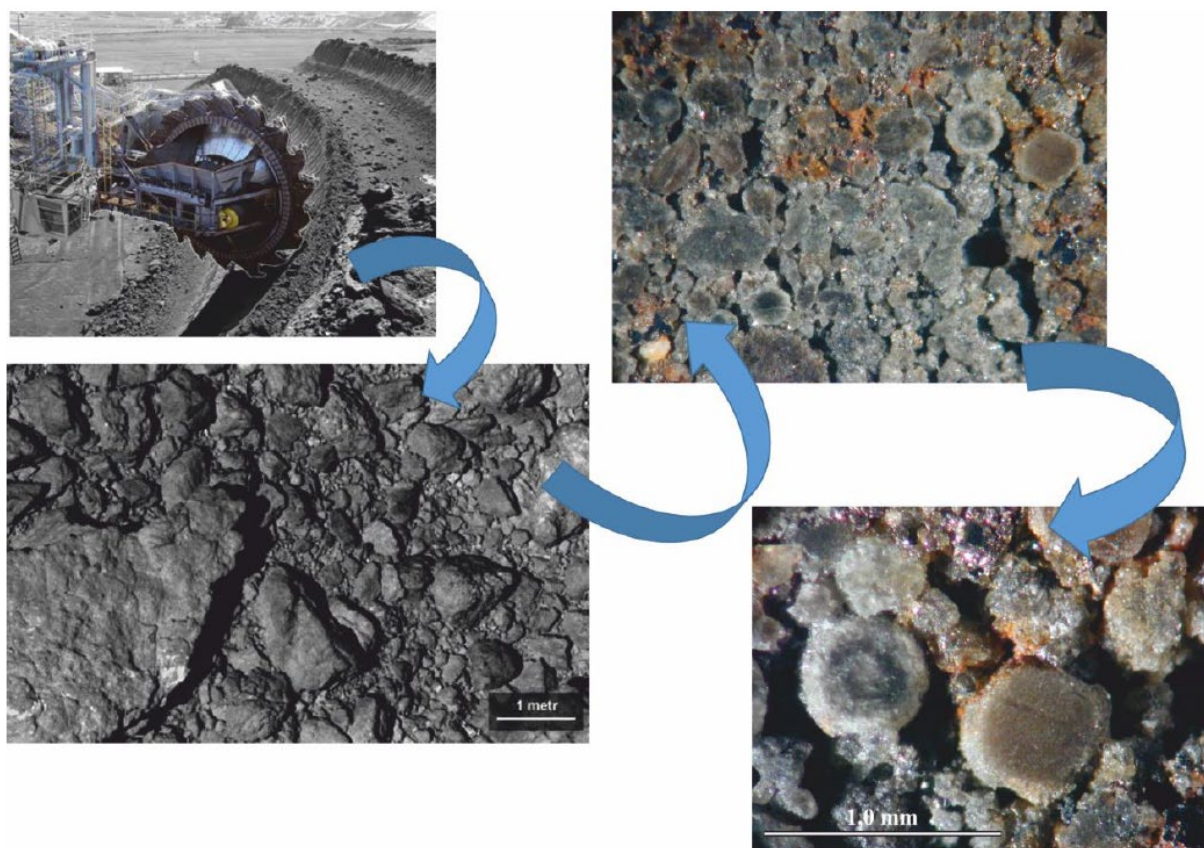


Fig. 5. Wielonaczyniowa koparka kołowa SRs 2000 urabiająca złoża kopaliny metodą odkrywkową; tego typu sposób eksploatacji nadaje się po odpowiedniej modernizacji do zastosowania w eksploatacji regolitu na planetoidach (na fotografii regolit na planetoidzie 25143 Itokawa) oraz zbliżenia skały budującej złoża regolitu: makrofotografia chondrytu zwyczajnego L5 Baszkówka oraz zbliżenie porowatej tekstury tej skały widziane przy niewielkim powiększeniu w mikroskopie optycznym. Kompilacja według Łuszczek K. 2012. Chemical composition of L chondrites group and potential natural resources of their parent bodies. Interdyscyplinarne zagadnienia w górnictwie i geologii, 3, Drzymala J., Ciężkowski W. [red.], Wrocław, 161-173.

Relations Between Important Planetary Materials

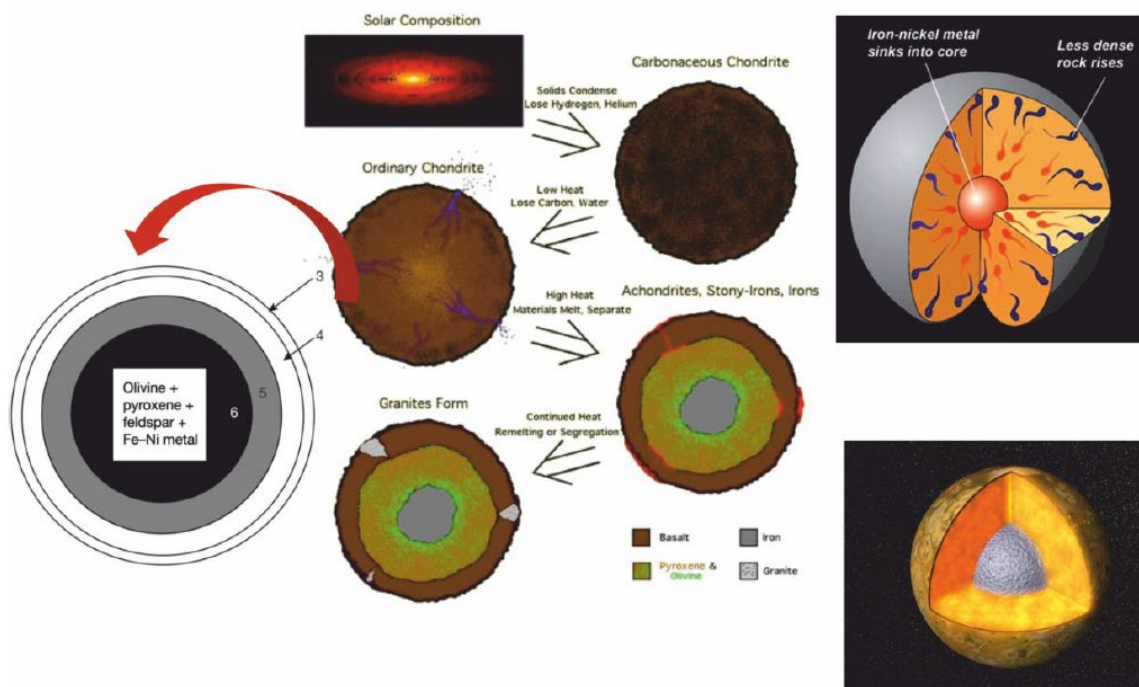


Fig. 6. Ewolucja budowy materii wchodzącej w skład obiektów tworzących Układ Słoneczny. Wyjściowy skład chemiczny materii dysku protoplanetarnego jest praktycznie taki sam jak skład materii Słońca. Utworzone z dysku najbardziej pierwotne ciała są niezdyferencjonowane (niezróżnicowane) i tworzą ciała macierzyste chondrytów węglistych (najbardziej pierwotne należą do grupy CI). Charakteryzują się rozproszoną równomiernie materią organiczną o niekiedy dość skomplikowanej i różnorodnej strukturze. Ewolucja przebiega następnie w kierunku tworzenia się ciał macierzystych chondrytów zwyczajnych, które zawierają już tylko najprostsze związki węgla oraz rejestrują działanie procesów przeobrażeńiowych, zarówno niskotemperaturowych z obecnością wody, jak i wysokotemperaturowych procesów metamorficznych. Następnie materia łącząca się w coraz większe obiekty rozgrzewa się do temperatur prowadzących do topienia materii, co umożliwia jej dyferencjację w wielokrotnie powtarzających się procesach frakcyjnego topienia i krystalizacji frakcyjnej (topią się kolejno coraz trudniej topliwe minerały, które upłynniają się w coraz wyższej temperaturze; proces krystalizacji zachodzi w odwrotnej kolejności, a różnice w wartości temperatury ogrzania skały powodują różnicowanie się topionego lub krystalizującego składu mineralnego ogrzewanej lub chłodzonej skały). W efekcie powstają protoplanety i planety z wyraźnie wykształconym metalicznym jądrem i krzemianowym płaszczem. W obrębie planet dalszy proces różnicowania się materii prowadzi do utworzenia się skorupy (o umownym składzie mineralnym i chemicznym granitu). Dzięki temu, że pierwiastki chemiczne wykazują powinowactwo do różnych struktur i innych pierwiastków chemicznych (chętnie łączą się z wybranymi pierwiastkami i tworzą określone struktury mineralów), toteż mogą się gromadzić w obrębie skorupy, w atmosferze, lub migrują w kierunku płaszcza i jądra. Dzięki temu, że pewne środowiska w sposób uprzywilejowany umożliwiają gromadzenie się wybranych pierwiastków (i mineralów), mogą utworzyć się ich duże nagromadzenia. Nazywamy je złożami, a pierwiastki lub minerały, albo całe skały traktujemy jako kopaliny, czyli surowce naturalne, które można eksploatować i sprzedawać z zyskiem. Kompilacja według Łuszczek K. 2012. *Chemical composition of L chondrites group and potential natural resources of their parent bodies*. Interdyscyplinarne zagadnienia w górnictwie i geologii, 3, Drzymała J., Ciężkowski W. [red.], Wrocław, 161-173.

Czy nasza wiedza jest wystarczająca do tego, aby zaopatrzyć wyprawę mającą zakładać osiedla lub bazy poza Ziemią. Inaczej mówiąc, czy jesteśmy w stanie wyposażyć kosmonautów i kosmicznych górników w technologie i narzędzia niezbędne do eksploatacji złóż lokalnych surowców na pozaziemskich ciałach Układu Słonecznego. Odpowiedź na to pytanie nie może być w pełni twierdząca, ale zgromadzona wiedza z zakresu geologii planetarnej, kosmochemii, składu mineralnego i chemicznego pozaziemskich ciał Układu Słonecznego i właściwości fizycznych budujących je skał pozwalają na stwierdzenie, że opracowanie sposobów eksploatacji, niezbędnych urządzeń, maszyn, systemów i technologii jest możliwe w czasie potrzebnym na przygotowa-

nie takiej misji pod względem rozwiązań zapewniających odpowiedni transport z Ziemi i lądowanie na ciele docelowym. Można spodziewać się, że górnictwo poza Ziemią będzie wyglądało tak, jak początki górnictwa na Ziemi, czyli będzie to zbieranie surowców z powierzchni. Roboty raczej, niż ludzie, które będą pracować poza naszą planetą eksploatując surowce, będą zaopatrzone w łopaty, szufle i grabie. To najprostsza i najtańsza metoda eksploatacji. Surowiec jest już rozdrobniony, nie trzeba go kruszyć, łatwiej jest się „dobrać” do tego, co jest zawarte w regolicie. Wszelkie reakcje chemiczne umożliwiające uwalnianie potrzebnych pierwiastków zachodzą szybciej i z większą wydajnością wówczas, gdy materiał (ruda) jest rozdrobniony, gdyż zapewnia to większą powierzchnię kontaktu reagentów

chemicznych ze sobą (ziaren rudy z odczynnikami służącym np. uwalnianiu metali ze związków chemicznych — mineralów rudnych). Bezcenne są w tym kontekście zarówno informacje o regolicie zebrane przez misje do planetoid 433 Eros (fig. 4) oraz 25143 Itokawa, jak również badania porowatych meteorytów reprezentujących zapewne przypowierzchniowe strefy ich ciał macierzystych, wśród których wymienić należy chondryty L5 Baszkówkę (fig. 5) i L5 Mount Tazerait.

Rozwój poszczególnych obiektów zależy od ich aktywności geologicznej. Ziemia ma bogate i różnorodne złoża położone płytko pod powierzchnią, w obrębie skorupy tylko dlatego, że cały czas jest geologicznie aktywna, nieustannie się rozwija, zmienia, ewoluuje, ciągle pierwiastki są w obiegu geochemicznym i w pewnych

warunkach ulegają koncentracji, a w innych rozproszeniu. Dlatego możemy mówić o złożach, czyli użytecznych z ekonomicznego punktu widzenia nagromadzeniach pożądanych przez nasz gatunek surowców. Ciała, które zakończyły swój rozwój bardzo wcześnie w historii ewolucji Układu Słonecznego (fig. 6) mogą być w specyficzny sposób traktowane jako złoża. Nie przeszły one prawie żadnych procesów wzbogacania. Im większy jest stopień zaawansowania w rozwoju danego ciała w Układzie Słonecznym, tym bardziej możemy się spodziewać, że jakieś złoża na nim powstaną. Utworzą się wówczas złoża surowców, które miały czas ulec koncentracji. Jednak obserwując skład mineralny i strukturę skał macierzystych chondrytów zwyczajnych, reprezentujących ciała macierzyste niezdyferencjonowane, a więc znajdujące się we wczesnym stadium rozwoju materii w Układzie Słonecznym, można zauważyć, że w ciałach takich koncentracja niektórych metali występujących w formie stopu FeNi oraz w postaci siarczków (rzadko także tlenków) jest duża (fig. 7). Dzięki temu

nawet w przypadku ciał macierzystych chondrytów zwyczajnych możemy mówić o złożowych koncentracjach metali, które mogą być przedmiotem eksploatacji górniczej (fig. 8).

Musimy pamiętać również, że górnictwo i przeróbka rud, jest tą dziedziną gospodarki, która zużywa najwięcej wody. Nie możemy przerobić praktycznie niczego, jeśli nie mamy nieograniczonego dostępu do wody. Woda jest potrzebna do rozpuszczania, do sortowania i koncentrowania, transportowania, chłodzenia, jest wykorzystywana także w wielu innych procesach technologicznych związanych z wydobywaniem, a przede wszystkim z przeróbką kopaliny. Poza Ziemią muszą pojawić się nowe technologie eksploatacji, które odbywają się bez wody, albo będziemy

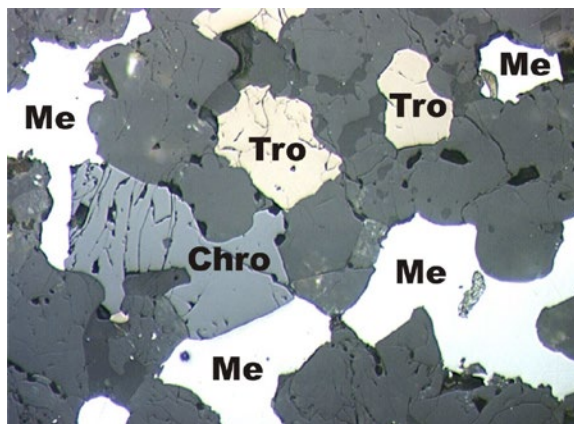


Fig. 7. Przestrenny, równomierny rozkład rud metali: Fe, Ni i Cr (kopaliny) w skale macierzystej chondrytów zwyczajnych; losowa powierzchnia płytki cienkiej chondrytu zwyczajnego H5 Werdama; minerały rudne (Me: kamacyt i taenit FeNi; Tro: troilit FeS; Chro: chromit FeCr₂O₄) na tle skały płonnej zbudowanej z krzemianów (na fotografii oliwiny i pirokseny barwy szarej oraz ciemnoszare skalenie).

eksploatować złoża na takich ciałach, na których woda jest dostępna. Można zaryzykować twierdzenie, że na pozaziemskich ciałach Układu Słonecznego najważniejszą kopaliną, najważniejszym surowcem będzie woda, także z tego względu, że bez dostępu do niej nasz gatunek nie jest w stanie przetrwać.

Dotychczasowe badania meteorytów oraz wyniki badań prowadzonych dzięki bezzałogowym misjom kosmicznym, a także analizy pierwszych prób regolitu przywiezionych z planetoidy 25143 Itokawa na Ziemię, pozwalają na zgromadzenie wiedzy, dzięki której jesteśmy pewni, że na planetoidach występują olbrzymie, niemal niewyczerpywalne (w odniesieniu do naszego obecnego globalnego zapotrzebowania na różne surowce) pokłady kopaliny. Tworzą one m.in. dostępne już na powierzchni złoża regolitowe. Dzięki temu, że badamy nie tylko skład mineralny i chemiczny meteorytów, ale także analizujemy ich strukturę — budowę wewnętrzną możemy przewidzieć jak są zbudowane złoża kopaliny na ciałach macierzystych meteorytów. Dzięki prowadzonym badaniom wiemy, że już na samej powierzchni planetoid, Księżyca i Marsa występuje regolit — rozdrobniony materiał skalny utworzony na skutek procesów zderzeń i kosmicznego wietrzenia. Mamy więc wiedzę i argumenty za tym, aby rozwijać najpierw technologie i techniki umożliwiające eksploatację kopaliny bezpośrednio z powierzchni. Powinniśmy przyjąć, że najpierw będziemy eksploatować drobny, luźny materiał, który będzie

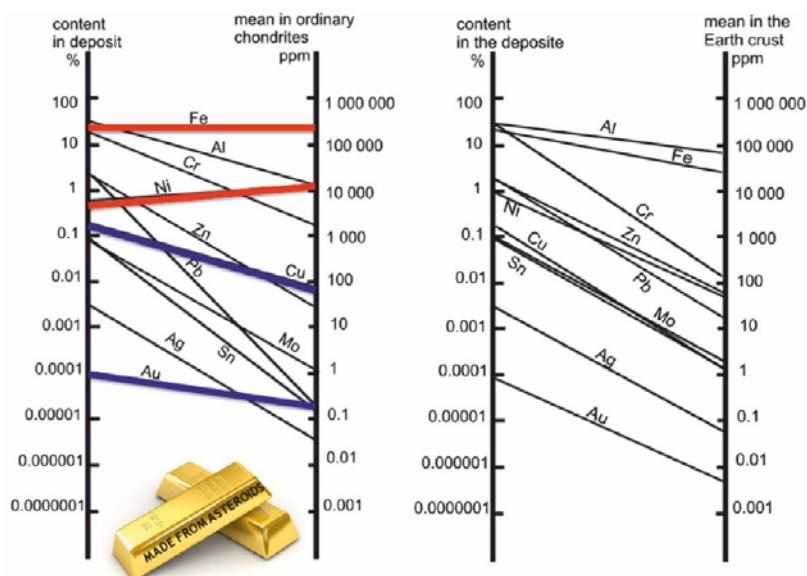


Fig. 8. Porównanie zawartości wybranych metali w skorupie ziemskiej i w złożach tych metali w skorupie ziemskiej (po stronie prawej; według Craig J.R., Vaughan D.J., Skinner B.J. 2003. *Zasoby Ziemi*. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa) oraz porównanie zawartości tych samych metali w złożach skorupy ziemskiej i w skalach macierzystych chondrytów zwyczajnych (po lewej stronie). Wyraźnie widoczna jest większa zawartość żelaza (Fe) i niklu (Ni) w skale chondrytowej, niż w ziemskich złożach tych metali. Oznacza to, że skały macierzyste, a więc praktycznie całe planetoidy macierzyste chondrytów zwyczajnych (zwłaszcza grupy H) możemy traktować jako ogromne, niemal niewyczerpane, złoża Fe i Ni. Dodatkowo występujące tam metale, takie jak miedź (Cu), złoto (Au), a w dalszej kolejności także chrom (Cr), glin (Al) i inne metale możemy traktować jako kopaliny towarzyszące, które podnoszą dodatkowo wartość złoża. Zatem ostatecznie całe planetoidy macierzyste chondrytów możemy traktować jako polimetaliczne złoża, które mogą w przyszłości być przedmiotem eksploatacji górniczej uzasadnionej ekonomicznie. Kompilacja według Łuszczek K. 2012. *Chemical composition of L chondrites group and potential natural resources of their parent bodies*. Interdyscyplinarne zagadnienia w górnictwie i geologii, 3, Drzymała J., Cięzkowski W. [red.], Wrocław, 161-173.

stosunkowo łatwo pozyskać z powierzchni.

Obecnie wydaje się najbardziej pożądane kontynuowanie rozpoczętych już badań szczegółowych składu mineralnego i chemicznego skał macierzystych meteorytów, zwłaszcza chondrytów pod kątem złożowym, jak również zintensyfikowanie badań właściwości fizycznych skał reprezentowanych przez meteoryty. Wiedza ta pozwoli planować sposoby i techniki oraz technologie eksploatacji i przeróbki tych skał złożowych, jak również może stać się podstawą do szacowania energochłonności procesów związa-

nych z eksploatacją i przeróbką kopalin na pozaziemskich ciałach Układu Słonecznego.

Pozostaje na zakończenie jeszcze do rozstrzygnięcia kwestia, kiedy możemy się spodziewać, że wreszcie sięgniemy po pozaziemskie surowce Układu Słonecznego. Udzielenie odpowiedzi na tak postawiony problem jest jednocześnie bardzo proste, ale też i obciążone znaczną niepewnością. Jeśli jako Homo sapiens sapiens będziemy chcieli kolonizować jakiegokolwiek obiekty poza Ziemią w Układzie Słonecznym, będziemy musieli zacząć korzystać z zasobów, które tam są

zgromadzone. Jeśli chcemy mieć na stałe mieszkańców, kolonistów na Marsie, Księżycu, planetach karłowatych (np. Ceres w pasie planetoid), to żeby to było rozsądne, ci ludzie muszą korzystać z miejscowych zasobów surowcowych. Aby z nich korzystać, muszą je eksploatować, czyli musi istnieć i rozwijać się pozaziemskie górnictwo. Powstanie ono zapewne jednocześnie z pierwszą stałą bazą, kolonią na Księżycu, Marsie lub innym małym ciele w wewnętrznej części Układu Słonecznego. Musimy być na to przygotowani jak najszybciej.



Fig. 9. Woda w stanie ciekłym; w każdym stanie skupienia prawdopodobnie najważniejsza pozaziemska kopalina w Układzie Słonecznym.



Dr hab. Tadeusz A. Przylibski jest pracownikiem naukowym Wydziału Geoinżynierii, Górnictwa i Geologii na Politechnice Wrocławskiej. Zajmuje się badaniami izotopów radioaktywnych w środowisku naturalnym. Jego wielką pasją są pozaziemskie surowce Układu Słonecznego. Obecnie pełni funkcję prezesa Polskiego Towarzystwa Meteoritowego.

Badania meteorytów

Niesklasyfikowane pustynne znaleziska i możliwe zmiany w klasyfikacji chondrytów

Agata Krzesińska

Klasyfikacja meteorytów jest klasyfikacją genetyczną, co oznacza, że stosujemy ją głównie po to, aby możliwie jak najdokładniej opisywała i odzwierciedlała procesy, jakie wpływały na formowanie i przeobrażenia poszczególnych meteorytów w ich ewolucji. Podwaliny pod współczesną klasyfikację meteorytów stworzone zostały w XIX wieku dzięki pracom takich badaczy jak Rose, Tschermak, Brezina i Prior. Pierwsze klasyfikacje meteorytów miały charakter opisowy i jakościowy. W wieku XX jednak,

dzięki rozwojowi precyzyjnych metod analitycznych, system klasyfikacyjny został zmodyfikowany i sukcesywnie wzbogacany o elementy ilościowo opisujące właściwości meteorytów. W miarę postępu prac badawczych, wśród których szczególnie wymienić należy prace Van Schmus, Wooda, Wassona czy Claytona, okazało się, że poszczególne grupy meteorytów charakteryzują się pewnymi stałymi zakresami składu chemicznego minerałów, zawartością określonych pierwiastków chemicznych oraz proporcjami izotopowymi.

Szczególne zastosowanie w klasyfikacji mają proporcje izotopowe tlenu minerałów budujących skały chondrytowe. Jest tak, ponieważ ewolucja tych skał, wbrew ich 'niemal pierwotnej' naturze, jest dość skomplikowana. Procesy, jakie zachodziły na ich ciałach macierzystych, prowadziły do zmian składu chemicznego minerałów czy migracji pierwiastków, ale zawartość izotopów tlenu, ustalona we wczesnych etapach, nie podlegała większym zmianom w dalszej ewolucji; stąd jest dość precyzyjnym kryterium 'pochodzenia' chondrytu.

Tlen w przyrodzie występuje w postaci trzech izotopów: ^{16}O , ^{17}O i ^{18}O , z których najczęstszy w przyrodzie jest izotop ^{16}O , ^{18}O rzadszy, a ^{17}O najrzadszy. Ponieważ różnica masy atomowej pomiędzy ^{18}O i ^{16}O jest dwukrotnie większa od różnicy masy ^{17}O i ^{16}O , gdy dochodzi do frakcjonacji izotopowej wskutek procesów geologicznych, cięższy izotop tlenu jest dwukrotnie rzadziej wbudowywany w strukturę substancji niż izotop lżejszy. Dzięki temu wszystkie materiały powstałe w środowisku naturalnym na Ziemi charakteryzuje stała proporcja izotopów tlenu; proporcja izotopu tlenu 18 do tlenu 16 w minerałach jest dwukrotnie większa niż proporcja izotopu tlenu 17 do tlenu 16. W geologii te proporcje, odniesione do proporcji w tzw. standardzie międzynarodowym SMOW (proporcje izotopów tlenu w wodzie oceanicznej), określane są jako wartości delta ($\delta^{18}\text{O}$ i $\delta^{17}\text{O}$). Wartości te naniesione w układzie współrzędnych, układają się wzdłuż prostej, tzw. linii frakcjonacji ziemskiej (ang. *terrestrial fractionation line* TFL). Współczynnik nachylenia tej prostej względem osi odciętych, zgodnie z różnicą mas atomowych, wynosi $\frac{1}{2}$ (dokładnie wynosi on 0,52, patrz rys.).

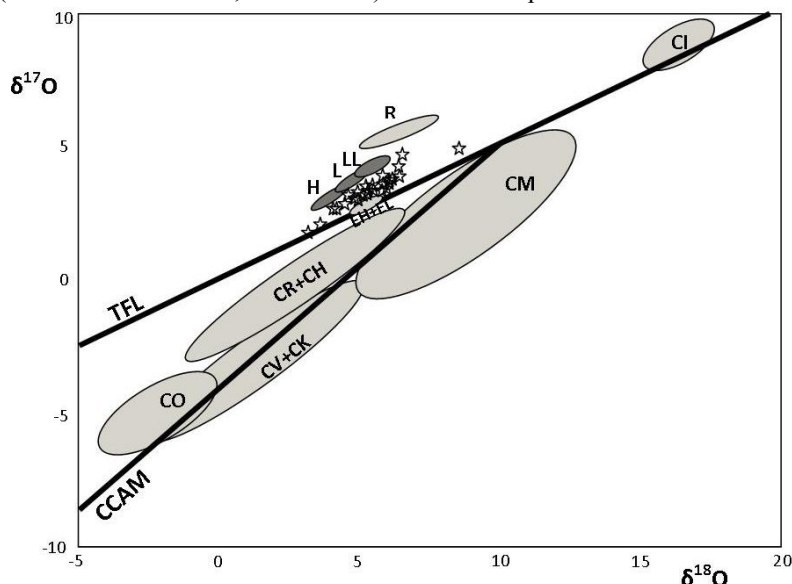
Chondryty, jako skały nie dotknięte przez poważniejsze procesy geologiczne, nie zapisują procesów frakcjonacji masowej izotopów tlenu. A ponieważ powstawały w różnych obszarach formującego się Układu Słonecznego, różne grupy chondrytów charakteryzują się różnymi proporcjami izotopów, ściśle mówiąc: różnymi zakresami wartości delta (rys.). Na podstawie charakterystyki izotopowej tlenu można wyróżnić wśród chondrytów 15 grup: 8 grup chondrytów węglistych, 3 grupy chondrytów zwyczajnych, 2 grupy chondrytów enstatytowych, chondryty R, chondryty K. Jak widać na rysunku, chondryty zwyczajne i enstatytowe charakteryzują się wartościami delta $\delta^{17}\text{O}$ wypadającymi powyżej linii frakcjonacji ziemskiej, co oznacza, że zawierają więcej tlenu 17 względem standardu ziemskiego SMOW. Chondryty węgliste z kolei charakteryzują się niższymi niż SMOW zawartościami tlenu 17, stąd na diagramach wypadają poniżej linii frakcjonacji ziemskiej (Hutchison, 2004 i referencje tam cytowane).

Przyjęło się, że aby wyróżnić nową grupę chondrytów, potrzebne jest 5 lub więcej różnych meteorytów, które do

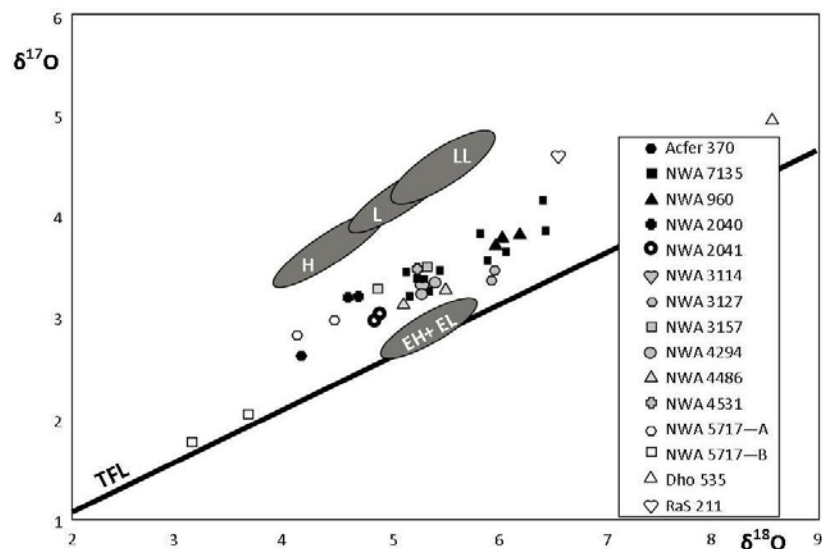
niej można zaliczyć. Obecnie znanych jest 71 chondrytów niezgrupowanych (Meteoritical Bulletin 22/09/2015). Większość z nich wykazuje proporcje izotopowe wypadające poniżej linii TFL, tak jak chondryty węgliste. 25 chondrytów jednak na pewno chondrytami węglistymi nie jest, bo charakteryzuje się wartościami $\delta^{17}\text{O}$ wyższymi, niż wykazują to typowe minerały ziemskie. Te chondryty to: Acfer 370, Deakin 001, Dho 535, GRO 95551, HaH 180, LAP 04757, LAP 04773, Motpena, NWA 960, NWA 1994, NWA 2041, NWA 3157, NWA 3161, NWA 4294/NWA 4298, NWA 4486, NWA 4531, NWA 5492, NWA 5717, NWA 6960, NWA 7135, RaS 211, Sahara 97009, Sahara 97039, Sahara 97042 (Meteoritical Bulletin, 22/09/2015).

Dla kilku z nich zaczynają się jednak wyłaniać pewne wspólne cechy i prawidłowości.

W roku 2010 w północnozachodniej Afryce znaleziony został chondryt NWA 7135. Ten 51-gramowy fragment od początku wydawał się naukowcom niepowiązany z innymi chondrytami, choć obecność chondr nie pozostawiała wątpliwości, że jest to chondryt. Podobnie było z chondrytem Acfer 370, znalezionym w 2002 roku w Algierii. Szczegółowa analiza petrograficzna tych meteorytów pokazała, że zbudowane są one z oliwinu, piroksenów, plagioklazu, czyli minerałów bardzo typowych dla chondrytów (Moggi-Cecchi i in., 2009; Irving i in., 2015). Minerały te są jednak bardzo bogate w magnez, a niemal pozbawione żelaza. Dodat-



Zakres zróżnicowania wartości $\delta^{18}\text{O}$ i $\delta^{17}\text{O}$ wyrażający odmiennność składu izotopowego różnych grup chondrytów w odniesieniu do składu typowego dla skał ziemskich (charakteryzującego się wartościami $\delta^{18}\text{O}$ i $\delta^{17}\text{O}$ grupującymi się wzdłuż linii frakcjonacji TFL).



Zakres wartości $\delta^{18}\text{O}$ i $\delta^{17}\text{O}$ dla poszczególnych grup chondrytów z pracy Hutchisona (2004) oraz referencji tam zawartych. Charakterystyka izotopowa niezgrupowanych chondrytów pochodzi z Meteoritical Bulletin Database (22/09/2015)

kowo występują w tych skałach takie rzadkie siarczki i fosfory jak: pirotyn, schreibersyt, oldhamit, daubreelit czy djerfisheryt. Silnie redukcyjny skład krzemianów, oraz obecność siarczków i fosforów upodabnia te meteoryty do chondrytów enstatytowych, ale standardowe analizy izotopowe izotopów tlenu nie pozwalają ich łączyć z żadną znaną grupą (Bunch i in., 2010). Zauważono jednak, że chondryty te są bardzo podobne pod względem składu chemicznego minerałów oraz proporcji izotopowych tlenu do klastów napotkanych w aubrycie Cumberland Falls (spadek w 1919 roku, USA; Lipschutz i in., 1988). Klasty te zauważone były od najwcześniejszych badań tego aubrytu, przypominały niezrównoważony chondryt LL, ale też znacząco się od niego różniły. Spekulowano, że mogą one reprezentować chondryt LL3 zmetamorfizowany podczas kontaktu z aubrytem, ale izotopy tlenu i zawartość substancji lotnych (Lipschutz i in., 1988) różniły te klasty od wszystkich znanych w tamtym czasie chondrytów. Obecnie wydaje się, że klasty te są powiązane z chondrytami NWA 7135 i Acfer 370 i zaproponowano, aby wyróżnić je, jako nową grupę chondrytów (Kuehner i in., 2015) — chondryty F (od nazwy forsterytu, czyli uboższego w żelazo oliwinu). Ustanowienie nowej grupy nie ma jeszcze oczywiście charakteru oficjalnego, ale propozycja ta pokazuje nam, jak wiele mogą zmienić pojedyncze 'nietypowe' meteoryty.

Kolejnym przykładem niezgrupowanych chondrytów, nad którym intensywnie pracują w ostatnim czasie naukowcy, jest chondryt NWA 5717. Znalezione w 2008 roku, ważący 7,3 kg, składa się z dwóch odmiennych litologicznie części, z których żadna nie przypomina znanych chondrytów. Jest to niezrównoważony chondryt, którego minerały są ubogie w żelazo. Wyróżnione litologie tego chondrytu różnią się między sobą nieznacznie swoim składem mineralnym i składem chemicznym minerałów. Pod względem zawartości izotopów tlenu, jedna z części jest podobna do chondrytów H (rys.), ale zawiera zbyt mało metalicznego żelaza, aby mogła być typowym fragmentem takiego chondrytu. Podobną cechę wykazują chondryty NWA 960, NWA 2040/NWA 2041, NWA 3157, NWA 4294/ NWA 4298, NWA 4531 (Bunch i in., 2010). Możliwe, że chondryty te

reprezentują nieznaną jeszcze grupę chondrytów, ale mogą pochodzić z ciała macierzystego chondrytów H, które mogło być przecież dość zróżnicowane pod względem lokalnej zawartości metalu (Rumble i in. 2007). Niezależnie od tego jednak czy pierwsza litologia reprezentuje znany chondryt, druga wyróżniona litologicznie część chondrytu NWA 5717 charakteryzuje się zawartością izotopów tlenu podobną raczej do tych w chondrytach enstatytowych (rys.), sugerując, że chondryt NWA 5717 może reprezentować brekcję złożoną nawet z dwóch różnych, nieznanych jeszcze grup chondrytów.

Kolejnym przykładem trudnym do sklasyfikowania jest chondryt Jiddat al Harasis 846 (Ziegler i in., 2015). Chondryt ten ma wiele cech wskazujących, że należy do niezrównoważonych chondrytów zwyczajnych L3.5 lub LL3.5, wśród których należy wymienić typowe rozmiary chondrytów czy skład chemiczny oliwinu (zawartość cząsteczki żelazowej w zakresie 0,6–38,1 %mol). Nietypową jednak dla tych grup cechą meteorytu jest obecność wolnej krzemionki, prawdopodobnie występującej w formie minerału krystobalitu. Ponadto skład izotopowy tlenu jest daleko poza granicami znanych zakresów chondrytów zwyczajnych (rys.). Stąd konkluzja, że chondryt ten reprezentuje inne ciało macierzyste niż chondryty L i LL (Ziegler i in., 2015).

Powyższe przykłady chondrytów zostawiają nadal wiele otwartych pytań. Jak na naukę przyrodniczą przysłało, w meteorytyce wyjątki nie dające się sklasyfikować uczą nas więcej niż zbiory sklasyfikowanych chondrytów, bo pokazują to, co do tej pory było nam zupełnie nieznane i pozwalają poszerzyć dotychczasową wiedzę. I chyba fakt, że zdobycie takiego niepasującego materiału jest zupełnie niezależne od woli i zamiarów naukowców, czyni meteorytykę najbardziej fascynującą.

Bibliografia:

- Bunch T.E., Rumble D.III, Wittke J.H., Irving A.J., Pitt D., 2010: Multilithological, Extra-Ordinary Chondrite Northwest Africa 5717: Further Evidence for Unrecognized Metal-poor non-Carbonaceous Chondritic Parent Bodies. *41st Lunar and Planetary Science Conference. Abstrakt numer 1280.*
- Hutchison R., 2004: *Meteorites: A Petrologic, Chemical and Isotopic Synthesis.* Cambridge University Press. Pp.: 506.

Irving A.J., Kuehner S.M., Ziegler K., Kuntz F., Sipiera P.P., 2015: Northwest Africa 7135: an Unusual Reduced Unequilibrated Chondrite Containing Oldhamite, Daubreelite, Schreibersite and Djerfisherite, and with a unique Oxygen Isotopic Composition. *46th Lunar and Planetary Science Conference. Abstrakt numer 2437.*

Kuehner S.M., Irving A.J., Ziegler K., Sanborn M.E., Yin Q., 2015: F3/4 Chondrite Northwest Africa 7135: Further Assessment of its Relationship to Clasts in the Cumberland Falls Aubrite. *78th Annual Meeting of the Meteoritical Society. Abstrakt numer 5238.*

Lipschutz M.E., Verroux R.M., Sears D.W.G., Hasan F.A., Prinz M., Weisberg M.K., Nehru C.E., Delaney J., Grossman L., Boily M., 1988: Cumberland Falls chondritic inclusions: III. Consortium study of relationship to inclusions in Allan Hills 78113 aubrite. *Geochimica et Cosmochimica Acta 52: 1835–1848.*

Moggi-Cecchi V., Pratesi G., Franchi I.A., Greenwood R.C., 2009: Acfer 370: an Anomalous Chondrite related to the Cumberland Falls Breccia. *72nd Annual Meeting of the Meteoritical Society. Abstrakt numer 5421.*

Rumble D. III, Irving A.J., Kuehner S.M., Bunch T.E., 2007: Supra-TFL Oxygen Isotopic Composition in Metal-poor „Ordinary” Chondrites: Samples from Unrecognized Chondritic Parent Bodies. *38th Lunar and Planetary Science Conference. Abstrakt numer 2230.*

Ziegler K., Irving A.J., Kuehner S.M., Sipiera P.P., 2015: Anomalous Oxygen Isotopic Compositions of Unequilibrated but Supposedly Ordinary Chondrites, Including Ungrouped Silica-bearing Chondrite Jiddat al Harasis 846. *78th Annual Meeting of the Meteoritical Society. Abstrakt numer 5052.*

Strona internetowa Meteoritical Bulletin Database. Aktualizacja z dnia 22 września 2015 roku. <http://www.lpi.usra.edu/meteor/>



Dr Agata Krześcińska 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.



Chondry porfirowe oliwinowe

Tomasz Jakubowski (zdjęcia), Marek Woźniak

W poprzednim numerze METEORYTU (2/2015) prezentowaliśmy obrazy mikroskopowe chondr nieporfirowych. Tym razem chcemy pokazać kilka przykładów, jak wyglądają chondry porfirowe. Z kilku ich typów wybraliśmy **chondry porfirowe oliwinowe** (w skrócie PO).

Pod mikroskopem w skale porfirowej widać dobrze wykształcone kryształy minerałów (fenokryształy) otoczone drobnokrystalicznym ciastem lub szklivem.

Chondry porfirowe (*porphyritic*). Są najpopularniejszą grupą. W nie zrównoważonych chondrytach zwyczajnych typu 3 wyróżnia się jeszcze dwa warianty chondr: typ I ubogie w tlenki żelaza (zredukowane, *type-I, FeO-poor, reduced*) i typ II bogate w tlenki żelaza (utlenione, *type-II, FeO-rich, oxidized*). Rozpoznać można je po udziale, odpowiednio, fajalitu w oliwinach i ferrosilitu w piroksenach. Typ II jest bardziej rozpowszechniony.

Chondry oliwinowe porfirowe składają się z chaotycznie rozmieszczonych kryształów oliwinu w szklistym lub drobnokrystalicznym mezostazis. Stosunek oliwinu do piroksenu jest większy niż 10:1. Kryształy oliwinów są od euhedralnych (dobrze wykształcone, własnopostaciowe, ich wzrost nie był zakłócony przez inne kryształy) do postaci

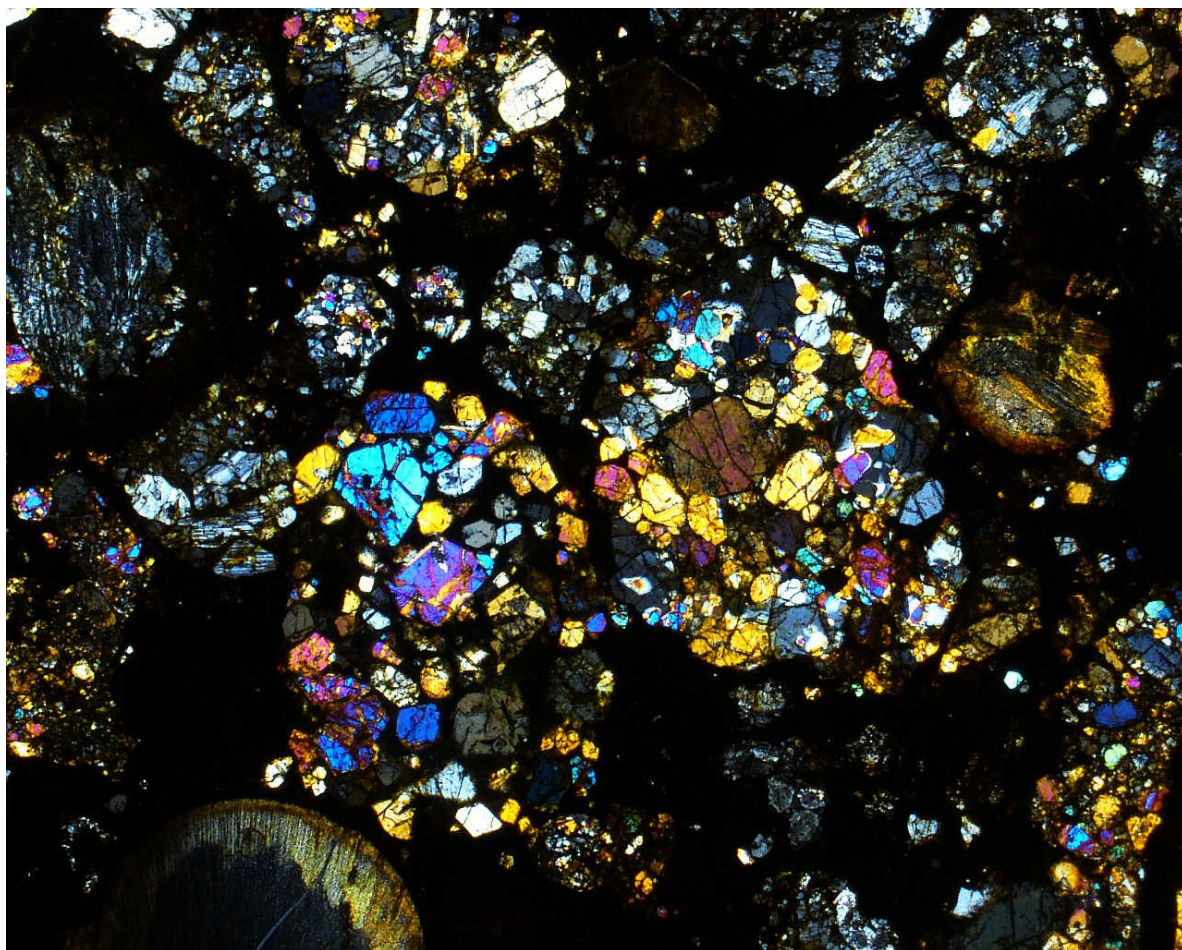
anhedralnej, występują również często kryształy zniekształcone, spenetrowane przez inne kryształy lub ziarna metalu.

Typowe chondry **typu I** mają dużo małych anhedralnych fenokryształów.

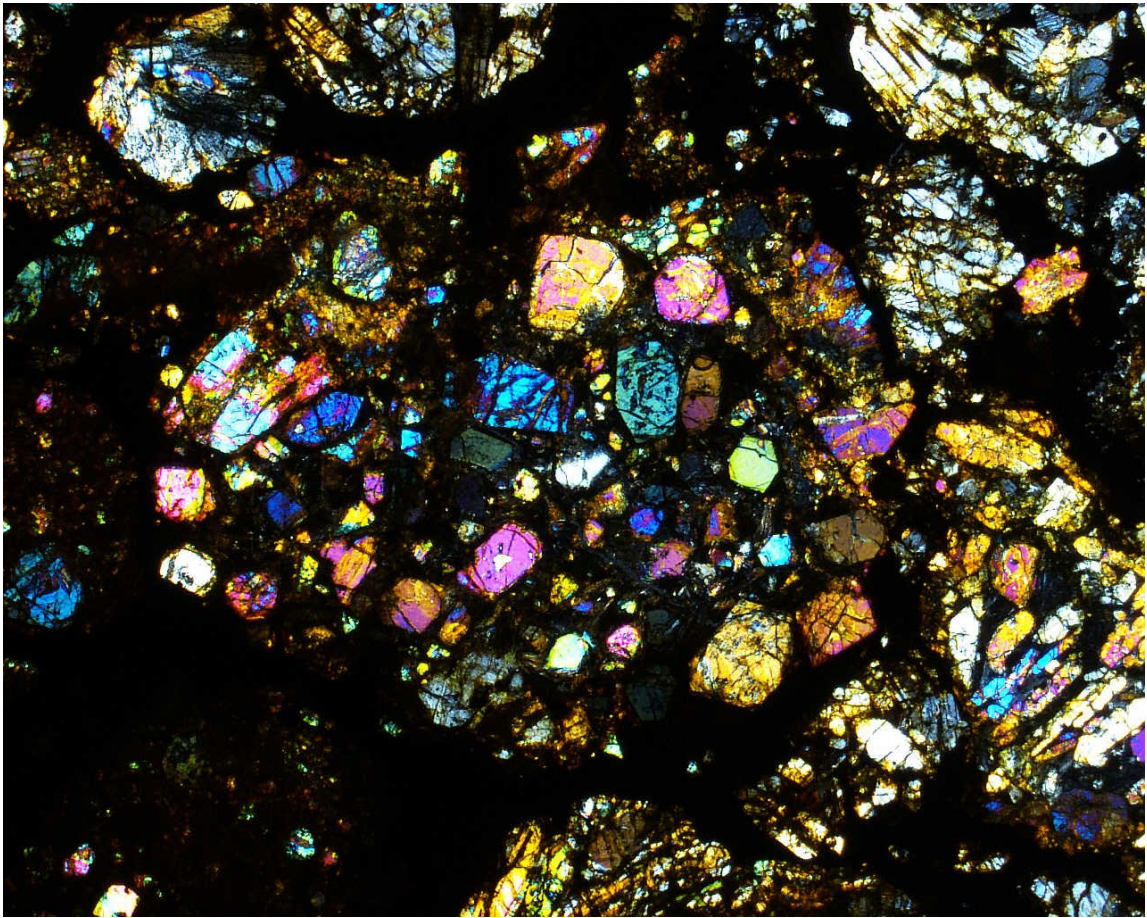
Chondry **typu II** mają duże i subhedralne kryształy osadzone w ciemnym drobnokrystalicznym mezostazis.

W świetle skrzyżowanych polaryzatorów oliwiny mają żywe barwy drugiego i trzeciego stopnia. Czasami w świetle spolaryzowanym widać otoczki wokół kryształów (tak oliwinów jak i piroksenów) lub wyraźną strefowość, jest to spowodowane wzrastającą zawartością FeO od środka do brzegu kryształu spowodowane zmianą składu w wyniku reakcji z otaczającym medium. W oliwinach nie obserwujemy rozszczepień i zbliźniaczeń, natomiast często występują drobne losowo przebiegające pęknięcia (oliwin ma słabą łupliwość w przeciwieństwie do piroksenu, w którym często widać charakterystyczne zbiory równoległych linii). Mezostazis jest „czystym szklivem” jawiącym się jako ciemne (izotropowy) przy skrzyżowanych nikolach i jasno brązowe przy równoległych. Często chondry PO posiadają otoczki z siarczku żelaza.

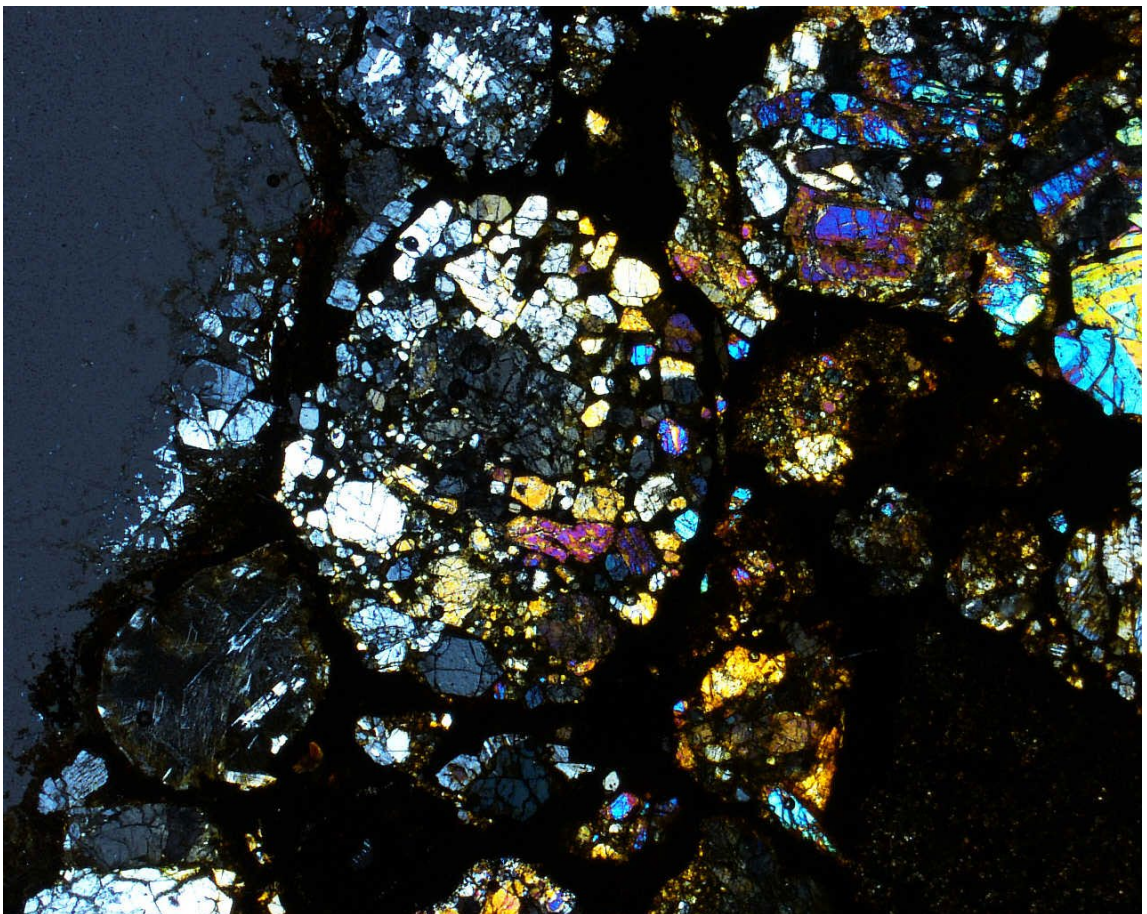
Więcej zdjęć chondr PO i wyjaśnienia wielu pojawiających się tu terminów na stronie <http://www.woreczko.pl>



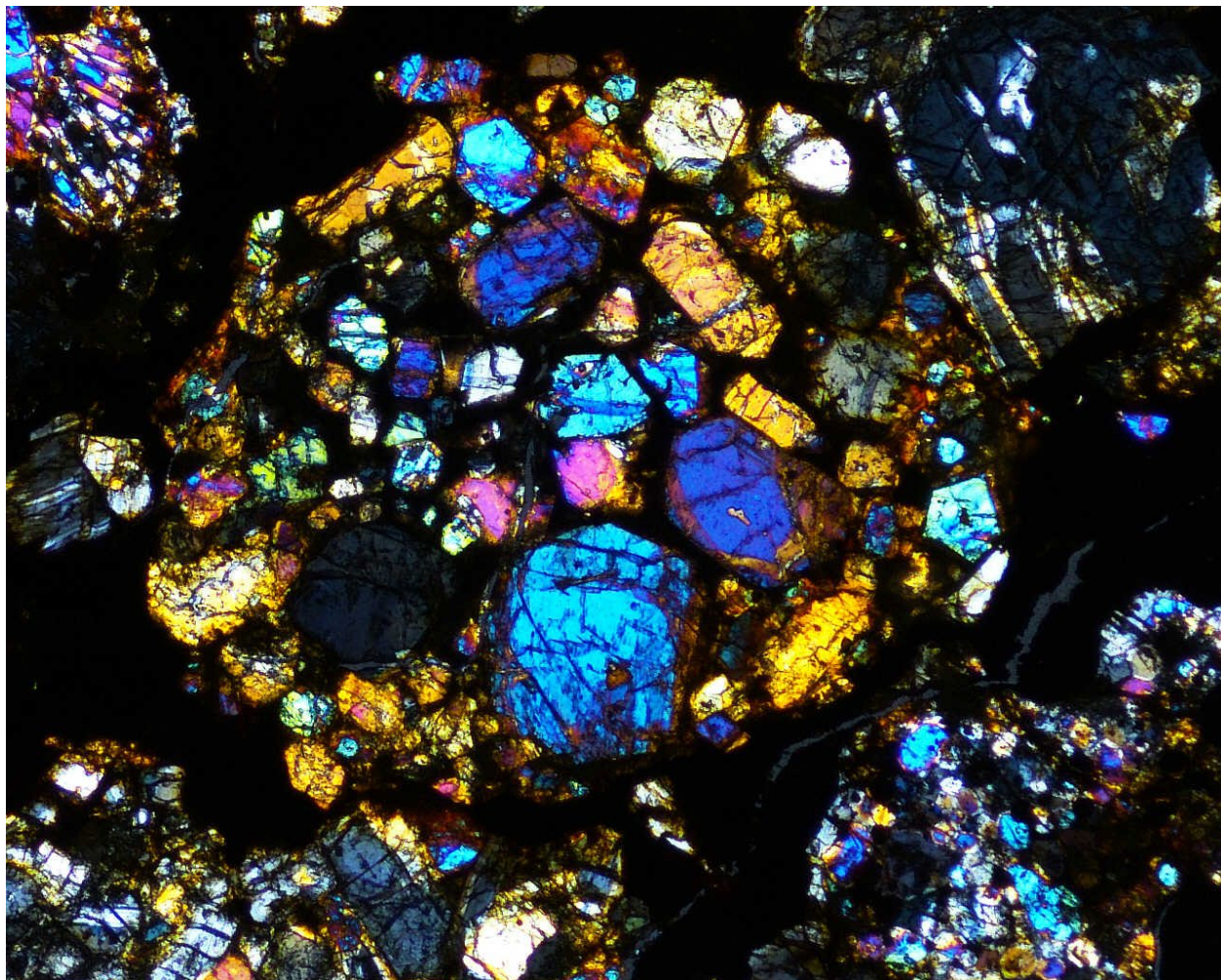
Dwie chondry porfirowe oliwinowe (PO) na dolnym lewym rogu znajduje się chonda promienista. Chondryt zwyczajny typu LL3.00, NWA 8276, światło przechodzące, skrzyżowane nikole (fot. Jakubowski, Łuszczek)



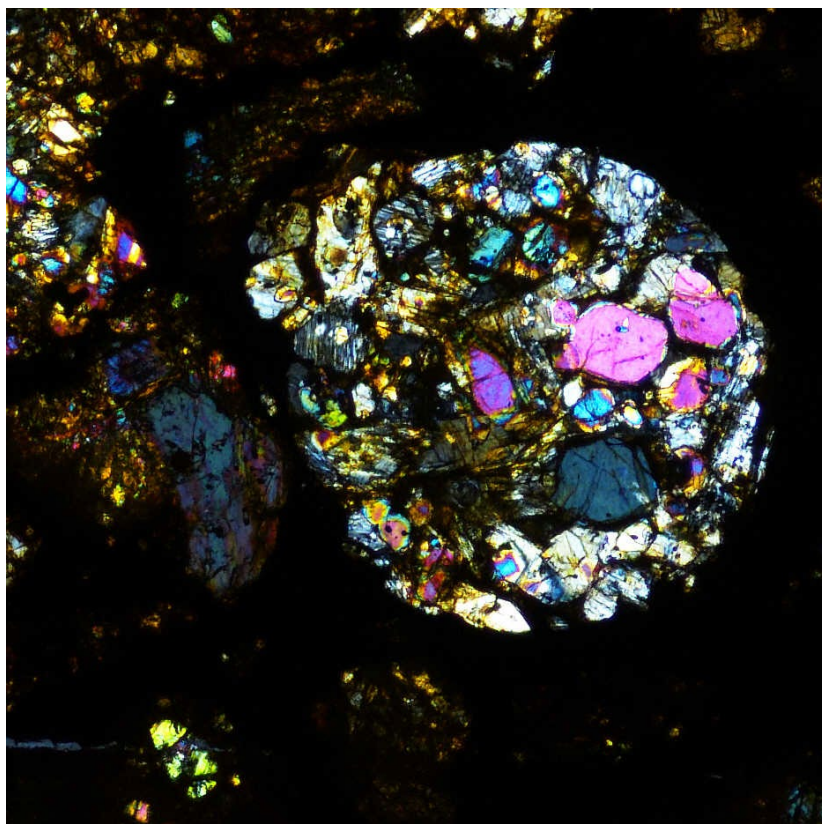
Chondra porfirowa oliwinowa (PO) z automorficznymi ziarnami oliwinu z chondrytu zwyczajnego typu LL3.00, NWA 8276, światło przechodzące, skrzyżowane nikole (fot. Jakubowski, Łuszczek)



Chondra porfirowa oliwinowa (PO) z chondrytu zwyczajnego typu LL3.00, NWA 8276, światło przechodzące, skrzyżowane nikole (fot. Jakubowski, Łuszczek)



Chondra porfirowa oliwinowa (PO) z automorficznymi ziaranami oliwinu z chondrytu zwyczajnego typu LL3.00, NWA 8276, światło przechodzące, skrzyżowane nikole (fot. Jakubowski, Łuszczek)



Chondra porfirowa oliwinowa (PO) z chondrytu zwyczajnego typu LL3.00, NWA 8276, światło przechodzące, skrzyżowane nikole (fot. Jakubowski, Łuszczek)



Tomasz Jakubowski — kolekcjoner meteorytów, członek zarządu PTMet, 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



Jeziora Zerelia

Jan Woreczko

Po przejechaniu setek kilometrów, do celu pozostało nam ich zaledwie kilka. W niewielkim miasteczku Almirós zrobiliśmy sobie przerwę na kawę przed ostatnim etapem podróży. Cel był blisko, ale liczyliśmy się z możliwością, że nie uda nam się łatwo dotrzeć do niego. Punkt docelowy leżał na uboczu, pośród pól. Mapa w GPSie nie była na tyle szczegółowa. Nie prowadziła do niego również żadna szczególnie droga. Odkryto go niedawno i jeszcze nie zrobiono z niego atrakcji turystycznej. Tak sądziliśmy! Wypiliśmy pyszną kawę w restauracji przy rynku głównym. Zrezygnowaliśmy z zasięgania języka u lokalesów, gdyż sądziliśmy, że sami nie wiedzą w cieniu jakiej atrakcji żyją. Aby dotrzeć do celu pozostała nam tylko metoda

„jazdy na strzałę”. Miałem wbity do GPSa punkt docelowy, więc wiedzieliśmy, jak jest daleko i na jaki azymut się kierować. Niepewność dotarcia do miejsca przeznaczenia pogłębiał również fakt, że nie mieliśmy samochodu terenowego, tylko VW Polo. Ale byliśmy już tak blisko, że grzechem było by nie spróbować nawet za cenę awarii i jałowych kilometrów po bezdrożach.

CEL był blisko! Ale zacznę od początku.

Większość wyjazdów urlopowych planujemy dużo wcześniej. Praca wymusza jakieś harmonogramy. Staramy się też, by na urlopach pojawiały się wątki meteorytowe, gdyż czyni go to atrakcyjniejszym i wymusza większą aktywność. Drinki z palemkami nad hotelowym basenem to ostatnia rzecz,

jaka by nas interesowała. Ale bywa, że kilka wolnych dni wpada tak znieścacka i trzeba je zagospodarować. Tak też było tym razem. Wadi miała kilka dni wolnego, więc wypadało gdzieś pojechać. Szybka akcja sprawdzania w Internecie tanich pobytów i decyzja.

Trzy palce

— Może pojedziemy na Chalkidiki? Grecja, przyroda i starożytności! Lubimy te trzy rzeczy, a tam jeszcze nie byliśmy. — Ok. Ile można jeździć za meteorytami?

Z przyzwyczajenia sprawdziłem jednak co tam spadło i co znajdowali. Rzeczywiście, meteoryty mamy z głowy. Słabo. Będzie zatem słońce, krajobrazy i zabytki.

Po kilku dniach wylądowaliśmy w Salonikach i dalej autokarem

na Chalkidiki do fajnego hoteliku. Pierwsze wrażenia. Obsługa w hotelu w znacznej części rosyjskojęzyczna. Boy hotelowy to Gruzin, nad basenem drinki serwował sympatyczny Rosjanin, a na stolówce usługiwali m.in. Azerowie. Oczywiście Grecy też byli. Ponieważ Grecja leży blisko Rosji, więc sporo tu turystów z tego kraju. Przyjeżdżają nie tylko wypoczywać, ale ze względu na pokrewieństwo religii greckokatolickiej i prawosławnej, znajdują tu swoje miejsca kultu i wspólne korzenie. Po zakwaterowaniu udaliśmy się do rent-a-car po samochód. Pierwszy lans po miasteczku i następny akcent rosyjski. Bardzo duży procent sklepów z futrami i rosyjskimi napisami: меха, кожи. W tak ciepłym kraju chyba nie potrzebują tylu zimowych ubrań? Ale domyśliliśmy się, o co chodzi. Byliśmy kiedyś na Cyprze i znamy te drugie dno.... Jak nam później potwierdzono w hotelu, dotarła tu również rosyjska szara strefa, a te sklepy to „pralnie pieniędzy”. Cóż? Przyjechaliliśmy po słońce i krajobrazy.

Tak też było. Byliśmy w miejscu, gdzie urodził się Arystoteles. Obu miejscach! Bo dwa miasteczka aspirują do tej roli. Zjechaliliśmy dwa „palce” półwyspu Chalkidiki, trzeci zarezerwowany jest dla mnichów. Zabytki nie dorównywały tym, jakie można zobaczyć w Turcji czy na Krecie, ale nie to zaprzętało nam głowę.

Nieprawdą było by stwierdzenie, że nie przygotowaliśmy się na elementy meteorytowe. Tuż przed wyjazdem, Wadi wyszperała w sieci, całkiem nowe newsy o odkryciach meteorytowych w Grecji. Mieliśmy cel, dość odległy i jeszcze przez nas nie widziany, ale...

W drogę

Pomimo znacznej odległości do celu większość drogi pokonaliśmy autostradą A1, więc szło szybko. Po wyjechaniu z Salonik, trochę zdziwiło nas niewiele samochodów na autostradzie. Czasami pokonywaliśmy samotnie wiele kilometrów. Na postoju na stacji benzynowej spotkaliśmy małżeństwo Polaków mieszkające w Grecji od wielu lat. Wyjaśnili nam, że autostrada jest ona potwornie droga, a Grecja przecież w kryzysie. Większość kierowców jeździ zatem krętymi drogami lokalnymi. Fakt, przejazd A1 z Salonik do



Większy krater i Magoula Zerelia (obraz z Google Earth)



Mniejszy krater (obraz z Google Earth)

Aten to myto ponad 50 euro! My nie mieliśmy wyjścia, gdyż chcieliśmy obrócić w jeden dzień, a dystans do pokonania był spory.

Po drodze mineliśmy zjazd na Werię. Wiele lat temu, jeszcze w czasach studenckich, jeździło się do Grecji w celach zarobkowych. Kiedyś w okolicach Werii przez wiele tygodni zbieraliśmy *rodakiny* czyli brzoskwinie. Dniówka wynosiła wówczas niemal równowartość mojej miesięcznej pensji w Polsce. Więc sporą część trasy wspominaliśmy z sentymentem te czasy. Praca była lekka, dobrze płatna i w towarzystwie miłych Greków. To było przed kryzysem, my z Komuny, oni mieli swoje drachmy i wieczory w restauracjach przy rycynie i powroty do domy traktorami.

Obiekt

Pomimo obaw, udało nam się sprawnie dotrzeć na miejsce. Już z odległości setek metrów wypatrywaliśmy celu. Krajobraz był bajkowy. Teren lekko pagórkowaty. Na horyzoncie, z jednej strony góry Othrios, z drugiej dało się dostrzec brzeg Zatoki Pagasyjskiej. Nie do końca wiedzieliśmy, jak będzie wyglądał nasz kosmiczny obiekt. Zdjęcia w internecie to jedno, a zobaczyć to w realu to co innego.

Nigdy nie widzieliśmy w naturze celu naszego wyjazdu! Parokrotnie wydawało nam się, że jakieś zagłębienie czy kępa krzewów to TO. Nawet pomimo pewnej niedoskonałości tych fałstart-obiektów, byliśmy skłonni uznać je za piękne. Przecież rzeczy stworzone przez kosmiczne siły, muszą być wyjątkowe. Szybki rzut oka na GPSa i okazywało się, że to nie TO. Jeszcze kawałek do przejechania.

Po pokonaniu kolejnego pagórka, dotarliśmy szutrem do miejsca, położonego o ok. 150 metrów od celu. Zatrzymaliśmy się i spojrzeliśmy w prawo. To co zobaczyliśmy przeszło najśmielsze oczekiwania! Lekko w dole widać było owalną taflę granatowej wody wypełniającą KRA-TER METEORYTOWY. Prawdziwy! Wszystko to oprawione w piękną mozaikę pól, uplastycznianą cieniami chmur sunących po błękitnym niebie Grecji. Przez kilka chwil napawaliśmy się tym widokiem.

Gdy wróciliśmy na Ziemię, przestał doskwierać nawet upał. Byliśmy u celu i już ten widok mógłby



Widok na większy krater



Widok na mniejszy krater (po prawej widać nasyp budowanego centrum informacyjnego)

zakończyć naszą podróż. Czapki na głowy, aparaty fotograficzne w dłoń i wyruszyliśmy na poszukiwania drugiego krateru. Okazało się, iż byliśmy w błędzie, że obiekt nie stanowi atrakcji turystycznej. Dziś, za tydzień, za miesiąc, jeszcze nie. Ale w pobliżu drogi widać już było fundamenty pod nowoczesne centrum turystyczno-badawcze. Przystojny młody Grek przenosił jakieś materiały budowlane, a dwoje ludzi prowadziło na sąsiednich pagórkach pomiary geodezyjne. Pewnie teren zostanie również ogrodzony i zaczną obowiązywać jakieś ograniczenia swobodnego poruszania się po terenie.

Jeziora Zerelia (Λίμνες Ζερέλια)

Jeziora Zerelia lub Zirelia (gr. λίμνες Ζερέλια, Ζηρέλια, ang. Zerelia Lakes) to dwa okrągłe jeziora znajdujące się około 4 km na po-

łudniowy zachód od miejscowości Almyros (Αλμυρού) w regionie Thesaly w środkowej Grecji. Leżą one pośród pól na wysokości ok. 130 m n.p.m. u północnych podnóży pasma gór Othrios (Οθρυός). Na wschód od większego jeziora znajduje się mały pagórek z prehistoryczną osadą (Magoula¹ Zerelia) zamieszkałą już w środkowym neolicie i w epoce brązu (6–4 tys. lat p.n.e.). W tym rejonie znajdowała się również świątynia poświęcona kultowi greckiej bogini Atenie Itonis. Podobno ruiny świątyni znajdują się w jednym z jezior i są widoczne, tylko wtedy, gdy poziom wody jest bardzo niski. Ostatni raz miało to miejsce w 1980 roku po silnym trzęsieniu ziemi w tej okolicy.

¹ Magoula (Μαγούλα) — tym terminem określa się w Grecji sztuczne pagórki (wzniesienia góry) będące relikami prehistorycznych osad powstające w wyniku ciągłego zamieszkania i nawarstwienia osadów. Wszystkie magoula są pod ochroną. Termin ten można przetłumaczyć jako „policzki”.

Większe jezioro ma około 250 m średnicy i 8 m głębokości. Mniejsze, leżące ok. 250 m na zachód ma 150 m średnicy i ok. 6 m głębokości.

Początkowo uważano oba jeziora za skutek zjawisk krasowych lub, że są pochodzenia wulkanicznego. W grudniu 2010 roku naukowcy Lagios Evangelos i Dietrich Volker J.² po badaniach przeprowadzonych w rejonie kraterów wysunęli hipotezę, że powstały one w wyniku spadku meteorytów.

O okolicach kraterów znaleziono liczne ostrokrawędziowe do zaokrąglonych klasty (*angular to rounded clasts*) i brekcje wielogenetyczne (*polygenic breccias*). Tego typu skały nie przypominają znajdujących się tam okolicznych skał i jakiegokolwiek materiału wulkanicznego. Cechy petrograficzne, mineralogiczne i chemiczne zebranych próbek są interpretowane jako materiał, który podlegał stopieniu w wyniku wysokiej temperatury i uległ szokowi ciśnieniowemu. Takie warunki mogły zaistnieć tylko w przypadku spadku dużego meteoroidu. Najsilniejszym argumentem mającym o tym świadczyć są znalezione częściowo przetopione ziarna cyrkonu, które musiały być poddane działaniu temperatury 1400–1800 stopni. Takie temperatury nie występują w procesach metamorfizmu w skorupie ziemskiej i górnym płaszczu.

Prawdopodobnie para tych kraterów powstała w wyniku spadku meteorytów około 8–12,5 tys. lat temu (w holocenie). Prawdopodobna wielkość ciał, które dotarły do powierzchni ziemi wynosiła od 10 do 30 metrów.

„Poszukiwania”

Przed wyjazdem w rejon kraterów znaleźliśmy wyniki badań, więc nie liczyliśmy na to, że znajdziemy fragmenty meteorytu. Takie poszukiwania przeprowadzono już wcześniej i nic nie znaleziono. Wiadomo też, że przy takiej wielkości spadających ciał powstają krater wybuchowe, a materia meteoroidu ulega destrukcji przekształcając się w energię.

Szukaliśmy... ale bardziej pięknych widoków i kadrów. W takich miejscach również wyobraźnia zaczyna pracować na najwyższych obrotach. Chodząc po terenie wyobraża-

² Lagios Evangelos, Dietrich Volker J., et al., *Mineralogical and Geophysical Investigations on the Twin-Meteorite Impact Craters in Thessaly (Central Greece)*



Wadi szuka meteorytów



Widok na mniejszy krater, na pierwszym planie kupiskol z kamieniami — świadkami katastrofy sprzed tysięcy lat

liśmy sobie, jak musiało to wyglądać kilka tysięcy lat temu. Może w dniu spadku tereny te były zamieszkałe przez jakiś ludzi, jak przerażające i wyjątkowe musiało być to wydarzenie? Cały teren pokryty jest kamieniami z których naukowcy odczytali scenariusz kosmicznej katastrofy. Widzieliśmy na ziemi również wiele artefaktów, które z kolei opowiadają ziemskie losy ludzi. Może w ustnych przekazach ludzi neolitu zachowały się jakieś wątki dotyczące katastrofy? Siedząc na wzgórzu Magoula Zerelia próbowaliśmy wyobrazić sobie, jak przez wieki rejon ten tętnił życiem, jak wiele istnień ludzkich i ich losów „zapisanych” jest w wszedobylskich artefaktach. Jak Kosmos spleta się z losami ludzi!

Odwlekaliśmy chwilę odjazdu. Na koniec zrobiliśmy sobie piknik wśród drzew na skraju jednego z kraterów. Sycąc ciało i ducha.

Bibliografia

- Magoula Zerelia — <http://extras.ha.uth.gr/zerelia/en/>
Wikipedia — <http://el.wikipedia.org/wiki/Λίμνες Ζερέλια>
Dietrich, V. J.; Lagios, E.; Reusser, E.; Sakas, V.; Gartzos, E.; Kyriakopoulos, K., *The enigmatic Zerelia twin-lakes (Thessaly, Central Greece): two potential meteorite impact Craters* — <http://adsabs.harvard.edu/abs/2013SolED...5.1511D>



Jan Woreczko — z wykształcenia astronom, z zawodu informatyk. Właściciel jednej z większych kolekcji meteorytów w Polsce. Każdą wolną chwilę poświęca na podróże i tworzenie strony o kamieniach z nieba www.woreczko.pl



Ignacy Domeyko i meteoryty

Janusz W. Kosiński

Ignacy Domeyko jest jednym z tych Polaków, którym dzięki swym zdolnościom i pracowitości udało się osiągnąć bardzo dużo na polu naukowym (i nie tylko), ale z różnych powodów stało się to poza rodzinnym krajem. W przypadku Domeyki, żyjącego w XIX w., była to emigracja po powstaniu listopadowym z podzielonej rozbiorami Rzeczypospolitej.

Chile, dokąd trafił Domeyko w 1838 r., było w pełni samodzielnym państwem od zaledwie 28 lat. Ale było to państwo rozwijające się niebywale dynamicznie. Potrafiło nie tylko stworzyć Domeyce warunki do pracy, ale też docenić jego wysiłek i zaangażowanie, czego ślady w historii tego odległego od Europy państwa możemy odnaleźć współcześnie. A chilijscy geolodzy do dzisiaj uważają Domeykę nie tylko za ojca ich rodzimej geologii, ale również meteorytyki.

Ignacy Domeyko urodził się 31 lipca 1802 r. w Niedźwiadce k. Nowogródka (dzisiejsza Białoruś). Mając zaledwie 7 lat stracił ojca, co miało znacząco wpłynąć na jego życie. Opiekę nad małym Ignacym roztoczyli dwaj stryjowie: również Ignacy — prawnik oraz Józef — przyrodnik i geolog. Po latach stryj Ignacy wybronił swego bratanka przed zsyłką na Syberię za działalność w organizacjach filomatów i filaretów, natomiast stryj Józef rozbudził w swym krewnym zainteresowanie geologią, mineralogią i górnictwem. W 1812 r. małoletni Domeyko wstępuje do 3 klasy gimnazjum pijarów w Szczuczynie Litewskim. Szkoła znana jest z wysokiego poziomu nauczania, co w połączeniu z dużymi uzdolnieniami pozwala Ignacemu już w wieku 14 lat zostać studentem Uniwersytetu Wileńskiego, w Oddziale Nauk Fizycznych i Matematycznych.

Cesarski Uniwersytet Wileński przeżywa w tym czasie okres swego

największego rozwoju. Wykładowcami, ale też uczonymi czynnie rozwijającymi różne dziedziny wiedzy, są m.in.: Jan Śniadecki, Jędrzej Śniadecki, Stanisław Jundziłł, Józef Mickiewicz, Jan Znosko, Joachim Lelewel, Anioł Dowgird, Feliks Drzewiński i wielu innych.



Portret Ignacego Domeyki przechowywany na Uniwersytecie Wileńskim (autor nieznany)

Ignacy Domeyko właśnie w Wilnie ma okazję zapoznać się z meteorytami. W czasie jego studiów na Uniwersytecie trafiają pierwsze okazy meteorytu Brahina. Meteorytem tym zajmują się: Jędrzej Śniadecki (analiza chemiczna), Stanisław Jundziłł (pozyskanie kolejnych fragmentów), Ignacy Horodecki (przekazanie fragmentów meteorytu do badań w Paryżu) — z wszystkimi Domeyko miał w tym czasie zajęcia. W krótkim czasie odnotowane i zbadane zostają jeszcze dwa upadki meteorytów: w Zaborzycy i w okolicach Lixny — studiujący w tym czasie Domeyko zapewne je widział.

Przed przystąpieniem do obrony pracy magisterskiej, Domeyko musiał

zdać egzaminy z różnych dziedzin wiedzy. Zachowany „*Dziennik egzaminów do stopnia magistra filozofii Ignacego Domeyki*” zawiera dokładne informacje o egzaminach i pytaniach egzaminacyjnych. 5 kwietnia 1822 r. Domeyko zdawał egzamin m.in.: z mineralogii (egzaminującym był wspomniany już Ignacy Horodecki). Pierwsze pytania egzaminacyjne brzmiały:

„*Zdeterminował sztukę żelaza meteorytycznego.* —

O kamieniach meteorytycznych w ogólności.

O ich tworzeniu się i pierwiastkach do ich składu wchodzących...”¹

Wynika z tego, że wiedza o meteorytach była studentom przekazywana, a później wymagana na egzaminie magisterskim.

Po ukończeniu studiów Ignacy Domeyko szuka miejsca (i zajęcia) dla siebie — planuje dalsze studia w Berlinie, ale nie otrzymuje paszportu.

W 1823 r. zostaje aresztowany za działalność w organizacjach filomatycznych. W następnym roku zostaje zwolniony z więzienia (dzięki wstawiennictwu stryja Ignacego), ale ma ograniczoną wolność — przebywa w swego rodzaju więzieniu domowym, pod dozorem policyjnym aż do sierpnia 1830 r. Gdy wybucha powstanie listopadowe, Domeyko bierze w nim czynny udział.

Po upadku powstania wie, że nie może wrócić do swych rodzinnych stron. Przez Prusy Wschodnie emigruje na Zachód, a jego pierwszym przystankiem jest Drezno. Z Niemiec wyrusza do Francji i w 1834 r. podejmuje studia w paryskiej Szkole Górniczej. Tam w 1837 r. otrzymuje dyplom inżyniera górnictwa, ale też poznaje wielu francuskich uczonych — m.in. zaprzyjaźnia się z Gabrielem Augustem Daubrée, późniejszym

¹ Biblioteka Uniwersytetu Wileńskiego, Dział Rękopisów, sygn. F2 KC 123, k. 85-97

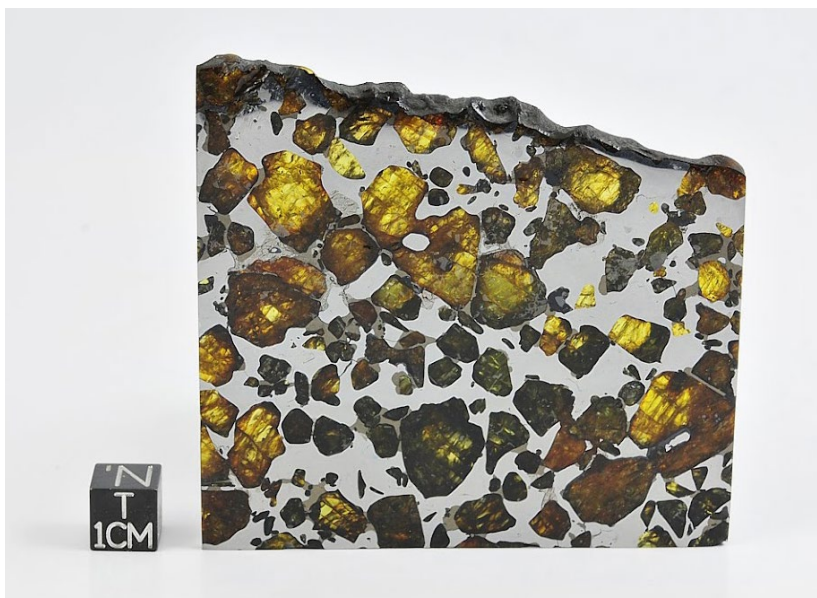
wybitnym badaczem meteorytów. W czasie studiów, upewnia się, że wybór takiego kierunku zainteresowań i zawodu był właściwy. W wyborze tym wspiera go stryj Józef pisząc do niego w lipcu 1835 r.:

„Odbieram przyjemną wiadomość o wygranej (...) na loterii, daj Boże żebyś co raz w dziesięciokrotnie wygrywał i przez to więcej miał łatwości w nowym poświęceniu się swoim do mineralogii, nabycia tak pysznego i kompletnego gabinetu, jak był kiedyś nieśmiertelnego Wernera (...) Jest siła, która meteorycznym kamieniom na Ziemię lecieć każe, a może kometa Halley bieg Ziemi zmieniając, wodą razę tyle zalewała, może i w tym roku co z Ziemią zrobi, bo już miesiąc drugi, jak kropli deszczu nie widać, a i w tej porze okropnie smali... napisz do mnie za odebraniem niniejszego, o sobie, o swojej geologii, czy... wedle Buffo[na] nauczyciele uważają, czy wedle Wernera... donieść proszę o Sobie, i o Twojej tak kochanej geologii (...)”²

W drugiej połowie 1837 r. Ignacy Domeyko otrzymuje ofertę pracy w odległym Chile — jako profesor chemii i mineralogii ma 6 lat pracować w Szkole Górniczej w Coquimbo (La Serena). W styczniu 1838 r. wyrusza do Ameryki Południowej, gdzie spędzi kolejne... 46 lat życia.

W Chile Domeyko z romantyka (był przyjacielem Adama Mickiewicza) przemienia się w pozytywistycznego tytana pracy i nauki. Prowadzi wykłady z chemii, mineralogii, fizyki, geologii, buduje laboratoria, pisze podręczniki, pokonuje tysiące kilometrów w czasie wypraw badawczych, doskonalili swój hiszpański... Z La Sereny przenosi się w 1846 r. do Santiago de Chile, gdzie zostaje Sekretarzem stołecznego Uniwersytetu, a w latach 1867 — 1883 jego Rektorem.

Domeyko jest nie tylko wykładowcą i administratorem Uniwersytetu. Prowadzi badania terenowe: geologiczne, mineralogiczne, geofizyczne, meteorologiczne, etnograficzne... Zakłada sieć stacji meteorologicznych i obserwatorium astronomiczne. Prowadzi prace kartograficzne i geodezyjne. Jest rozjemcą w sprawach górniczych. Tworzy od nowa sieć szkol-



Płyta meteorytu Imilac (fot. Tomasz Jakubowski)



Okaz meteorytu Vaca Muerta (fot. Tomasz Jakubowski)

nictwa średniego i wyższego, tworzy muzeum etnograficzne i pisze... Pisze dziesiątki artykułów publikowanych zarówno w Chile, jak też w Europie; publikuje książki — głównie podręczniki, które sprawiają, że Chilijczycy szybko nadrabiają zaległości i studiują z coraz większym zapałem. W krótkim czasie Universidad de Chile staje się czołową uczelnią południowoamerykańską i nie ustępuje uniwersytetom europejskim... Długo można wymieniać zasługi Domeyki dla przybranej ojczyzny, ale nas interesuje jego związek z meteorytami i meteorytyką.

W działalności Domeyki meteoryty mają swoje trwałe miejsce. Po przeprowadzce do stolicy Chile, Santiago, rozpoczyna wykłady na tamtejszym uniwersytecie wykorzystując swój

napisany po hiszpańsku (a tego języka musiał nauczyć się od podstaw zaledwie kilka lat wcześniej !) podręcznik do mineralogii. „*Elementos de mineralogia*” wydany jeszcze w La Serenie w 1845 r., na 383 stronach zawierał ówczesny stan mineralogii, a pamiętać trzeba, że była to dyscyplina dynamicznie się rozwijająca. Domeyko ze zrozumiałych względów więcej uwagi poświęca metalom (do dzisiaj Chile słynie z wydobycia rud metali — wiele z ich miejsc występowania odkrył właśnie nasz rodak), a rozdział o żelazie i minerałach powstających z jego udziałem rozpoczyna od opisu „hierro meteóritico” („żelaza meteorycznego”). Jednoznacznie wskazuje na pozaziemskie pochodzenie brył takie żelazo zawierających (z Księżyca

² Biblioteka Polska w Paryżu; wyjątki z listów rodzinny do Ignacego Domeyki, Rps nr 1018/9

bądź z Kosmosu) i przytacza analizy chemiczne meteorytów: „Siberia”³, Santa Rosa⁴, Toluca⁵ oraz „Atacama”⁶. Przy okazji Domeyko prezentuje też meteoryty kamienne, podając m.in. średni skład pierwiastkowy obliczony na podstawie analizy 25 różnych meteorytów tego typu.

W kolejnych publikacjach i podręcznikach Domeyko wskazuje na badania meteorytów jako ważny element wiedzy mineralogicznej⁷, by w 1884 r. wydać książkę „Grandes masas de aerólitos hallados en el Desierto de Atacama” („Wielkie masy meteorytów znalezione na pustyni Atacama”) poświęconą odkryciu i badaniom meteorytu Vaca Muerta. To właśnie dzięki Domeyce, ten meteoryt znaleziony w 1861 r. stał się znany w meteorytyce światowej.

W bibliografii Ignacego Domeyki możemy znaleźć również szereg artykułów poświęconych meteorytom. Pierwszy z nich opublikowany został już w 1848 r., ostatni w roku 1875. W sumie było ich 11. Często artykuły pisane przez Domeykę ukazywały się równocześnie w Chile oraz we Francji — w ten sposób stał się naukowcem znanym nie tylko w swojej przybranej ojczyźnie, ale również w centrum nauki europejskiej, jakim był wówczas Paryż. Egzemplarze swoich książek i artykułów Domeyko rozsyłał do wielu ośrodków naukowych i uniwersytetów na całym świecie, m.in. na Uniwersytet Jagielloński.

Domeyko przekazywał nie tylko efekty swoich prac teoretycznych czy kameralnych. W ciągu swojego długiego i pracowitego okresu dzia-

łalności naukowej, przekazał tysiące okazów mineralogicznych do różnych kolekcji, zbiorów, instytucji muzealnych i naukowych, laboratoriów. Warto zauważyć, że były to zawsze okazy niezwykle, często bardzo rzadko spotykane, również minerały odkryte przez Domeykę. Wśród tych okazów zawsze poczesne miejsce zajmowały meteoryty.



Tablica poświęcona Ignacemu Domeyce w Wilnie, odsłonięta z okazji 200-nej rocznicy urodzin (foto: J. W. Kosiński)

Najwięcej okazów zebranych i opracowanych przez Domeykę posiada Muzeum Mineralogiczne Uniwersytetu w La Serenie — pierwszym miejscu pracy po przybyciu do Chile. Bogate kolekcje przekazał do Szkoły Górniczej w Paryżu, której był absolwentem oraz innych paryskich instytucji naukowych. Wśród okazów były również meteoryty, m.in. 3 kg i 16 kg okazy z pustyni Atacama.

Domeyko nie zapominał nigdy o polskich naukowcach i instytucjach. Największą ilość okazów przekazał do Krakowa — otrzymały je Uniwersytet Jagielloński oraz Akademia Umiejętności. Kolekcję 63 cennych okazów otrzymał również Cesarski Uniwersytet Warszawski (choć był to raczej uniwersytet rosyjski, ale pracowali w nim Polacy).

W każdym z przekazanych zbiorów znajdowały się meteoryty. Do

dzisiaj w kolekcji Muzeum Geologicznego ING PAN w Krakowie znajdują się okazy pallasytu Imilac (5 całkowitych okazów, największy waży 22,6 kg !) oraz mezosyderytu Vaca Muerta (o wadze 20 kg) opisanego w 1862 r. po raz pierwszy przez Domeykę. Jest to kolekcja przekazana krakowskiej Akademii Umiejętności w 1884 r.

Uniwersytet Jagielloński otrzymał okazy od Domeyki trzykrotnie w latach 1853, 1871, 1884 i do dzisiaj posiada ofiarowane fragmenty meteorytów Imilac i Vaca Muerta.

Kolekcja podarowana w 1884 r. Uniwersytetowi Warszawskiemu również zawierała meteoryty — niestety w 1939 r. została całkowicie zniszczona w wyniku działań wojennych.

Ignacy Domeyko, pomimo licznych zajęć i zainteresowań, doceniał meteoryty i żywo się nimi interesował. Sam prowadził ich badania (m.in. w 1848 r. przeprowadził analizę chemiczną i badania mineralogiczne meteorytu Imilac), monitorował wyniki prac na ich temat, kolekcjonował je. Domeyce (o czym już była mowa) zawdzięczamy pierwsze informacje o meteorycie Vaca Muerta. Chilijczycy zaś zawdzięczają mu początki wiedzy o meteorytach — był pierwszym, który o nich pisał w tym kraju. Dzisiaj w Chile opisanych jest 715 różnych meteorytów. Tradycje zobowiązują!



Janusz W. Kosiński jest z wykształcenia geografem i mieszka w Wyszkowie, stąd zapewne szczególne zainteresowanie spadkiem meteorytu Pułtusk. Autor wielu publikacji głównie dotyczących historii meteorytyki w Polsce. Organizator wielu spotkań i warsztatów meteorytowych, twórca Pracowni Komet i Meteorów.

[Signature]



Doniesienia z Wiki

Deszcz meteorytów, a znaleziono „tylko” kilka okazów!

Jan Woreczko

25 listopada 1833 roku (poniedziałek) około 18:30 po południu w południowo-wschodnich Czechach obserwowano jasny bolid, po którym spadły w pobliżu miejscowości Blansko niedaleko Brna, meteoryty. Według opisów bolidu i okoliczności spadku, prawdopodobnie spadło dużo kamieni (**deszcz meteorytów**), ale znaleziono tylko kilka małych okazów. Jest to chondryt zwyczajny popularnego typu H6.

Spadek

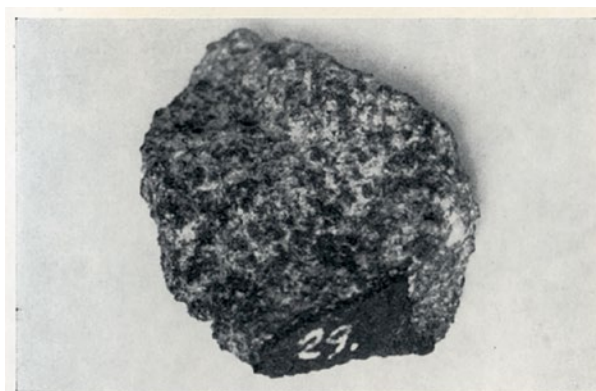
Opis bolidu i okoliczności spadku znalazł się m.in. w *Kurjerze Warszawskim* z 15 stycznia 1834 roku (*pisownia oryginalna*):

(...) — Z *Brynu* opisują nam następujące nader zadziwiające zjawisko: D. 25 Listopada r. z. miasto nasze nagle przerażone zostało nadzwyczajnym i tak żywym blaskiem, iż wzięto go zrazu za łunę pożaru. Lecz przeciągły i podobny do grzmotu trzask na powietrzu przekonał wkrótce wszystkich iż blask ten pochodził od meteoru, ludzie zaś znajdujący się podówczas na ulicach, widzieli całe Niebo oświeconem ze strony północnej. Toż samo uważano w Butowitz, Austerlitz, i innych okolicznych wioskach na przestrzeni przeszło 80 mil kwadratowych. W powietrzu ukazało się ogniste iakieś ciało, które w spadaniu swoim coraz nie przestawało się zwiększać, tak iż wreszcie zdawało się całym domem. Spadało iedno po drugim mnóstwo takichże meteorów. Blask ich tak był rażącym, iż zupełnie ćmiły oczy, a towarzyszące odgłosy piorunów, słyszano na kilkanaście mil do koła. Konie stawały nieruchome, i sami nawet ludzie padali ze strachu o ziemię, lub modlili się w kłęczkach. Długo iednakże na miejscu tego zjawiska, nie znajdowano żadnych aerolitów, i dopiero w 11 dni później, udało się Doktorowi *Reichenbach* znaleźć ieden z tych kamieni, których później znajdzie się bezwątpienia i więcej.

W wyniku poszukiwań zorganizowanych przez barona Karla Ludwiga Friedrich von Reichenbach znaleziono okazy, które spadły w okolicach wsi Závist około 5 km na zachód od Blansko. Pierwszy okaz (*był spalony czerem*) znalazł okoliczny chłop 11 dni po spadku. W czasie kilkudniowych skoordynowanych poszukiwań brało udział kilkadziesiąt (do 120) osób, w okolicach wsi znaleziono

jeszcze dodatkowo 7 sztuk. Znalezione okazy/fragmenty miały od 4 do 77 gramów (Tuček 1981). Obszar spadku szacowano na 70-80 mil kwadratowych (Benzenberg 1839).

33 lata po spadku w 1866 roku, H. Wänkel lekarz (z zainteresowań paleontolog, speleolog i archeolog) z huty w Blansko, znalazł okaz o wadze 8 łutów (jeśli są to funty austriackie, to 8 łutów $\approx$ 140 g), który trafił do zbiorów muzeum w Brnie. Był on mocno zardzewiały, lecz miał jeszcze wyraźnie widoczną skorupę obtopieniową (Kopecky 1869; Wänkel 1867).



34. Meteoritický kámen — chondrit z hromadného pádu u Blanska na Moravě — se zbytkem natavené povrchové kůry (skut. vel. 35×30×15 mm, foto F. Tvrz).

Fragment meteorytu Blansko (132 g) ze zbiorów muzeum w Brnie (źródło: Tuček 1981).

Karl (Carl) Ludwig Friedrich von Reichenbach

Związki barona von Reichenbach z meteorytem **Blansko** nie są przypadkowe. Ten urodzony w Stuttgarcie niemiecki chemik, geolog, metalurg, przedsiębiorca i filozof, trochę ekscentryk, wiele lat spędził w Blansko. Od 1821 roku pracował w tamtejszej hucie, gdzie zajmował się m.in. procesem produkcji i surowcami. Sporządził wówczas mapy geologiczne tego rejonu pod kątem złóż. Interesował się procesami destylacji substancji organicznych, miał kilka ważnych odkryć w tej dziedzinie. Pasjonował się chorobami układu nerwowego i „magnetyzmem zwierzęcym”. Późniejsze zbytne zaangażowanie się w badania pozazmysłowe i o wpływie kosmosu na istoty żywe spowodowały, że inne jego osiągnięcia są trochę niedoceniane.

Więcej o tym spadku na portalu <http://wiki.meteoritica.pl>

Bibliografia

- Benzenberg Johann Friedrich, (1839), **Die Sternschnuppen (Mit 9 Steintafeln.)**, Hamburg 1839, ss. 357, (s. 263–264).
- Kopecky Benedikt, (1869), **Ueber Steinfälle**, *Schriften des Vereins zur Verbreitung naturwissenschaftlicher Kenntnisse Wien*, 9, 1869, s. 43–66 (s. 59–62).
- Kurjer Warszawski*, (1834), nr 14 (15 stycznia 1834), s. 75.
- Reichenbach Karl Freiherr von, (1835), **Meteorsteinfall bei Blansko in Mähren am 25. November 1833**, *Zeitschrift für Physik und verwandte Wissenschaften*, vol. 3, 1835, s. 73–77.
- Tuček Karel, (1981), **Meteority a jejich výskyty v Československu (Meteorites and their occurrence in Czechoslovakia)**, Academia, Praha, 1981, ss. 269, (s. 182–186, 227).
- Wänkel Heinrich (Wankel Jindřich), (1867), **Über den Meteoritenfall im Jahre 1833 in der Nähe von Blansko**, *LOTOS. Zeitschrift für Naturwissenschaftlichen*, 17, Prag 1867, s. 73–77, 103–109.

Meteorytowe targi Ensisheim 2015

Martin Goff

Po mojej pierwszej wizycie na targach w Ensisheim w 2014 roku cały rok czekałem na następną wizytę i po jedenastu miesiącach, trzech tygodniach i pięciu dniach wyruszałem na targi ponownie. Jadąc szosą w kierunku domu Grahama Ensora kilkakrotnie wspominałem z uśmiechem różne zdarzenia sprzed roku. Zatrzymałem się u Grahama na kilka godzin, zanim wyruszyliśmy na lotnisko Gatwick, gdzie mieliśmy spotkać Luthera Jacksona i przenocować, by zdążyć na poranny lot w piątek. Wziąłem ze sobą zestaw adapterów i kamer do okularu mikroskopu, ponieważ Graham kupił niedawno duży mikroskop polaryzacyjny i chciałem dołączyć kamerę, by zrobić dobrej jakości zdjęcia. Eksperymentując przez kilka lat z różnymi mikroskopami i kamerami zebrałem sporo różnych adapterów i przedłużek, więc byłem pewien, że znajdziemy działający układ. Zanim zaczęliśmy bawić się mikroskopem, poszliśmy coś zjeść i naprawić telefon Grahama, który tego ranka przestał się ładować. Znaleźliśmy w końcu mały, niezależny zakład naprawy telefonów, gdzie stwierdzili, że bateria jest uszkodzona i zaoferowali wymianę na oryginalną za kilka funtów. Małe lokalne firmy, takie jak ta, są darem bożym, często robiąc to, co trzeba, znacznie lepiej niż duże sieci. Po kanapkach Panini na lunch wróciliśmy do Grahama, by poeksperymentować z mikroskopem. Była to wielka, ciężka bestia, zbudowana, by przetrwać lata, i chociaż potrzebowała trochę czyszczenia, to była w doskonałym stanie. W ciągu kilku minut uruchomiliśmy ją i zrobiliśmy trochę niezłych zdjęć. Po paru dalszych regulacjach i próbach uzyskaliśmy zdjęcia, z których naprawdę byliśmy zadowoleni. Zostawiłem adapter u Grahama, by móc skorzystać w późniejszym terminie i załadowaliśmy samochód Grahama, by wyruszyć do Gatwick.

Po dwu i pół-godzinnej jeździe bez żadnych przeszkód dotarliśmy do hotelu, gdzie odwiedziliśmy restaurację i bar. Hotel był pięć minut drogi od lotniska, co nas bardzo cieszyło, bo nie musieliśmy wstawać zbyt wcześnie następnego ranka.

Luthera spotkaliśmy na lotnisku przy nadawaniu bagażu i po zapakowaniu naszego bagażu i odprawieniu go byliśmy gotowi do drogi. Po krótkim, półtoragodzinnym locie wylądowaliśmy na lotnisku Basel-Mulhouse i bez trudności odebraliśmy zamówiony samochód, ładny, mały 4x4. Skierowaliśmy się ku Ensisheim i wkrótce przeoczyliśmy właściwy zjazd z autostrady! Po szybkim włączeniu Sat Nav w telefonie, wkrótce znów odnaleźliśmy drogę i niebawem wjeżdżaliśmy na parking hotelu 'Le Domaine du Moulin'. Jest to fantastyczny hotel, a mnóstwo kwiatów w wiszących koszach i na klombach, to piękny widok na przywitanie.

Szybko wrzuciliśmy bagaże do pokoi i skierowaliśmy się prosto na główny plac. Najpierw zobaczyliśmy Anne Black, a potem wpadliśmy na Jaouada Chaoui i Giorgia Tomelleri. Jaouad miał ze sobą trochę ładnych okazów i namówiliśmy go, by otworzył swój plecak i dał nam rzucić okiem. Przybyło więcej osób i czekaliśmy, aż pojawi się organizator, Zelimir Gabelica, który miał klucze do 'Musee la Regence', gdzie odbywają się targi.

Na targach co roku jest niewielka wystawa, organizowana niezależnie od głównych targów i mieszcząca się w muzeum, w tym samym budynku. Normalnie ta wystawa miała temat i była organizowana przez jedną osobę lub grupę osób. Zeszłego roku Graham, Luther i ja wystawialiśmy meteoryty z UK i Irlandii. W tym roku jednak Zelimir udostępnił miejsce na tej wystawie wszystkim gościom, zapraszając ich w taki sposób:

„Najpiękniejsze meteoryty znajdują się prawdopodobnie w światowych

muzeach, ale także i w zbiorach prywatnych. Cóż więc powiedzielibyście na pokazanie waszych najlepszych okazów publicznie? Postanowiliśmy otworzyć dla was witryny Muzeum Regencji. Zapraszamy każdego do wystawienia tu od jednego do pięciu meteorytów, które lubicie najbardziej ze względu na ich piękno, (rzeczywiście czy subiektywne), rzadkość lub ogólne (naukowe, historyczne lub anegdotyczne...) zainteresowanie. To właśnie wy macie uzasadnić wasz wybór, przedstawiając (na etykietce), jakimi kryteriami kierowaliście się. Publiczność będzie głosować, by przyznać nagrodę trzem najbardziej cenionym meteorytom.”

I Graham i ja przywieźliśmy po kilka okazów na wystawę. Graham przywiózł swój ważący 1,471 kg okaz Tazy używany w dawnych czasach jako narzędzie, a ja przywiozłem mój 93,5 gramowy okaz chondrytu Barwell wraz ze związanymi z nim zdjęciami i listami z czasów spadku. Czekając, aż Zelimir otworzy, abyśmy mogli umieścić nasze okazy na wystawie, a dealerzy mogli rozkładać stoiska, uraczyliśmy się po raz pierwszy piwem na placu. W takim historycznym otoczeniu i w towarzystwie dobrych przyjaciół oczekiwanie nie było uciążliwe — trudno o lepszy sposób spędzenia godziny, niż siedzenie z piwem w rękę na głównym placu w Ensisheim!

Zjedliśmy także pierwszy posiłek w 'Le Yacht', którego niebieskie, plastikowe krzesła widać w tle na zdjęciach wielu targowych gości. Siedząc na zewnątrz obserwowaliśmy dokonywane transakcje, gdy rozładowywano samochody, otwierano skrzynie i worki i odwijano okazy. Najlepsze z nich często w ogóle nie docierały na stoiska dealerów...

Wraz z Lutherem wróciliśmy do hotelu, by zdrzemnąć się chwilę, po czym wróciliśmy na plac, by zobaczyć nowe dostawy. Znaleźliśmy Grahama,

który był zajęty pierwszymi transakcjami na targach. Kupił już ładny, duży fragment eukrytu i piękny, świeży, ważący 214 gramów okaz, pokryty skorupą ze splekaniami kontrakcyjnymi. Jego mały fragment został już zbadany i wyniki pokazały, że jest to rumurutit. Nic dziwnego, że Graham skorzystał z okazji!

Zelimir otworzył już sale i dealery uwijali się taszcząc skrzynie tam i z powrotem i w górę i w dół po zabawkowych, spiralnych schodach. Nasz trójka poszła do muzeum, by zobaczyć, czy możemy już umieścić nasze okazy na wystawie. Było tam już wiele osób rozmieszczających okazy w wystawowych gablotach. Sigrid Wengert miała pięknie rzeźbioną, ważącą 7 kg 'mise' Gibeona, która wystawiła wraz z obrazem okazu namalowanym przez jej męża. Moritz Karl rozpakowywał kilka niesamowitych, historycznych okazów; między innymi ogromne płyty Bencubbina i pallasytu Eagle Station, a Greg Hupe miał główną masę i dużą płytę NWA 5000, które były po prostu niesamowite. Gdy Graham wraz ze mną znalazł wolną gablotę i rozmieszczaliśmy nasze okazy na wystawie, pojawił się Marc Jost z torbą pełną delicii, wśród których była ogromna, ważąca 1,2 kg, główna masa Tatahouine. Z dużymi fragmentami pokrytymi skorupą, co rzadko można zobaczyć na tym meteorycie, był to doprawdy widowiskowy okaz. Podczas targów przeszedł on w inne ręce i teraz jego posiadaniem chlubi się Vincent Jacques. Tak czy owak nasze meteoryty były w towarzystwie paru rzeczywiście bardzo znamienitych okazów i była to doprawdy nieprawdopodobna, światowej klasy wystawa, więc słusznie mogliśmy być dumni, że jesteśmy jej częścią.

Zmiana charakteru wystawy tematycznej nie była jedyną zmianą w tegorocznych targach. Niestety strażnicy meteorytu Ensisheim (Confrerie Saint-Georges des Gardiens de la meteorite d'Ensisheim) zostali rozformowani z powodu problemów zdrowotnych 'Grand Maître'. Zelimir zapewniał nas, że bractwo będzie znów na miejscu na przyszłorocznych targach w formie podobnej do jego poprzedniego wcielenia. Mi osobiście brakowało pompy i ceremoniału czerwonych płaszczy, przemówień i ceremonii przyjmowania nowych członków, które były tak bardzo francuskie. Mam nadzieję, że ta tradycja będzie w jakiejś formie kontynuowana, bo byłoby rzeczywiście dużą stratą, gdyby tak się nie stało.

Zelimir oficjalnie otworzył targi przy wszystkich zgromadzonych na głównym placu. Niestety jeśli ktoś nie stał na samym przodzie, nie mógł usłyszeć niczego z powodu braku nagłośnienia. Ludzie krążyli wokół tworząc chwilowe grupki i racząc się piwem i winem przed oficjalnym przyjęciem otwierającym targi. W tym roku nie skorzystaliśmy z tego lecz poszliśmy do 'La Diligence', miejscowego baru i restauracji, które pamiętaliśmy z zeszłego roku. Przyłączył się do nas Andries Goedhart i Rene Rudolphie z Holandii. Mieliśmy wybór pizzy, sałatek i tutejszych, 'alzakich' specjalów przepłukiwanych miejscowym piwem.

Andries był osobą, którą poznałem na Facebooku, i to była jego pierwsza wizyta na targach. Podczas przygotowań do targów kontaktował się ze mną kilkakrotnie i miło było spotkać go osobiście. Jego przyjaciel Rene nie był wprawdzie zainteresowany meteorytami, ale przyjechał po prostu spędzić miły weekend. I miły weekend

z pewnością obaj mieli. Przyjemnie było słyszeć komentarze o wspaniałej atmosferze i przyjaznym przyjęciu, jakiego doświadczyci podczas weekendu ze strony kolekcjonerów i dealerów. Wystarczy powiedzieć, że Rene wyjechał z kilkoma meteorytami w torbie i obaj

zapewniali przy pożegnaniu, że wrócą w 2016 roku.

Po posiłku wróciliśmy na plac i dołączyliśmy do grupy miłośników piwa, w której byli między innymi Mike Bandli, Rob Wesel, Dave Gheesling, Svend Buhl i jego brat Henning, Marc Jost i Peter Marmet. Rob wyciągnął skądś butlę Maker's Mark Bourbon i butlę Lemon Sour, które cieszyły się rzeczywiście dużym powodzeniem. Na targach zawsze jest fantastyczna atmosfera, a zwłaszcza wieczorami na placu. Bez względu na doświadczenie kolekcjonerskie, czy to dealer czy naukowiec, czy nawet zainteresowany tubylec, wszyscy tworzą grupki, których skład zmienia się w ciągu wieczoru. Rosjanie, Polacy, Brytyjczycy, Niemcy, Amerykanie i przedstawiciele wielu innych narodowości razem cieszą się wspólną pasją i miłe spędzonym czasem.

Po zamknięciu piwiarni nasza grupa skierowała się do 'La Diligence', by kontynuować zabawę. Tuż przed odejściem podeszło do nas paru miejscowych chłopaków, którzy pytali, co to za impreza. Po krótkiej rozmowie wyjaśniającej powiedzieli, że będą się tu kręcić jutro i starają się wpaść na plac, by dołączyć do nas. Gdy przeszliśmy do baru, okazało się, że Andries i Rene nie mogą znaleźć taksówki, by dostać się do hotelu, który był za miastem, więc spytałem właściciela baru, czy nie mógłby załatwić taksówki. Niestety okazało się, że nie ma możliwości znalezienia taksówki i żona właściciela baru bardzo uprzejmie zaproponowała, że ich odwiezie. W tym czasie Dave, Marc, Graham, Luther i ja delektowaliśmy się różnymi rodzajami trunków. Jednak po powrocie żony właściciela szybko stało się oczywiste, że bar jest otwarty już tylko dla nas, więc postanowiliśmy pozwolić im go zamknąć i iść spać.

Dave poszedł do hotelu, ale Marc zaprosił naszą trójkę do wynajętego przez siebie domu na szklaneczkę przed snem. Po drodze zatrzymaliśmy się na zdjęcia na wygodnie umieszczonym leżaku na rondzie. Zabawnie było. Zakończyliśmy poranną biesiadą składającą się z chleba, sera i salami podlewanych piwem. W końcu przyszła pora uznać, że jest noc, więc poszliśmy do hotelu. Umówiliśmy się, że wstajemy około 9 rano i udaliśmy się na dobrze zasłużony sen.



Zelimir otwiera targi.

Następnego ranka wstałem o 8.30 i wziąłem prysznic, po czym wysłałem wiadomość do Grahama i Luthera i postanowiłem wrócić do łóżka. Oni poszli na plac, by być tam, gdy otworzą się drzwi do sal targowych, a ja dołączyłem do nich później, mniej więcej w porze lunchu, po dalszym, pokrzepiającym śnie. Gdy wyszedłem z hotelu, spotkałem Dave'a i razem poszliśmy coś przegryźć do 'Le Yacht'. Wkrótce dołączył do nas Graham i Luther, a także Darryl Pitt. Meteorytowa dyskusja nad pizzami i cheeseburgerami trwała, aż Darryl musiał wyjść, by pojechać na spotkanie do Zurichu.

Po lunchu nastąpiły moje pierwsze oględziny targów i wędrowałem dokoła oglądając wszystkie oferty dealerów. W pierwszej sali było kilka stoisk oferujących mnóstwo niesklasyfikowanych okazów NWA, stoisko pełne szkła Pustyni Libijskiej, rosyjski sprzedawca z ładnymi płytkami Szymchana i stoisko pełne impaktytów i stożków uderzeniowych. W drugiej sali było jeszcze kilku rosyjskich sprzedawców, których nie znałem, oferujących jeszcze więcej Szymchana, Dronino i Chelyabinska. Chelyabinsk nie był tak widoczny, jak w zeszłym roku, a tym bardziej jak rok wcześniej, gdy stoiska były całkowicie zasypane pięknymi okazami. W tej sali byli także Sergey Afanasyev i Dima Sadilenko z Cometshop, Pani i Sergey Vasiliev. Zatrzymałem się, by popatrzeć pożądliwie na Sergey'a duży okaz Orgeuil, który pamiętałem z zeszłego roku. W następnej sali były komisowe gabloty z mnóstwem okazów wyłożonych na pokuszenie. Między innymi widziałem tam oferowanych kilka ładnych, andyjskich tektytów.

Anne Black była na swoim tradycyjnym miejscu z ogromnym wyborem meteorytowych płytek cienkich od pospolitych do rzadkich typów wraz niektórymi bardzo historycznymi. Gdy przechodziłem obok, Anne zaprosiła mnie do stoiska, ponieważ miała parę płytek cienkich, które odłożyła dla mnie wiedząc, że kolekcjonuję francuskie meteoryty i ich płytki cienkie. Agen i Plancy de L'abbaye leżały wprost na mojej drodze i skorzystałem z okazji, by kupić oba. Dzięki Anne!

W głównej sali było znacznie więcej dealerów, zbyt wielu, by spamiętać. Przypominam sobie, że byli tam Laurent Jaworski, Uwe Eger, Art Met, Alain Carion, Luc Labenne, Mike Farmer i Moritz Karl. Także Greg Hupe, Pierre-Marie Pele, Fabien Kuntz, Thomas Stalder z Sahara Gems, Giorgio Tomelleri, Stefan Ralew, Francesco Moser i oczywiście Peter Marmet i Marc Jost. Każdy miał wspaniałe, liczne i różnorodne okazy do zaoferowania. Zatrzymałem się przy stoisku Pierre'a, ponieważ miał on trochę książek i manuskryptów o francuskich meteorytach, które już zarezerwowałem i musiałem tylko odebrać. Mnóstwo materiału do czytania, by doskonalić moją znajomość francuskiego.

Wyszliśmy na zewnątrz na drinka z 'Chely' Gregiem dyskutując o okazie rumurutitu Grahama. Greg przedstawił nas dr Karłowi Wimmerowi, który miał miernik podatności magnetycznej i bawiliśmy się w 'zgadnij, jaki to typ' z nim i Haraldem Stehlikiem. Harald nie był przekonany, ale Karl powiedział, że odczyt na jego SM-30 był w przedziale dla rumurutitów, więc odgadł. Okazuje się, że fragment meteorytu Grahama już był analizowany i potwierdzono, że to rumurutit, ale nie został on jeszcze oficjalnie sklasyfikowany. Graham, Luther i ja poszliśmy potem do 'La Diligence' coś zjeść, wybierając z menu jeszcze trochę alzackich specjalów. Zaczynaliśmy być już tu stałymi bywalcami i właściciele witali nas uśmiechem. Siedzieliśmy na tarasie na zewnątrz i w połowie naszego posiłku boczne drzwi restauracji otworzyły się i w kłębach dymu z cygara pojawił się Marc Jost, który siedział w prywatnej salce z Peterem Marmetem i innymi. Jego towarzystwo oznacza zawsze dobrą zabawę. Marc uraczył nas opowieścią o swych poszukiwaniach meteorytów i wszyscy z przyjemnością i rozbawieniem słuchaliśmy historii o jego wyczynach w ostatnich latach.

W zeszłym roku, po tym jak Graham, Luther i ja przygotowaliśmy naszą wystawę, dostaliśmy jako podziękowanie dwie skrzynki wina Ensishheim. Ponieważ wkrótce potem lecieliśmy do domu, daliśmy kilka butelek Sergeyowi Vasilievowi, który świętował urodziny, a pozostałe dziewięć butelek wziął Laurent Jaworski, który był tak miły, że zgodził się przechować je dla nas w piwnicy do następnego roku. Wcześniej tego dnia odebrałem te butelki od Laurenta (Merci Laurent!) i dałem barmanowi, który uprzejmie zgodził się przechować je dla nas. Po powrocie na plac rozmieściłem te butelki na stołach, by wszyscy mogli się delektować, co też robili. Przysługa została odwzajemniona, bo Rob przyniósł ostatnie z Makers Mark i obaj wykończyliśmy go dwoma głębszymi. Potem podszedł do mnie jeden z miejscowych organizatorów, który zauważył, że mówię po francu-

W zeszłym roku, po tym jak Graham, Luther i ja przygotowaliśmy naszą wystawę, dostaliśmy jako podziękowanie dwie skrzynki wina Ensishheim. Ponieważ wkrótce potem lecieliśmy do domu, daliśmy kilka butelek Sergeyowi Vasilievowi, który świętował urodziny, a pozostałe dziewięć butelek wziął Laurent Jaworski, który był tak miły, że zgodził się przechować je dla nas w piwnicy do następnego roku. Wcześniej tego dnia odebrałem te butelki od Laurenta (Merci Laurent!) i dałem barmanowi, który uprzejmie zgodził się przechować je dla nas. Po powrocie na plac rozmieściłem te butelki na stołach, by wszyscy mogli się delektować, co też robili. Przysługa została odwzajemniona, bo Rob przyniósł ostatnie z Makers Mark i obaj wykończyliśmy go dwoma głębszymi. Potem podszedł do mnie jeden z miejscowych organizatorów, który zauważył, że mówię po francu-



Ja, Andries, Rene, Graham i Luther w „La Dilligence”, barze/restauracji, którą znaleźliśmy w zeszłym roku i smakowały nam tamtejsze dania. W tym roku też nas nie rozczarowali!



Gdy bar został zamknięty, przenieśliśmy się do Marc's place zatrzymując się, by przysiąc po drodze.

sku. Spytał, czy mógłbym zapewnić, że wszyscy opuszczą pawilon przed północą i czy później moglibyśmy zachowywać się ciszej. Spytałem, czy ktoś się skarżył poprzedniej nocy, ale powiedział, że nie, i że po prostu stara się, by targi były dobrze przyjmowane przez mieszkańców, i żebyśmy nie zrażali ich hałasując nad ranem. Powiedział, że ochrona pojawi się o północy, by zamknąć sklep. Jak obiecał, ochrona pojawiła się, gdy tylko minęła północ, i zostaliśmy wyprowadzeni z placu. Pragnąc kontynuować zabawę Graham, Kally Wombacher i ja poszliśmy z Dave Gheeslingiem do baru, ale ku naszemu rozczarowaniu, był on zamknięty, więc wszyscy wróciliśmy do hotelu z pozostałymi trzema butelkami wina. Przy recepcji spotkaliśmy Luthera, Roba i Mike'a, ale recepcja była zamknięta, podobnie jak hotelowy bar, więc nie było ani szklanek, ani korkociągu. Nie przeszkodziło nam to. Dave otworzył pierwszą butelkę przy pomocy łyżeczki do herbaty, a używane szklanki na stołach zostały wkrótce umyte i przygotowane do ponownego użycia. Usiedliśmy w krąg, opowiadaliśmy historie, częstowaliśmy się winem i śmialiśmy się do rana. Fantastyczne zakończenie fantastycznego dnia.

Następnego ranka wszyscy wstaliśmy późno i spotkaliśmy się o 9:30, by spakować nasz bagaż, który okazał się dziwnie cięższy niż był przed przyjazdem. Była chwila paniki, gdy Graham nie mógł nigdzie znaleźć swej szaszetki. Miał ją przyczepioną do paska praktycznie zawsze i były w niej wszystkie zakupione okazy, pieniądze, paszport itd. Przetrzęsaliśmy cały pokój zaglądając w każdy kąt, bez rezultatu. Obawialiśmy się, że mogła zostać w barze, w nocy, albo w pawilonie na placu, więc zbiegliśmy po schodach z bardzo zaniepokojonym Grahamem. Na wszelki wypadek zapytałem w recepcji i na szczęście została ona przyniesiona wcześniej razem z jego marynarką. Uff! To mógł być koszmar! Po skończeniu pakowania się wymeldowaliśmy się, zostawiliśmy bagaż w samochodzie i poszliśmy do miasta na śniadanie.

Weszliśmy do małej kafejki, którą pamiętaliśmy z zeszłego roku, i zjedliśmy na dobry początek dnia smaczne śniadanie z kawą, bagietkami i brioszkami. Potem skierowaliśmy się

na plac i po napotkaniu Roba Wesela i Mike'a Bandli i zgarnięciu Jasona Utasa i Bastiana Baeckera poszliśmy na peryferie miasta, by zobaczyć pomnik oznaczający miejsce spadku meteorytu Ensisheim. Zrobiliśmy kilka pamiątkowych zdjęć i wróciliśmy do hotelu, by pokazać im drugi pomnik meteorytu zaraz przy hotelowym wejściu. Jest to makieta ognistego kamienia z Ensisheim pozostawiającego ślad w krajobrazie Alzacji, która wraz z innymi wzmiankami rozsianymi wokół pokazuje, jak dumne jest miasto ze swego dziedzictwa meteorytowego.

Mike Farmer polecał pizzerię, która podobno serwowała najlepsze pizze, jakie kiedykolwiek jadł, więc umówiliśmy się z Robem and Mikem, że spotkamy się tam później na lunchu. Teraz było więcej grzebania i przeglądania, zauważania nowych okazów na stoiskach nawet jeśli już tam zaglądałem poprzednio i wpadania na ludzi z którymi jeszcze nie rozmawiałem lub doganiania ich.

Gdy okazało się, że pizzeria jest zamknięta, nasza trójka zabrała Roba i Mike'a do La Diligence, gdzie pokazaliśmy im niektóre miejscowe specjały, które próbowaliśmy przez ostatnie dwa dni. Rob wybrał przystawkę z koziego sera i bekonu, która była nie mniejsza, niż ta, którą dostałem poprzedniego dnia jako główne danie, chociaż nie powstrzymało go to przed zjedzeniem z apetytem pizzy, jako głównego dania! Przy sąsiednim stole siedzieli Vincent Jacques, Arnauld Mignan i Ludovic Ferriere. Ludovic jest kustoszem niesamowitej kolekcji meteorytów w wiedeńskim muzeum i w trakcie rozmowy okazało się, że on zauważył rumurutit, który Graham kupił, i to był temat ich rozmowy podczas posiłku. Gdy rozmawialiśmy, właściciel/szef kuchni podszedł do naszego stołu z ogromnym pistacjowym i karmelowym 'Vacherin' (lody na deser), które sporządził tego dnia; nie mogliśmy wyjść bez spróbowania i skusiło nas kilka porcji do podziału. Zwłaszcza Mike był wniebowzięty, gdy je spróbował; były naprawdę wyborne i szef miał absolutną rację, że przyniósł je, by nas skusić!

Czuąc się przyjemnie najedzeni powędrowaliśmy powoli do centrum targów, by poszukać okazji z ostatniej chwili i wypić kilka ostatnich piw na placu przed odjazdem. Wszystko

działo się zbyt szybko, bo próbowaliśmy spotkać się z każdym. Uściskami i uśmiechami przekazaliśmy nasze pożegnania aż do czerwca 2016.

Chociaż nie było tak gorąco i słonecznie jak przed rokiem, wciąż było ciepło i udało nam się uniknąć deszczu. To znaczy dopóki nie opuściliśmy placu po ostatnich pożegnaniach, bo wtedy musieliśmy gnać do hotelu, by uniknąć ulewy, która właśnie się zaczynała.

Pojechaliśmy na lotnisko i po oddaniu wypożyczonego samochodu spędziliśmy miłą godzinę przy kawie na zewnętrznym tarasie obserwując lądujące i startujące samoloty. Wśród nich zauważyliśmy całkiem sporo prywatnych odrzutowców i zastanawialiśmy się, kto mógł siedzieć na pluszowych, skórzanych fotelach wewnątrz...

Po niedużym opóźnieniu naszego startu przybyliśmy do Gatwick o 22:15 czasu brytyjskiego i poszliśmy na parking, by rozpakować nasz wspólny bagaż i rozdzielić zawartość. Graham i ja pożegnaliśmy Luthera i pojechaliśmy do domu Grahama zatrzymując się po drodze tylko na chwilę na kawę. Dotarliśmy na miejsce około 3:15 nad ranem i poszliśmy prosto do łóżek. Następnego ranka wstałem na poranną herbatę i zobaczyłem Grahama oglądającego swoje nowe nabytki i chrupiącego tost. Zawsze to miło mieć nowe okazy do włożenia do gabloty, które ledwie kilka godzin wcześniej leżały na stoisku dealera. Rumurutit pokryty wspaniałymi spękaniem kontrakcyjnymi był po prostu fantastyczny!

Obiecałem mojej córce Phoebe, że wrócę do domu na czas, by przybyć na spotkanie z okazji dnia ojca w jej szkole, więc musiałem wyjechać przed 11. Przyjechałem w sam raz na spotkanie, po którym wszyscy tatusiowie mieli okazję iść do klasy, by wraz ze swymi dziećmi zrobić portret. Wynik współdziałania Phoebe ze mną był całkiem dobry, jak sądzę.

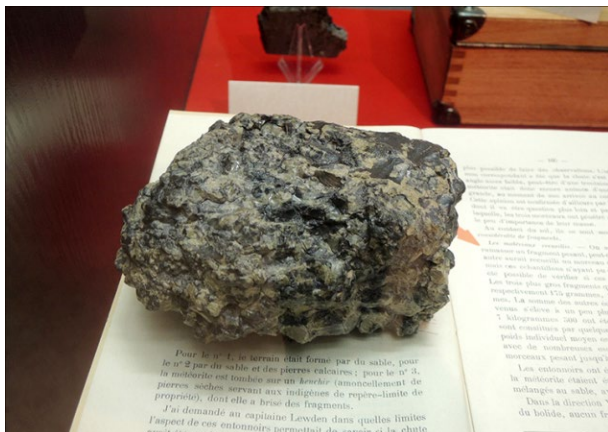
Cóż, targi Ensisheim 2015 były i minęły, nowe okazy zostały dodane do kolekcji, nowe przyjaźnie zawarte, a stare scementowane i oczywiście przybyło więcej wspaniałych wspomnień. Ustawiłem już na mojej stronie licznik, który odlicza, ile czasu zostało do Ensisheim 2016. Dni, godzin i minut ubywa dla mnie zbyt powoli! Do zobaczenia tam w przyszłym roku!



Duży okaz Tazy z regmagliptami, z kolekcji Grahama Ensora, który używany był dawniej jako narzędzie.



Niektóre z delicii Grahama, piękny, orientowany, rozbity eukryt i zdumiewający, duży, całkowity okaz rumurritu pokryty spękaniami kontrakcyjnymi. Fot. Luther Jackson.



Ten wspaniały okaz zmienił podczas targów właściciela i teraz dumnie rezyduje w kolekcji Vincenta Jacque.



Marc Jost, Sergey Vasiliev i Peter Marmet kupili niedawno starą kolekcję z wieloma fantastycznymi okazami. Wiele z nich pochodziło od Waltera Zeitschela. Między innymi był tam ważący 10 g fragment Nakhli.



Graham, Jarkko, Luther i Tomasz.



Ja, Graham, Mike, Rob, Luther, Jason i Bastian przy pomniku meteorytu Ensisheim.



Jeden z ostatnich widoków związanych z meteoritem, gdy szliśmy do hotelu przed wyjazdem na lotnisko.



Niezwykłe podobieństwo.

Martin Goff pracuje jako oficer śledczy w Greater Manchester Police. Pierwszy swój meteoryt (mały Campo del Cielo) kupił w 2007 roku i teraz jest już dojrzałym maniakiem meteorytowym. Jako pół Francuz szczególnie gustuje w meteorytach francuskich, które zbiera namiętnie wraz z brytyjskimi.

Źródło zdjęć: <http://msg-meteorites.co.uk/meteorite-adventures/the-ensisheim-meteorite-show-2015/>