

# METEORYT

Nr 2 (94) Czerwiec 2015 ISSN 1642-588X

W numerze:

- Procesy na powierzchniach ciał Układu Słonecznego
- Nowy duży okaz Moraska
- Skąd nadleciały meteoryty Morasko?
- Wywiezione okna spod Czelabinska
- Jerzy Pokrzywnicki rocznicowo
- Galeria chondr belkowych



## 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 Drażkowski

Druk: Studio Martin, Lidzbark W.

*Na okładce: Chondra belkowa oliwinowa z chondrytu węglistego typu CV3.2 Allende, światło przechodzące, skrzyżowane nikole (fot. T. Jakubowski, K. Łuszczek).*

*Wyżej: nowe znalezisko meteorytu Morasko wydobyte przez Andrzeja Owczarzaka i Michała Nebelskiego. Po oczyszczeniu masa okazu wynosi 174 kg czyli jest to drugi co do wielkości okaz tego meteorytu.*

Stanisław Jachymek zaprasza do Guciowa w sobotę, 10 października, na Piknik Meteorytowy. Warto przyjechać nieco wcześniej i wyjechać nieco później, bo okolica ładna, jadło dobre, a gospodarz obiecuje specjalne niżki dla uczestników Pikniku.

Miejsca można rezerwować korzystając z kontaktów na stronie:

<http://www.guciw.pl/>

## Od Redaktora:

Udało się złożyć kolejny numer, ale podziękowania dla autorów kieruję głównie do tych samych osób, co poprzednio. Trochę mnie to niepokoi. Co będzie, jak ci autorzy się zmęczą? Na wdzięczność znów zasłużyli: Agata Krzezińska, Tomasz Brachaniec, Wiesław Czajka, Tomasz Jakubowski, Janusz W. Kosiński, i Jan Woreczko. Skromny, ale znaczący wkład ma też Andrzej Owczarzak. My special thanks go to Svend Buhl and Dave Gheesling za zgodę na opublikowanie tłumaczenia książeczki o przygodach z oknami z wioski spod Czelabinska. Dziękuję także autorom zdjęć, którzy są wymienieni przy poszczególnych fotkach.

Z przyjemnością odnotowuję również, że od czerwca dr Agata Krzezińska pracuje w National History Museum w Londynie, dzięki czemu ma styczność z jednym z największych zbiorów meteorytów na świecie. Mam nadzieję, że zaowocuje to dalszymi, interesującymi artykułami.

Znalezienie przez Andrzeja Owczarzaka drugiego, co do wielkości, okazu meteorytu Morasko cieszy, ale też pobudza do niewesołych refleksji. Jak większość poszukiwaczy znalazca informuje jedynie, że znalazł meteoryt, nie podając lokalizacji, ani okoliczności znalezienia. Domyślamy się tylko, że okaz został znaleziony poza rezerwatem, bo w rezerwacie szukać bez zezwolenia nie wolno. Lokalizacja tak dużego znaleziska może mieć duże znaczenie dla rozważań dotyczących obszaru rozrzutu i kierunku spadania deszczu meteorytów Morasko, ale pozostaje tajna. Znalazca obiecuje wprawdzie, że kiedyś ją ujawni, ale to samo obiecywał Krzysztof Socha i na obietnicach się skończyło.

Poważnym problemem w badaniach Moraska jest brak rzetelnego dokumentowania znalezionych okazów. Czytaliśmy niedawno w artykułach poświęconych poszukiwaniu meteorytów, jak ważne jest dokładne dokumentowanie znalezisk. Niestety poza nielicznymi wyjątkami, głównie z terenu rezerwatu, znaleziska Moraska takiej dokumentacji nie mają i dlatego publikowana mapa znalezisk ma jedynie charakter orientacyjny. Opiera się bowiem tylko na oświadczeniach znalazców, że okazy zostały znalezione mniej więcej we wskazanym miejscu. Nie ma podstaw, by kwestionować prawdziwość tych oświadczeń, ale znamy jeden przypadek, gdy poszukiwacz stracił wiarygodność z uwagi na inne działania i automatycznie stawia to pod znakiem zapytania jego meteorytowe znaleziska. Choćby po to, by uniknąć takich sytuacji, trzeba dokumentować znaleziska wyznaczając współrzędne, sporządzając dokumentację fotograficzną, wiążąc trwale wszelkie informacje z okazem i publikując, by umożliwić wykorzystanie w badaniach.

Problem nie jest wyłącznie polski i powoduje niechęć wielu naukowców do poszukiwaczy, którzy myśląc jedynie o zarobku niszczą dane naukowe. Jedni dążą do zamknięcia terenów dla poszukiwaczy, a inni wciąż publikują zalecenia i ponawiają prośby o dokumentowanie znalezisk tak, by jakoś pogodzić pracę zarobkową z pracą naukową. Temat ten będzie zapewne jeszcze niejednokrotnie poruszany.

Andrzej S. Piłski



# Badania meteorytów.

## Nowe przypuszczenia o procesach na powierzchni ciał Układu Słonecznego

Agata Krześcińska

**M**eteoryty ciekawią większość z nas głównie dlatego, że są fragmentami obcych światów, często bardzo różnych od Ziemi.

Ziemia jest planetą aktywną geologicznie, co znaczy, że po utworzeniu jądra, płaszcza i skorupy ciągle zachodzą na niej procesy, które prowadzą do zmian na powierzchni: do otwierania się i rozrastania oceanów, tworzenia pasm górskich, erozji i wielu, wielu innych. Być może dlatego, uwaga wielu naukowców skierowana jest ku meteorytom, które pomagają nam odczytać informacje o procesach, które na Ziemi już nie zachodzą lub nigdy nie działały, których ślady na Ziemi zostały zatarte. Badania te jednak nie są w założeniu proste, bo meteoryty pochodzą przeważnie z ciał, na których panują warunki zupełnie nie znane nam z Ziemi. Zanim więc uda się poznać procesy działające kiedyś, trzeba zastanowić się także nad tym, co dzieje się „bardziej współcześnie” na ciałach Układu Słonecznego i w meteorytach.

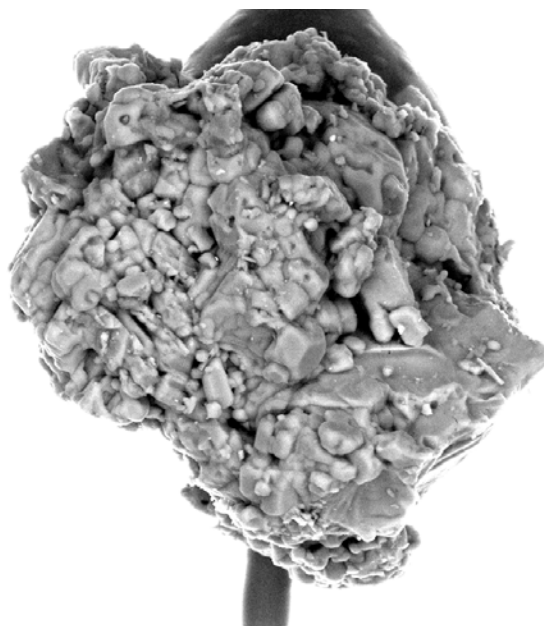
Meteoryty stanowią grupę bardzo różnorodnych skał, wśród których znajdziemy fragmenty reprezentujące zarówno części wewnętrzne jak i powierzchniowe planetoid i planet. Te ostatnie spotykamy chyba jednak najczęściej. Skąd możemy o tym wiedzieć? Ponieważ małe ciała Układu Słonecznego (planetoidy, Księżyc) nie zgromadziły wokół siebie gazowej powłoki atmosfery, przez co są one poddane nieustannemu wpływowi próżni kosmicznej i cząsteczek wiatru słonecznego. Cząsteczki te wnikają w powierzchniowe warstwy skał i oddziałują z napotkanymi minerałami. Znamy grupy meteorytów, w których nie obserwuje się śladów działania cząsteczek wiatru słonecznego; są to meteoryty żelazne, czy też chondryty CO, CK, acapulcoity, lodranity, winonaity, brachinity. W wielu innych

grupach natomiast częstymi przedstawicielami są brekcje wzbogacone w zaimplantowane cząsteczki wiatru słonecznego. Do takich brekcji należą wszystkie znane chondryty węgliste grup CI, CM, CR oraz 3–15% chondrytów zwyczajnych i meteorytów poszczególnych innych grup (Bischoff i in. 2006).

Takie brekcje regolitowe powinny w prosty sposób dawać się łączyć z powierzchnią planetoid. Jednak od dawna wiadomo, że analizy spektralne, w podczerwieni, promieniowania odbitego od pokrytych pyłem powierzchni planetoid, nie odpowiadają spektrom uzyskanym w analogiczny sposób dla sproszkowanych meteorytów. Mimo że obserwujemy w takich spektrach pewne cechy wspólne, które pozwalają nam łączyć poszczególne grupy planetoid z poszczególnymi grupami meteorytów, to nie do końca wszystko pasuje. Przez wiele lat nie udawało się znaleźć dobrego

połączenia pomiędzy najczęściej docierającymi do Ziemi meteorytami – chondrytami zwyczajnymi, a ich macierzystymi planetoidami. W bardzo dużym uproszczeniu, można powiedzieć, że spektra planetoid sugerują, że ich powierzchnie są ciemniejsze i nieco bardziej czerwone niż meteoryty (Cloutis i in., 2014). Jest to zagadka, która zajmowała naukowców od lat. Idealnym laboratorium do prześledzenia tego zjawiska stały się próbki dostarczone przez misję Hayabusa.

Sonda kosmiczna Hayabusa (JAXA) została wystrzelona w maju 2003 r. z zamiarem pobrania próbek gruntu z planetoidy Itokawa. Sonda dotarła do Itokawy we wrześniu 2005 r., wykonała serię badań orbitując wokół planetoidy, po czym pobrała próbki jej gruntu i w czerwcu 2010 r. dostarczyła je na Ziemię. Cząsteczki zebrane przez Hayabusę są pod względem składu mineralnego, chemicznego i izotopowego identyczne jak chondry-

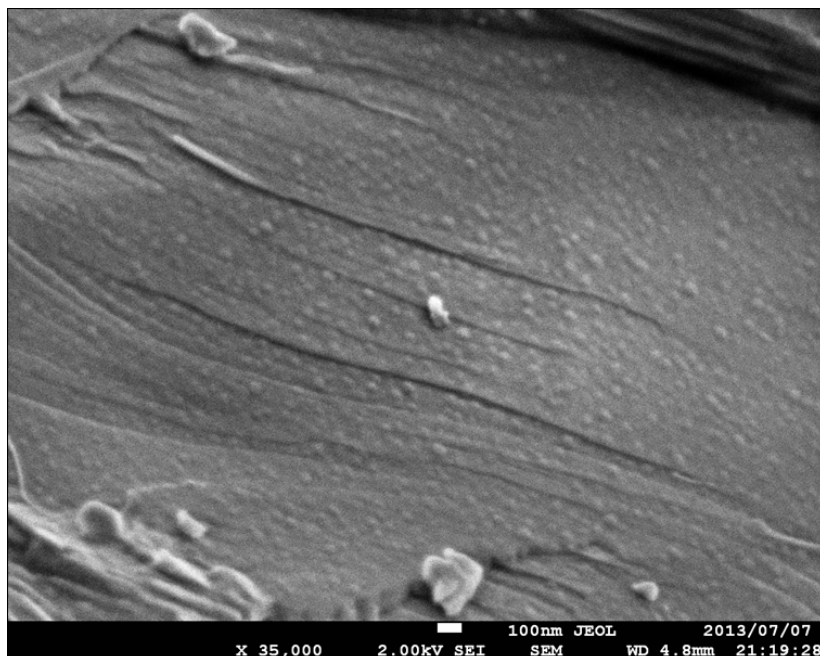


Fot. 1. Cząsteczka regolitu z Itokawy przywieziona przez misję Hayabusa przedstawiona w obrazie wykonanym przy pomocy mikroskopu elektronowego (FE-SEM). Numer katalogowy cząsteczki RA-QD02-0033. Swoim rozmiarem cząsteczka nie przekracza 100  $\mu\text{m}$ , czyli porównywalnie do drobnopziarnistego piasku. Autorstwo fotografii: prof. Akira Tsuchiyama.

ty LL5–6 (np. Nakamura i in. 2011). Pomimo swoich rozmiarów rzędu 100–200  $\mu\text{m}$  (fot. 1), czyli rozmiaru drobnoziarnistego piasku, ziarenka te są cennym materiałem naukowym do porównawczych badań planetarnych, bo dokumentują działanie wielu procesów na powierzchni planetoidy, a dokładnie w warstwach regolitu.

Analiza cząsteczek z Itokawy ujawniła, że na powierzchni większości z tych ziarenek obecne są cieniutkie warstewki (zaledwie 80 nm grubości) amorficznej substancji krzemianowej zawierającej liczne nanoglobulki metalicznego żelaza. To właśnie istnienie tych globulek sprawia, że spektra planetoid są czerwieniejsze i ciemniejsze niż spektra skał meteorytowych, które tych amorficznych warstewek nie mają (Noguchi i in. 2014; Matsumoto i in. 2014). Proces niszczenia krzemianów i powstawania żelazowych nanoglobulek nazwano „wietrzeniem kosmicznym”. W jaki sposób dochodzi do wytworzenia nanoglobulek żelaza? Powierzchnię planetoidy można sobie wyobrazić jako warstwę przejściową pomiędzy skałą a próżnią – przestrzenią kosmiczną. Na Ziemi pomiędzy tymi środowiskami istnieje atmosfera, na planetoidach – nie. Kiedy więc wysokoenergetyczne jony niesione przez wiatr słoneczny, a w szczególności  $\text{H}^+$  i  $\text{He}^+$  docierają do planetoidy, uderzają bezpośrednio o powierzchnię ziaren mineralnych, powodując nieodwracalne zniszczenie struktury krystalicznej, nadtapianie ziaren, powstawanie ‘pustek’ w ziarnach (tzw. blistrów), redukcję zawartego w minerałach krzemianowych żelaza do formy metalicznej  $\text{Fe}^0$  i zlepianie się powstałych fragmencików (fot. 2). Jak wiele czasu potrzeba, aby zniszczyć powłoczkę ziaren takim procesem? Niewiele. Z obliczeń uwzględniających gęstość wiatru słonecznego w pasie planetoid wynika, że wystarczy zaledwie tysiąc lat, aby skałę na powierzchni planetoidy zmienić znacząco przez wietrzenie kosmiczne.

Dlaczego jednak ten proces nie jest zapisany w meteorytach, które także przecież przebywały w zewnętrznych partiach planetoid? Bo istnieje inny proces, stale konkurujący z tym pierwszym. Jak zaobserwowano, część ziarenek z Itokawy (około 75%) ma dość kanciaste zarysy, a na ich ściankach obecne są nierówne



*Fot. 2. Obraz powierzchni cząsteczki regolitu z Itokawy w bardzo dużym powiększeniu, uzyskany pod mikroskopem elektronowym (FE-SEM). Cząsteczka o numerze RB-QD04-0043. Widoczna abrazja powierzchni piroksenu i drobne uszeregowane wybrzuszenia na powierzchni, tzw. blistry, które powstały wskutek amorfizacji minerałów pod wpływem oddziaływania cząsteczek wiatru słonecznego. Ponadto, widoczne kilka drobnych ziaren mineralnych, które prawdopodobnie przywarły do powierzchni cząsteczki regolitu. Źródło fotografii: Matsumoto T. i in., 2015.*

spękania. Te ziarna zawierają wyraźne ślady wietrzenia kosmicznego (fot. 1). Ale obserwuje się też takie ziarna, które mają kształty obłe, zaokrąglone krawędzie i naroża, nie są mocno spękanе, są gładkie (Tsuchiyama 2014; Matsumoto i in. 2014) i w nich zapis wietrzenia jest mniejszy. To sugeruje, że cząsteczki na Itokawie były wielokrotnie mechanicznie kruszone i abradowane (polerowane), zacierając ślady wcześniejszych zmian. Prawdopodobnie do abrazji dochodziło podczas ruchu cząsteczek, czy to dzięki lekkim wstrząsom po uderzeniowym, czy wskutek zderzeń mikrometeorytów. Zaproponowano by proces ten nazywać „erozją kosmiczną”. Szacuje się, że trwa on około 10 mln lat w warunkach spokoju, ale niewątpliwie w przypadku zderzenia z inną planetoidą i wybicia meteoroidu, prowadzi do gwałtownej przebudowy regolitu i zatarcia śladów wietrzenia kosmicznego. Zainteresowanym zjawiskiem wietrzenia i erozji kosmicznej polecam lekturę artykułu A. Tsuchiyamy (2014) oraz specjalny wolumin czasopisma *Meteoritics and Planetary Science* (luty 2014), w całości poświęcony badaniom próbek przywiezionych przez misję Hayabusa.

Misja Hayabusa uzmysłowiła nam, jak wiele przemian zachodzi na

powierzchni planetoid. Dzięki analizie tych drobnych ziarenek wiemy, że prawda o planetoidach ukrywa się pod warstwą regolitu, który jest nieustannie przeobrażany.

Nowe dane o nieznanym dotąd procesach, zmieniają też nasze postrzeganie sposobu, w jaki tworzy się sam regolit. Tradycyjnie, tworzenie się regolitu jest łączone z ponaddziesiękowymi kolizjami i wydarzeniami impaktowymi, rozbijaniem bloków skalnych oraz kruszeniem materiału i jego osadzaniem z powrotem na powierzchni planetoid (dotyczy to także Księżyca). W takich kolizjach, większe głazy z powierzchni mogą być rozbijane, tworząc coraz to mniejszych rozmiarów fragmenty skalne, które później poddawane są dodatkowo obróbce przez zderzenia z mikrometeorytami. Ale w rzeczywistości eksperymenty laboratoryjne i modele wydarzeń impaktowych pokazują dość wyraźnie, że prędkości zderzeń pomiędzy planetoidami są zazwyczaj dużo większe niż prędkości ucieczki z tych ciał, stąd rozdrobniony materiał skalny powinien raczej uciekać z ciała macierzystego niż ponownie osadzać się na nim. Trudno sobie wyobrazić więc, że regolit jest w całości masą, która jednak, z jakichś powodów, wróciła na powierzchnię planetoidy. Co więcej, aby w ostateczności otrzy-

mać powierzchnię pokrytą pyłem regolitowym potrzeba działania wielu kolizji, a czas potrzebny, aby ten proces doprowadził do całkowitego rozdrobnienia materiału, to kilka-kilkadziesiąt milionów lat.

W ostatnim czasie zebrane zostały wyniki prac eksperymentalnych nad tzw. zmęczeniem termicznym jako mechanizmem prowadzącym do fragmentacji powierzchni planetoid (Delbo i in. 2014). Eksperymenty te bazują na obserwacji, że wędrówka planetoidy dookoła Słońca, oraz jej obrót wokół własnej osi, wywołuje zmiany temperatur na tyle duże i na tyle gwałtowne, że możliwe jest wytworzenie na jej powierzchni gradientu termicznego oraz, wskutek tego, naprężeń. A stąd już łatwa droga do spękania skał. Proces taki można porównać do wietrzenia insolacyjnego, jakie obserwuje się na Ziemi na pustyniach, gdzie skały są silnie nagrzewane za dnia i chłodzone nocą.

W „życiu” każdej planetoidy nastąpił niewątpliwie moment kolizji i grawitacyjnej re-akumulacji materiału, prowadzący do przyjęcia przez te ciała kształtu nieregularnej bryły. Możemy sobie wyobrazić, że jednocześnie konsekwencją takiej re-akumulacji było pokrycie powierzchni planetoidy większymi i mniejszymi głazami. Głazy te mogły dalej pękać i rozpadać się na drobniejsze fragmenty, jeśli były wystawione na działanie zmian temperatur. Aby przetestować tę ideę, Delbo i in. (2014) wykonali badania laboratoryjne meteoroidów Murchison (CM2) i Sahara 97210 (L/LL3.2). Dlaczego akurat te chondryty? Bo uznano, że to one stanowią najlepsze analogi najpowszechniejszych planetoid typu spektralnego C i S. Fragmenty tych meteoroidów poddano wielu cyklom (ponad 400 cykli) dużych, gwałtownych zmian temperatury. W ciągu około 2 godzin temperatura zmieniała się o 190°C, bo tak mniej więcej wyglądają wahania temperatur między dniem i nocą na powierzchni planetoidy typu C obiegającej Słońce w odległości około 0,7 jednostek astronomicznych. Po zakończeniu eksperymentu ilość spękań w meteoroidach wzrastała znacząco, a propagację spękań określono na 0,5 mm na rok. Jeśli warunki laboratoryjne odpowiadają rzeczywistości tym na powierzchni planetoidy, to oznacza to, że centymetrowej wielkości głazik

rozpada się tam na pył już w ciągu 20 lat, a nie – jak należałoby oczekiwać z modelu uderzeń mikrometeoroidów – 2 mln lat czy 20 mln lat! Oczywiście im dalej od Słońca, tym zmęczenie termiczne gra coraz mniejszą rolę, ale szacuje się, że w odległości 2,5 j.a. (czyli w odległości, w jakiej znajduje się pas planetoid) jest to ciągle dużo bardziej efektywny mechanizm tworzenia regolitu niż rozdrabnianie przez kolizje.

Ciekawostką o pyłe pokrywającym pozbawione atmosfery ciała jest też lekcja wyniesiona z badań komety 67P/Czuriumow-Gerasimienko wykonanych przez misję Rosetta (ESA). Rosetta rozpoczęła swoją misję w przestrzeni kosmicznej w marcu 2004 roku. W sierpniu 2014 roku rozpoczęła szczegółowe obserwacje jądra komety i do końca października dostarczała zdjęć morfologii jego powierzchni wykonanych z dokładnością około 1 metra na piksel. Zdjęcia wykonane przez Rosettę pokazują wiele pęknięć i pustek na powierzchni jądra komety, ale widoczne są na nich także struktury podobne kształtem do ziemskich wydym (Thomas i in. 2015). Oczywiście pomimo analogii wynikającej z kształtu, struktury te nie mogą powstawać tak jak zwyczajne wydmy, bo na komecie nie ma gęstej atmosfery zdolnej do generowania lokalnych różnic ciśnienia, więc nie ma działania wiatru. Istnienie wydym naukowcy próbują wyjaśnić jako skutek oddziaływań van der Waalsa zachodzących pomiędzy obecnymi tam cząsteczkami pyłu. Siły van der Waalsa działające w środowisku o bardzo małej grawitacji powodują, że cząsteczki mogą „unosić się” nad powierzchnią jądra komety i gromadzić w większe agregaty. Gdy jądro komety zbliża się do Słońca, jego temperatura wzrasta i z powierzchni zaczynają ulatniać się gazy. Siły wytworzone przez uciekające gazy, wprawiają w ruch unoszące się cząsteczki, rzeźbiąc powierzchnię i nadając strukturom kształt wydym (Thomas i in. 2015). Być może to dzięki współpracy tych dwóch procesów powierzchnia komety jest morfologicznie zróżnicowana.

Jak pokazują badania, odmienną morfologiczną ciał Układu Słonecznego niesie informację o procesach, których działania na Ziemi nie znamy. I choć wiele udało się nam zrozumieć

dzięki meteoroidom, wciąż wiele pytań czeka na odpowiedź, a i prawdopodobnie jeszcze wiele procesów na zauważenie.

## Literatura:

Bischoff A., Scott E.R.D., Metzler K., Goodrich C.A., 2006. Nature and Origin of Meteoritic Breccias. Meteorites and the Early Solar System II. *The University of Arizona Press*. Tucson, USA.

Cloutis E.A., Binzel R.P., Gaffey M.J., 2014: Establishing Asteroid-Meteorite Links. *Elements* 10: 25–31.

Delbo M., Libourel G., Wilkerson J., Murdoch N., Michel P., Ramesh K.T., Ganino C., Verati C., Marchi S., 2014: Thermal fatigue as the origin of regolith on small asteroids. *Nature* 508: 233–236.

Matsumoto T., Tsuchiyama A., Miyake A., Noguchi T., Nakamura T., Nakamura M., Matsuno J., Shimada A., Uesugi K., Nakano T., 2014: Surface Micromorphologies of Regolith Particles from Asteroid Itokawa and its Implication to Space Weathering. *77th Annual Meeting of the Meteoritical Society*. Abstract #5130.

Matsumoto T., Tsuchiyama A., Miyake A., Noguchi T., Nakamura M., Uesugi K., Takeuchi A., Suzuki Y., Nakano T., 2015: Surface and internal structures of a space-weathered rim of an Itokawa regolith particle. *Icarus* 257:230–238

Nakamura T., Noguchi T., Tanaka M., Zolensky M.E., Kimura M., Tsuchiyama A., Nakato A., Ogami T., Ishida H., Uesugi M., Yada T., Shirai K., Fujimura A., Okazaki R., Sandford S.A., Ishibashi Y., Abe M., Okada T., Ueno M., Mukai T., Yoshikawa M., Kawaguchi J., 2011. Itokawa Dust Particles: A Direct Link Between S-Type Asteroid and Ordinary Chondrites. *Science* 333: 1113–1116.

Thomas N., Sierks H., Barbieri C., Lamy P.L., Rodrigo R., Rickman H., Koschny D., Keller H.U., Agarwal J., A'Hearn M.F., Angrilli F., Auger A.-T., Barucci M.A., Bertaux J.-L., Bertini I., Besse S., Bodewits D., Cremonese G., Da Deppo V., Davidsson B., De Cecco M., Debei S., El-Maarry M.R., Ferri F., Fornasier S., Fulle M., Giacomini L., Groussin O., Gutierrez P.J., Güttler G., Hviid S.B., Ip W.-H., Jorda L., Knollenberg J., Kramm J.R., Kürt E., Küppers M., La Forgia F., Lara L.M., Lazzarin M., Lopez Moreno J.J., Magrin S., Marchi S., Marzari F., Massironi M., Michalik H., Moissl R., Mottola R., Naletto G., Oklay N., Pajola M., Pommerol A., Preusker F., Sabau L., Scholten F., Snodgrass C., Tübiana C., Vincent J.-B., Wenzel K.-P., 2015. The morphological diversity of comet 67P/Churyumov-Gerasimenko. *Science* 347: OI: 10.1126/science.aaa0440

Tsuchiyama A., 2014: Asteroid Itokawa — A Source of Ordinary Chondrites and a Laboratory for Surface Processes. *Elements* 10: 45–55.

Noguchi T., Kimura M., Hashimoto T., Konno M., Nakamura T., Zolensky M.E., Okazaki R., Tanaka M., Tsuchiyama A., Nakato A., Ogami T., Ishida H., Sagae R., Tsujimoto S., Matsumoto T., Matsuno J., Fujimura A., Abe M., Yada T., Mukai T., Ueno M., Okada T., Shirai K., Ishibashi Y., 2014: Space weathered rims found on the surfaces of the Itokawa dust particles. *Meteoritics and Planetary Science* 49: 188–214.

Adresy oficjalnych strony internetowej poświęconych omawianym misjom kosmicznym:

Misja Hayabusa (JAXA): [http://global.jaxa.jp/projects/sat/muses\\_c/](http://global.jaxa.jp/projects/sat/muses_c/)

Misja Rosetta (ESA): [http://www.esa.int/Our\\_Activities/Space\\_Science/Rosetta](http://www.esa.int/Our_Activities/Space_Science/Rosetta)

*Dr Agata Krzezińska 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.*



# Teoria panspermii

Tomasz Brachaniec

Jedna z teorii próbujących odpowiedzieć na pytanie, jak powstało życie na Ziemi, mówi, że przybyło ono z Kosmosu. Nośnikami życia miałyby być meteoryty, które ciągle spadają na naszą planetę. Pierwszy o teorii panspermii pisał grecki filozof Anaksagoras w V w p.n.e. Wzmianki na jej temat pojawiają się także w dziewiętnastowiecznych pracach Berzeliusa i Thomsona. W roku 1963 zidentyfikowano w meteorycie Orgueil struktury przypominające ziemskie bakterie. W latach 70-tych i 80-tych XX wieku w roli nośników życia w przestrzeni kosmicznej zaczęto stawiać komety. W 1984 roku struktury przypominające ziemskie mikroorganizmy odnaleziono w meteorycie Murchinson.

Generalnie teoria panspermii mówi, że cząsteczki życia wędrują w przestrzeni kosmicznej, aż do napotkania sprzyjających warunków środowiskowych, które umożliwiają im dalszy rozwój. Wysoce ekstremalne warunki panujące w Kosmosie powodują, że potencjalnie żywe organizmy są mikro rozmiarów. Jest to tzw. litopanspermia.

## Początki życia

Najstarsze skały na Ziemi są datowane na ok. 3,85 mld lat i znajdują się na Grenlandii. Najstarszymi znanymi formami życia są stromatolity, czyli osady powstałe na skutek działalności życiowej sinic. Mają one ok. 3,4 mld lat. Być może z powstaniem życia na

Ziemi wiąże się wielkie bombardowanie Księżyca, które miało miejsce ok. 3,9 mld lat temu. Należy zaznaczyć, że warunki wczesnej Ziemi nie sprzyjały rozwojowi życia, dlatego też należy użyć tu określenia ekstremofile, dotyczące potencjalnie żywych organizmów odpornych na ekstremalnie niekorzystne warunki. Ekstremofilami mogą być też organizmy o znacznie bardziej złożonej budowie niż bakterie. Eksperymenty na orbicie okołoziemskiej wykazały, że niesporczaki, czyli pospolite bezkręgowce, są odporne na warunki panujące w Kosmosie (fot. 1). Potwierdziło to ostatecznie przypuszczenie, że organizmy żywe mogą przeżyć w przestrzeni kosmicznej. Znane są również orga-

nizmy, które wykształciły odporność na silne promieniowanie. Są to tzw. radiorezystanty reprezentowane m.in. przez porosty.

## Kontrowersyjne meteoryty

Niewątpliwie jednym z najbardziej znanych meteorytów, które można zaklasyfikować do potencjalnych kosmicznych nośników życia jest, spadły w Australii w 1969 roku, meteoryt Murchison. Wyodrębniono z niego 92 różne aminokwasy, z których tylko 19 występuje na Ziemi. Na przełomie XX i XXI wieku udało się z niego wyodrębnić związki oparte na cukrach.

Niewątpliwie przełomowym w historii badań nad teorią panspermii był rok 1996. Wtedy to naukowcy



Fot. 1. Przykład niesporczaka z gatunku *Hypsibius dujardini*. Bezkręgowce te osiągają od 0,05–1,2 mm. Źródło zdjęcia: <http://en.wikipedia.org>.

z NASA ogłosili, że w marsjańskim meteorycie odnaleziono ślady życia. Wyniki swych badań opublikowali na łamach prestiżowego magazynu Science. Dowodów miał dostarczyć odnaleziony pod koniec 1984 roku na Antarktydzie meteoryt Allan Hills (ALH) 84001 (fot. 2).

Artykuł z Science, autorstwa McKay'a i jego zespołu, wywołał burzę w świecie naukowym. Wtedy też baczna uwagę zwrócono na meteoryty marsjańskie i stworzono hipotezę dotyczącą ich roli jako nośników życia. Około 4 mld lat temu powierzchnia Marsa bardzo mocno popękała na skutek intensywnego bombardowania przez ciała kosmiczne. Na skutek tego woda dostała się w powstałe szczeliny i pozwoliła na rozwój bakterii. Około 16 mln lat temu duży impact spowodował wyrzut skał marsjańskich, z których część trafiła na Ziemię. Szacuje się, że ALH 84001 spadł na teren Antarktydy ok. 13 tys. lat temu. Przy dużych powiększeniach zauważono na jego powierzchni struktury przypominające ziemskie mikroorganizmy (fot. 3), mimo że są parokrotnie od nich mniejsze. Nawet jeśli wspomniane formy rzeczywiście są drobnoustrojami, mogłyby pochodzić z zanieczyszczenia próbki. Z meteorytu udało się także wyseparować następujące aminokwasy: glicynę, serynę i alaninę oraz węglowodory aromatyczne: fenantren, piren, chryzen, perylen i benzopiren. Związki te powstają jako produkt uboczny bakterii, co jednak nie jest niezaprzeczalnym dowodem

na obecność pozaziemskich form życia. W marsjańskich meteorytach odkryto również kryształy magnetytu, które na Ziemi są produktem działalności życiowej bakterii.

Obok meteorytów Murchinson i ALH 84001 potencjalne dowody na życie pozaziemskie znaleziono również w marsjańskiej skale Nakhla, która spadła w 1911 roku w Egipcie. Zaobserwowane włókniste struktury miałyby być odpowiednikiem ziemskich cyjanobakterii. W meteorycie, który spadł w 1998 roku, w pobliżu teksańskiego miasta Monahans, odnaleziono kryształki halitu (chlorku sodu), który stanowi składnik soli kamiennej i powstaje podczas wysychania zbiorników wodnych. W 2011 roku w meteorytach Alais, Ivuna i Orgueil odnaleziono rzekome odpowiedniki ziemskich sinic, co od razu zostało kontrargumentowane możliwymi ziemskimi zanieczyszczeniami. Dzięki spektrometrii masowej udało się wykryć w chondrytach węglistych trzy nukleinowe związki: purynę; 6,8-diaminopurynę oraz 2,6-diaminopurynę. W meteorytach z planetoidy 2008TC3, które spadły w 2008 roku w Sudanie, odkryto praktycznie nie występujące na Ziemi aminokwasy, których pochodzenia niestety nie udało się wyjaśnić.

Ostatnie badania naukowców z NASA, przeprowadzone dzięki sondzie Stardust, ujawniły w łodzie komety Wild 2 glicynę, która jest budulcem białka.

Dotychczas żaden z meteorytów nie przyniósł na Ziemię niepodważal-



**Fot. 2. Meteoryt ALH 84001 znajdujący się w Smithsonian Museum of Natural History. Waga okazu to 1930,9 g. Źródło zdjęcia: <http://en.wikipedia.org>.**

nych śladów istnienia życia poza Ziemią, choć jak przytoczono wyżej, są mocne przesłanki sugerujące, że teoria panspermii może być prawdziwa.

### Polecana literatura

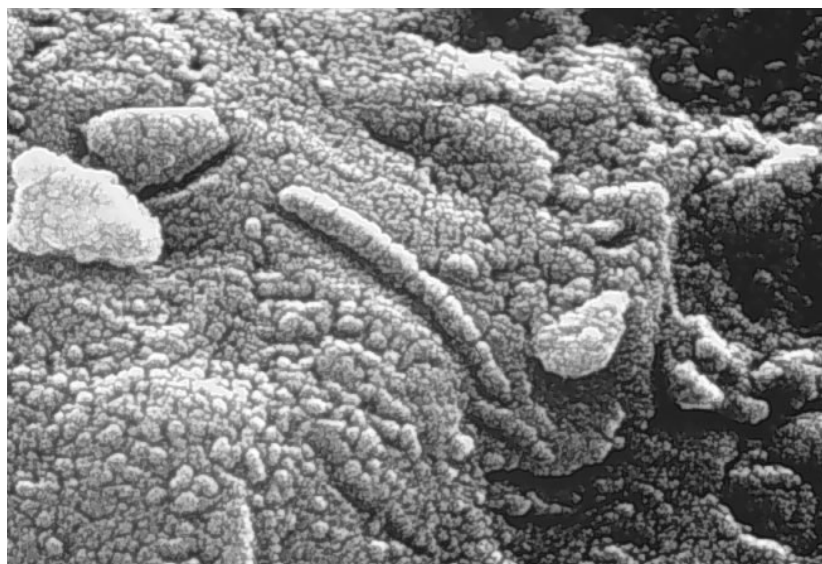
Bada, J. L., Glavin, D. P., McDonald, G. D., Becker, L. 1998. A search for endogenous amino acids in Martian meteorite ALH84001. *Science* 279: 362–365.

Glavin, D. P., Callahan, M. P., Dwor-kin, J. P., Elsila, J. E. 2010. The effects of parent body processes on amino acids in carbonaceous chondrites. *Meteoritics & Planetary Science* 45: 1948–1972.

Halevy, I., Fischer, W. W., Eiler, J. M. 2011. Carbonates in the Martian meteorite Allan Hills 84001 formed at 18±4°C in a near-surface aqueous environment. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 108: 16895–16899.

McKay, D. S., Gibson, Jr. E. K., Thomas-Keprta, K. L., Vali, H., Romanek, Ch. S., Clemett, S. J., Chiller, X. D. F., Maechling, C. R., Zare, R. N. 1996. Search for past life on Mars: Possible relic biogenic activity in Martian meteorite ALH84001. *Science* 273: 924–930.

*Tomasz Brachaniec jest doktorantem na Wydziale Nauk o Ziemi w Sosnowcu. Zajmuje się mineralogiczno-geochemicznymi aspektami granicy K/T, tektytami oraz efektami szoku w meteorytach żelaznych.*



**Fot. 3. Zdjęcie spod elektronowego mikroskopu skaningowego przedstawiające potencjalne mikroorganizmy w meteorycie ALH 84001. Wielkość struktur waha się od 20 do 100 nm. Źródło zdjęcia: <http://en.wikipedia.org>.**



# Skąd nadleciały meteoryty moraskie?

Wiesław Czajka

## Wprowadzenie

W niniejszym artykule pominięto ze względu na brak miejsca przy czyny, dla których lansowany był pogląd, że „meteoryt spadł raczej ze wschodu na zachód, a dokładniej z ENE na WSW”<sup>1</sup>. Stwierdzenie takie powtórzono również na konferencji w 100-lecie badań meteorytu Morasko zorganizowanej 12 listopada 2014 roku przez Uniwersytet Adama Mickiewicza, Polskie Towarzystwo Astronomiczne i Polskie Towarzystwo Meteorytowe. Zainteresowani tym tematem mogą sięgnąć do literatury.

Poniższe opracowanie omawia alternatywny kierunek nalotu z zachodu na wschód, czyli WSW-ENE. Koncepcja taka istnieje co najmniej od 2001 roku i wiąże się z nazwiskami Bartoschewicza i Spettela, którzy jako „pole spadku” meteorytów moraskich uznali obszar od Tabarz w Niemczech, przez Przelazy pod Świebodzinem do Moraska<sup>2</sup>. Nie wnikając w szczegóły tej hipotezy, przypomnijmy, że w roku 2010 na jej bazie wyznaczono alternatywną trajektorię bolidu wielkopolskiego<sup>3</sup>, któremu przypisano meteoryty moraskie jako pozostałość po tym zjawisku. Trasa przelotu ciała kosmicznego została określona na podstawie ustalenia, że lokalizacja wymieniona w *Roczniku kolbackim* z zapiskami o ognistym gradzie z 1305 roku, to Friedeburg nad Saalą. Miejscowość ta została połączona linią geodezyjną z miejscem znalezienia meteorytu „Rudy”<sup>4</sup>. Linia ta utworzyła

trajektorię bolidu wielkopolskiego. Przedstawiona koncepcja uwzględnia zapiski historyczne, uzyskując mocną podstawę, zarówno co do miejsca wystąpienia zjawiska, jak i jego czasu. Całość wiedzy na ten temat umieściłem w swojej książce w 2013 roku<sup>5</sup>.

Aby zrozumieć siłę koncepcji bolidu wielkopolskiego należy wrócić do roku 2004, kiedy to podczas konferencji meteorytowej w Poznaniu przedstawiłem referat, w którym w oparciu o model powierzchni terenu została przedstawiona interpretacja geomorfologiczna obszaru moreny wraz z rezerwatem „Meteoryt Morasko”<sup>6</sup>. Nie rościłem sobie wtedy pretensji do obalania genezy „kraterów” moraskich, a jedynie w sposób analityczny przedstawiłem wynik obserwacji uzyskanego reliefu, z którego wynikało, że nie są to struktury powstałe w wyniku impaktu. Kluczowym elementem analizy był sam model, unikatowy w tym czasie, sporządzony przeze mnie specjalnie na okazję konferencji zbiegającej się z 90-leciem znalezienia przez Coblinera pierwszego meteorytu poddanego systematycznym badaniom. Model ten od jego powstania w zasadzie nie był wykorzystywany, ale samo jego istnienie przesądziło o niniejszej analizie. Jednym z oczywistych funkcji modelu jest możliwość szybkiego wykonywania profili terenowych z dowolnego miejsca i w dowolnym kierunku. Profil terenu wykorzystuje się do obliczania spadków zboczy, przekrojów geologicznych i innych

interpretacji zależnych od wiedzy i pomysłowości operatora-analityka.

Okazją do ponownego wykorzystania modelu stała się sporządzona mapka znalezisk okazów moraskich wykonana skrupulatnie przez Monikę Nowak z Instytutu Nauk Geologicznych i Geograficznych UAM na podstawie danych dostarczonych przez poszukiwaczy<sup>7</sup>. Opublikowanie mapki w licznych publikacjach należy zaliczyć do niewielu bezdyskusyjnych osiągnięć badań moraskich.

## Analiza

Jedną z podstawowych funkcji modelu powierzchni jest możliwość pokrycia go dowolnym obrazem. Użytkuje się wtedy bardziej plastyczną, niby przestrzenną prezentację terenu. Jednym z obrazów położonych na model reliefu była mapka rozkładu znalezisk okazów moraskich. Już pierwsze nałożenie mapki na posiadany model w końcu listopada 2014 r. wykazało, że istnieje korelacja pomiędzy znaleziskami a rzeźbą terenu. Było to dla mnie dużym zaskoczeniem, pomimo, że od lat wiedziałem skąd nadleciały meteoryty i w jakich okolicznościach. Patrzyłem na obraz z niedowierzaniem. Zdziwienie dotyczyło faktu, że tak prosta analiza może to potwierdzać. Ślady są subtelne, ale wyraźne. Dotyczą tej części obszaru znalezisk, który cechuje się największymi różnicami w morfologii terenu, a prościej mówiąc ma zróżnicowaną rzeźbę. Jest to obszar rezerwatu i jego najbliższa otulina. Podobną obserwację można przeprowadzić też w większej odległości od niego, w kierunku na północny wschód. Efekt polegał na tym, że koncentracje znajdowanych okazów odnotowuje się na zboczach południowo zachodnich. Należało sprawdzić, czy jest to przypadek związany z współczesnym użytkowaniem te-

<sup>1</sup> „Morasko. Największy deszcz meteorytów żelaznych w Europie środkowej” Monografia pod redakcją zbiorową. Wydawnictwo naukowe Bogucki, Poznań 2012. ISBN 978-83-63400-50-7. (s. 31)

<sup>2</sup> Bartoschewicz R. „Morasko – największy znany obszar rozrzutu na świecie?” kwartalnik METEORYT 4, 2001

<sup>3</sup> CZAJKA W. „Rozważania na temat bolidu wielkopolskiego”, kwartalnik METEORYT Nr 3 (75), 2010, ISSN 1642-588X

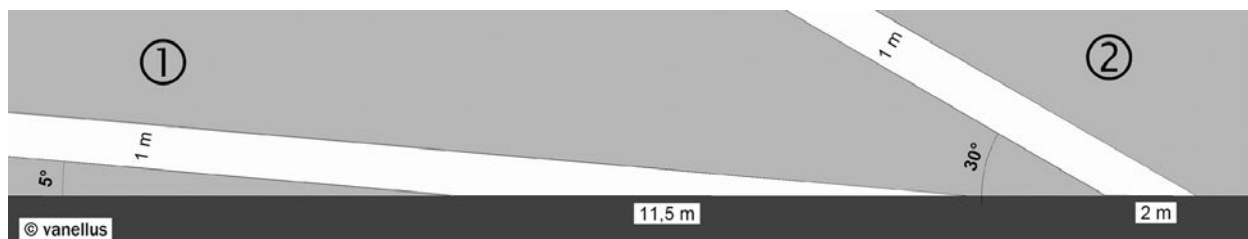
<sup>4</sup> W 2006 roku Krzysztof Socha natrafił na

meteoryt o wadze waga 176 kg, któremu nadano nazwę „Rudy”.

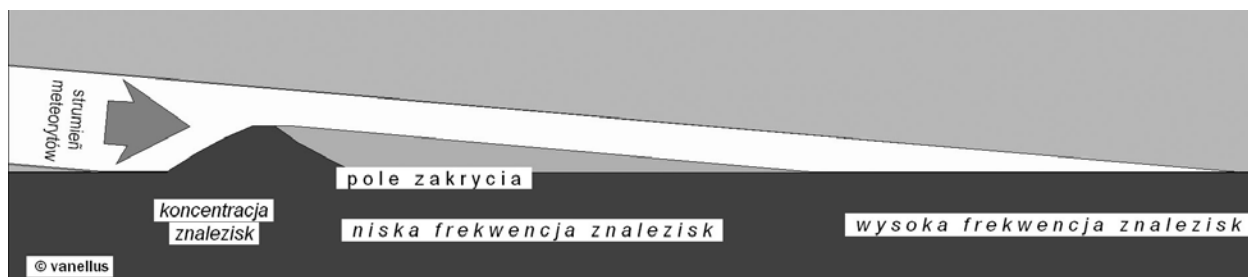
<sup>5</sup> CZAJKA W. „Bolid wielkopolski. Okoliczności spadku meteorytu Morasko”, nakładem własnym, Warszawa 2013, ISBN 978-83-919107-4-0

<sup>6</sup> CZAJKA W. „Analiza geomorfologiczna okolic rezerwatu „Meteoryt Morasko” w oparciu o model powierzchni terenu” III Konferencja Meteorytowa – Streszczenia referatów, UAM Poznań 2004

<sup>7</sup> Pilski A.S. „Meteoryt Morasko po 99 latach”, kwartalnik „METEORYT” 3 (87) 2013



Schematyczne przedstawienie kąta padania i związane z nim zależności geometryczne: przypadek 1 odpowiada nalogotowi z kierunku południowo zachodniego związanego z koncepcją bolidu wielkopolskiego; przypadek 2 odpowiada hipotezie związanej z nalogotem z północnego wschodu.



Schemat pola zakrycia i rozkład frekwencji znalezisk w sytuacji zaistniałej w Morasku.

renu, czy decyduje o tym inny czynnik. Szybko okazało się, że użytkowanie gruntów na czole moreny moraskiej i potencjalnym obszarze znalezisk nie zmienia płynących wniosków. Innymi słowy eksploatacja piasków i żwirów, zasypywanie bagien, kopanie rowów odwadniających, okopów w czasie I wojny światowej, urbanizacja miejscowości Morasko oraz Suchy Las, sposób uprawy roli i obecność wysypiska nie wpływają na uzyskany obraz rozkładu znalezisk skorelowany z rzeźbą terenu.

Dla lepszego zrozumienia przeprowadzonej analizy należy wiedzieć, że model powierzchni terenu można wykorzystać na przykład do projektowania miejsc w ogrodzie, do których nigdy nie dotrą promienie słoneczne. Są to tak zwane pola zakrycia, zaś przeszkodą zasłaniającą może ostry pagór, dom, stary las, czy gęste krzewy. Czyżby lecący grad meteoroidów był niczym promienie słoneczne służące do wyznaczania pól zakrycia w ogrodzie, a niewielkie wzniesienia moreny moraskiej zadziałały niczym kulochwyty na strzelnicy. Okazuje się, że tak musiało być. Przyczyną był mały kąt padania, zaś kierunek nalogotu odpowiadał koncepcji bolidu wielkopolskiego. Należało w sposób numeryczny wyznaczyć pola zakrycia i sprawdzić, czy automatycznie generowane pola pokrywają się z miejscami o małej frekwencji znalezisk. Aby tego dokonać należało postawić warunki brzegowe opisujące zjawisko.

W miejscu tym należy wrócić do kwietnia 2005 roku, gdy w czasie

seminarium meteorytowego w Olsztynie wygłosiłem referat „Obraz hipotetycznej trajektorii Tabarz – Przełazy – Morasko – Jankowo Dolne na geodezyjnej powierzchni odniesienia”. Powstał wtedy artykuł, który nie został opublikowany w materiałach konferencyjnych w zaproponowanym przez mnie kształcie. Recenzenci zablokowali druk. Wtedy nie zdawałem sobie sprawy, ale było to w 700-lecie bolidu wielkopolskiego. Znamienne. Pojęcie takie pojawiło się dopiero za 5 lat. Artykuł w nie zmienionej treści opublikowałem dopiero w mojej książce o bolidzie wielkopolskim w 2013 r. Na jego końcu znajduje się zestawienie wartości kąta pod jakim mogły padać meteoryty w Morasku. Graniczna wartość została wyliczona na  $4,492^\circ$ , co oznacza, że musiały wejść pod nieco większym kątem do poziomu gruntu. Wyznaczony wtedy azymut przemieszczania się materii kosmicznej określiłem na  $66^\circ$ . Azymuty liczy się od kierunku północy, zgodnie z ruchem wskazówek zegara, do kierunku na który patrzymy. Pomiędzy rokiem 2010 a 2013 wykonywałem liczne obliczenia dla ortodromy (linii prostej na ziemskiej powierzchni odniesienia) pomiędzy Morl a Moraskiem. Miejscowość Morl to osada związku gminnego Petersberg, w kraju związkowym Saksonia-Anhalt, w powiecie Saale, leżąca na północ, pomiędzy Halle, a Friedeburgiem. Ta lokalizacja związana jest ściśle z osią trajektorii określonej dla bolidu wielkopolskiego. Współczesna nazwa została utworzona ze słowiańskiego toponimu

Mordal. Zarówno nazwy Morasko jak i Mordal (Morl) mają XIV wieczną proveniencję i oznaczają miejsce wystąpienia moru (od mór, pomór). Jak przypuszczam, określeniem tym opisywano zjawiska katastrofalne związane z bolidem wielkopolskim.

Azymut przedstawionej ortodromy (trasy przelotu) zmienia się od  $71^\circ$  (Morl) do  $75^\circ$  (Morasko). Odpowiada to kierunkowi geograficznemu z WSW na ENE. Ostatnią wartość przyjęto do niniejszej analizy.

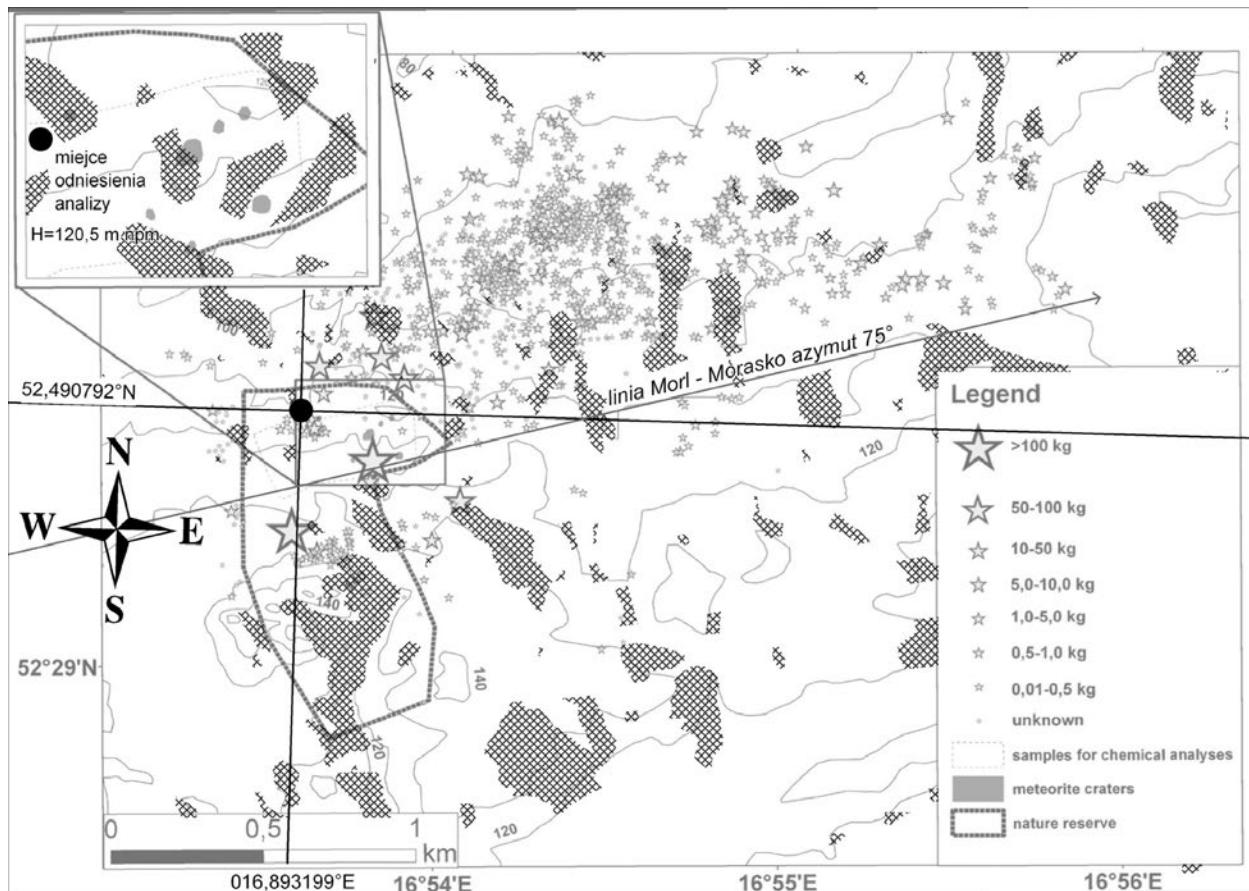
Elementami i warunkami brzegowymi dla dalszej analizy stały się:

1. Model powierzchni terenu z 2005 roku o rozdzielczości 10 m na 10 m.

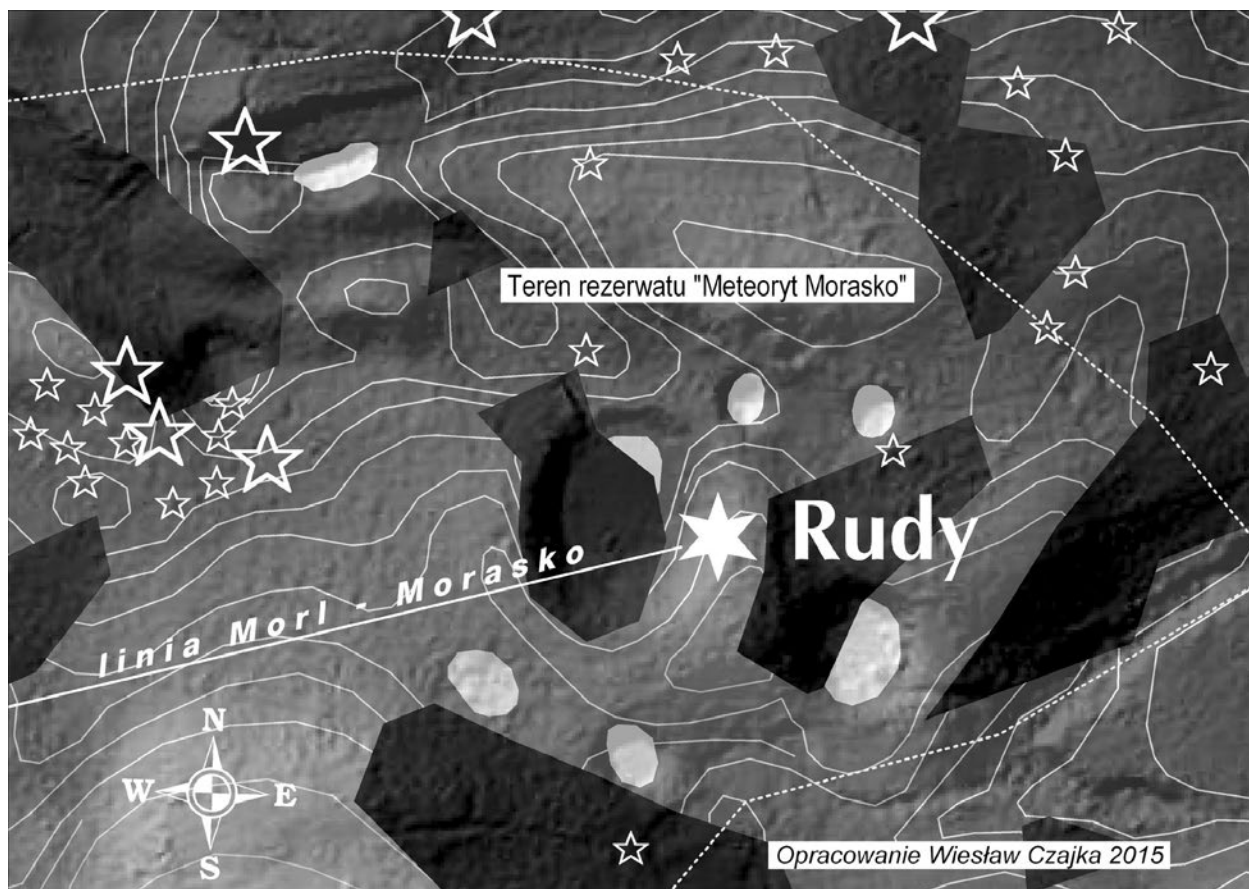
2. Mapa znalezisk meteorytów moraskich (kwartalnik „METEORYT” 3 (87) 2013)

3. Parametry nalogotu bolidu wielkopolskiego: azymut  $75^\circ$  i kąt padania  $5^\circ$ , co odpowiada kątowi, pod jakim mógł być teoretycznie widoczny z moreny moraskiej.

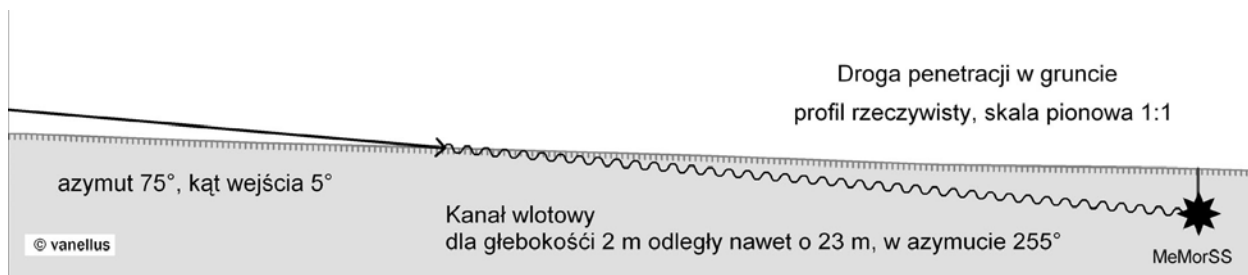
4. Punkt o współrzędnych geograficznych:  $016,893199^\circ\text{E}$ ,  $52,490792^\circ\text{N}$  oraz wysokości 120,5 m n.p.m., umieszczony na niewielkim wzniesieniu w pobliżu zagłębień bezodpływowych na terenie rezerwatu moraskiego. Jego wysokość względna to zaledwie 3,5 m. Spadki z tego wzniesienia sięgają do  $5^\circ$ . Zauważmy, że ziemskie formy morfologiczne o spadku większym niż  $3^\circ$  są rzadkie, szczególnie na tak zwanym Niżu Polskim, w skład którego wchodzi także morena moraska. Południowo zachodnie zbocze wzniesienia przyjętego do analizy



Mapa okazów znalezionych w Morasku z naniesionym obrazem wygenerowanych pól zakrycia (obszary zakratkowane) o parametrach opisujących trajektorię bolidu wielkopolskiego.



Analiza pól zakrycia (ciemne pola) na obszarze rezerwatu „Meteoryt Morasko” w otoczeniu meteorytu „Rudy”.



*Obraz ilustrujący prawdopodobny zasięg penetracji meteorytu MeMorSS.*

nosi wręcz znamiona spektakularnej koncentracji znalezisk, tak jakby dolna strefa strumienia meteorytów zahaczyła o nie, rozpoczynając deponowanie rozerwanego w atmosferze materiału kosmicznego

Z modelu zostały wygenerowane pola zakrycia dla całego obszaru poszukiwań. Uzyskane powierzchnie nie są duże, stanowią niewielki procent całości arealu zainteresowań. Mimo to obraz pól zakrycia przekłada się na strefy o zwiększonej i zmniejszonej frekwencji znalezisk. Analityczny obraz potwierdził, że teoretyczny strumień (grad) meteorytów miał prawo zatrzymywać się w miejscach, które są zbieżne z mapą znalezisk meteorytów morskich. Bardzo ciekawie analiza przebiegła w pobliżu największego zagłębienia Moraska, gdzie w przeciwstoku Krzysztof Socha odnalazł meteoryt „Rudy”. Można pokazać, że takie umiejscowienie znaleziska byłoby bardzo mało prawdopodobne w koncepcji nalotu z kierunku z ENE na WSW.

Należy zwrócić uwagę, że pomimo małej dokładności wyznaczenia położenia poszczególnych okazów obciążonych błędami kartograficznymi, błędami przetwarzania danych oraz dokładnością modelu, obarczonego z kolei błędami położenia warstw, błędami warunków brzegowych i algorytmu przetwarzania, istnieje optyczna zgodność informacji pochodzącej od znalców z predykcją wygenerowanych pól zakrycia. Nie da się nie zauważyć, że na morenie moraskiej istnieją miejsca wzmożonej koncentracji znalezisk związane z wystawą południowo-zachodnią. Wprowadzenie nowszych dokładniejszych danych może tylko poprawić ten obraz.

Inaczej wygląda sprawa koncepcji związanej z tak zwanymi „kraterami meteorytowymi”. Pomimo dziesiątków lat badań, nie ma ani jednej publikacji, w której zamieszczono by chociażby namiastkę modelu spadku

z kierunku północno-wschodniego i na tym tle próbę wytłumaczenia istniejącego rozkładu znalezisk.

W ten sposób jest niemal pewne, że meteoryty moraskie musiały nadlecieć z kierunku WSW na ENE pod azymutem 75° oraz kątem padania nie większym niż 5°.

### Konsekwencje otrzymanych wyników

Wyniki analizy potwierdzają trajektorię bolidu wielkopolskiego wyznaczoną w 2010 roku. Potwierdza się też wstępna hipoteza pola spadku Bartoschewicza i Spettela, o tym że nadleciały z okolic Lipska. Koncepcja ta otworzyła pole dyskusji w omawianym temacie. Oczywiście ma już ona swoje lata i zawiera w swej istocie błędne założenie dotyczące meteorytu Tabarz. Mimo to należy uznać ją za wizję, która przyniosła rozwiązanie zagadki Moraska.

Trasa bolidu wielkopolskiego przechodzi przez Przełazy, co potwierdzałoby, że znalezisko meteorytu Seeläsgen w 1847 roku przynależy jednak do tego zjawiska. Jednocześnie trzeba zmienić pogląd, że bolid wielkopolski sypał meteorytami wzdłuż całej linii przelotu. Pewne fragmenty rzeczywiście opadały losowo, ale główna masa materii kosmicznej z impetem doleciała do góry moraskiej. Świadczy o tym dość wąski pas w jakim znajdowane są meteoryty. Uwzględniając kierunek nalotu jest on nie szerszy niż 800 m. Oddalone dalej pojedyncze okazy mogły być rykoszetami, bądź uległy nieco innej dynamice zdarzenia o parametrach granicznych zjawiska.

Wszystko wskazuje, że bolid wielkopolski był jednak jedną bryłą w momen-

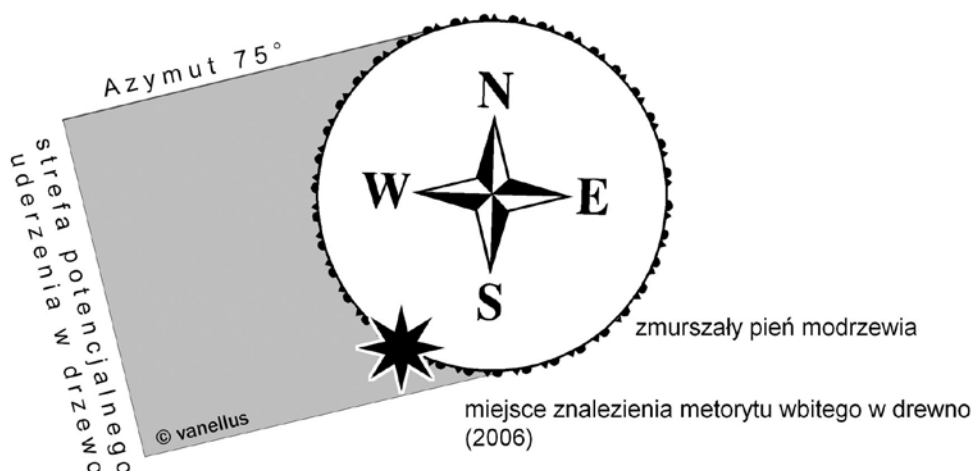
cie wejścia w atmosferę. Główna eksplozja wywołująca falę uderzeniową nastąpiła prawdopodobnie w okolicach dzisiejszego Halle (Morl). Lot kontynuowały mniejsze bryły, które doznały destrukcji na wysokości około 1 km, przechodząc płasko przez warstwę chmur. Gwałtowne schładzanie spowodowało fragmentację materiału, co w efekcie dało żelazną ulewę.

### Znalezienie MeMorSSa

Największy znany meteoryt Morasko, MeMorSS, został znaleziony na terenie rezerwatu na dość płaskim fragmencie moreny, na dodatek z tendencją spadku terenu zgodną z kierunkiem jego przylotu. Obszar ten nie wykazuje charakterystycznych pól zakrycia. Meteoryt był zagłębiony na około 1,8 m. W czasie wykopywania tego ponad ćwierćtonowego okazu, nie znaleziono kanału wlotowego, czyli miejsca w gruncie, przez które przenikała bryła żelaza. Jeżeli wziąć pod uwagę fakt, że wnikanie w grunt następowało pod kątem 5° to kanał znajduje się w azymucie 255° od wkopu i w odległości około 21 m. Z tego miejsca należy rozpocząć archeologiczne badanie odkrywkowe, które w miarę zbliżania się do miejsca zdeponowania meteorytu pozwoli śledzić sposób penetracji okazu w gruncie. Badanie takie będzie fantastyczną przygodą. Płaski kąt wejścia może być



*Największy znaleziony do tej pory okaz meteorytu Morasko nazywany MeMorSS (ostatnie dwie litery są inicjałami znalców: Łukasza Smuły i Magdy Skirzewskiej).*



*Schematyczne przedstawienie meteorytu znalezionego w drewnie względem kierunku nalołu bolidu wielkopolskiego.*

częstą przyczyną, dla której podczas wkopywania się do okazu pionowo, tak trudno odnaleźć miejsca wnikania w grunt meteorytów. Podkreślimy dużych meteorytów, tych największych. Jeśli chodzi o wszystkie pozostałe odłamki, sprawa ma się nieco inaczej.

### Czy meteoryty moraskie roztrzaskiwały się o drzewa?

Odpowiedź brzmi tak. Od dawna toczy się dyskusja nad znajduwanymi zdeformowanymi meteorytami moraskimi. Nie bardzo potrafiono znaleźć odpowiedź, jaka była tego przyczyna. Można pokazać, że każdy nadlatujący meteoryt, powtórzmy **każdy**, trafił w drzewo. Wynika to charakterystyki drzewostanów modelowych oraz drogi, jaką płasko przebywał każdy z odłamków od poziomu koron drzew do poziomu ziemi, czyli karp. Obliczenia takie zostały już wykonane i będą przedmiotem kolejnych publikacji. Jest kilka konsekwencji tego „arcymoraskiego” zjawiska. Jeśli tak było, a model na to wskazuje, to mieliśmy do czynienia z nieprawdopodobną ilością rykoszetów. Drewno należy do materiałów trudno przebijalnych. Gatunki porastające dawną puszcę moraską, dąb i modrzew, należą do tych o wyjątkowych własnościach sprężystych. Odłamki kosmiczne musiały się częściej obijać niż utknąć w drewnie. Efektem tych gwałtownych zderzeń są odnajdywane w okazach odkształcenia.

Kolizje poszczególnych odłamków z drzewami tłumaczą również przyczynę płytkiego zalegania większości znajdujących meteorytów. Można wyznaczyć strefę, w której w prze-

ważającej części powinny znajdować się meteoryty będące rykoszetami. Wśród nich znaczny odsetek powinien posiadać zmiany szokowe powstałe po zderzeniach z drzewami.

Gdy w 2009 roku Krzysztof Socha zęgnął się z kraterami na seminarium meteorytowym w Olsztynie demonstrując okaz meteorytu Morasko wbity w pień (korzeń) drzewa<sup>8</sup>, nauka polska zachnęła się, zamiast podjąć się głębszej analizy znaleziska. Dzisiaj już wiemy, że drzewem tym był modrzew i choć należy przeanalizować historię dendrologiczną uzyskanego materiału, to biorąc pod uwagę wiek osiągnąony przez ten gatunek, jak również czas rozkładu drewna modrzewiowego w warunkach szczególnych, jest wielce prawdopodobne, że tak właśnie było.

To od referatu Krzysztofa Sochy rozpoczęły się moje poszukiwania dowodów na postawione przez niego tezy. Wtedy już od czterech lat leżał opublikowany mój artykuł o tym, że tak zwane „kratery meteorytowe” są głęboczkami lodowcowymi.

Na marginesie wątku z rozbijaniem się meteorytów o drzewa można rozstrzygnąć od lat dyskutowane pytanie, czy meteoryty były znajdowane przez ówczesnych ludzi i czy były przez nich wykorzystywane. Same noty o ognistym deszczu kamiennym wskazują na podstawie logicznego zapisu, że raczej tak. Z wykonanej analizy również wynika, że niewątpliwie od samego początku materia kosmiczna miała możliwość być zbierana. Natomiast czy

<sup>8</sup> Socha, K. „Pożegnanie kraterów Morasko” *Acta Societatis Metheoriticae Polonorum* vol. 2, 2011, ISSN 2080-5497

przetwalała ona w formie artefaktów, to bardzo wątpliwe. Szybko rdzewiejące stosunkowo małe fragmenty meteorytów miały nikłą szansę na dotrwanie do naszych czasów. Dotyczy to jednak małych fragmentów. Odnajdywane głębiej większe okazy, podpowiadają, że ówcześni nie mieli do nich dostępu.

### Posumowanie

Zagadki zawsze mają proste rozwiązania, ale wiemy o tym dopiero, gdy znamy już na nie odpowiedź. Często zastanawiamy się, dlaczego nie zwróciliśmy wcześniej uwagi na oczywiste fakty. Wszystkie dotychczasowe teorie dotyczące spadku moraskiego obarczone były pokoleniowym romantyzmem epoki podboju Kosmosu spotęgowane literaturą fantastyczno-naukową. Odpowiedź skąd nadleciały meteoryty moraskie jest prosta, jak proste są odpowiedzi dotyczące opisu zjawisk fizycznych. Nie zmienia to piękna tego rozwiązania, gdyż piękno zawiera się w prostocie, która potrafi być bogatsza niż nasza wyobraźnia.



*Wiesław Czajka, warszawianin. Geolog, geodeta, hydrograf morski, kartograf. Autor licznych publikacji w uprawianych przez siebie dziedzinach. Członek PTMet od 2003 roku.*



# Galeria chondr belkowych

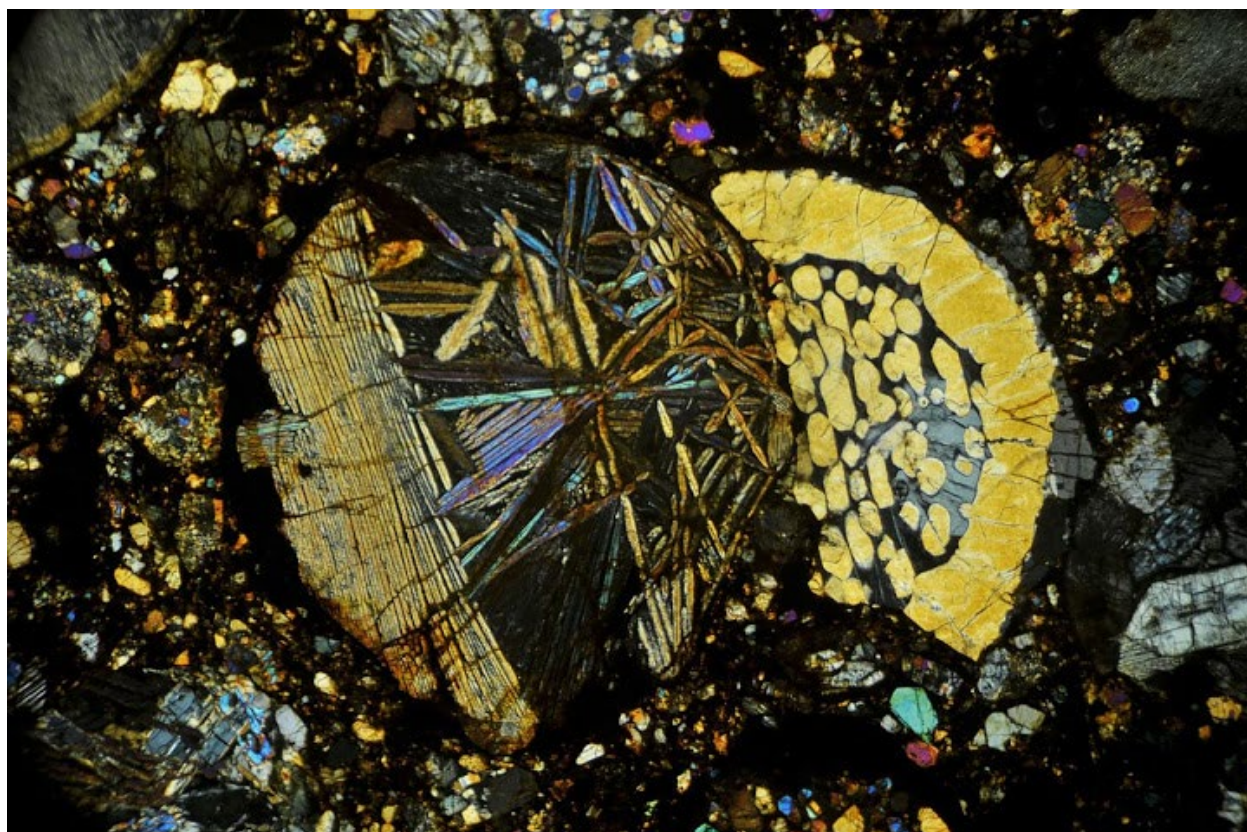
Tomasz Jakubowski (zdjęcia), Marek Woźniak

**T**ym razem prezentujemy rzadką podgrupę chondr nieporfirowych. **Belkowe (lamelkowe) chondry oliwinowe (barred olivine)** stanowią tylko około 4% wszystkich chondr, ale są bardzo efektowne i łatwe w identyfikacji. Są one wyraźne, a ich wygląd pod mikroskopem oczywisty! Stosunek oliwinu do piroksenu jest większy niż 10:1. W belkowych chondrach oliwinowych ziarna oliwinu wykryształizowały w postaci zbiorów równolegle ułożonych płytek (*plates*) lub belek (*bars*), jednorodnych optycznie (*monosomatic*) o identycznej orientacji optycznej (twór podobny trochę do gron chloroplastów w roślinach) w szklistym mezostazis. Mezostazis to składa się z pozostałych po procesie krystalizacji skaleni, piroksenu i resztek oliwinu, ponieważ proces stygnięcia przebiegał bardzo szybko nie utworzyły one już kryształów, ale jednorodne, izotropowe szkliwo widoczne w mikroskopie polaryzacyjnym przy skrzyżowanych nikolach jako czarne (wygaszone). Bardzo często taki zbiór belek jest otoczony („*armored*”) oliwinową otoczką (powłoką, *rim*) o tej samej orientacji optycznej. Całe chondry równie często są otoczone otoczką, ale grubszą od otoczek wewnętrznych. Występuje wiele wariantów pośrednich chondr BO. Bywają grupy identycznie zorientowanych zbiorów płytek, ale mające inną orientację optyczną (nazywamy to polisyntetycznym zbliźniaczeniem, *polysomatic*); a już niezmiernie rzadko występują chondry BO z grupami płytek, które to grupy układają się w postaci regularnych,

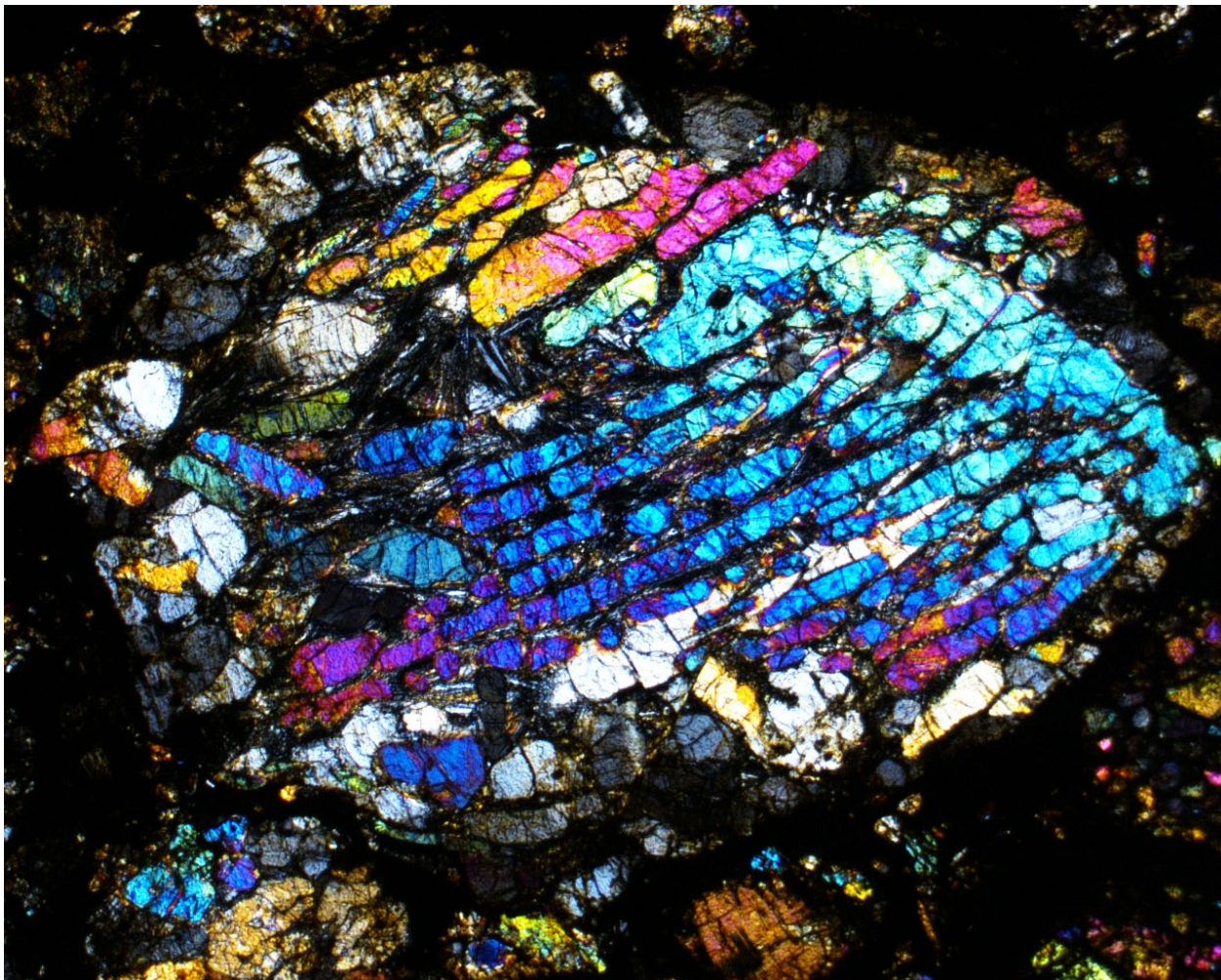
symetrycznych figur. Chondry BO to chyba najładniejsze z chondr. Ich średni rozmiar jest większy od średniego rozmiaru wszystkich chondr.

Chondry typu BO tworzyły się z całkowicie stopionej kropli. W początkowym etapie stygnięcia pierwsza zastygła skorupa, czasem jest ona bardzo gruba (ale może być to też wynikiem płytkiego wcięcia się w chondrę, chondra została ucięta „blisko powierzchni” więc skorupa wydaje się nienaturalnie gruba). Jeśli proces stygnięcia przebiegał etapowo obserwujemy wiele warstw skorupy w których często są zatopione ziarna troilitu i stopu Fe-Ni, dokleily się one w trakcie formowania skorupy. Budowa belkowa wskazuje, że proces stygnięcia przebiegał bardzo szybko i w pierwszej kolejności z wewnętrznego stopu wykryształizowały trudnotopliwe oliwiny. Proces krystalizacji przebiegał od brzegu ku środkowi, więc ziarna otoczki, będące zarodkami krystalizacji „wymusiły” na powstających kryształach taką samą orientację optyczną (kryształu). Właśnie w trakcie szybkiego stygnięcia i krystalizacji obserwuje się często powstawanie kryształów o strukturze dendrytowej – strukturę dendrytową mają np. płatki śniegu, ale szybko stygnący oliwin nie przyjmuje formy symetrycznego płatka, lecz postać szeregu małych tabliczkowych słupków równoległych do siebie. Im szybciej przebiegał proces schładzania tym cieńsze i gęściej ułożone są belki.

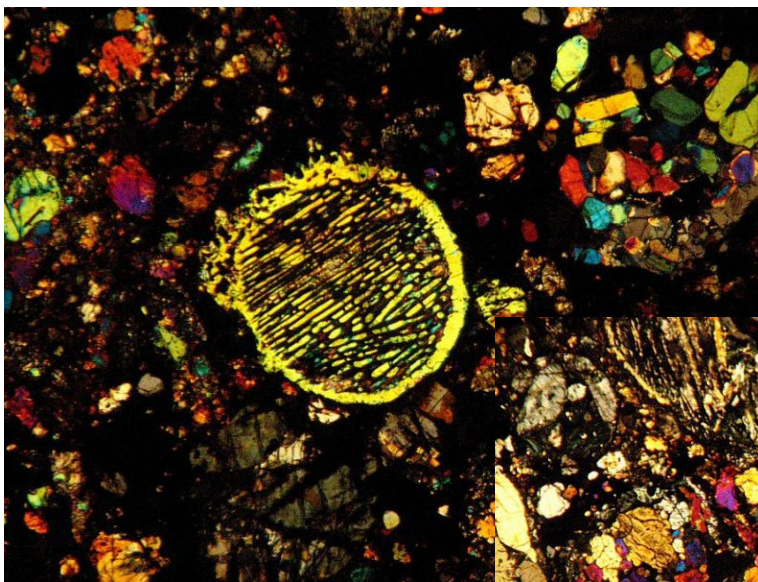
Na zamieszczonych poniżej zdjęciach chondr belkowych można dostrzec wiele opisanych tu cech.



Chondra belkowa i przyklejony do niej fragment innej chondry belkowej z niesklasyfikowanego chondrytu zwyczajnego NWA xxx, światło przechodzące, skrzyżowane nikole.

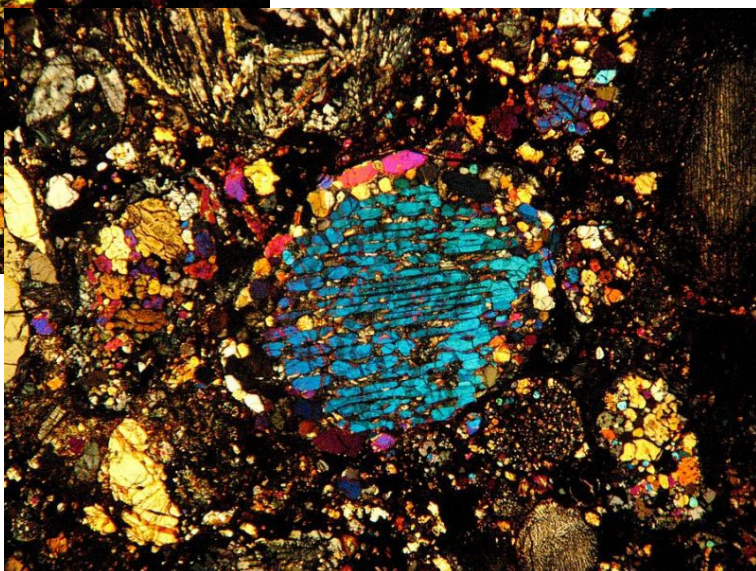


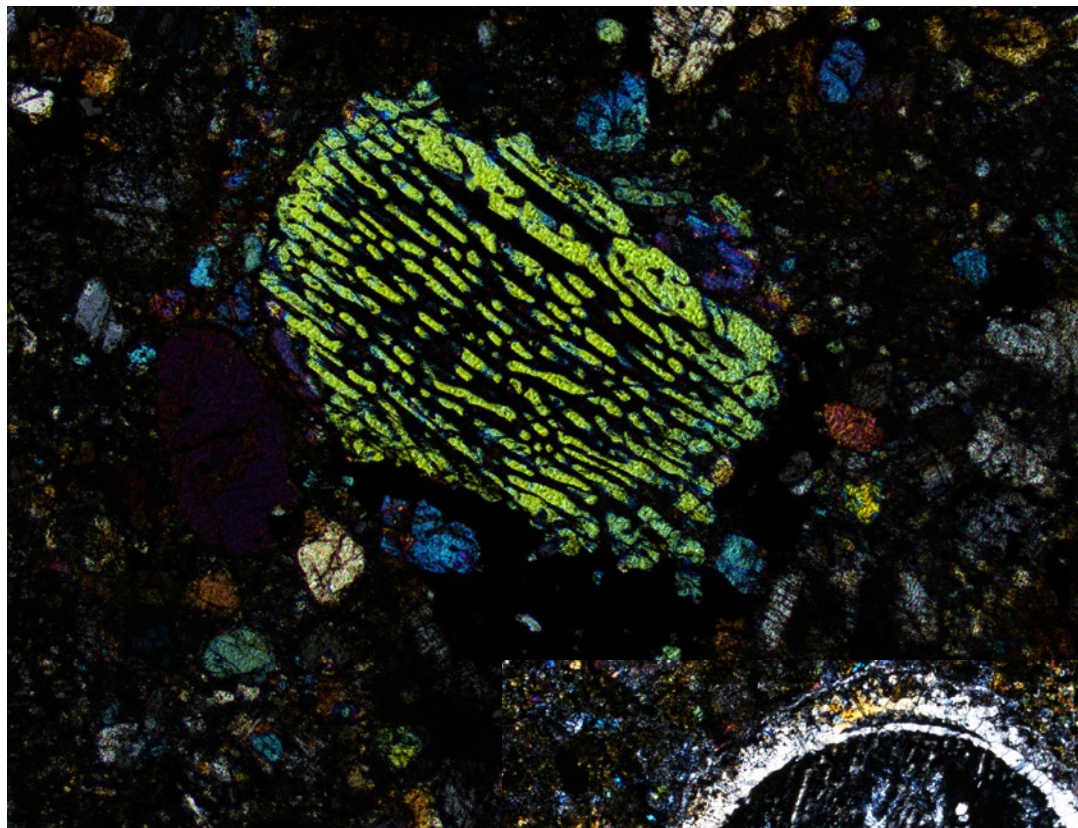
*Chondra belkowa oliwinowa z chondrytu węglistego typu CR2 NWA 6043, światło przechodzące, skrzyżowane nikole (fot. T. Jakubowski, K. Łuszczek).*



*Chondra belkowa oliwinowa z chondrytu zwyczajnego typu LL5 NWA 5929, światło przechodzące, skrzyżowane nikole.*

*Chondra belkowa oliwinowa z chondrytu zwyczajnego typu LL5 NWA 5929, światło przechodzące, skrzyżowane nikole.*





*Chondra belkowa oliwinowa z chondrytu zwyczajnego typu LL5 NWA 5929, światło przechodzące, skrzyżowane nikole (fot. T. Jakubowski, K. Łuszczek).*



*Chondra belkowa oliwinowa z oliwinową otoczką z chondrytu węglistego typu CK4 NWA 4966, światło przechodzące, skrzyżowane nikole (fot. T. Jakubowski, K. Łuszczek).*

*Półowa chondry belkowej oliwinowej z chondrytu zwyczajnego typu LL5 NWA 5929, światło przechodzące, skrzyżowane nikole (fot. T. Jakubowski, K. Łuszczek).*



*Tomasz Jakubowski — kolekcjoner meteorytów, członek zarządu PTMet, autor strony [www.collectingmeteorites.com](http://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](http://www.woreczko.pl)*



# Nabycie i wywiezienie trzech okien potrzaskanych przez falę uderzeniową czelabińskiego meteoru 15 lutego 2013 r.

Svend Buhl / Dave Gheesling

Oryginalny artykuł z kompletem ilustracji znajduje się na stronie  
[http://www.niger-meteorite-recon.de/img/Chelyabinsk\\_Blastwave\\_Artifacts.pdf](http://www.niger-meteorite-recon.de/img/Chelyabinsk_Blastwave_Artifacts.pdf)

Copyright: www.meteorite-recon.com

**Z**araz po 09:20 czasu jekaterinburskiego, 15 lutego 2013 roku, nad czelabińską obłastą pojawił się jasny, eksplodujący meteor. Powietrzna eksplozja bolidu wytworzyła falę uderzeniową, która dotarła do centrum Czelabinska po 1 minucie i 24 sekundach od pierwszego, jasnego rozbłysku. Fala, której towarzyszył głośny grzmot, spowodowała rozległe zniszczenia w mieście i osiedlach wzdłuż trajektorii meteoru. Ponad 1200 osób zostało poranionych odłamkami szkła z okien wybitych uderzeniem fali. Na całym tym obszarze zawały się dachy, wyrwane zostały futryny drzwi i uruchomione alarmy samochodowe.

Zjawisko bolidu, a ściślej superbolidu, zostało spowodowane przez stosunkowo niedużą planetoidę, o wielkości około 17 metrów, która weszła w ziemską atmosferę z prędkością około 30 km/s pod nietypowo małym kątem. Gdy meteor był hamowany przez atmosferę do prędkości około 19 km/s, opór powietrza wzrastał i na wysokości około 37 km planetoida zaczęła rozpadać się wskutek nadmiernego ciśnienia. Będąca efektem tego eksplozja wyzwoliła energię równoważną eksplozji 90 kiloton TNT i została zarejestrowana przez stacje sejsmiczne na całej kuli ziemskiej. Pierwsze obliczenia przez NASA/JPL skorygowały niższe oszacowania Rosyjskiej Akademii Nauk (~ 10 ton) i oceniły wartość masy przed wejściem w atmosferę na 11000 ton, z czego wynikało, że był to największy obiekt, który zderzył się z ziemską atmosferą od czasu katastrofy tunguskiej w 1908 roku (która także zdarzyła się nad Rosją).

Czelabiński deszcz meteorów jest największym w XXI wieku i został

nazwany najważniejszym zjawiskiem przyrody w obecnym tysiącleciu. Zmienił on naszą wiedzę o spadkach meteorytów i doprowadził do całkowitej zmiany naszej oceny stopnia zagrożenia Ziemi przez międzyplanetarną materię.

## „SVEND, CO O TYM SĄDZISZ...?”

Dave Gheesling

Początek był taki sam, jak w wielu innych przypadkach. Gdybym wtedy wiedział, jak trudne i żmudne przedsięwzięcie się szykuje, te słowa nigdy nie zostałyby wypowiedziane.

Od pojawienia się 15 lutego 2013 roku wspaniałego superbolidu czelabińskiego, razem ze Svendem pracowaliśmy nad pozyskiwaniem odnajdywanych meteorytów. Okazy

zebrane w ciągu pierwszych dwóch czy trzech dni po spadku były pierwszymi, jakie przybyły, a otwieranie paczki zawierającej całkowity okaz ważący 277 gramów było jedną z najbardziej emocjonujących chwil, jakie pamiętam jako prywatny kolekcjoner. Był to tylko chondryt zwyczajny – coś, co rozpakowywałem niezliczoną ilość razy przedtem – ale ten jakoś wyglądał i był odczuwany inaczej. Była to część największego wydarzenia meteorowego w ciągu ponad stu lat.

I Svenda i mnie bardzo cieszył ten proces naszych badań, które były kontynuowane, póki poszukiwania nie zostały zakończone i póki nie zakupiliśmy ostatnich zebranych okazów. Z różnych powodów żaden z nas nie mógł przyłączyć się do poszukiwań w terenie, z czym pogodziliśmy się,



### CHELYABINSK

Stone, chondrite, L5, S4, W0  
Chelyabinsk oblast, Russia  
Fall: February 15, 2013  
09:20 YEKT  
TKW: > 720 kg  
Individual: 772.0 g  
Meteorite Recon # B-442.31

Zdjęcie i etykieta ważącego 772 g okazu Chelyabinska zakupionego przez D. Gheeslinga, obecnie znajdującego się w Buhl Meteorite Collection. Pod cienką warstwą wtórnej skorupy obtopieniowej wyraźnie widać pozycję i kierunek płaszczyzn szokowych. Nierówne brzegi i gruboziarnista tekstura tej powierzchni wskazują na późną fragmentację tuż przed przejściem w fazę ciemnego lotu. Fot. S. Buhl



*Imponujący ślad po przelocie czelabińskiego superbolidu, sfotografowany od północy, krótko po 9:20 czasu jekaterynburckiego. Ślad rozciąga się na długości ponad 80 kilometrów. Silne wypiętrzenia konwekcyjne w zwężającej się części śladu po prawej, rozrastają się ku górze od wysokości 32 kilometrów. W momencie robienia zdjęcia północne wiatry na wysokościach do 30 km i silniejsze, zachodnio/północnozachodnie na wyższych poziomach (80–100 m/s) już przyczyniły się do lekkiego zakrzywienia chmury ku południowemu zachodowi (lewa część zdjęcia). Fot. M. Ahmetwaleew*

choć nie bez poczucia rozczarowania. Spodziewałem się, że podczas masowych poszukiwań w terenie zostaną odnalezione okazy ważące dziesiątki kilogramów i miałem nadzieję nabyć jeden z nich, ale pozyskanie całkowitego okazu ważącego 1,85 kilograma, który Svend pośrednio sprowadził z obszaru rozrzutu, z pewnością nie było rozczarowujące. A ważący 772 gramy kolekcjonerski okaz Svenda, który przebywał u mnie przez chwilę, może być moim ulubionym okazem z tego spadku. Jednak to nie meteoryty były najważniejsze w powszechnej wiedzy o tym zjawisku. Ważniejsza była skala zjawiska, którą najłatwiej było pojąć przez zniszczenia i zranienia będące wynikiem niewiarygodnie potężnej fali uderzeniowej – zwłaszcza

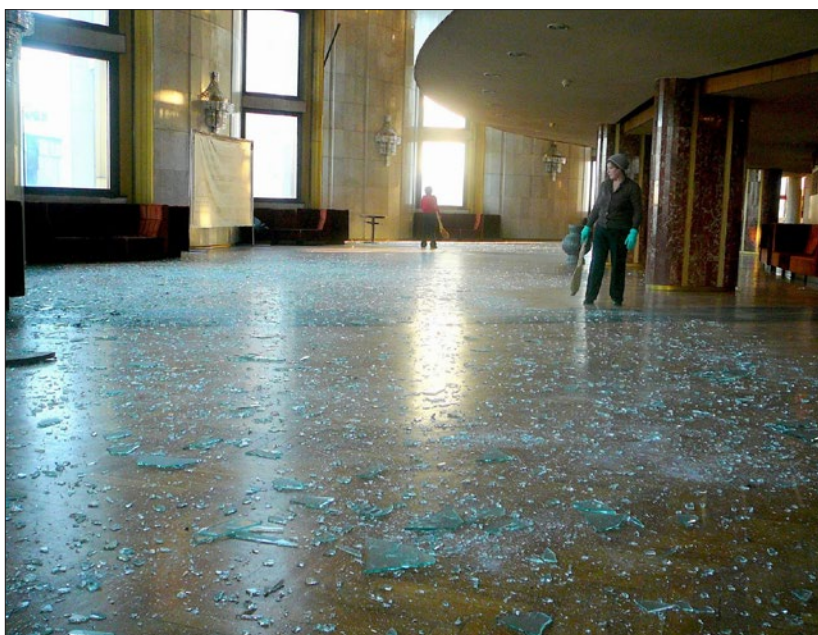
cza, że i zniszczenia i zranienia były bezpośrednio związane z wybitymi szybami z okien. Uderzyło mnie to: całe okno – nie tylko kawałek szkła, o którym by mówiono, że pochodzi z tego zdarzenia – powinno być zachowane dla potomności.

Gdy po raz pierwszy wspominałem o tym Svendowi, stwierdził oczywiście, że nie jest to najlepszy pomysł. Widoczny entuzjazm jednak się udzielił i starania w sprawie tej niedorzeczności zostały podjęte. Gdy Svend przekazał mi pierwszą odpowiedź, jaką usłyszał, że odnalezienie i przygotowanie do wysyłki takiego okna byłoby „niemożliwe”, w głowie kołatały mi tylko słowa Wernera von Brauna: „Nauczyłem się używać słowa „niemożliwe” z wielką ostrożnością.”

Jednak Svend, jak zawsze, łatwo nie rezygnował. Gdy z terenu dotarły pierwsze doniesienia, moja początkowa wizja zabezpieczenia komercyjnego okna z czelabińskiej oblasti, sfotografowanego na miejscu, szybko wyparowała wobec widocznych szybkich postępów w naprawianiu uszkodzeń. Zacząłem tracić zainteresowanie tym pomysłem, ale Svend już wprowadził maszynę w ruch.

Gdy otrzymaliśmy liczącą wiele pozycji listę wydatków z prośbą o ich pokrycie, obaj byliśmy dość zszokowani. Wydalibyśmy pieniądze, których nigdy nie zamierzaliśmy wydawać, ludzie aktywnie szukaliby Świętego Graala okien i wyraźnie osiągnęlibyśmy punkt, z którego nie ma odwrotu. Obaj uznaliśmy, że w najlepszym przypadku zyskalibyśmy co najwyżej kupę złomu.

Gdy na moim monitorze pojawiły się pierwsze zdjęcia starych, niebieskich, posklejanych taśmą, drewnianych okien, ten pomysł zaczął mi się jeszcze mniej podobać. Te okna wcale nie wyglądały tak, jak sobie to wyobrażałem na początku. Za to entuzjastyczne podejście Svenda do projektu było teraz większe niż kiedykolwiek (wówczas nie miałem pojęcia, że nie mógł on spać z powodu daremnych poszukiwań tego dziwactwa). Zamiast sztafpowego, masowego produktu – który mógłby pochodzić z dowolnej, przemysłowej posiadłości na świecie – znaleźliśmy okna, które, jak żadne inne, reprezentowały środowisko czelabińskiej oblasti z okresu radzieckiego. Te okna, zrobione ręcznie w tym samym roku, kiedy Józef Stalin został przywódcą



*Skutki widoczne w hallu recepcyjnym Czelabińskiego Akademickiego Państwowego Teatru obrazują siłę podmuchu fali uderzeniowej. W tym ładnym budynku nie ocalało żadne z dużych, frontowych okien. Fot. Nikita Plechanow.*

Komitetu Centralnego Komunistycznej Partii Związku Radzieckiego, miały teraz ponad 80 lat. Jako element osady zbudowanej dla górników węgla w latach trzydziestych XX wieku były już one częścią radzieckiej historii, zanim fala uderzeniowa zostawiła na nich swoje piętno.

Svend już wiedział to, czego ja jeszcze nie wiedziałem. Dokumentacja sporządzona pod jego kierownictwem, była niesamowita, a miejsce było o wiele lepsze, niż sobie wyobrażaliśmy – prawdopodobnie lepsze niż byliśmy w stanie sobie wyobrazić. Znaleźliśmy potraskane okna – nie z odległego miasta, ale z samego obszaru rozrzutu.

Pod wieloma względami historia dopiero wtedy się zaczęła. Ale, jak to się często nam przydarza, projekt ten stał się niezapomnianym doświadczeniem, które stopniowo zaczęliśmy doceniać chyba bardziej, niż można to wyrazić. Mamy też nadzieję, że przyszłe pokolenia jeszcze bardziej docenią z czasem ten szczególnie artefakt z kosmicznej historii...

## ZABEZPIECZANIE ARTEFAKTU PO FALI UDERZENIOWEJ

Svend Buhl

Tak jak zdarzało się przy podobnych okazjach w przeszłości, meteoryty i inne pamiątki po zdarzeniu szybko znalazły się na rynku. Kilka dni po spadku kawałki potłuczonego szkła z Czelabinska były już oferowane na lokalnych portalach aukcyjnych w internecie. Nielicznym, jeśli w ogóle, towarzyszyła dokumentacja zasługująca na tę nazwę. Tak jak podczas wcześniejszych spadków meteorytów, te artefakty były traktowane tylko jako osobliwości i przechodziły z rąk do rąk bez żadnego zapisu ich pierwotnego kontekstu – skazane na stanie się nic nie znaczącymi, gdy tylko zaginie ustna opowieść z nimi związana.

Wobec historycznego znaczenia zdarzenia czelabińskiego, w obliczu postępującego usuwania szkód i trwających prac remontowych, powstał plan uratowania znaczących artefaktów będących świadectwem zniszczeń spowodowanych falą uderzeniową meteoru. Celem było udokumentowanie i zachowanie tych artefaktów dla przyszłych pokoleń. W tym celu, mie-



*Tablica z nazwą małego osiedla Baturinskij, na wschód od Jemanzelinki, w okręgu jemanzelinskim czelabińskiej oblasti w Rosji. Założony w roku 1770, jako wieś kozacka, Jemanzelinsk był znany od 1866 roku jako stanica jemanzelinskaja. W latach 1930-1931 stał się osadą górników węgla, a prawa miejskie przyznano mu w roku 1951. To tu, w Baturinskim, przy ulicy Polewaja numer 4, K. W. Pisklow znalazł w końcu zestaw okien rozbitych przez eksplozję 15 lutego. Fot. K. W. Pisklow.*

siąc po zdarzeniu, w połowie marca, rozpoczęto operację, w trakcie której zlokalizowano i pozyskano z obszaru zniszczeń trzy okna potraskane przez falę uderzeniową.

Te trzy strzaskane okna, wyjęte z drewnianego domku w osiedlu Kopalnia Baturinskij w Jemanzelińsku, pozostają do dziś jedynymi większymi obiektami zabranymi ze strefy zniszczeń, by zachować je dla potomności.

Oto ich historia...

## „NIEMOŻLIWE!”

W marcu 2013 r., miesiąc po deszczu meteorytów Cheljabinsk, pracowałem nad kilkoma projektami związanymi z różnymi aspektami tego zdarzenia. Na pierwszym miejscu listy priorytetów było skonstruowanie mapy rzutu trajektorii bolidu i obszaru rozrzutu, która pomogłaby poszukiwaczom odnajdywać meteoryty w terenie. Razem z Karlem Wimmerem, który wówczas już skompletował wstępną triangulację drogi meteorytu, kontaktowaliśmy się z kilkoma zespołami w terenie, które dostarczały nam dane i okazy meteorytów. Praca przebiegała sprawnie, a nowe znaleziska i związane z nimi dane, które nieustannie spływały do naszych skrzynek pocztowych, utrzymywały adrenalinę na wysokim poziomie.

To w tym, mniej więcej, czasie w mojej korespondencji z Dave Gheslingiem pojawiło się najprostsze pytanie: „Czy wobec tych wszystkich kawałków szkła przybywających z Czelabinska”, zasugerował Dave, „nie powinniśmy zachować jakiegoś strzaskanego okna w całości?” Ponieważ byłem już w Rosji wcześniej

i miałem świadomość, jak najprostsze sprawy bardzo szybko stają się bardzo skomplikowane, nie byłem zbyt zachwycony tym pomysłem. Jednak mój przyjaciel nalegał i im więcej o tym myślałem, tym bardziej musiałem przyznać, że coś w tym jest.

Fakty były takie: Historyczny megabolid zdewastował całe miasto. Powybijane okna stały się już symbolem i rada miasta rozważała nawet postawienie, wysokiego na sześć stóp, pomnika w kształcie wybitego okna. Jednak, wobec szybkiego tempa napraw, po kilku tygodniach nie było już żadnych widocznych śladów uszkodzeń. W historii meteorytu będą wspomniane zawałone dachy i powybijane okna, ale wszelkie fizyczne dowody zdarzenia zostały już pozacierane.

Obiecałem zwrócić się w tej sprawie do mojego rosyjskiego kontaktu i przedstawiłem nasze życzenie Piotrowi Muromowowi — jednemu obywatelowi tego wielkiego kraju, który według mnie był zdolny i zrozumieć i zrealizować to zadanie. Piotr, z zawodu dealer meteorytowy, nawet nie odpowiedział. Dowiedziałem się później, że po otrzymaniu prośby był przekonany, że sobie żartuję. Prośba o rozbite okna z Czelabinska nie była najwidoczniej zamówieniem, jakie poważny gracz w rosyjskim, meteorytowym biznesie spodziewałby się otrzymać.

Następnego dnia wysłałem zapytanie ponownie i tym razem otrzymałem odpowiedź wyrażoną jednym słowem: „Niemożliwe!”, napisał.

To był prawdopodobnie ten moment, kiedy zacząłem patrzeć na tę sprawę jako na wyzwanie. Wspomnia-

łem, że mój przyjaciel, pewien „oligarcha” z USA, jest zainteresowany oknami, i zadałem kilka pytań dotyczących dokładnej natury możliwych problemów. Ostatecznie co mogło być tak trudnego w kupieniu i wysłaniu paru rozbitych okien z Czelabinska? Niezwłocznie otrzymałem wyjaśnienie. „Jeśli chcesz znaleźć i kupić takie obiekty, to musi to zrobić ktoś miejscowy. Byłem w Czelabinsku dwukrotnie. Handel rozbitymi oknami dla tamtejszych ludzi będzie wydawał się dość niezwykły. Pomyśl jest po prostu zbyt dziwaczny — nawet dla Rosjan” podsumował Piotr.

Wiedząc, że mnie nie zawiedzie, przypominałem mu o mojej prośbie przez następne tygodnie. Była już połowa maja i paru poszukiwaczy i miłośników meteorytów z USA, którzy zorganizowali ekspedycje na obszar rozrzutu Cheljabinska, wróciło przez ten czas do domu — z bagażami wypełnionymi meteorytami i kawałkami szkła, ale bez okien. Niemniej Dave Gheesling informował mnie, iż spodziewa się, że inni dealerzy meteorytów z pewnością zdobędą okna z tego terenu.

## OSZACOWANIE SZKÓD

Oczami wyobraźni próbowałem zobaczyć dealerów meteorytów oferujących strzaskane okna z Czelabinska z przyczepionymi do nich cenami i poważnie wątpiłem, czy to kiedykolwiek się zdarzy.

Jednak, po kilku dniach, otrzymałem od Piotra pierwszy zestaw zdjęć przedstawiających uszkodzone dachy, zwalone ściany i izolację zerwaną z różnych budynków w Czelabinsku. Ku rozczarowaniu Piotra mój pryncypał z USA odrzucił to wszystko, ponieważ nie odpowiadało to jego wyobrażeniu, jak powinien wyglądać prawidłowy artefakt po eksplozji meteoru. Jedno rozbite okno z miejskiego toru łyżwiarskiego uznano za odpowiednie, ale gdy Piotr odwiedził to miejsce po dwóch tygodniach, okno zostało już wymienione.

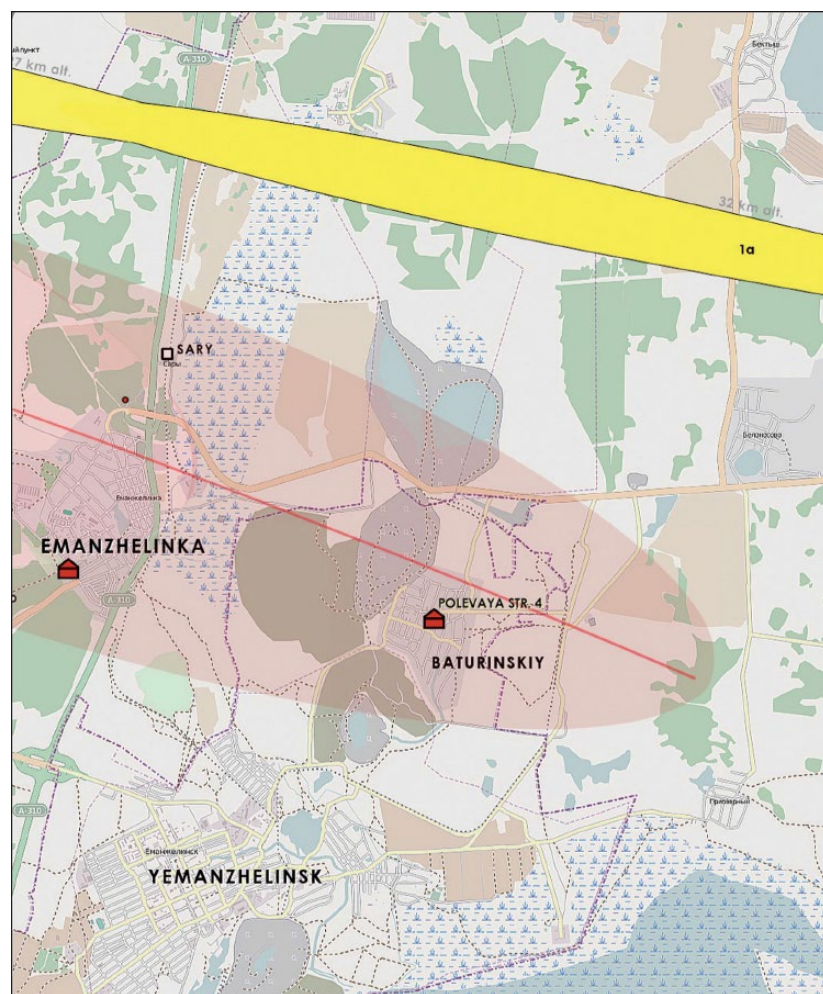
W połowie maja Piotr wrócił z kolejnego udanego wyjazdu na poszukiwania. Kupiłem kilka dobrze udokumentowanych meteorytów, które znalazł, a po zakończeniu transakcji mimochodem wspomniał, że w sprawie okien też poczynił pewne postępy. W końcu zawarł znajomość

z miejscowym facetem o imieniu Kirił, który oczywiście rozumiał dynamikę biznesu rozbitych okien, i który wydawał się wystarczająco rozsądny, by powierzyć mu to zadanie. Nasz nowy pracownik, Kirił, odbył już kilka wyjazdów w poszukiwaniu odpowiednich okien, ale niestety informował, że większość uszkodzeń, jeśli nie wszystkie, została już naprawiona. Fakt, że ktoś rzeczywiście zaczął poszukiwania okien, był dobrą wiadomością i byłem wdzięczny za te działania. W gruncie rzeczy jednak żadnego konkretnego postępu nie było. Omal nie zemdlałem, gdy Piotr powiedział, że zapłacił gościowi z góry pewną sumę „tylko 1000 dolarów” na wydatki związane z podróżą i na porządny aparat cyfrowy.

Nie trzeba wspominać, że nie był do tego upoważniony. Tysiąc dolarów USA zapłacone tylko za perspektywę paru zdjęć rozbitych okien? Pomyślałem, że ten projekt zwolna wymyka się spod kontroli.

Aby zapobiec dalszym niespodziankom opracowałem umowę, by ograniczyć wydatki i powiązać każdą zapłatę z rzeczywistymi wynikami. Piotr ze wszystkim się zgadzał, ale pozostałem z nie dającym mi spokoju podejrzeniem, że najważniejsze części naszej umowy mogły zostać zagubione w tłumaczeniu.

Omówiłem sprawy z Davem i on także był „dość zdziwiony”, że projekt nagle wszedł w stadium wymagające nakładów. Postanowiliśmy kontynuować; na wycofywanie się było już jednak za późno. Na szczęście okazało się, że ta płatność z góry przyniosła pewne efekty. Kirił okazał się rzeczywiście sprytną osobą. Gdy dowiedział się, że wszystkie uszkodzenia w okolicy zostały naprawione, to zamiast zrezygnować, przejawiał pewną inicjatywę. Skontaktował się z lokalną stacją radiową i telewizyjną i jego prośba o oryginalne, strzaskane przez meteor okna poszła w eter w regionie czelabinskim. Otrzymał trzy telefony,



Symbol domu o współrzędnych N 54° 47'19"; E 61° 22'12" oznacza dom Ludmiły Nikolajewny Owczinnikowej przy ulicy Polewaja numer 4. Zauważmy bliskość czerwonej, centralnej linii obszaru rozrzutu (500 m) i osi trajektorii, z maksimum pierwszej katastrofalnej fragmentacji na wysokości 32 km tylko 5,4 km na północ. Mapa: S. Buhl; K. Wimmer

nie z samego Czelabinska, ale ze wsi na południe od miasta położonych bezpośrednio pod trajektorią meteoru. Dwaj miejscowi nawet mieszkali we wsiach znajdujących się w granicach obszaru rozrzutu. Ten teren został silniej dotknięty falą uderzeniową niż sam Czelabinsk i duży procent w większości drewnianych budynków doznał poważnych uszkodzeń. Przewrócone ściany, zwalone dachy i drzwi wepchnięte do domów były powszechne w Deputatskim, Zauralskim i Jemanżelince. Otrzymałem już niejedno doniesienie o uszkodzeniach samochodów i okien bezpośrednio przez uderzenia meteorytów. Do czerwca dzieci z tych wsi zbierały powszechnie meteoryty z dachów i rynien. W tym samym czasie meteoryty znajdowano także w ogrodach i na grządkach z warzywami.

Kirył odwiedził osoby, które do niego telefonowały. Dwaj właściciele domów zostali wykluczeni z powodu ich nierealistycznych ambicji, ale jedna kobieta — a ściślej jej trzy potrzaskane okna — w pełni się kwalifikowała.

Parę tygodni wcześniej rozważałem już z Davem potencjalny problem: Każde okno wybite przez falę uderzeniową musiało stracić większość szkła. Szczególnie dotyczyło to okien z izolującymi szybami, które rozlatywały się bardziej gwałtownie, niż zwykłe okna z pojedynczymi szybami — w tych ostatnich szyby miały często tylko siatkę spękań. Niestety większość mieszkań i obiektów prze-



*Ludmiła Nikołajewna Owczinnikowa przed jej drewnianym domem zbudowanym w latach trzydziestych XX wieku. Pęknięcia szyb spowodowane eksplozją meteoru zostały prowizorycznie naprawione przezroczystą taśmą samoprzylepną w ciągu kilku dni po zjawisku meteoru. Fot. K. W. Piskłow; zrobione 1 czerwca 2013 r. o 18:55.*

mysłowych w Czelabinsku była wyposażona w uszczelniane okna. Sama goła framuga miała niewielką wartość jako dowód na siłę fali uderzeniowej meteoru.

### „JA, OWCZINNIKOWA LUDMIŁA NIKOŁAJEWNA”

Ten problem nie pojawił się jednak, ponieważ okna, które Kirył w końcu zlokalizował, były doskonale pod względem kompletności. Po przetoczeniu się przez osiedle Kopalnia Baturińskij grzmotu fali uderzeniowej, która strzaskała lub wybiła większość okien we wsi, wielu właścicieli domów naprawiło szkody prowizorycznie zaklejając pęknięcia i dziury przezroczystą taśmą. Tak więc 1 lipca, gdy Kirył odwiedził panią, która do niego zatelefonowała, by obejrzeć jej okna,

większość popękanego szkła w jej oknach była wciąż na swoim miejscu.

Kirył znalazł okna w idealnym miejscu. Praca Popova et al., zatytułowana Supplementary Materials – Chelyabinsk Airburst, Damage Assessment, Meteorite Recovery, and Characterization (opublikowana w Nature, 2013), wspomina w szczególności o dużych uszkodzeniach w miejscowości Baturinskij. W tabeli S7A, jest przedstawione zestawienie relacji świadków, gdzie wspomina się o „dotkliwych zniszczeniach szkła” i o „spękanej ścianie domu”, a także o meteorach, które spadły w tej wsi. Potwierdza to relacja pani Owczinnikowej, mieszkanki Baturinskiego:

Rankiem, 15 lutego, około godziny 9:20, Ludmiła Nikołajewna Owczinnikowa miała gości. Odwiedziła ją rodzina. Jedli śniadanie w kuchni, gdy migotliwe światło z zewnątrz spowodowało, że w kuchni pojawiły się dziwne cienie. Tak wcześnie rano pokryta śniegiem droga prowadząca do domu przy ulicy Polewaja 4 była zazwyczaj cicha. Tego dnia na ulicy rozlegały się jakieś krzyki. Wciąż zastanawiali się, co się dzieje, gdy rozległa się potężna eksplozja. Potem, po dłuższej chwili ciszy, nastąpiła kolejna detonacja. Wszyscy wstali od stołu, gdy nagle potężny, ogłuszający wybuch uderzył w dom, silniejszy niż cokolwiek, czego doświadczyła rodzina Owczinnikowych w swym życiu. Szyby popękały, a ziemia zatrzęsała się pod nogami. Potem zabrzmiał złowieszczy, przewalający się grzmot. Psy szczekały, a po drugiej stronie ulicy wył alarm samochodowy.



*„Ja, Owczinnikowa Ludmiła Nikołajewna, mieszkająca pod adresem: miasto Jemanżelinsk, Kopalnia Baturinskij, ulica Polewaja, dom – 4. Oddaję okna Piskłowu Kiryłu Władimirowiczu, które ucierpiały od spadku czelabinskiego meteorytu, który spadł 15 lutego 2013 roku, w zamian za nowe okna.” 1.07.2013 r. (podpis). Fot. K. Piskłow.*

Na zewnątrz śnieg sypał się z dachu i wstrząśniętych drzew. Szyby w zewnętrznych oknach były popękane. Przez długi czas nikt nie odważył się wyjść z domu. Gdy wyszli, nad nimi, na lodowo błękitnym niebie, piętrzyła się biała jak śnieg chmura. Później owego dnia dowiedzieli się o meteorach znalezionych we wsi. Oglądając obejście rodzina Owczinnikowych sama znalazła garstkę małych meteorytów. Dwa z nich leżały między zewnętrznymi i wewnętrznymi oknami. Przypuszczano później, że odbiły się one od drzew, albo może od daszku nad bramą. 17 lutego pani Owczinnikowa sprzedała swoje meteoryty „biznesmenowi”, który odwiedził wioskę [Wywiad przeprowadził K. W. Piskłow, przetłumaczył P. Muromow].

1 lipca Kirył Piskłow, nasz lokalny operator odpowiedzialny za pozyskanie okien, pojawił się na scenie z ekipą stolarzy, by zabezpieczyć trzy zwrócone na zachód, zewnętrzne okna domu pani Owczinnikowej. Wynegocjowano cenę obejmującą wymianę popękanych okien na nowe, założone przez stolarza zgodnie z życzeniem właściciela domu. Gdy obie strony doszły do porozumienia, góra rubli przeszła z rąk do rąk i przystąpiono do pracy. Najpierw zdjęto okiennice. Następnie wyjęto ostrożnie okna z futryn. Od momentu wybudowania domu te okna przetrwały arktyczny chłód 83 syberyjskich zim i taką samą liczbę krótkich, ale gorących i suchych lat. Trzy warstwy farby,

Я, Овчинникова Людмила  
Николаевна.  
Живущая по адресу: г.  
Емантешинск, разрез Батуринский  
улица Полевая дом-4  
Отдам окна Тискилову Кириллу  
Владимировичу пострадавшие  
от падения Челябинского метеорита,  
унавшего 15 февраля 2013 года.  
На замену новых окон.  
1.07.2013г. Л.Овчинникова

*Kopia rękopisu. Tłumaczenie pod poprzednim zdjęciem. Skan: S. Buhl.*

które nałożono na nie w ciągu tych lat, trochę ochroniły je przed brutalnymi siłami przyrody, ale niszczycielski podmuch z czelabińskiego meteoru z pewnością je wykończył. Te kruche ramy trzymało w całości niewiele więcej niż taśma chroniąca szkło przed wypadnięciem. Ostrożnie zawinięto okna w koce i obwiązano sznurkami. Przeprowadzono z panią Owczinnikową rozmowę, w której wspominała ona straszne wydarzenia z 15 lutego. By wypełnić protokół zalecony przez Piotra, pani Owczinnikowa napisała i podpisała oświadczenie stwierdza-

jące pochodzenie okien i przyczynę ich zniszczenia.

Nabycie tych trzech okien było przełomowym momentem projektu. A otrzymanie zrobionych przez Kiryła zdjęć pani Owczinnikowej podpisującej dokumenty wywołało uśmiech na twarzach wszystkich uczestniczących w tym osób. Nawet Piotrowi, który w owym czasie mówił o projekcie używając wyłącznie określeń nie nadających się do zacytowania publicznie, nastrój wyraźnie się poprawił.

Chociaż cena wynegocjowana za same okna mieściła się w planowa-



Końcowe zdjęcie poważnie wyglądającej Ludmiły Nikolajewny Owczinnikowej stojącej przed bramą do posesji przy ulicy Polewej numer 4, w górniczej osadzie Kopalnia Baturinskij w mieście Jemanżelinsk. Trzy okna, wyjęte 1 lipca, potrzaskane przez falę uderzeniową meteoru 15 lutego, stoją pod bramą. Fot. K. Piskłow.

nym budzecie, to jednak była to spora suma pieniędzy. Dodatkowe koszty nieustannie rosły. Projekt pozyskania okien wymagał teraz codziennej pracy, przekazywania pieniędzy i ryzykownych decyzji. Cała sprawa niemal nie dawała mi spać. Miałem wrażenie, że do chwili, gdy okna zostały ostatecznie zakupione, zatrudniłem już i opłaciłem każdego mieszkańca całej czelabinskiej oblasti wraz z rodziną. Dobrą wiadomością na temat obecnego stanu rzeczy było to, że obiekt naszych pragnień został zakupiony. Tak więc najtrudniejsza część przedsięwzięcia wydawała się ukończona. A przynajmniej tak myślałem.

Tymczasem Kirył przygotował skrzynię i starannie zapakował cenny ładunek przygotowując go do podróży do Europy. Następny krok — znalezienie firmy przewozowej, która przewiozłaby nasz cenny ładunek do Niemiec — to było zwykle zadanie logistyczne. Mogłem wyobrażać sobie Kiryła kartkującego książkę adresową Czelabinska, znajdującego parę firm transportowych, proszącego o oferty dotyczące zlecenia i potwierdzającego najbardziej rozsądny wybór w ciągu tygodnia czy dwóch. Jednak biznes w Rosji najwidoczniej w taki sposób nie funkcjonuje. Po otrzymaniu zapotrzebowania na przewóz trzech potrzebnych okien ponad 4000 kilometrów drogami z Czelabinska do Hamburga większość firm nawet się nie odezwała. Jeden agent spytał, ile kontenerów z oknami chcemy wysłać. Te, które się odezwały, musiały zakładać, że mają do czynienia z wariatami i dlatego podawały odpowiednio chore opłaty za transport.

Gdy upłynął kolejny miesiąc i wciąż nie było realistycznej opcji transportu, postanowiłem przyspieszyć nieco sprawę i poprosiłem niemieckie firmy transportowe o oferty. Pierwszy agent spytał o zezwolenie na eksport. Przekazałem prośbę Rosjanom, którzy stwierdzili, że dla potrzebnych okien zezwolenie na eksport nie jest konieczne. Agent firmy przewozowej upierał się, że potrzebuje zezwolenie. Rosjanie twierdzili dalej, że nie. Starając się nie zwariować poprosiłem przyjaciela znającego rosyjski, by zadzwonił do Urzędu Celnego w Czelabinsku i spróbował wyjaśnić ostatecznie sprawę. Jednak tamtejszy urzędnik nie był chętny do pomocy i odłożył



*Gablota wystawowa z oknem #2. Numer 2 to okno środkowe zachodniej ściany posesji przy ulicy Polewaj nr 4. Pod oknem umieszczony jest całkowity okaz meteorytu Chelyabinsk 49 g i zdjęcie okien przed demontażem. Fot. S. Buhl.*

sluchawkę, gdy dowiedział się, jaka jest zawartość omawianej przesyłki — prawdopodobnie pomyślał, że Niemcy robią sobie z niego żarty.

Ten wynik ograniczył liczbę potencjalnych firm przewozowych do takich, które same załatwiają kwestie celne. Najniższa opłata, jaką zaofiarowano za przewiezienie ważącej 27 kg skrzyni z Czelabinska do Hamburga, wynosiła 1743 dolarów. Wśród rozważanych opcji były dziwaczne propozycje, które można tłumaczyć jedynie brawurą rosyjskich ochotników, którzy sugerowali załadowanie okien w Czelabinsku, przewiezienie ich samochodem 4000 km do Hamburga i potem powrót tą samą drogą.

Już byłem bliski załamania, gdy ostateczne rozwiązanie pojawiło się samo w postaci innego rosyjskiego dealera meteorytów. Kontaktowałem się z nim w sprawie transportu kilka tygodni wcześniej. Ten gentleman planował przyjechać na targi minerałów w Monachium i przywieźć swoje okazy samochodem z St. Petersburga do Monachium. Jedna skrzynia więcej, czy mniej nie robiła różnicy. Spytałem Piotra, czy byłoby możliwe przetransportowanie okien z Czelabinska do St. Petersburga. Piotr stwierdził, że dla prawdziwego Rosjanina przejechanie drogami 2000 kilometrów, to żaden problem, tak więc skrzynia z trzema oknami przybyła do celu nad brzegiem Newy już po dwóch dniach

od mojego telefonu. Tam powędrowała prosto do bagażnika samochodu jeszcze innego rosyjskiego dealera meteorytów (Chelyabinsk, jak było widać, miał pewien wpływ na tę profesję) i wyruszyła w trzydniową podróż, non-stop, do Monachium. Tak jak się spodziewano, zezwolenie eksportowe nie było problemem. Gdy odbierałem skrzynię na parkingu przy halach targowych w Monachium, dokumenty eksportowe wciąż były do niej przymocowane. Dima Sadienko, który dowodził podróżą okien z St. Petersburga do Monachium, wraz ze mną zataskał skrzynię do swego stoiska, gdzie spędziła kilka godzin, jako egzotyczna osobliwość dla miłośników meteorytów, którzy odwiedzali go na targach. Po kilku telefonach znalazłem odpowiednią firmę transportową z siedzibą w pobliżu. Dwie godziny później czelabinskie okna wyruszyły w ostatni etap swej podróży. 1 listopada, dziewięć i pół miesiąca po zdarzeniu, które zainicjowało operację bardziej złożoną i trudniejszą niż jakakolwiek z moich wypraw na Saharę, trzy potrzebne okna z ulicy Polewaja numer 4 przybyły w końcu do Hamburga.

Stąd okno #1 i okno #3 wyruszyły w podróż do Atlanty, w Georgii. To już jednak zupełnie inna historia...



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

*Dave Gheesling jest dyrektorem generalnym Grupy FEI w stołecznym mieście Atlanta, Georgia, i mieszka tam z córką Maddie i paroma kamieniami z kosmosu. Informację o jego kolekcji i działalności popularyzatorskiej związanej z meteorytami można znaleźć na jego stronie [www.fallingrocks.com](http://www.fallingrocks.com).*



# Nowy duży okaz Moraska

Andrzej Owczarzak

**W**sobotę, 11 kwietnia, nadszedł czas na przeszukanie kolejnego miejsca, w którym może znajdować się meteoryt.

Tradycyjnie już, wcześniej rano spotkałem się z Michałem Nebelskim i po krótkiej naradzie rozpoczęliśmy poszukiwania. Po mniej więcej godzinie aparatura wykrywająca przekazała wielce obiecujący sygnał. Od tego momentu zaczęły się intensywne wykopy, które łącznie z wydobyciem okazu na powierzchnię, trwały do godz. 17. Szybko umówiliśmy się z Michałem na oczyszczanie okazu o wadze 210 kg. Z dużą dozą cierpliwości i ze świadomością, jaki ogrom pracy jest przed nami, przystąpiliśmy do czyszczenia. Podczas prac zauważyliśmy małą roślinę przylegającą do skorupy obtopieniowej pod grubą warstwą zwietrzliny.

Pojawiła się wielka szansa, że za pomocą badań uda się ustalić datę spadku meteorytu Morasko! Roślina została przekazana panu prof. Muszyńskiemu w nadziei, że będzie gruntownie i profesjonalnie



zbadana. Okaz po oczyszczeniu waży 174 kg.

Korzystając z okazji chciałbym podziękować wszystkim, którzy brali udział w wydobyciu okazu: Panu Sałkiewiczowi, który koordynował operację, ojcu Michała i kolegom Michała, mojemu synowi za wsparcie w każdej postaci, Katarzynie za kręcenie filmu.



*Andrzej Owczarzak poszukuje meteorytów Morasko od wielu lat. M. in. jego znaleziska przysłużyły się znacznemu poszerzeniu elipsy rozrzutu.*



# Jerzy Pokrzywnicki.

## Dwie rocznice

Janusz W. Kosiński

**W** 2014 r. minęły dwie ważne dla polskiej meteorytyki rocznice: 50-ta wydania „Meteorytów Polski” oraz 40-ta śmierci autora tego klasycznego dzisiaj opracowania, Jerzego Pokrzywnickiego.

Jerzy Pokrzywnicki (a właściwie Ernest Jerzy Grzymała Pokrzywnicki) urodził się w 1892 roku w Bebechach na Podolu. Jego rodzina, należąca do znanych rodów szlacheckich, była zamożna, dzięki czemu Jerzy uzyskał staranne wykształcenie kończąc gimnazjum klasyczne w Kamieńcu Podolskim oraz studia prawnicze na Uniwersytecie św. Włodzimierza w Kijowie oraz Uniwersytecie Noworosyjskim w Odessie. Od wczesnych lat młodzieńczych interesował się astronomią prowadząc obserwacje nieba, a w 1912 r. wstąpił do *Société Astronomique de France*. Pracując po studiach jako prawnik nadal interesował się astronomią i nawet w 1918 r. podjął studia astronomiczne na Wydziale Fizyczno-Matema-

tycznym Uniwersytetu Odesskiego, ale przerwał je, by podjąć pracę w odrodzonej po zaborach Polsce. W latach 1919–1939 pracował na różnych stanowiskach urzędniczych publikując też artykuły i książki dotyczące prawa. W latach 1928–1939 był stałym zastępcą naczelnika Wydziału Administracyjnego Ministerstwa Spraw Wewnętrznych, pełniąc również wiele funkcji specjalnych.

Podczas II wojny światowej Jerzy Pokrzywnicki mieszkając w Warszawie podejmuje się różnych zajęć, a po upadku powstania warszawskiego trafia do Krakowa. Od lipca 1945 r. Pokrzywnicki podejmuje pracę w Ministerstwie Administracji Publicznej, gdzie zostaje naczelnikiem Wydziału Spraw Stanu Cywilnego i Ruchu Ludności. Pracując w Ministerstwie prowadzi też zajęcia dla studentów prawa administracyjnego oraz przygotowuje liczne publikacje z tego zakresu. W 1950 r. Jerzy Pokrzywnicki przechodzi na emeryturę. Jest to ważny moment w jego życiu, gdyż może

całkowicie poświęcić się swojej największej pasji — astronomii. Wstępuje do Polskiego Towarzystwa Miłośników Astronomii i poprzez lekturę poznaje stan tej nauki w połowie XX wieku. Jedną z książek, którą uważnie studiują Pokrzywnicki są „Meteority” E. L. Krinova (wydana w 1948 r., w języku rosyjskim). Lektura pochłonęła go całkowicie, a meteoryty już do końca życia staną się najważniejszym tematem działalności naukowej i popularyzatorskiej.

W 1953 r. Jerzy Pokrzywnicki organizuje Sekcję Meteorytyki PTMA. Opracowuje też ambitny plan przygotowania monografii najbardziej znanych polskich meteorytów (meteoryty Pułtusk i Łowicz), zestawienia wszystkich dostępnych informacji o polskich meteorytach, napisania książki popularno-naukowej wzorowanej na publikacji Krinova, utworzenia Muzeum Meteorytowego oraz utworzenia w ramach Polskiej Akademii Nauk komisji ds. meteorytyki. Z podziwu godnym uporem Pokrzywnicki plan ten realizuje. Jest niezwykle pracowity — świadczą o tym setki stron maszynopisów i rękopisów, ok. 150 artykułów w czasopismach astronomicznych, geologicznych i geofizycznych, liczne tłumaczenia artykułów i książek obcojęzycznych. Ale nie zapomina też o tym, że jest prawnikiem. Również na tym polu prowadzi działalność naukową, czego zwieńczeniem jest uzyskanie w 1960 r. (w wieku niemal 68 lat!) stopnia doktora w zakresie nauk prawnych.

Aktywność Pokrzywnickiego na polu meteorytyki zostaje doceniona — uchwałą Komitetu Geologicznego PAN zostają mu powierzone prace w tej dziedzinie prowadzone przez Akademię. Otwiera to drogę do wszystkich zasobów i archiwów, co Pokrzywnicki skrzętnie wykorzystuje. Prowadzi też prace poszukiwawcze na terenie upadku meteorytów w Morasku oraz domniemanych upadków w Gaju k. Wyszkowa i w Ostrzeszowie k. Ostrowa Wlkp. W 1954 r. Pokrzywnicki rozpoczął pisanie obszernej monografii pt. „Kosmolityka”, mającej w zamierzeniu zaprezentować ówczesny stan meteorytyki ze szczególnym naciskiem na wiadomości o polskich meteorytach. Ogromne w planach dzieło nie zostało ukończone — ale zachowane maszynopisy i rękopisy



Jerzy Pokrzywnicki i okaz meteorytu Morasko, 1956 r. (ze zbiorów J. W. Kosińskiego)

świadczą o wiedzy Pokrzywnickiego, jak również o jego talencie popularyzatorskim i dociekliwości w badaniu różnych źródeł wiedzy.

W latach 60-tych Pokrzywnicki obficie korzystał ze zgromadzonych materiałów w swych publikacjach, a ich zwieńczeniem była wydana w 1964 r. monografia „Meteoryty Polski. Katalog meteorytów w zbiorach polskich” (seria: Studia Geologica Polonica, vol. XV). Opracowanie zawiera bogato udokumentowane informacje o wszystkich znanych ówczesnie meteorytach z terenu Polski, doniesienia o spadkach prawdopodobnych oraz w miarę kompletny katalog polskich zbiorów meteorytów. Dzięki rozesłaniu publikacji do najważniejszych bibliotek i ośrodków naukowych na całym świecie, polskie meteoryty i wiedza o nich znalazła też miejsce w nauce światowej.

Jerzy Pokrzywnicki do końca swego pracowitego życia podejmował tematykę meteorytową czego najlepszym dowodem jest fakt, iż część artykułów ukazała się już po jego śmierci w 1974 r.

Dzisiaj inaczej patrzymy na meteoryty: badamy ich skład, odtwarzamy dzieje, staramy się odpowiedzieć na pytanie — jak powstały. Inne cele ma też meteorytyka: łączy w sobie różne dziedziny nauki, wykorzystując meteoryty do poszerzenia naszej wiedzy o powstaniu Układu Słonecznego i Ziemi, a nawet historii Wszechświata... Obecnie znanych jest kilkadziesiąt tysięcy meteorytów, a większość z nich została dokładnie



*Autor tekstu przy grobie J. Pokrzywnickiego, 2014 r. (fot. Piotr J. Kosiński)*



*Inskrypcja na płycie nagrobnej Jerzego Pokrzywnickiego, październik 2014 r. (fot. Piotr J. Kosiński)*

przebadana wzbogacając wiedzę o tych niezwykłych przybyszach z Kosmosu.

A mimo to nadal każdy nowy upadek wywołuje nasze zainteresowanie i nadzieję, że będziemy wiedzieli jeszcze więcej. Jerzy Pokrzywnicki zapewne myślał podobnie.



*Grobowiec rodziny Grzymała Pokrzywnickich na warszawskich Powązkach, październik 2014 r. (fot. Piotr J. Kosiński)*



Janusz W. Kosiński jest z wykształcenia geograwem i mieszka w Wyszakowie – stąd zapewne szczególne zainteresowanie spadkiem meteorytu Pultusk. Autor wielu publikacji głównie dotyczących historii meteorytyki w Polsce. Organizator wielu spotkań i warsztatów meteorytowych. Założyciel w 1987 r. Pracowni Komet i Meteorów.



## Doniesienia z Wiki

### Fragment przepadł w Warszawie, a reszta okazów utonęła

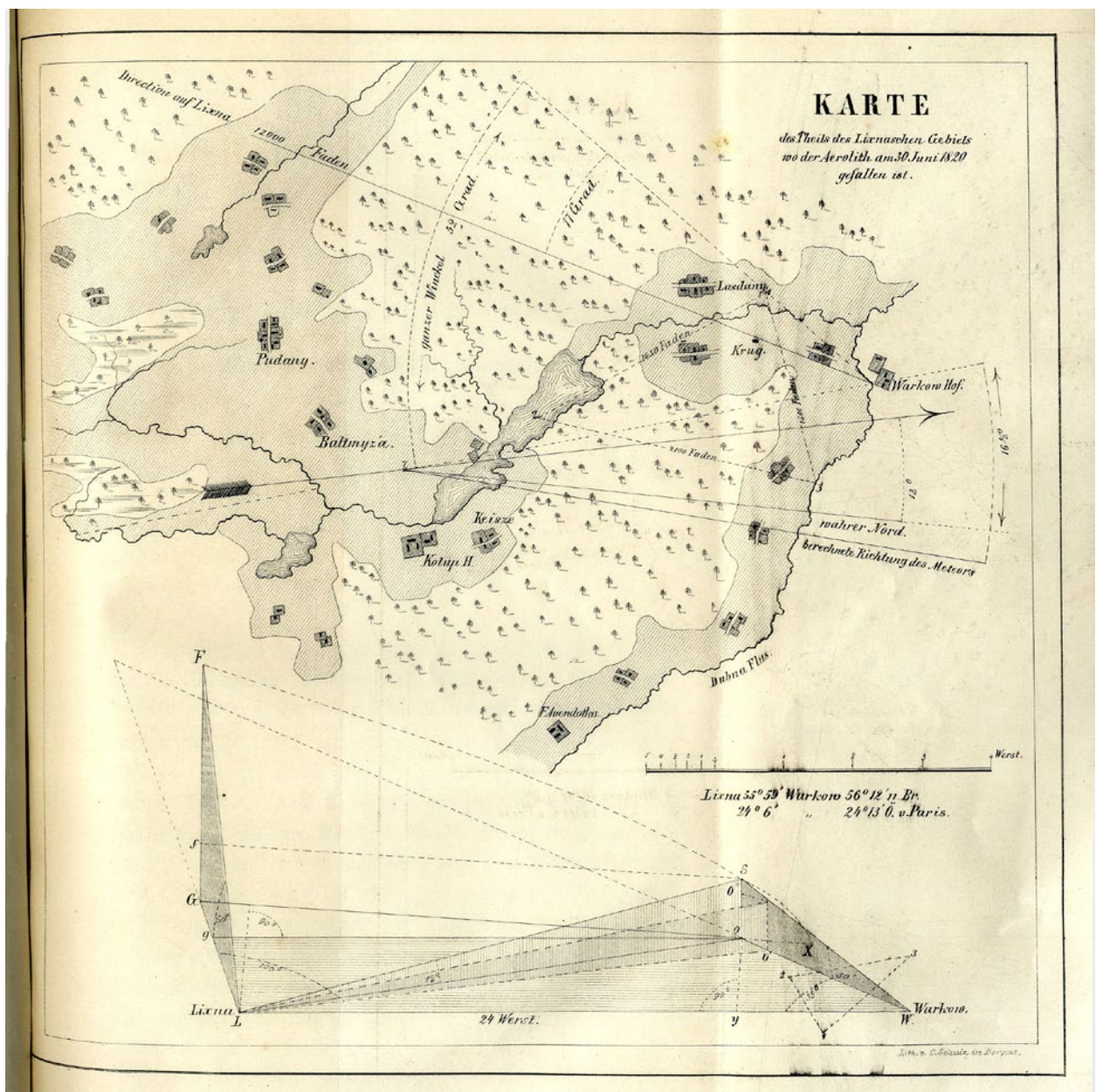
Jan Woreczko

**H**istoria spadku meteorytu Lixna 12 lipca 1820 roku (środa) około godz. 17:30 na Łotwie (chondryt zwyczajny H4, TKW 5,213 kg).

Przy niemal bezchmurnym niebie obserwowano przelot, poruszającego się z południa na północ, jasnego bolidu. Relacje świadków mówią o spadku trzech okazów meteorytu w trójkącie: jezioro Kołup, rzeka Dubna i wieś Łazdany. Okoliczności spadku i znalezienia okazu (Krinov 1948, za Siemaszko 1891):

Znaleziono jeden kamień o wadze „ponad puda” („более пуда”), czyli około 16 kg. Został on wydobyty z gliny z głębokości „1½ stóp” („1½ футов”), tzn. około 45 cm. Według relacji świadków widziano, jak kolejny kamień spadł do jeziora, co było bardzo dobrze widoczne przez rozbryzg wody. Widziano również spadający do rzeki trzeci kamień. Ale tych dwóch kamieni nie znaleziono.

Pierwsze krótkie doniesienie o spadku meteorytów ukazało się w *Kuryerze Litewskim* już 24 lipca i mówiło o obserwacjach z okolic Krasławia. Obszerny artykuł o obserwacji bolidu i opis znalezionego okazu został zamieszczony



Mapa okolic spadku meteorytu Lixna Obserwowano spadek okazów w punktach 1. 2. 3. (źródło: Kuhlberg 1867)

w *Dzienniku Wileńskim* z października 1820 roku. Przytoczony w *DW* opis spadku i przyczyn efektów mu towarzyszących jest bardzo wnikliwy i bliski rzeczywistej naturze tego procesu. Ta pełna szczegółów relacja zawiera fakty, które częściowo różnią się od ogólnie podawanych danych. Spadek meteorytu miał miejsce w dobrach rodu Zyberk w okolicach wsi Łazdanów oddalonej kilkanaście kilometrów od Lixny. Zaobserwowano również spadek kamienia do pobliskiego jeziora Kołup oraz w nurt przepływającej niedaleko rzeki Dubna. Bolid był obserwowany w wielu miejscowościach m.in. w Lixnie w kierunku na wschód. W anonimowym rękopisie *O spadnięciu Kamieni Atmosferycznych w Inflantach Polskich*, znajdującym się w zbiorach AGH w Krakowie (Kosiński 2009), są również informacje o innych miejscach skąd obserwowano przelot bolidu.

Wymieniona w *Dzienniku Wileńskim* wieś Łazdany to prawdopodobnie obecna wieś *Lazdāni* na północnym brzegu jeziora Kołup, tam też do nieodległego jeziora Kołup wpadł inny okaz meteorytu, a 3 wiorsty (ok. 3 km) na wschód od wsi w nurt rzeki Dubna wpadł trzeci kamień.

Za *Słownikiem...* Chlebowskiego (1883) wiemy, że w 1727 roku dobra kołupskie i likśnieńskie nabył Józefat na Wyszlingu Zyberk. W skład tych dóbr wchodziły m.in. majątności Krasław, Liksna i Kołup.

(...) Dobra kołupskie, własność dziedziczna hr. Stanisława Plater-Zyberka, zajmują 11,024 dzies. i sążni 1754. Składają je folw.: Kołup, Arendol, Andrzejów, Jadwigów i Maryłów, tudzież 208 mniejszych ferm czyli zaścianków, należących do właściciela K[ołup]. Dobra te za czasów krzyżackiego zakonu wchodziły w skład komturatu dyneburskiego i dzieliły się na dwie części, z których jedna nosiła łotewskie miano Bałtmujży (t.j. Biały dwór), druga zaś nazywała się Łazdany alias Kołup. (...)

Znaleziono tylko jeden okaz, którego największy fragment znajduje się obecnie w muzeum w Kijowie (Grady 2000, Koblitz MetBase). Ale, jak wynika z przytoczonego poniżej doniesienia, być może znaleziono więcej okazów. Osoba darczyńcy to członek rodu Plater-Zyberk, właścicieli ziem, na które spadły okazy meteorytu.

Jak podaje *Gazeta Korrespondenta Warszawskiego i Zagranicznego* z 1828 roku:

*Do Gabinetu Mineralogicznego.*  
(...) JP. Plater Kazimierz Ziberg Uczeń szkoły przygotowawczej Instytutu Politechnicznego, *Aerolit* spadły w r. 1820 w Powiecie Dynaburskim Gubernii Witebskiej.

W cytowanym fragmencie jest mowa o darze na rzecz utworzonego przy Uniwersytecie Królewskim Warszawskim Gabinetu Mineralogicznego. Zbiory te w części zostały przekazane do Muzeum Wydziału Geologii UW, gdzie znajdują się do dziś. Obecnie w wykazie jego zbiorów nie ma jednak meteorytu Lixna.

Więcej na portalu [Wiki.Meteoritica.pl](http://Wiki.Meteoritica.pl)

### Bibliografia

*Dziennik Wileński*, (1820), *O kamieniach meteorycznych, spadłych w powiecie dynaburskim*, t. III, nr 10, październik 1820, s. 192–198.

Kosiński Janusz W., (2009), *Jeszcze o meteorycie Lixna, Meteoryt*, 4, 2009, s. 19–20. Fragment tekstu: *O spadnięciu Kamieni Atmosferycznych w Inflantach Polskich*. Odnaleziony i opracowany przez Janusza W. Kosińskiego anonimowy rękopis opisujący dosyć szczegółowo okoliczności spadku i znalezienia meteorytu Lixna.

Кринов Евгений Л. (Krinov Yevgeny L.), (1948), *Метеориты*, Академия Наук СССР, Научно-популярная серия, Издательство Академии Наук СССР, 1948.

Kuhlberg Alphons C., (1867), *Analyse und Beschreibung der Meteorite von Nerft, Honolulu, Lixna und eines im Gouvernement Jekaterinoslaw gefallen Meteoriten*, *Archiv für die Naturkunde Liv-, Ehst- und Kurlands*, Erste Serie, Vierter Band, Dorpat 1867, s. 1–32; dodatek: *Der Meteorit von Lixna. Ergänzung zu S. 23, nach einem Manuscript des Grafen Plater-Sieberg*, (Nebst einer Tafel.), s. 33–44.

*Kuryer Litewski*, (1820), Krasław, nr 86, w Wilnie w Poniedziałek dnia 19 Lipca v.s. 1820 roku.

Siemaszko Julian Iwanowicz (Симашко Юлиан Иванович), (1891), *Каталогъ коллекции метеоритовъ* (*Catalogue de la Collection de Météorites de Julien de Siemaszko (Saint Petersburg, Russie)*, S.Petersburg 1891 (С. ПЕТЕРБУРГЪ (по июль 1891 г.)), s. 64.



## VIII Seminarium Meteorytowe w Olsztynie

Miłośnicy meteorytów spotkali się 24 i 25 kwietnia na Seminarium, które tradycyjnie, wraz z Walnym Zebraniem Polskiego Towarzystwa Meteorytowego, odbywa się w latach nieparzystych w Olsztyńskim Planetarium i Obserwatorium Astronomicznym. Na pięciu sesjach referatowych mówiono między innymi o pozaziemskim górnictwie i surowcach mineralnych w Układzie Słonecznym, o nowych i starych,

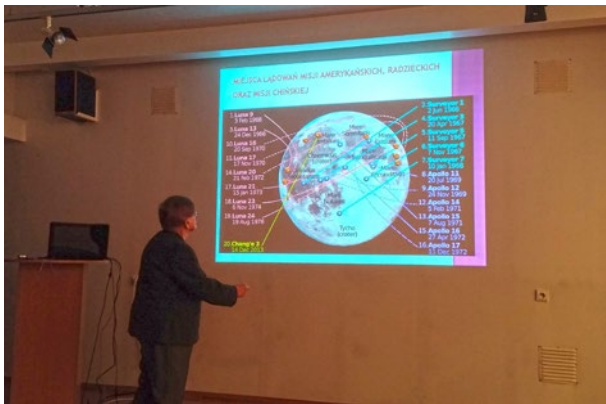
polskich meteorytach (Siewierz, Zakłodzie, Lechówka, Morasko), o znalezionych w Polsce tektytach, o metodach badań meteorytów i ich poszukiwaniu. Dyskusje toczyły się w przerwach na kawę i ciastka, przy obiedzie i uroczystej kolacji. Była też popularno-naukowa prelekcja pod kopułą Planetarium oraz oglądanie seansu, a także obserwacje w Obserwatorium Astronomicznym na wieży. Na kolejne spotkanie, za rok, zostaliśmy zaproszeni do Łodzi.



*Prof. dr hab. Łukasz Karwowski otrzymuje tytuł Honorowego Prezesa Polskiego Towarzystwa Meteorologicznego. Fot. K. Mazurek.*



*Uroczysta kolacja. Fot. K. Mazurek.*



*Dr Bogusław Hurnik opowiada o skalach i meteoritach z Księżyca. Fot. K. Mazurek.*



*Prof. dr hab. Andrzej Muszyński opowiada o meteoritach z Księżyca. Fot. P. Zaręba.*



*Przygotowania do popularno-naukowego wykładu „Diamenty w meteoritach”...*



*...który prezentuje dr Tomasz Jakubowski. Fot. P. Zaręba.*



*O znalezionych w Polsce tektytach opowiada mgr Tomasz Brachaniec. Fot. P. Zaręba.*



*Podglądanie naszej dziennej gwiazdy z tarasu Obserwatorium Astronomicznego w przerwie pomiędzy wykładami. Fot. J. Strzeja.*