Książka abstraktów

Program X Seminarium Meteorytowego

piątek 12.04.2019

08:00	rejestracja
09:00	**otwarcie konferencji Prezes PTMet, Dyrektor OPiOA**
09:40-11:00	**I sesja referatowa - prowadzenie Dyrektor OPiOA dr Jacek Szubiakowski**
09:40-10:00	Tadeusz A. Przylibski*, Katarzyna Łuszczek, Konrad Blutstein *Wykorzystanie Cameca SX Five w klasyfikacji meteorytów*
10:00-10:20	Gałazka-Friedman J.*, Woźniak M., Duda P., Jakubowska M., Bogusz P., Karwowski Ł. *Próby zastosowania spektroskopii mössbauerowskiej do klasyfikowania chondrytów zwyczajnych*
10:20-10:40	Łukasz Karwowski*, Mateusz Szyszka *Nowy, niezbrekcjonowany meteoryt enstatytowy z Algierii*
10:40-11:00	Katarzyna Łuszczek*, Radosław A. Wach *Właściwości fizyczne i termofizyczne meteorytu Pułtusk*
11:00-11:30	**przerwa kawowa**
11:30-13:00	**II sesja referatowa - prowadzący prof. Łukasz Karwowski**
11:30-11:50	Krzysztof Szopa *Wstępne badania impaktytów Krateru Iljinec, Ukraina*
11:50-12:10	Wojciech Stankowski *Czy w Kotlinie Pyzdrskiej występuja kratery meteorytowe*
12:10-12:40	Zbigniew Tymiński*, Przemysław Żołądek, Mariusz Wiśniewski, Marcin Stolarz, Krzysztof Polakowski, Maciej Maciejewski, Artur Jaśkiewicz, Paweł Zaręba, Marcin P. Gawroński, Tomasz Suchodolski, Arkadiusz Olech oraz PFN *Polska Sieć Bolidowa - 15 lat obserwacji (2004 – 2019)*
12:40-13:00	Tadeusz A. Przylibski , Katarzyna Łuszczek, Konrad Blutstein* *Planimetrowanie* ziaren FeNi jako metoda ustalenia stopnia wietrzenia W0–W4 chondrytów zwyczajnych
13:00-13:10	ogłoszenia drobne
13:10-14:30	**przerwa na obiad & kawę**

14:30-15:00	**sesja posterowa - prowadzący dr Jadwiga Biała**
	Martyna Jakubowska, Aleksandra Buczek, Katarzyna Gwiździel, Adam Djellouli, Filip Nowak, Marek Woźniak, Jolanta Gałązka-Friedman, Łukasz Karwowski, Przemysław Duda *Badania mössbauerowskie trzech chondrytów zwyczajnych typu H i trzech chondrytów zwyczajnych typu LL – wyznaczanie niepewności powierzchni spektralnych* Martyna Jakubowska, Arkadiusz Czarnecki, Marta Robak, Anita Zagrobelna, Patrycja Bogusz, Marek Woźniak, Jolanta Gałązka-Friedman, Łukasz Karwowski, Przemysław Duda *Badania mössbauerowskie 3 chondrytów zwyczajnych typu L (Beni M'hira, Hyattville, Saratov) – wyznaczanie niepewności powierzchni spektralnych*
15:00-16:45	Walne Zebranie PTMet
17:00-17:40	**wykład popularno-naukowy w OPiOA** Katarzyna Łuszczek *Asteroid mining - science not ficition*
18:00-18:45	seans w Planetarium "Niespokojny wszechświat"
19:30-…….	**kolacja koleżeńska**

sobota 13.04.2019

09:00-10:30	**III sesja referatowa - prowadzącą dr inż. Katarzyna Łuszczek**
9:00-9:20	Jadwiga Biała *Kolekcja Neumannów*
9:20-9:40	Roksana Maćkowska *Metody upowszechniania wiedzy o meteorytach w PAN Muzeum Ziemi w Warszawie*
9:40-10:00	Krzysztof Przegiętka *Komunikat o niedawnym znalezieniu domniemanego meteorytu toruńskiego (z 1572 roku)*
10:00-10:30	Thomas Kurtz *Okoliczności spadku i odnalezione fragmenty meteorytu Renchen, Niemcy 10.07.2018 r.*
10:30-11:00	**przerwa kawowa**
11:00-13:00	**IV sesja referatowa - prowadzący dr Krzysztof Szopa**
11:00-11:20	Marcin Kaczmarzyk *Osłabianie promieniowania gamma w chondrytach zwyczajnych*

11:20-11:40	Katarzyna Łuszczek, Thomas Smith *Izotopy gazów szlachetnych w meteorytach i tektytach (ICP MS) / Noble gas isotopes in meteorites and tekities by ICP MS*
11:40-12:00	Ahmed El Malull, Anna Karczemska, Marcin Krystek* *Libia – aktualny stan znalezisk i prognozy poszukiwań meteorytów*
12:00-12:20	Tomasz Walesiak *Sprawozdanie z badań geomagnetycznych w rejonie kraterów Morasko i poszukiwanie materii meteorytowej w sąsiedztwie domniemanych struktur impaktowych*
12:20-12:40	Tomasz Walesiak *Stuktura Porządzie – w poszukiwaniu śladu impaktu*

12:40-14:30	**przerwa na obiad**

14:30-15:00	**podsumowanie i zamknięcie seminarium - Prezes PTMet**

Jadwiga BIAŁA

KOLEKCJA NEUMANNÓW

W roku 1997 Muzeum Historii Naturalnej w Wiedniu nabyło zbiór meteorytów określany jako kolekcja J. G. Neumanna. Kolekcję tę sprzedali mieszkający w Grazu (Austria) dalecy krewni Johanna Georga Neumanna (1813-1882).

Twórcą kolekcji Neumannów był Karl August Neumann (1771-1866) ojciec Johanna Georga. Karl August znał Ernsta Florensa Friedricha Chladniego (1756-1827) i być może pod jego wpływem zainteresował się meteorytami. Chladni podarował Neumannowi 14 meteorytów. Nie mamy informacji o rozwoju kolekcji i o tym jak długo zajmował się nią Karl August.

Pierwszy katalog dokumentujący stan kolekcji Neumannów (Neumann i in. 1886) został wydany już po śmierci Johanna Georga na podstawie pozostawionego przez niego dokładnego spisu. Meteoryty w katalogu podzielono na kamienne, żelazno – kamienne i żelazne oraz uszeregowano w kolejności lat ich spadku lub znalezienia. Podano ich wagę w gramach i opis (duże, małe, ze skorupą lub bez, płytki, okruchy, proszek) oraz informacje o pochodzeniu. W sumie zbiór liczył 104 meteoryty, z czego kamiennych 69, żelazno – kamiennych 7 i żelaznych 28.

Po śmierci Johanna Georga w roku 1882 kolekcja meteorytów przeszła w ręce Wilhelma Maxa Neumanna. Starał się on powiększyć kolekcję, co można stwierdzić po analizie wydanego przez niego katalogu (Neumann 1902). W okresie 1886-1902 liczba okazów w kolekcji wzrosła do 225, a jednocześnie ubyło z niej wiele meteorytów, które były w niej w 1886 roku. Okazy te zostały zapewne wymienione, ale trudno określić jakimi kryteriami kierował się Wilhelm Max wymieniając meteoryty.

Katalog (Neumann 1902) miał układ inny niż katalog z 1886 roku. Opisane w nim meteoryty podzielono tak samo na trzy grupy: kamienne, żelazno – kamienne i żelazne, ale w ramach każdej z nich ułożono je w kolejności alfabetycznej. Podano daty spadku lub znalezienia, sumaryczną wagę okazów danego meteorytu i typ petrograficzny według używanej w tym czasie klasyfikacji.

Nie wiemy jak długo Wilhelm Max Neumann opiekował się kolekcją meteorytów i kto zajmował się nią od jego śmierci do momentu sprzedaży w 1997.

Kolekcja odkupiona od rodziny Neumannów w roku 1997 liczy 104 okazy (Bransttäter F., 2017). Przypadkowo jest to liczba taka sama, jak liczba meteorytów opisanych w pierwszym katalogu (Neumann i in. 1886). Jednak nie są to te same meteoryty. Okazów z pierwszej kolekcji pozostało tylko około trzydziestu.

Poznanie historii tworzenia tej kolekcji pozwala stwierdzić, że kolekcji tej nie powinno się nazywać kolekcją J. G. Neumanna, ale raczej kolekcją Neumannów.

LITERATURA:

Bransttäter F., 2017, informacja prywatna

Neumann J. G., Neumann W. M., 1886, *Verzeichnis der Meteoriten der (W.M.) Neumann'schen Sammlung.* Graz. pp. 12

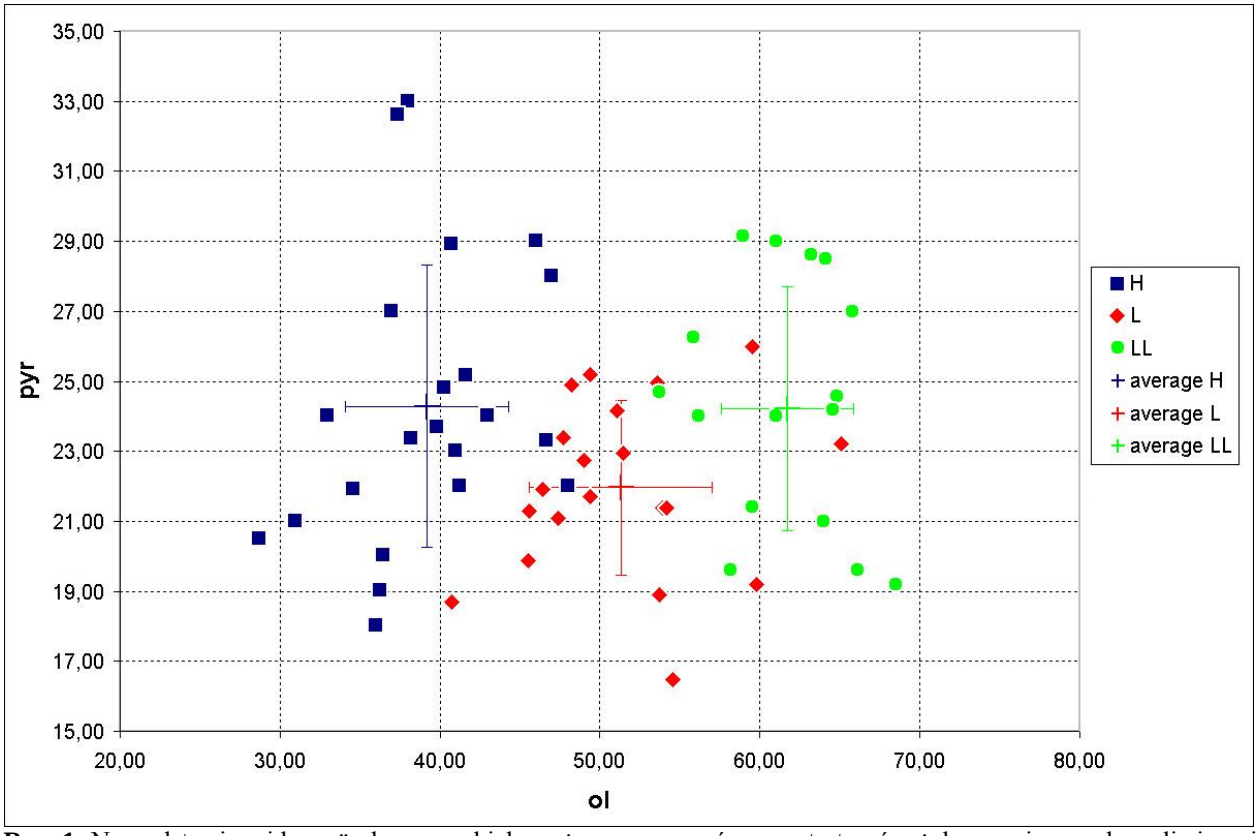
Neumann W.M., 1902, *Meteoriten-Katalog der Neumann'schen Sammlung.* Graz. pp. 11

spektroskopia mössbauerowska, chondryty zwyczajne, klasyfikacja meteorytów

Jolanta GAŁAZKA-FRIEDMAN[1], Marek WOŹNIAK[2], Przemysła DUDA[1], Martyna JAKUBOWSKA[1], Patrycja Bogusz [1], Łukasz KARWOWSKI[3]

PRÓBY ZASTOSOWANIA SPEKTROSKOPII MÖSSBAUEROWSKIEJ DO KLASYFIKOWANIA CHONDRYTÓW ZWYCZAJNYCH

Pierwsze prace nad zastosowaniem spektroskopii mössbauerowskiej do klasyfikowania chondrytów zwyczajnych zostały wykonane przez grupę Vermy z Uniwersytetu w Kanpur (Paliwal i in. 2000; Verma I IN. 2002; Verma i in. 2003). Pomysł grupy hinduskiej, aby zastosować spektroskopię mössbauerowska do klasyfikowania chondrytów zwyczajnych był kontynuowany przez inne grupy. Kilka prac na ten temat powstało w laboratorium w Jekaterinburgu (na przykład Oshtrakh i in. 2008 i Maksimova i in. 2018) oraz na uniwersytecie w Canberze (Elewa i in. 2017). Grupa warszawska opublikowała trzy prace związane z poszukiwaniem skutecznej metody klasyfikowania chondrytów zwyczajnych na podstawie widm mössbauerowskich (Gałązka-Friedman i in. 2014, 2017; Szlachta i in. 2014). Omówione przez nas próby zastosowania spektroskopii mössbauerowskiej stworzone przez grupy z Kanpur, Jekaterinburga i Canberry są metodami jakościowymi. Nasza grupa stara się znaleźć skuteczną metodę ilościową.



Rys. 1. Na podstawie widm mössbauerowskich można wyznaczyć procent atomów żelaza związanych z oliwinami (ol), piroksenami (pyr), fazą metaliczną (met) i troilitem (tr) w badanej próbce meteorytu. Na rysunku przedstawione są wyniki procentowej zawartości żelaza w oliwinach i piroksenach obecnych w próbkach chondrytów zwyczajnych typu H, L i LL, otrzymane przez grupę warszawską.

[1] Wydział Fizyki, Politechnika Warszawska, ul. Koszykowa 75, 00-662 Warszawa; e-mail: jgfrie@if.pw.edu.pl
[2] Wydział Biologii, Uniwersytet Warszawski, ul. Miecznikowa 1, 02-096 Warszawa
[3] Wydział Nauk o Ziemi, Uniwersytet Śląski, ul. Będzińska 60, 41-200 Sosnowiec

LITERATURA

Elewa N.N., Cadogan J.M., 2017, *Hyperfine Interact.*, 238(1).

Gałązka-Friedman J., Szlachta K., Karwowski Ł., Woźniak M., 2014, *Hyperfine Interact.*, 226.

Gałązka-Friedman J., Woźniak M., Duda P., Rzepecka P., Jakubowska M., Karwowski Ł., 2017, *Hyperfine Interact.*, 238(1).

Maksimova A.A., Oshtrakh M.I., Chukin A.V., Felner I., Yakovlev G.A., Semionkin V.A., 2018, *Spectrochimica Acta Part A*, 192.

Oshtrakh M.I., Petrova E.V., Grokhovsky V.I., Semionkin V.A., 2008, *Meteoritics & Planetary Science*, 43(5).

Paliwal B.S., Tripathi R.P., Verma H.C., Sharma S.K, 2000, *Meteoritics & Planetary Science*, 35.

Szlachta K., Gałązka-Friedman J., Woźniak M., 2014, *Acta Soc. Metheor. Polon.*, 5.

Verma H.C., Rawat A., Paliwal B.S., Tripathi R.P., 2002, *Hyperfine Interact.*, 142.

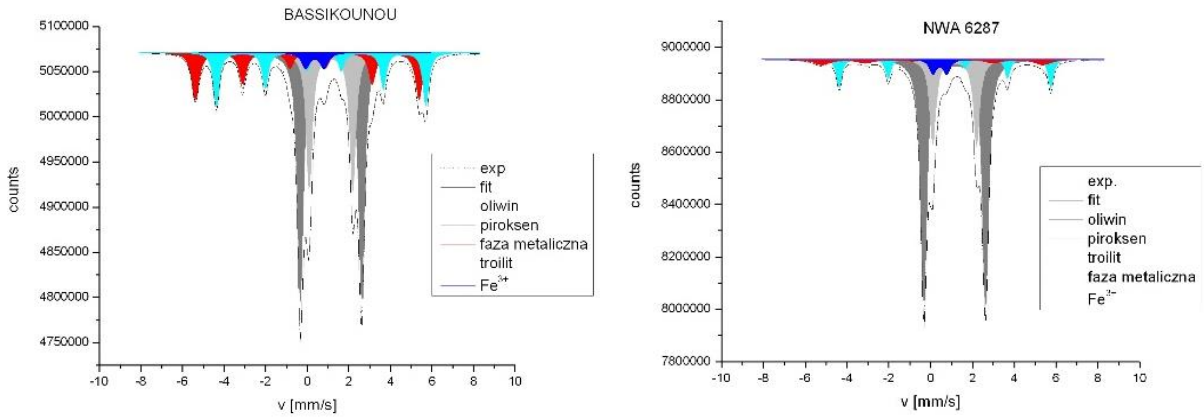
Verma H.C., Jee K., Tripathi R.P., 2003, *Meteoritics & Planetary Science*, 38.

spektroskopia mössbauerowska, chondryty zwyczajne,
Buzzard Coulee, Bassikounou, Zag, NWA 6287, Kilabo, NWA 4841

Martyna JAKUBOWSKA[4], Aleksandra BUCZEK[4], Katarzyna GWIŹDZIEL[4], Adam DJELLOULI[4], Filip NOWAK[4], Marek WOŹNIAK[5], Jolanta GAŁĄZKA-FRIEDMAN[4], Łukasz KARWOWSKI[6], Przemysław DUDA[4]

BADANIA MÖSSBAUEROWSKIE TRZECH CHONDRYTÓW ZWYCZAJNYCH TYPU H I TRZECH CHONDRYTÓW ZWYCZAJNYCH TYPU LL – WYZNACZANIE NIEPEWNOŚCI POWIERZCHNI SPEKTRALNYCH

Spektroskopia mössbauerowska oparta na izotopie żelaza 57 – ^{57}Fe zaczęła być stosowana do badania meteorytów już w 1959 roku. Na początku XXI wieku podjęto pierwsze próby zastosowania tej metody do klasyfikowania chondrytów zwyczajnych. Omówimy wyniki badań mössbauerowskich trzech chondrytów zwyczajnych typu H oraz trzech chondrytów zwyczajnych typu LL. Badania te zostały wykonane w temperaturze pokojowej. Powierzchnie faz mineralogicznych dopasowano przy pomocy programu „Recoil" (Lagarec i in. 1998). W celu oszacowania niepewności powierzchni spektralnych badanych meteorytów wykonano dla każdego z nich trzy niezależne dopasowania. Otrzymane dane pozwoliły porównać procentowy udział poszczególnych faz mineralogicznych w widmie badanych meteorytów. Na rycinie przedstawiono widma mössbauerowskie dwóch wybranych chondrytów zwyczajnych (Bassikounou (H) oraz NWA 6287 (LL).). Można łatwo zauważyć, że odróżnienie chondrytu zwyczajnego typu H od chondrytu zwyczajnego typu LL jest możliwe nawet bez numerycznego opracowania wyników pomiarów.



Rys. 1. Widma mössbauerowskie meteorytu Bassikounou (H) oraz NWA 6287 (LL).

LITERATURA

Lagarec K., Rancourt D.G., 1998, *Recoil, Mössbauer Spectral Analysis Software for Windows, version 1.0.* Department of Physics, University of Ottawa, s. 1–40.

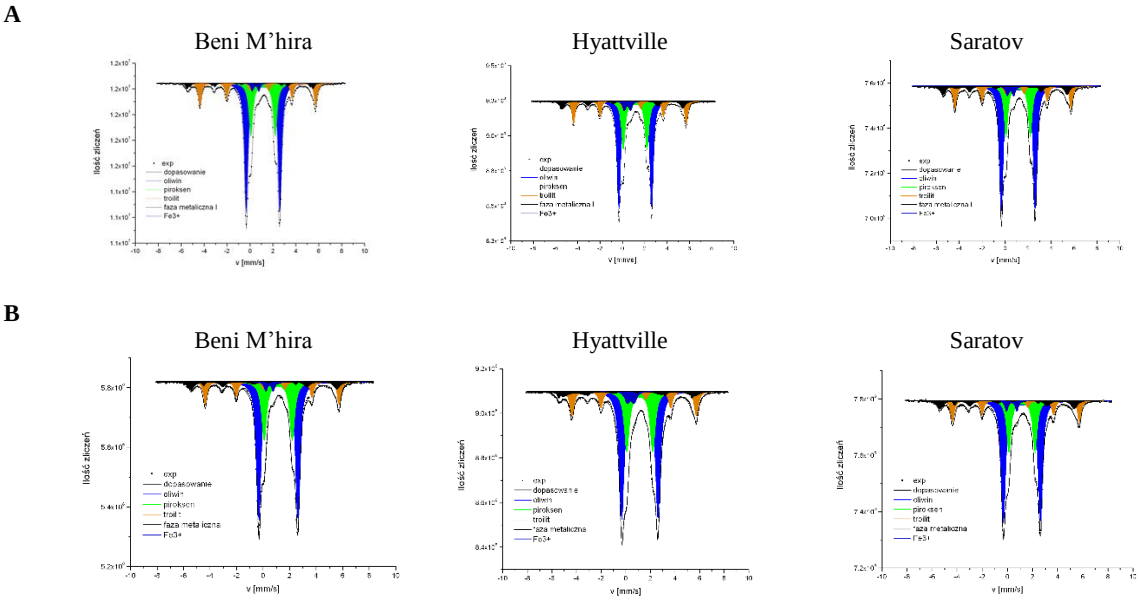
[4] Wydział Fizyki, Politechnika Warszawska, ul. Koszykowa 75, 00-662 Warszawa; e-mail: jakubowska@if.pw.edu.pl
[5] Wydział Biologii, Uniwersytet Warszawski, ul. Miecznikowa 1, 02-096 Warszawa
[6] Wydział Nauk o Ziemi, Uniwersytet Śląski, ul. Będzińska 60, 41-200 Sosnowiec

spektroskopia mössbauerowska, procentowa powierzchnia widm,
Beni M'hira, Hyattville, Saratov

Martyna JAKUBOWSKA[7], Arkadiusz CZARNECKI[7], Marta ROBAK[7],
Anita ZAGROBELNA[7], Patrycja BOGUSZ[7], Marek WOŹNIAK[8],
Jolanta GAŁĄZKA-FRIEDMAN[7], Łukasz KARWOWSKI[9], Przemysław DUDA[7]

BADANIA MÖSSBAUEROWSKIE 3 CHONDRYTÓW ZWYCZAJNYCH TYPU L (BENI M'HIRA, HYATTVILLE, SARATOV) – WYZNACZANIE NIEPEWNOŚCI POWIERZCHNI SPEKTRALNYCH

Pomiary mössbauerowskie trzech chondrytów zwyczajnych typy L zostały przeprowadzone w temperaturze pokojowej. Pomiary zostały powtórzone w identycznych warunkach eksperymentalnych, ich widma zostały dopasowane za pomocą programu „Recoil" (Lagarec i in. 1998). Powierzchnia absorpcji dla tych samych próbek były bardzo zbliżone. Maksymalne różnice wyniosły około 2% dla dubletów (faza mineralna) oraz około 3% dla sekstetów (faza metaliczna). Otrzymane widma zostały przedstawione na rycinie ryc. 1. Ta metoda wyznaczania niepewności procentowości mössbauerowskich widm spektralnych była wykorzystywana przez grupę H.C. Vermy, otrzymane przez nas wyniki pokrywają się z wykonanym przez nich oszacowaniem (Verma i in. 2002).



Ryc. 1. Widmo mössbauerowskie meteorytu Beni M'hira, Hyattville, Saratov z pomiaru I (**A**) i pomiaru II (**B**).

LITERATURA

Lagarec K., Rancourt D.G., 1998, *Recoil, Mössbauer Spectral Analysis Software for Windows, version 1.0*. Department of Physics, University of Ottawa, s. 1–40.

Verma H.C., Kavi JEE, Tripathi R.P., 2003, *Systematics of Mössbauer absorption areas in ordinary chondrites and applications to a newly fallen meteorite in Jodhpur, India*, Meteoritics & Planetary Science, 38(6), s. 963–967.

[7] Wydział Fizyki, Politechnika Warszawska, ul. Koszykowa 75, 00-662 Warszawa;
mail: jakubowska@if.pw.edu.pl
[8] Wydział Biologii, Uniwersytet Warszawski, ul. Miecznikowa 1, 02-096 Warszawa
[9] Wydział Nauk o Ziemi, Uniwersytet Śląski, ul. Będzińska 60, 41-200 Sosnowiec

astronautyka, osłabianie promieniowania gamma,
promieniowanie kosmiczne, chondryty zwyczajne, ISRU

Marcin KACZMARZYK[10]

OSŁABIANIE PROMIENIOWANIA GAMMA W CHONDRYTACH ZWYCZAJNYCH

Niniejsza praca poświęcona została zagadnieniu pochłaniania promieniowania γ w materiale budującym meteoryty należące do grupy chondrytów zwyczajnych, które pochodzą z planetoid typu S. Wysoce przenikliwe promieniowanie γ powstaje w przestrzeni kosmicznej m.in. jako efekt oddziaływania pierwotnego promieniowania kosmicznego z ośrodkami materialnymi. Materiał pozyskany z małych ciał Układu Słonecznego może stanowić alternatywny budulec ciężkich osłon radiacyjnych statków kosmicznych, co uzasadnia prowadzenie badań nad pochłanianiem promieniowania jonizującego w meteorytach. Opisano tu eksperyment, do celów którego wykonano autorskiej konstrukcji stanowisko badawcze do analizy pochłaniania promieniowania jonizującego w materiałach sypkich. Przy pomocy tego stanowiska, wykorzystując radioaktywny izotop ^{60}Co, określono masowy współczynnik absorbcji promieniowania γ w sproszkowanym chondrycie zwyczajnym, a otrzymany wynik porównano z wartością obliczoną teoretycznie. W pracy przeprowadzono szczegółową analizę uzyskanych wyników i sformułowano wnioski płynące z przeprowadzonego eksperymentu. Na jednostkę masy, chondryty zwyczajne lepiej osłabiają promieniowanie γ niż jakiekolwiek materiały osłonowe stosowane obecnie w astronautyce.

LITERATURA

CERN, 2018, Cosmic rays: particles from outer space – https://home.cern/about/physics/cosmic-rays-particles-outer-space dostęp 02.06.2018.

Dermer C. i in., 2012, On the Physics Connecting Cosmic Rays and Gamma Rays: Towards Determining the Interstellar Cosmic Ray Spectrum, 4th Fermi Symposium: Monterey, CA: 28 Oct-2 Nov.

Kaczmarzyk M i in. 2018, Global database of direct solar radiation at the Moon's surface for lunar engineering purposes, E3S Web of Conferences vol. 49, 00052.

Lowry S. i in. 2014, The Internal Structure of Asteroid (25143) Itokawa as revealed by detection of YORP Spin-up, Astronomy & Astrophysics manuscript no.1 January 7.

Łuszczek K., 2018, Potential importance of metallic resources of ordinary chondrite parent bodies, Mining Science, vol. 25, 71–83.

Martínez-JiménezM. i in.2017, Asteroid Mining: Mineral Resources in Undifferentiated Bodies from the Chemical Composition of Carbonaceous Chondrites, Astrophysics and Space Science Proceedings vol. 46, s. 73–101.

Miller J. i in., 2009, Lunar soil as shielding against space radiation, Radiation Measurements, vol. 44, s. 163–167.

NIST, 2018 X-Ray Mass Attenuation Coefficients – Table 3 – https://physics.nist.gov/PhysRefData/XrayMassCoef/tab3.html dostęp 04.06.2018.

Papike J. i in.,1991, Lunar Sourcebook: Lunar Minerals, Cambridge University Press.

Pohl L. i Britt D., 2017, The radiation shielding potential of CI and CM chondrites, Advances in Space Research, vol. 59, 1473–1485.

POLATOM 2017, Świadectwo wzorcowania Nr BW/Z-62/58/17, Wyd. 01.09.2017, Narodowe Centrum Badań Jądrowych, Ośrodek Radioizotopów POLATOM, Laboratorium Wzorców Radioaktywności.

Shavers M. i in. 2004, Implementation of ALARA radiation protection on the ISS through polyethylene shielding augmentation of the Service Module Crew Quarters, Advances in Space Research vol. 34, s. 1333–1337.

[10] *1 Zakład Budownictwa Ogólnego, Wydział Budownictwa Inżynierii Środowiska i Architektury, Politechnika Rzeszowska, 35-959 Rzeszow, e-mail: kaczmar@prz.edu.pl*

Space.com, 2018, What Are Cosmic Rays? – https://www.space.com/32644-cosmic-rays.html dostęp 02.06.2018.
Stock R. i in., 2013, Encyclopedia of Nuclear Physics and its Applications, Wiley-VCH.
Szczeniowski S., 1974, Fizyka Doświadczalna t.VI: Fizyka jądra i cząstek elementarnych, PWN, Warszawa.
Waseda Y. i in., 2011, X-Ray Diffraction Crystallography Introduction, Examples and Solved Problems, Springer Heidelberg Dordrecht London New York Library of Congress.
Wasson J. i Kallemeyn G., 1988, Compositions of Chondrites, Philosophical Transactions of the Royal Society of London, Series A, Mathematicaland Physical Sciences, Vol. 325, No. 1587, The Solar System: Chemistry as a Key to Its Origin (Jul. 29, 1988), s. 535–544.

meteoryt enstatytowy, achondryt, enstatyt, oligoklaz, kamacyt, niningeryt, troilit, szkliwo, grafit

Łukasz KARWOWSKI[11], Mateusz SZYSZKA[12]

NOWY, NIEZBREKCJONOWANY METEORYT ENSTATYTOWY Z ALGIERII

Przedmiotem badań jest meteoryt zakupiony w 2018r w Ensisheim. Okaz pozyskano od braci Ait-Hiba z Maroka. Okaz nerkowatego kształtu w większości był pokryty polewą pustynną. Skorupa obtopieniowa zachowała się tylko w miejscu, w którym okaz był zagrzebany w piasku. masa meteorytu wynosiła 750g. Według sprzedawcy meteoryt znaleziono w okolicach osady Tawrirt w południowo-zachodniej Algierii. Na przekroju ujawnia się jego jawnokrystaliczna struktura z dużymi kryształami piroksenu (Fot. 1).

Fot. 1. Przekrój achondrytu enstatytowego. Widoczne pojedyncze, długie na ok. 2 cm kryształy piroksenów.

Głównym minerałem meteorytu jest praktycznie czysty enstatyt 61,4%obj., któremu towarzyszy w minimalnych ilościach diopsyd.. Towarzyszy mu plagioklaz (oligoklaz), który wraz ze szkliwem i krystobalitem stanowią 15,9%obj. Stosunkowo dużo jest w nim fazy metalicznej (11.5%obj.) reprezentowanej jedynie przez kamacyt o znacznej zawartości krzemu. Kamacytowi towarzyszą minimalne ilości schreibersytu. Niningeryt i keilit stanowią 4,6%obj., natomiast troilit – 4,1%obj. Oldhamit stanowi 1,4%obj. Niewielki udział ma grafit (0,9%obj.). Badany meteoryt jest niezbrekcjowanym achondrytem enstatytowym. Nieco podobnym do rzadkich niezbrekcjonowanych aubrytów, zawierając dużo Si w kamacycie. Meteoryt nie zawiera minerałów Ti jak i niskie jego domieszki w siarczkach Nie posiada też cech prymitywnych achondrytów. Być może meteoryt reprezentuje typ niezgrupowanych achondrytów enstatytowych. Podobny jest nieco do Zakłodzia, ale różniący się obecnością śladowych ilości diopsydu i niewielką zawartością keilitu (przy znacznej ilości niningerytu) oraz obecnością wydzieleń szkliwa krzemianowego zasobnego w glinkę i alkalia.

[11] [1]Uniwersytet Śląski w Katowicach; Wydział Nauk o Ziemi; 41-200 Sosnowiec; ul. Będzińska 60; e-mail: *lukasz.karwowski@us.edu.pl*

[12] Uniwersytet Adama Mickiewicza, Wydział Nauk Geograficznych i Geologicznych; 61-680 Poznań; ul. Bogumiła Krygowskiego 10, e-mail: *mateusz.szyszka@amu.edu.pl*

Tomasz KURC[13]/Thomas KURTZ

SPADEK NIEMIECKIEGO METEORYTU RENCHEN 10.07.2018 I SUKCES ZNALEZIENIA PIĘCIU FRAGMENTOW PO PRECYZYJNYCH OBLICZENIACH TRAJEKTORII I ŻMUDNYCH POSZUKIWANIACH

Europejska sieć bolidowa w Czechach, Niemczech oraz Szwajcarji zarejestrowała i obliczyła trejektorję meteoroida, wielkości około 30 cm, który spadł prawie pionowo, produkując około 3kg meteorytów.

Rys.1. Miejsce spadku i okaz ~250g; Łukasz Smuła, Magda Skirzewska, Tomasz Kurc

Referat poruszy następujące tematy:

- ✓ sieć bolidowa i wyznaczanie pola rozrzutu meteorytów
- ✓ zdjęcia i sprawozdanie z 10 dni poszukiwań
- ✓ badania lotnych isotopów spektrometrem GIOVE, w instytucie Max Plancka w Heidelbergu
- ✓ inne badania meteorytu

Rys.2. Meteoryt Renchen 230g

LITERUATURA

Dr. Pavel *Spurný,* Dieter Heinlein
www.meteorites.de/en/Presse Renchen final.pdf

[13] osoba prywatna (citizen scientist), inż.telekomunikacji, zatrudniony w firmie PHILIPS-technika medyczna, Böblingen, Niemcy

Katarzyna ŁUSZCZEK[14]

ASTEROID MINING – SCIENCE NOT FICTION

Wykład popularno-naukowy mający na celu ukazać jak bardzo zmieniło się w ostatnich latach podejście do tematyki eksploatacji surowców pozaziemskich (co w literaturze anglojęzycznej zwykło się określać terminem *asteroid mining, space mining*). Zagadnienie to od lat 50-tych ubiegłego wieku awansowało ze sfery *science fiction* to strefy *science* i jest tym samym dzisiaj jak najbardziej przedmiotem rozważań światowych korporacji, w tym górniczych. W Polsce również w ostatnich latach można zaobserwować wzrost zainteresowania nie tylko przestrzenią kosmiczną ogólnie, ale także zagadnieniami związanymi z podróżami kosmicznymi, przebywaniem ludzi poza Ziemią, a w dalszej konsekwencji także z zasiedlaniem przestrzeni kosmicznej, jej kolonizowaniem i przystosowaniem do życia dla ludzi (*terra forming*).

Każda cywilizacja oparta jest na eksploatacji surowców i ich wykorzystaniu. Zdaje sobie z tego sprawę każdy, kto choć raz grał w grę strategiczną. Bez surowców nie ma rozwoju… bez dobrego geologa, górników dalej siedzielibyśmy w jaskiniach zdani na łaskę matki natury i zmuszeniu do korzystania jedynie z przyrody ożywionej. Jednak człowiek, będący z natury istotą myślącą wraz z pojawieniem się kolejnych potrzeb nauczył się czerpać także z zasobów przyrody nieżywionej znajdującej się na naszej planecie. Korzystanie z tych zasobów poza Ziemią jest znacznie trudniejsze ze względu na odmienne warunki panujące w przestrzeni kosmicznej: brak atmosfery, obecność wiatru słonecznego będącego źródłem promieniowania, brak wody, mniejsza grawitacja, brak pola magnetycznego…. – to tylko niektóre z czynników, które należy uwzględnić podczas prób zasiedlenia innych ciał niebieskich. Wyzwań stojących przed przyszłymi astrogórnikami jest oczywiście znacznie więcej…

Jednak znając przewrotność ludzkiej natury to tylko kwestia czasu i zawansowanych badań. Ludzkość w ramach udowodnienia sobie, że potrafi wydobędzie prędzej czy później pierwszy kilogram urobku na planetoidzie czy innym obiekcie pozaziemskim. Ze względu na strategiczne znaczenie będą to zapewne surowce energetyczne, metaliczne, lub woda.

W przypadku planów eksploatacji pozaziemskiej mówi się przede wszystkim o wykorzystaniu ich w przestrzeni kosmicznej – *in situ resources utilization* – do zaspokojenia potrzeb lokalnej społeczności. Ściąganie wydobytych i przerobionych do postaci koncentratów metali na Ziemię jeśli w ogóle będzie miało miejsce nastąpi tylko w przypadku metali krytycznych (*critical raw elements*).

Istnieją także plany wykorzystania izotopów znajdujących się w regolicie ciał niebieskich jako źródła paliwa radioaktywnego czy wykorzystania wody w postaci grupy hydroksylowej oraz glinu do stworzenia paliwa zasilającego rakiety, statki czy sondy (nazywanego *Alice* – od symbolu Al – aluminium, glin, oraz ang. *ice* lód). Oczywistym na tyle, ze mówi się o nim najmniej źródłem surowców skalnych jest regolit znajdujący się na powierzchni planetoid, Marsa czy Księżyca. Surowców chemicznych możemy szukać m.in. na Europie.

Mnogość surowców znajdujących się w przestrzeni kosmicznej jest podobnie jak ludzka wyobraźnia, będąca motorem rozwoju nieograniczona… a już w zeszłym stuleciu ludzkość udowodniła, że *sky is no longer the limit*!

[14] Politechnika Wrocławska, Wydział Geoinżynierii, Górnitwa i Geologii, Zakład Geologii i Wód Mineralnych, Wybrzeże Wyspiańskiego 27, 50-370 Wrocław

Katarzyna ŁUSZCZEK[15], Thomas SMITH[16]

NOBLE GAS ISOTOPES IN METEORITES AND TEKTITES

The solar system formed from a molecular cloud fragment – the solar nebula – that was well mixed. Therefore, isotopic abundances in almost all available solar system materials are very similar to each other, and elemental abundances in primitive meteorites are as well similar to the values in the Sun. The major exceptions to this rule are the noble gases. Is because they are chemically inert and volatile, they are very strongly depleted in solid matter. As a consequence, numerous noble gas components can be recognized throughout our Solar System which are not necessarily related to the composition of the bulk nebula. Still, one major question in cosmochemistry is to what extent planetary bodies contain reservoirs that reflect the noble gas composition in the nebula or the presolar cloud (Wieler, 2002).

Noble gas isotopes present in a rock could be either trapped components accumulated when rock solidified or could have a cosmogenic or radiogenic origin. Radiogenic indicates the processes rock underwent since it solidified while, cosmogenic noble gases isotopes, as it name suggests, are created while meteoroid was traveling through space by interaction by both solar wind and Galactic Cosmic Rays (GCRs). Cosomocemic gas isotopic signatures are generally useful to determined preatmospheric history of meteorites e.g. gas retention age, shielding depths, exposure history (2π or π exposure), preatmospheric radius of meteoroid (single fall/fragmentation in space or atmosphere/meteorite shower), cosmic ray exposure age (CRE(A)), terrestrial age (finds), meteorites paring (Łuszczek et al., 2012).

Fundamental insights in the field of cosmochemistry have come from the study of the abundances and isotopic compositions of trapped noble gases. A case in point is the discovery of presolar grains in primitive meteorites: isotope abundance anomalies in noble gases were known long before the discovery of presolar grains such as nanodiamonds, silicon carbide and graphite, and it was the search for the carrier phases of these anomalies that ultimately led to the identification and isolation of these types of grains (e.g., Anders and Zinner, 1993; Ott, 1993). Starting with the work of John Reynolds and his colleagues at Berkeley, much of the work on trapped noble gases has centered on xenon ("xenology" describes this field of noble gas cosmochemistry (Reynolds, 1963)). The first of the so-called "gas-rich meteorites" were discovered by Russian workers in 1956 (Gerling and Levskii, 1956), the same year that Reynolds published details of his innovative static noble gas mass spectrometer (Reynolds, 1956). Soon thereafter it was discovered that the elemental abundance patterns observed in meteorites basically fell into one of two patterns:

- the gas-rich meteorites with a "solar" pattern – high abundances of the lightest gases He and Ne compared to the heavy ones, the origin being implanted solar wind
- the "planetary" pattern with strong elemental fractionation, i.e., strong enrichment of the heavy noble gases relative to the light ones, when compared to the solar abundance pattern (Signer and Suess, 1963; Fig. 1). "Planetary" gases are most abundant in the most primitive carbonaceous chondrites (Marti 1967; Mazor et al. 1970).

[15] Wrocław University of Science and Technology, Faculty of Geoengineering, Mining and Geology, Department of Geology and Mineral Waters
[16] Institute of Geology and Geophysics, Chinese Academy of Sciences

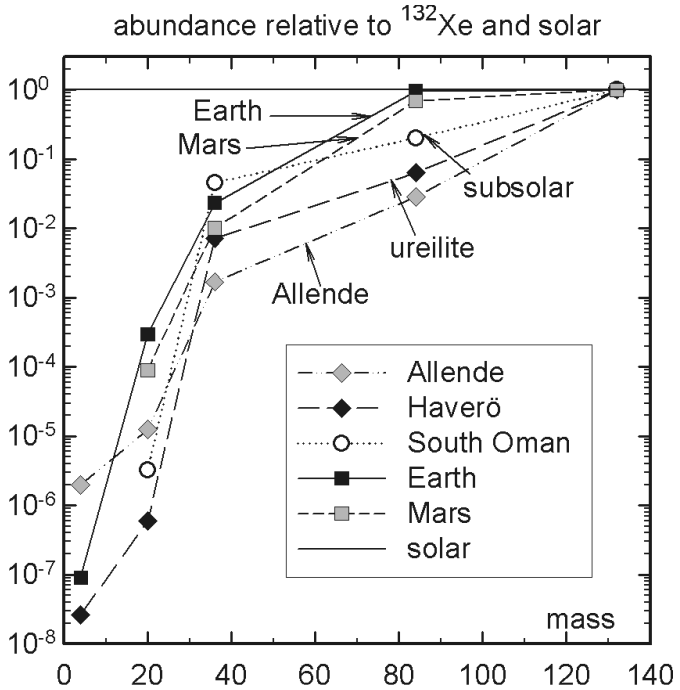


Fig. 1. Basic "planetary" patterns as observed in various meteorites and the atmospheres of the Earth and Mars. Shown are abundance ratios relative to 132Xe of 4He, 20Ne, 36Ar and 84Kr normalized to the solar ratios (Wieler 2002).

Tektite project we working on aims to trapped noble gases and will deal exclusively with the type of noble gases in tektites included in the "planetary component" as originally defined. Trapped volatile gases in bubbles preserve the pristine isotopic signature captured when the tektite solidified. Precious information about the altitude at which tektites have formed can be then achieved. A complete noble gas study of the tektites will serve as benchmark in order to extrapolate it to other extraterrestrial samples.

We are looking for a sample of tektites for noble gas isotopes determination by ICP MS. The research are conducted both in University of Bern, Physical Instituted and Institute of Geology and Geophysics, Chinese Academy of Sciences in Beijin. For the measurement sample with mass ca. 100 mg is needed. We are already thankful to Krzysztof Szopa for donation of 2 samples and highly encourage others collectors and researchers to help us with access to the samples.

LITERATURE

Anders E., Zinner E., 1993 – Interstellar grains in primitive meteorites: Diamond, silicon carbide, and graphite. *Meteoritics* 28: 490–514.

Gerling E.K., Levskii L.K., 1956 – On the origin of the rare gases in stony meteorites. Doklady Akad Nauk USSR (Geochemistry) 110:750.

Łuszczek K., Dalcher N., Leya I., 2012 – Cosmogenic and radiogenic noble gases in the Sołtmany L6 chondrite, *Meteorites*, 2(1–2): 39–44.

Marti K., 1967 – Trapped xenon and the classification of chondrites. *Earth Planet Sci Lett* 2:193–196.

Mazor E., Heymann D., Anders E., 1970 – Noble gases in carbonaceous chondrites. *Geochim Cosmochim Acta* 34: 781–824.

Reynolds J.H., 1956 – High-sensitivity mass spectrometer for noble gas analysis. *Rev Sci Instr* 27: 928-934.

Reynolds J.H., 1963 – Xenology. *J Geophys Res* 68: 2939–2956.

Signer P., Suess H.E., 1963 – Rare gases in the sun, in the atmosphere, and in meteorites. [in:] *Earth Science and Meteorites*. Geiss J, Goldberg ED (eds) North Holland, Amsterdam, 241–272.

Wieler R., 2002 – Cosmic-ray-produced noble gases in meteorites. [in:] *Noble Gases in Geochemistry and Cosmochemistry*, *Reviews in Mineralogy and Geochemistry*. Porcelli D.,

Ballentine C.J., Wieler R. [eds.] Mineralogical Society of America, Washington DC,125–170.

DSC, Różnicowy Kalorymeter Skaningowy,
gęstość szkieletu ziarnowego, gęstość objętościowa

Katarzyna ŁUSZCZEK[17] Radosław A. WACH[18]

WŁAŚCIWOŚCI FIZYCZNE I TERMOFIZYCZNE METEORYTU PUŁTUSK

Pułtusk to jeden z najbardziej znanych i popularnych w światowych kolekcjach meteorytów. W związku z tym jego fragmenty zostały poddane różnego rodzaju analizom. Celem naszych badań było określenie właściwości fizycznych i termofizycznych tego meteorytu a następnie zweryfikowanie otrzymanych wyników z wynikami innych naukowców.

Jest to kontynuacja badań dotyczących wyznaczenia właściwości fizycznych meteorytów, skał bogatych w potencjalne surowce metaliczne. Właściwości takie jak gęstość, porowatość, ciepło właściwe, przewodność cieplna i dyfuzyjność stanowią podstawowe właściwości materii. Będą one następnie odniesione do składu chemicznego badanych meteorytów.

W literaturze wyraźnie brakuje danych dotyczących w/w właściwości fizycznych meteorytów, bogatych w metale skał rudonośnych. Niestety w wielu przypadkach dane te są szacowane, a nie wyznaczane bezpośrednio, co prowadzi do sporych błędów. Stąd potrzeba bezpośrednich pomiarów właściwości fizycznych, stanowiąca zarazem efekt naukowy tej pracy. Efektem dodatkowym będzie uzyskanie nowych danych kosmochemicznych o składzie chemicznym chondrytów.

Gęstość, porowatość oraz inne właściwości fizyczne są niezwykle istotne i niezbędne przy doborze technologii eksploatacji i przeróbki kopalin (kruszenia, rozdrabniania, mielenia, przesiewania w celu oddzielenia minerałów rudnych od skały płonnej). Efekt praktyczny to wykorzystanie zdobytej wiedzy dotyczącej właściwości fizycznych do przyszłej eksploatacji złóż, której chcą się podjąć firmy takie jak m.in.: Deep Space Industry, Planetary Resources, Moon Express. Praca łączy więc aspekty naukowe (poznawcze) i praktyczne.

Uzyskane dotychczas wyniki dla chondrytu Pułtusk (przebywającego na Ziemi ponad 150 lat) w celu lepszej ich interpretacji w kontekście złożowym, z pominięciem wietrzenia meteorytu w warunkach ziemskich, zostały odniesione do wyników uzyskanych przez Kohouta i współautorów (2014b) dla meteorytu Koszyce (H5), którego fragmenty zostały poddane badaniom właściwości fizycznych 4 tygodnie po spadku.

Tab. 1. Porównanie wybranych właściwości fizycznych meteorytu Pułtusk i Koszyce (Kohout, 2014b)

	Łuszczek & Wach	Macke (2010)	Kohut (2014a)	Kohout (2014b)
ρ_{bulk}	3.30	3.22-3.77	3.14-3.48	3.0-3.6
ρ_{grain}	3.35	3.54-3.89	3.22-3.60	3.7-4.3
φ	2.17-2.57%	0.3-12.1%	1.5-11.4%	4-20%
n	*2*	*23*	*25(18+7)*	*67*

LITERATURA

[17] Politechnika Wrocławska, Wydział Geoinżynierii, Górnitwa i Geologii, Zakład Geologii i Wód Mineralnych, Wybrzeże Wyspiańskiego 27, 50-370 Wrocław, katarzyna.luszczek@pwr.edu.pl

[18] Politechnika Łódzka, Wydział Chemiczny, Miedzyresortowy Instytut Techniki Radiacyjnej, ul. Wróblewskiego 15, 93-590 Łódź

Kohout, T., Gritsevich, M., Grokhovsky, V.I., Yakovlev, G.A., Haloda, J., Halodova, P.,Michallik, R.M., Penttilä, A., Muinonen, K., 2014a. Mineralogy, reflectancespectra, and physical properties of the Chelyabinsk LL5 chondrite − Insightinto shock-induced changes in asteroid regoliths. Icarus 228, 78–85.

Kohout, T., Havrila, K., Tóth, J., Husárik, M., Gritsevich, M., co-authors, 19, 2014b.Density, porosity and magnetic susceptibility of the Koˇsice meteorite showerand homogeneity of its parent meteoroid. Planet. Space Sci. 93, 96–100.

Macke, R.J., 2010. Survey of Meteorite Physical Properties: Densitiy, Porosity andMagnetic Susceptibility Ph D. Dissertation. University of Central Florida,Orlando, FL (332 pp).

upowszechnianie wiedzy przyrodniczej, PAN Muzeum Ziemi,
podstawa programowa przedmiotów przyrodniczych

Roksana MAĆKOWSKA[19]

METODY UPOWSZECHNIANIA WIEDZY O METEORYTACH W PAN MUZEUM ZIEMI W WARSZAWIE

Podstawy programowe przedmiotów szkolnych takich jak przyroda, geografia oraz fizyka, na wszystkich poziomach nauczania są stale modyfikowane. Zmiany polegają przede wszystkim na zmniejszaniu ilości godzin poszczególnych przedmiotów oraz usuwaniu części treści nauczania. W konsekwencji społeczeństwo posiada coraz mniejszą wiedzę dotyczącą nauk przyrodniczych, w tym meteorytyki. Dlatego bardzo ważna jest popularyzacja nauki w instytucjach pozaszkolnych takich jak muzea, obserwatoria astronomiczne, planetaria, centra nauki itp. Dobrym miejscem do prezentacji wiedzy o meteorytach są Giełdy Minerałów, Pikniki Naukowe oraz Festiwale Nauki. Użytecznym narzędziem jest także Internet.

PAN Muzeum Ziemi w Warszawie w ramach zadań statutowych proponuje nie tylko uczniom, ale i także osobom dorosłym, wiele atrakcji związanych z meteorytami. Są to przede wszystkim zajęcia dla zorganizowanych grup szkolnych (warsztaty, lekcje, oprowadzania). Muzeum organizuje warsztaty, skierowane do osób najmłodszych, podczas których uczniowie mają okazję poznać ciekawostki na temat meteorytów oraz nauczyć się metod ich rozpoznawania. Zajęcia składają się z dwóch części – teoretycznej i praktycznej. Rozpoczynają się od krótkiego wykładu (prezentacji multimedialnej) dotyczącego budowy Układu Słonecznego oraz pochodzenia i właściwości meteorytów. W części praktycznej uczniowie próbują stworzyć swój własny meteoryt oraz rycinę przedstawiającą przelot meteoru (bolidu).

Podczas wykładu autorka przedstawi również najciekawsze eksperymenty, prace manualne, gry i zabawy pozwalające wzbudzić zainteresowanie dzieci, przy jednoczesnym przekazaniu dużej ilości informacji.

Dla osób dorosłych i młodzieży nasze Muzeum przewiduje prelekcje podczas wydarzeń specjalnych, takich jak Noc Muzeów, Piknik Naukowy Polskiego Radia i Centrum Nauki Kopernik oraz Targi Eurolab. W roku 2018 PAN Muzeum Ziemi brał udział w obchodach 150. rocznicy spadku meteorytu Pułtusk. Podczas wykładu zostaną przedstawiane najważniejsze wydarzenia związane jubileuszem.

[19] Polska Akademia Nauk Muzeum Ziemi w Warszawie

Ahmed EL MALULL[20], Anna KARCZEMSKA[21], Marcin KRYSTEK[22]

LIBIA – AKTUALNY STAN ZNALEZISK I PROGNOZY POSZUKIWAŃ METEORYTÓW.

Libia, to północnoafrykański, śródziemnomorski kraj, terytorialnie prawie sześciokrotnie większy od Polski. Przy powierzchni liczącej 1 759 540 km^2, zamieszkuje go 5 499 074 osób, co daje jeden z najniższych na świecie wskaźników zaludnienia wynoszący 3,12 os/km^2 (230 miejsce). Pierwszym znalezionym (1944 r.) i sklasyfikowanym meteorytem libijskim jest chondryt zwyczajny Oubarii. Kolejny sklasyfikowany meteoryt pochodzi z roku 1972 – meteoryt żelazny Dor el Gani. W latach 80-tych XX. wzrasta zainteresowanie libijskimi meteorytami, głównie ze strony prywatnych kolekcjonerów oraz lokalnych dilerów. Od roku 1986 licznie pojawiają się kolejne sklasyfikowane libijskie meteoryty. Jednak największa ilość znalezisk i klasyfikacji przypada na II połowę lat 90-tych XXw. oraz pierwsze 10-lecie XXI w., co związane jest głównie z eksploracją tego regionu świata również przez naukowców z całego świata. Sytuacja polityczna związana z wybuchem w roku 2011 wojny domowej, praktycznie uniemożliwiła prowadzenie poszukiwań przez obcokrajowców. Aktualnie sytuacja polityczna normalizuje się, a różne uczelnie wyższe zachęcają do nawiązywania współpracy. Jednym z kierunków takiej współpracy mogą być badania meteorytów. Ze względu na specyficzne warunki klimatyczne, geologiczne oraz współczesną dynamikę procesów geomorfologicznych Libia posiada ogromny potencjał meteorytowy. Aktualnie, z ilością 1513 (https://www.lpi.usra.edu/meteor/; 2019) sklasyfikowanych meteorytów, zajmuje 4 pozycję na świecie (tabela).Większość meteorytów libijskich (prawie 97%) pochodzi z dwóch porównywalnych powierzchniowo obszarów (rycina), które pod względem geomorfologicznym stanowią płaskowyże. Zbudowane są z trzeciorzędowych osadów morskich reprezentowanych głównie przez skały węglanowe: wapienie, dolomity, margle, które w wyniku procesów wietrzeniowych utworzyły płaskie jasne powierzchnie. Na powierzchniach tych, wypatrzenie ciemnego meteorytu wielkości pięści możliwe jest z odległości co najmniej 150m[23]. To właśnie brak występowania, typowej dla suchych i ciepłych obszarów, ciemnej, wtórnej powłoki związków Fe i Mn - tzw. „lakieru pustyni", w głównej mierze, przyczynia się do łatwości identyfikacji oraz dużej ilości znalezisk meteorytów. Dodatkowymi czynnikami wpływającymi na dużą ilość dobrze zachowanych meteorytów są: ograniczenie procesów wietrzeniowych w wyniku stosunkowo szybkiego pogrążenia „świeżo spadłego" meteorytu pod warstwami osadów, późniejsza jego izolacja od czynników atmosferycznych oraz wpływu wilgoci, w końcu deflacyjne odsłonięcie i słaba korazja realizowana „miękkimi" ziarnami węglanowymi. Pierwszy z meteorytodajnych libijskich obszarów znajduje się pomiędzy miejscowościami: Al Qaryah, Uwaynat Wannin, Dirj (Daraj) – jest to paleoceński płaskowyż Al-Hamāda al-Hamrā. Obszar na którym znajdywane są meteoryty zajmuje w przybliżeniu powierzchnię 36tys. km^2 przy długości 338km i szerokości 230km. Z obszaru tego pochodzi 406 sklasyfikowanych meteorytów o nazwach Hammadah al Hamra (HaH) oraz Daraj, łącznej masie

[20] Centrum Medyczne Kształcenia Podyplomowego, 01-813 Warszawa,
ul. Marymoncka 99/103
[21] Politechnika Łódzka, Instytut Maszyn Przepływowych, 90 - 924 Łódź, ul. Wólczańska 219/223
[22] Muzeum Geologiczne im. Jana Ziomka, Uniwersytet Łódzki, 90-142 Łódź,
ul. Kopcińskiego 31

[23] Schlüter J., Schultz L., Thiedig F., Al-Mahdi B.O. and Abu Aghreb A.E. (2002) The Dar al Gani meteorite field (Libyan Sahara): Geologic setting, pairing of meteorites and recovery density. Meteorit. & Planet. Sci. 37, 1079-1093.

prawie 618kg, przy dominujących masach jednostkowych w granicach 75-200g[24]. Sklasyfikowane meteoryty to głównie chondryty zwyczajne (96% znalezisk), pozostałe typy meteorytów występują najczęściej w postaci pojedynczych sztuk. Drugi meteorytodajny obszar to eoceński, pustynny płaskowyż Dūr al Ghānī znajdujący się pomiędzy miejscowościami Al Fuqaha, Tmasah, Samnū. Ma powierzchnię ok. 40tys. km^2, przy długości 313km i szerokości 206km. Znajdowane na tym obszarze, od roku 1972, meteoryty mają oficjalne nazwy Dar al Ghani (DaG), Dor el Gani, Sarir Qattusah (SQ), Timessa. Z pola tego pozyskano 1065 meteorytów o łącznej masie prawie 805kg, przy masach jednostkowych w granicach 50-100g. Wśród asortymentu typów dominują chondryty zwyczajne stanowiące 89% zespołu. Dodatkowo sklasyfikowano między innymi 63 chondryty węgliste, 36 ureility, 22 eukryty,7 meteorytów marsjańskich, 6 howardytów,5 meteorytów księżycowych oraz 3 meteoryty żelazne.

Biorąc pod uwagę dotychczasową ilość znalezisk meteorytów, warunki fizycznogeograficzne, otwartość – potrzebę nawiązania współpracy naukowej, przy normalizującej się sytuacji politycznej oraz wzrastającej „świadomości meteorytowej" Libijczyków kraj ten posiada ogromny potencjał oraz realne możliwości współpracy. Dodatkowo Libia stanowiąc jeden z najsłabiej zaludnionych krajów na świecie (rycina), przy bardzo słabej urbanizacji i industrializacji jest doskonałym obszarem do obserwacji przejść bolidów i spadków meteorytów. Do tej pory oficjalnie zarejestrowano tutaj tylko jeden spadek meteorytu Werdama[25]. Wydaje się więc słusznym działaniem, z realnym skutkiem, organizacja lub pomoc w organizacji libijskiej, uniwersyteckiej sieci bolidowej.

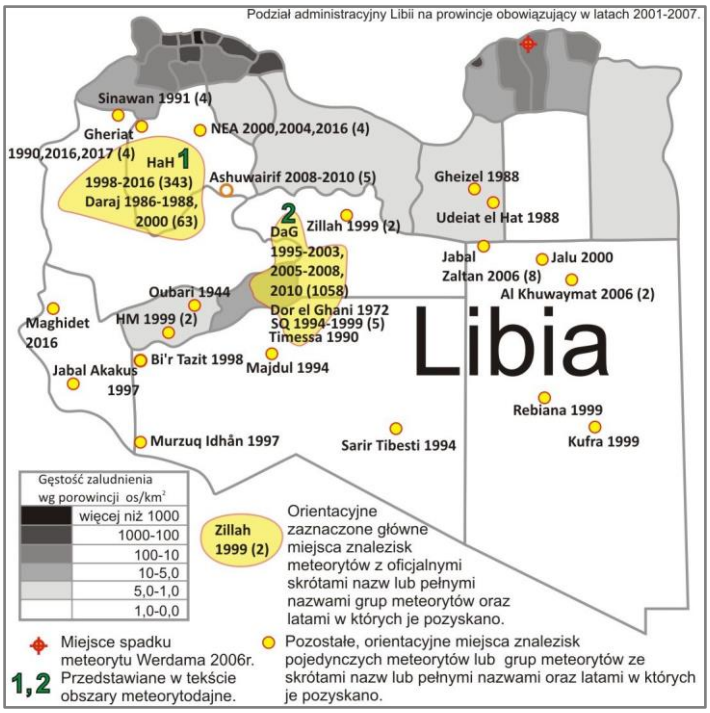
Doskonałym przykładem Libijczyka zaangażowanego w badania i pozyskiwanie meteorytów dla celów naukowych jest dr Ahmed el Malull, którego działania zaowocowały tym, że jako pierwszy Libijczyk zgłosił do klasyfikacji znalezione przez siebie meteoryty (m.in. Maghidet 001 – 105kg) i jest inicjatorem założenia sieci bolidowej we współpracy z uniwersytetem w Az- Zintan.

Lp.	Kraj/obszar	Powierzchnia (km^2)	Gęstość zaludnienia (os/km^2)	Rekordy odnoszące się do danego kraju lub obszaru zamieszczone w MB. (stan na dzień 26.01.2019r.)		
				ogólna ilość	znaleziska meteorytów ze spadków:	
					nieobserwowanych	obserwowanych
1.	Antarktyda	14000000	0	*43482*	*41419*	*0*
2.	Oman	309 500	11	*4237*	*3940*	*0*
3.	USA	9 373 967	35	*2198*	*1663*	*156*
4.	**Libia**	**1 759 540**	**3,1**	***1518***	***1512***	***1***
5.	Maroko	446 550	76	*1349*	*1320*	*12*
6.	Chile	756 950	24	*1310*	*1302*	*1*
7.	Algieria	2 381 741	17	*976*	*963*	*7*
8.	Australia	7 686 850	3	*767*	*679*	*18*
9.	Iran	1 628 771	48	*296*	*292*	*4*
10.	Chiny	9 562 911	144	*302*	*223*	*66*

Tab. 1. Zestawienie państw, gęstości zaludnienia oraz ilości rekordów w Meteoritical Bulletin Database

[24] Schlüter J., Schultz L., Thiedig F., 2003, Hamadah Al Hamra and Dar Al Gani: A Comparison of Two Meteorite Fields in the Libyan Sahara, https://www.researchgate.net/publication/252854826_Hamadah_Al_Hamra_and_Dar_Al_Gani_A_Comparison_of_Two_Meteorite_Fields_in_the_Libyan_Sahara

[25] Abu Anbar M., Kryza R., Przylibski T., El Bahariya G., 2009, Nowy chondryt z Libii, Acta Societatis Metheoriticae Polonorum,1, str. 9-12. https://www.researchgate.net/publication/276293204_NOWY_CHONDRYT_Z_LIBII_NEW_CHONDRITE_FROM_LIBYA



Rycina. Mapa Libii przedstawiająca gęstość zaludniania oraz miejsca znalezisk meteorytów.

Tadeusz A. PRZYLIBSKI[126], Katarzyna ŁUSZCZEK[26], Konrad BLUTSTEIN[26]

WYKORZYSTANIE MIKROSONDY CAMECA SX FIVE FE W KLASYFIKACJI METEORYTÓW

W polskim środowisku miłośników meteorytów, kolekcjonerów meteorytów, dealerów meteorytów, znawców meteorytów, osób naukowo zajmujących się meteorytyką i planetologią wciąż brakuje łatwego dostępu do nowoczesnych narzędzi badawczych, które pozwalają na klasyfikowanie meteorytów, a także ich badania na poziomie pozwalającym publikować wyniki tych analiz w najlepszych międzynarodowych czasopismach naukowych. Rozwój polskiej meteorytyki nadal jest na etapie wykorzystania raczej czterech kończyn z próbami synchronizacji ich działania. Bardzo pomaga w tym działalność Polskiego Towarzystwa Meteorytowego. Cieszą osiągnięcia naukowe Koleżanek i Kolegów zauważalne na arenie międzynarodowej. Są one jednak zwykle rezultatem badań i analiz prowadzonych poza Polską, w zagranicznych laboratoriach. Bez własnego, krajowego zaplecza laboratoryjnego rozwój meteorytyki nie osiągnie etapu uwolnienia jednej pary kończyn do zadań specjalnych i odciążenia Modułu UZGadniającego (według definicji Stanisława Lema) od kwestii koordynacyjnych do analizy danych i wypracowywania nowych idei.

Cieszy istnienie zaplecza laboratoryjnego w kilku polskich uczelniach i instytutach badawczych, jednak chyba nigdzie sprzęt laboratoryjny nie jest wprost dedykowany do analiz materii meteorytowej i nie służy do rutynowych badań meteorytów. Zwykle badania z zakresu meteorytyki skupiają się albo na pewnych szczególnych zagadnieniach, albo wykonywane są tylko przy okazji. Dla części osób zajmujących się meteorytyką i planetologią jednak takie wykorzystanie sprzętu laboratoryjnego jest dalece niewystarczające. Konieczne jest stworzenie jednego, a najlepiej kilku ośrodków naukowych rutynowo zajmujących się badaniami materii pozaziemskiej na poziomie przynajmniej zbliżonym do światowego, w takim zakresie, abyśmy nie tylko mogli się nie wstydzić, ale też mieli się czym pochwalić w świecie. Jest to zadanie ambitne, ale tylko takie zadania warte są zachodu.

Dzięki wieloletnim staraniom mamy obecnie przyjemność zaprezentować urządzenie nowoczesne, ale jednocześnie służące dzisiaj do badań podstawowych meteorytów, a konkretnie ich składu mineralnego i chemicznego. Po wieloletnich próbach udało się zakupić nowoczesne narzędzie analityczne, które w Politechnice Wrocławskiej chcemy wykorzystywać do rutynowych badań meteorytów, szczególnie chondrytów. Urządzenie potocznie nazywane w Polsce mikrosondą (rzadziej mikrosondą elektronową) jest w rzeczywistości analizatorem składu chemicznego minerałów w skali mikro. Zakupione urządzenie posiada polowe źródło elektronów, których strumień uderza w odpowiednio spreparowaną płytkę cienką analizowanego materiału (meteorytu), a widmo wzbudzonego w próbce promieniowania rentgenowskiego (promieniowania X) jest analizowane przez 5 niezależnych spektrometrów. Umożliwia to uzyskiwanie bardzo precyzyjnych danych o składzie chemicznym minerałów, a także o rozmieszczeniu pierwiastków w badanych meteorytach i poszczególnych minerałach. Autorzy mają nadzieję na prowadzenie rutynowych badań składu chemicznego meteorytów we współpracy ze wszystkimi miłośnikami meteorytów, a wyniki tych badań można będzie wykorzystywać zarówno do ich klasyfikowania, jak również do bardziej zaawansowanych badań i analiz. Pierwsze testowe analizy chondrytów są

[26] Politechnika Wrocławska, Wydział Geoinżynierii, Górnictwa i Geologii, Zakład Geologii i Wód Mineralnych; Wybrzeże S. Wyspiańskiego 27, 50-370 Wrocław

właśnie prowadzone w Pracowni Geochemii i Kosmochemii Laboratorium Nauk o Ziemi i Inżynierii Mineralnej Wydziału Geoinżynierii, Górnictwa i Geologii Politechniki Wrocławskiej. Uroczyste otwarcie pracowni nastąpi 16 kwietnia bieżącego roku. Laboratorium nasze będzie działać na zasadach komercyjnych, niemniej jednak chcielibyśmy stworzyć jak najbardziej korzystne warunki współpracy ze wszystkimi zainteresowanymi klasyfikacją chondrytów, a także innych meteorytów oraz badaniami ich składu mineralnego i chemicznego. Oferujemy dostęp do wysokiej klasy sprzętu analitycznego, wciąż rosnącą naszą wiedzę w zakresie meteorytyki i pozostajemy otwarci na wszelkie idee i formy współpracy w badaniach materii pozaziemskiej.

meteoryt, chondryt zwyczajny, wietrzenie chondrytów zwyczajnych,
stopień wietrzenia, wietrzenie stopu FeNi,
skala wietrzenia chondrytów zwyczajnych,
skala Wlotzka

Tadeusz A. PRZYLIBSKI[27], Katarzyna ŁUSZCZEK[27], Konrad BLUTSTEIN[27]

PLANIMETROWANIE ZIAREN FeNi JAKO METODA USTALENIA STOPNIA WIETRZENIA W0–W4 CHONDRYTÓW ZWYCZAJNYCH

Skala Wlotzka (Wlotzka, 1993) jest powszechnie stosowana do określania stopnia wietrzenia chondrytów zwyczajnych. Skala ta jest opisowa i opiera się na subiektywnej ocenie badacza. Autorzy niniejszej pracy definiują nową, ilościową metodę ustalania stopnia wietrzenia W0 – W4, która opiera się na planimetrowaniu ziaren FeNi. Wyniki planimetrowania porównuje się ze średnią zawartością stopu FeNi w niezwietrzałych chondrytach tej samej grupy. Stopień wietrzenia oszacowany tą metodą jest zgodny lub nieco inny niż oficjalny, określony w klasyfikacji, co świadczy o skuteczności proponowanej metody. Ponadto, stosując zaproponowaną metodę określono stopnie wietrzenia próbek meteorytowych dotychczas niesklasyfikowanych: Pułtusk (W2), Thuathe (W2), Gao-Guenie (W2/W3), NWA 5205 (W3), NWA 4505 (W3), NWA 5296 (W2).

LITERATURA

Bland P.A., Zolensky M.E., Benedix G.K., Sephton M.A., 2006, *Weathering of chondritic meteorites*, [w:] Lauretta D.S., McSween H.Y. Jr. (red.), *Meteorites and the early Solar System II*, The University of Arizona Press, Tucson in collaboration with Lunar and Planetary Institute, Houston.

Drever J.I., 1985, *The Chemistry of Weathering*, O. Reidel Publishing Company, Dordrecht. Holland.

Grady A., Giovanni P., Moggi-Cecchi V., 2014, *Atlas of Meteorite*, Cambridge University Press, Cambridge.

Gurdziel A., Karwowski Ł., 2009a, *Procesy wietrzenia w meteorycie Pułtusk (wstępne wyniki badań)*, Acta Societatis Metheoriticae Polonorum, 1, s. 23−27.

Gurdziel A., Karwowski Ł., 2009b, *Wietrzenie meteorytów na przykładzie Moraska i Pułtuska*, Acta Societatis Metheoriticae Polonorum, 1, s. 28−34.

Hutchison R., 2006, *Meteorites. A Petrologic, Chemical and Isotopic Synthesis*, Cambridge University Press, Cambridge, UK.

Jakubowska M., Rzepecka P., Duda P., Woźniak M., Gałązka-Friedman J. 2017, *Badania mössbauerowskie chondrytów zwyczajnych typu H potwierdzają stopień ich zwietrzenia określony za pomocą skali W,* Acta Societatis Metheoriticae Polonorum, 8, s. 63–72.

Losiak A., Velbel M.A., 2011, *Evaporite formation during weathering of Antarctic meteorites – A weathering census analysis based on the ANSMET database*, Meteoritics & Planetary Science 46, 3, s. 443–458, doi: 10.1111/j.1945-5100.2010.01166.x

Przylibski T.A., Łuszczek K., 2018, *Wyniki badań mineralogicznych i petrologicznych nowych okazów meteorytu Pułtusk w 150 rocznicę spadku*, Przegląd Geologiczny, 66, 6, s. 386–378.

White A.F., Brantley S.L., 1995, *Chemical weathering rates of silicate minerals*, Reviews in Mineralogy, 31, Mineralogical Society of America, Washington, D.C.

Wlotzka F., 1993, *A weathering scale for the ordinary chondrites*, Meteoritics, 28, 460.

https://www.lpi.usra.edu/meteor/metbull.php – dostęp 25.11.2018.

[27] Politechnika Wrocławska, Wydział Geoinżynierii, Górnictwa i Geologii, Zakład Geologii i Wód Mineralnych, Wybrzeże S. Wyspiańskiego 27, 50-370 Wrocław; e-mail: Tadeusz.Przylibski@pwr.edu.pl

Wojciech STANKOWSKI[28]

CZY W KOTLINIE PYZDRSKIEJ WYSTĘPUJA KRATERY METEORYTOWE

W okolicach Zagórowa - NE część Kotliny Pydrskiej, występują liczne niewielkie zagłębienia (najczęściej 30-70 m wyjątkowo do 100 m średnicy), ze słabo wyrażonymi i nieciągłymi walikami okólnymi oraz z centralnymi wyniesieniami. Formy o takiej topografii są trudne do interpretacji, zarówno w kontekście glacigenezy, jak i skutków funkcjonowania środowiska peryglacjalnego. Trzeba zatem zwrócić się ku antropogenezie, bądź ku innym uwarunkowaniom. Weryfikacji poddano hipotezę o impaktowej genezy omawianych form. Potencjalnie bowiem, mogły one powstać wskutek impulsów energetycznych związanych z upadkiem obcej materii, badź oddziaływaniem fali uderzeniowej, na silnie nawodnione podłoże zbudowane z drobnoziarnistego materiału (typu kurzawki). Celem wystąpienia jest poddanie krytycznej ocenie niniejszej hipotezy.

[28] Uniwersytet im. Adama Mickiewicza, Wydział Nauk Geograficznych i Geologicznych, Instytut Geologii, Zakład Geologii Środowiskowej

krater, impaktyt, suevit, metamorfizm szokowy, Ukraina

Krzysztof Szopa[29], Łukasz Karwowski[29], Tomasz Krzykawski[29], Kamila Banasik[29], Nikolaos Manthopoulos[30]

WSTĘPNE BADANIA IMPAKTYTÓW KRATERU ILJINEC, UKRAINA

Struktura Iljinec znajduje się w obwodzie Winnickim w dolinie rzeki Sibok na Ukrainie. Jest to rejon, gdzie w roku 1872 po raz pierwszy pojawiła się wzmianka o dystrybucji enigmatycznego porfiru felzytowego na „mapie geodiagnostycznej prowincji Kijowa", dokonana przez ówczesnego Rektor Uniwersytetu Kijowskiego K. M. Feofilaktova. Pod koniec lat 50. XX wieku wykartowano koncentryczną strukturę, jednocześnie interpretując ją jako kompleks wulkaniczny (sylur-dewon). To teoria przetrwała do drugiej połowy lat 70. ubiegłego wieku.

Krater Illinetsky'ego jest najstarszym i najbardziej zniszczonym ze znanych obecnie sześciu kraterów tarczy ukraińskiej. Jego średnica wynosi ok. 7,5 km. W ramach struktury wyróżnia się cztery główne jednostki skalne: skały podłoża (in situ), impaktyty podłoża, suevity, a także kompleksy skał zmienionych tektonicznie, głównie reprezentowanych przez brekcje.

Liczne i niezwitrzałe tagamity czy skały suevito-podobne pozyskane z wierceń pozwoliły na stwierdzenie obecności substancji amorficznej (szkliwo) oraz licznych spineli chromowych, które występują lokalnie w obrębie krateru. Skały na powierzchni są silnie zmienione poprzez wietrzenie atmosferyczne jak również przez nałożone procesy hydrotermalne, które doprowadziły do powstania lokalnych złóż m.in. Zn, Mo, Ba, czy Pb.

Pozyskany materiał powierzchniowy (trzy rodzaje „suevitów", dwa rodzaje brekcji oraz dwa rodzaje amorficznych wydzieleń krzemionki) posłużą do poszukania minerałów szokowych (np. koezyt, stiszowit) jak również zmian deformacyjnych w minerałach (np. PDF'y w kwarcu). Materiał zostanie podany badaniu za pomocą skaningowego mikroskopu elektronowego (SEM), dyfrakcji rentgenowskiej (XRD), mikrosondy elektronowej (EMP) oraz obrazowaniu ramanowskiemu.

PODZIĘKOWANIA

Autorzy pragną podziękować Leonidowi Shumlyanskyy'emu (Ukraińska Akademia Nauk) za przekazanie próbek do badań. Badania sfinansowane przez Katedrę Geochemii, Mineralogii i Petrografii Wydziału Nauk o Ziemi UŚ.

[29] Wydział Nauk o Ziemi, Uniwersytet Śląski w Katowicach, ul. Bankowa 12, 40-007 Katowice; krzysztof.szopa@us.edu.pl, lukasz.karwowski@us.edu.pl, tomasz.krzykawski@us.edu.pl, kamila.banasik@us.edu.pl
[30] Uniwerstet w Patrze, 26504 Rio Achaia, Grecja; nickmanthop@hotmail.com

Zbigniew TYMIŃSKI[31,32], Przemysław ŻOŁĄDEK[32], Mariusz WIŚNIEWSKI[32], Marcin STOLARZ[32], Krzysztof POLAKOWSKI[32], Maciej MACIEJEWSKI[32], Artur JAŚKIEWICZ[32], Paweł ZARĘBA[32], Marcin P. GAWROŃSKI[33], Tomasz SUCHODOLSKI[34], Arkadiusz OLECH[35] oraz PFN.

POLSKA SIEĆ BOLIDOWA - 15 LAT OBSERWACJI (2004 – 2019)

Dane z wideo rejestracji jasnych bolidów nad Polską, które mogą dać spadki meteorytów są systematycznie gromadzone przez Pracownię Komet i Meteorów od roku 2004, czyli od czasu utworzenia Polskiej Sieci Bolidowej PFN (Wiśniewski et al. 2017). Każdego roku obserwujemy kilka spadków meteorytów, ale z powodu warunków pogodowych niektóre dane nie są wystarczająco dobre do prawidłowego policzenia pola rozrzutu. Dzięki współpracy z Europejską Siecią Bolidową (EN) całe terytorium Polski jest monitorowane niemal niezależnie od pogody. Zarejestrowane w PFN zjawiska bolidowe analizowane są szczegółowo programem PyFN i te które wskazują na spadki meteorytów o masach dających szanse na znalezienie podlegają eksploracji w terenie. W wystąpieniu zaprezentowane zostaną najbardziej spektakularne bolidy zaobserwowane przez Sieć w ciągu ostatnich 15 lat działalności.

LITERATURA

Olech A, Żołądek P, Tymiński Z., Stolarz M., Wiśniewski M., Bęben M., Lewandowski T., Polak K., Raj A., Zaręba P., 2017, PF120916 Piecki fireball and Reszel meteorite fall, Contrib. Astron. Obs. Skalnate Pleso , 47, s. 19

Olech A., Żołądek P., Wiśniewski M. at al., 2015, PF131010 Ciechanow fireball - the body possible related to Near Earth Asteroids 2010 TB54 and 2010 SX11, Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, 454 , s. 2965

Spurný P., Borovicka J., Shrbeny L, 2007, Near Earth Objects, our Celestial Neighbors: Opportunity and Risk, Proceedings if IAU Symposium 236. Edited by G.B. Valsecchi and D. Vokrouhlicka and A. Milani. Cambridge Univ. Press, s. 121

Spurný P., Olech A., Kędzierski P., 2004, Trajectory and orbit of the EN200204 Łaskarzew fireball, WGN, 32, s. 48

Tymiński Z., Stolarz M., Żołądek P., Wiśniewski M., Olech et al.., 2015, Meteorite search campaigns of the Polish Fireball Network, Proceedings of the IMC-2015, Mistelbach, Austria, 2, s. 143–146

Tymiński Z., Stolarz M., Żołądek P., Wiśniewski M., Olech A., 2016, Rediscovery of Polish meteorites, Proceedings of the IMC, Egmond, the Netherlands, 2–5 June 2016, s. 289

Tymiński Z., Żołądek P., Wiśniewski M., Stolarz M., Jaśkiewicz A., Myszkiewicz M., Gawroński M. P., Suchodolski T., Polakowski K., Zaręba P., Olech A., 2018,

Raport z poszukiwań meteorytów w ramach PFN w sezonie 2016/2017, Acta Soc. Metheoriticae Polonorum, 9, s. 158

Wiśniewski M. et al., 2017, Current status of Polish Fireball Network, Planetary and Space Science, 143, s. 12–20

Żołądek, P., 2012, PyFN - multipurpose meteor software, Proceedings of the IMC, Sibiu, Romania, 15–18 September, s. 53

Żołądek P., Wisniewski M., Olech A., Tymiński Z., Stolarz M., 2015, Recent fireballs registered by the Polish Fireball Network, Proceedings of the IMC-2015, Mistelbach, Austria, 1, s. 58

[31] Narodowe Centrum Badań Jądrowych OR POLATOM, Otwock-Świerk; e-mail: z.tyminski@polatom.pl

[32] Pracownia Komet i Meteorów, Polska Sieć Bolidowa, ul. Bartycka 18, Warszawa

[33] Wydział Fizyki, Astronomii i Informatyki Stosowanej UMK, ul. Grudziądzka 5, Toruń

[34] Centrum Badań Kosmicznych PAN, ul. Bartycka 18A, Warszawa

[35] Centrum Astronomiczne im. Mikołaja Kopernika PAN, ul. Bartycka 18, Warszawa

Tomasz WALESIAK

SPRAWOZDANIE Z BADAŃ GEOMAGNETYCZNYCH W REJONIE KRATERÓW MORASKO I POSZUKIWANIE MATERII METEORYTOWEJ W SĄSIEDZTWIE DOMNIEMANYCH STRUKTUR IMPAKTOWYCH

Od lat trwa dyskusja na temat jak powstały zagłębienia w Rezerwacie Meteoryt Morasko. Z pewnością odnalezienie wielotonowego meteorytu wewnątrz lub w bliskim sąsiedztwie jakiejś struktury bezsprzeczne potwierdziłoby ich genezę. Wzorując się na wynikach badań w okolicy kraterów Campo del Cielo (Vesconi i in 2011), gdzie znaleziono duże bryły żelaza oraz podobieństwach kształtu, wymiarów i proporcji części zagłębień, dokonano sprawdzenia występowania anomalii pola magnetycznego na terenie Rezerwatu.

Badania wykonano w czasie dwóch wypraw terenowych. Pierwsza z nich odbyła się pod koniec 2017 roku a jej celem było wykonanie pomiarów pola magnetycznego dla najmniejszego krateru (nr 2, wg Pokrzywnicki 1964) w siatce punktów odległych od siebie (w większości przypadków) co około 60 cm. Wykonano łącznie blisko 1500 odczytów. W trakcie prowadzenia pomiarów, nic nie wskazywało na obecność pod ziemią większych brył żelaza. Powodem tego była rozległość anomalii i prawdopodobna znaczna głębokość źródła. Przedstawiono ją na poniższej ilustracji, wraz z wrysowanym kształtem zagłębienia (Fig. 1). Celem drugiej wyprawy (w maju 2018) było znalezienie miejsca maksimum anomalii, w efekcie czego ustalono, że w rzeczywistości mamy do czynienia z trzema głębokimi źródłami. Dodatkowo przeprowadzono szereg odczytów pola magnetycznego w sąsiedztwie innych kraterów w poszukiwaniu płycej zalegających mniejszych żelaznych fragmentów.

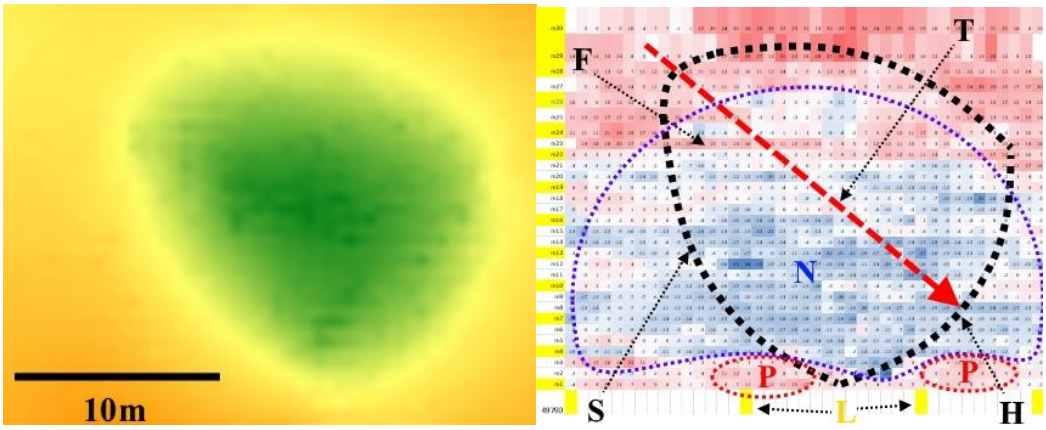


Fig. 1. *Kształt zagłębienia (LiDAR) i wyniki pomiarów magnetycznych (w tle kontur krateru)*

LITERATURA

Pokrzywnicki J., 1964, *I. Meteoryty Polski. II. Katalog meteorytów w zbiorach polskich*, Studia Geologica Polonica, vol. XV, Wydawnictwa Geologiczne, s. 70–71, Warszawa 1964.

Vesconi M.A.,Wright S.P., Spagnuolo M., Jacob R., Cerrutti C., Garcia L., Fernandez E., Cassidy W.A., 2011, *Comparison of four meteorite penetration funnels in the Campo del Cielo crater field, Argentina*, Meteoritics & Planetary Science 46, Nr 7, s 935–949

kratery meteorytowe, ukośny impakt, ślady szokowe,
deformacje planarne

Tomasz WALESIAK, Krzysztof SZOPA[36]

STRUKTURA PORZĄDZIE – W POSZUKIWANIU ŚLADÓW IMPAKTU

Porządzie, Jaszczułty i Ochudno to nietypowe zagłębienia odkryte w 2014 roku w lasach niedaleko Wyszkowa, w samym sercu Puszczy Białej. Analiza cech morfometrycznych, na bazie numerycznego modelu terenu (LiDAR), zasugerowała, że mogą to być struktury impaktowe, które powstały podczas uderzenia dużych fragmentów meteorytu pod małym kątem w stosunku do horyzontu. Hipoteza wynikała m.in. z porównania kształtu zagłębień do znanych kraterów oraz wyników eksperymentów (Walesiak 2016). Jednak w warunkach ziemskich morfometria uznawana jest za niewystarczającą do rozstrzygnięcia, czy dana struktura powstała w wyniku impaktu. Podjęto się więc badań terenowych i próby odnalezienia śladów szokowych, które ostatecznie potwierdziłyby dotychczasowe obserwacje.

W niniejszej pracy przypominamy kilka najważniejszych cech budowy tych struktur, szczególnie istotnych w kontekście przeprowadzonych badań. Przedstawiamy kryteria przyjęte podczas wykonywanych prac oraz omawiamy uzyskane wyniki, zestawiając je ze stanem aktualnej wiedzy. Spróbujemy jednocześnie wyjaśnić dlaczego domniemane kratery są o wiele płytsze niż można by było oczekiwać od typowych struktur impaktowych o podobnych rozmiarach.

Niektóre obserwacje, choć bardzo obiecujące, wymagają jeszcze dodatkowych badań. W szczególności muszą być poddane weryfikacji efekty widoczne w niektórych ziarnach, które przypominają deformacje planarne (ang. Planar Deformation Features - PDFs).

LITERATURA

Walesiak T.M., 2016, *Analiza cech impaktu ukośnego na przykładzie struktur Porządzie, Jaszczułty i Ochudno*, ASMP, vol. 7, s. 151–176.

36

złożono przy pomocy nocy przy czynnym udziale
Katarzyna Łuszczek