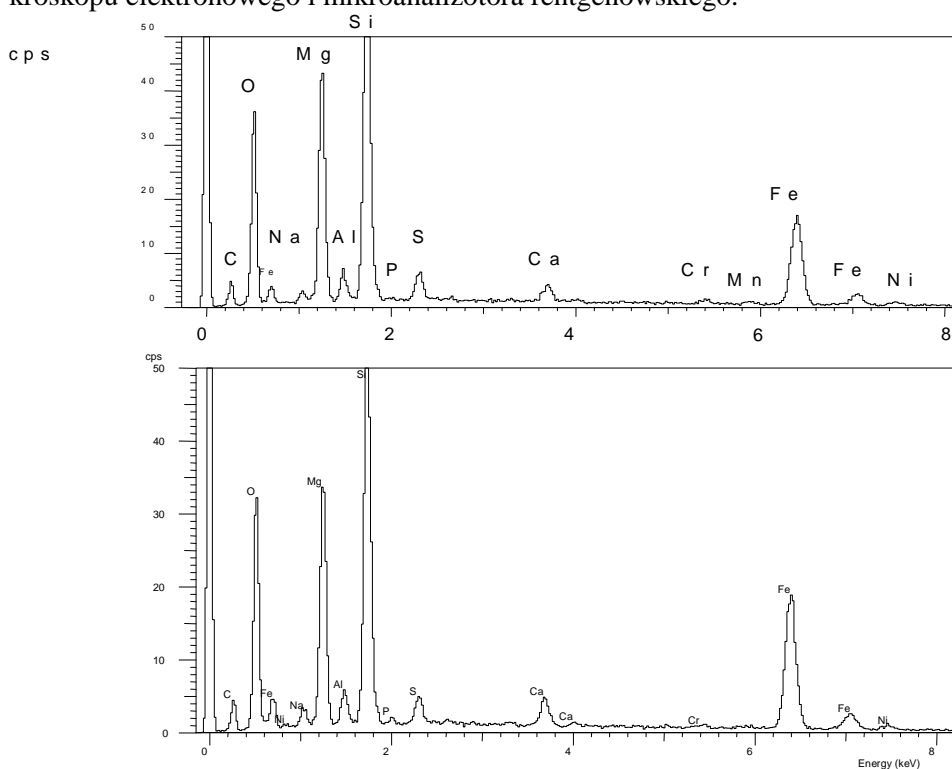


OLSZTYŃSKIE PLANETARIUM I OBSERWATORIUM ASTRONOMICZNE  
POLSKIE TOWARZYSTWO METEORYTOWE  
II SEMINARIUM METEORYTOWE  
24-26.04.2003 OLSZTYN

Marian SZURGOT<sup>1</sup>, Krzysztof POLAŃSKI<sup>2</sup>

**BADANIA MIKROSKOPOWE CHONDRYTÓW  
EL HAMMAMI I GOLD BASIN**

Celem niniejszej pracy było przeprowadzenie badań mikroskopowych, analizy składu chemicznego i identyfikacji minerałów wybranych typów chondrytów. Badania prowadzono z użyciem mikroskopów optycznych, skaningowego mikroskopu elektronowego i mikroanalizatora rentgenowskiego.



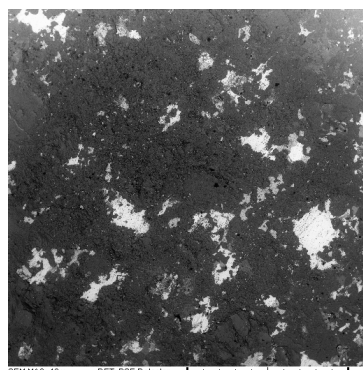
Rys. 1. Widmo EDS chondrytu: *Gold Basin* (górne) i *El Hammami* (dolne).

<sup>1</sup> Instytut Fizyki Politechniki Łódzkiej, Wólczajska 219, 93 005 Łódź  
e-mail: mszurgot@lodd.p.lodz.pl

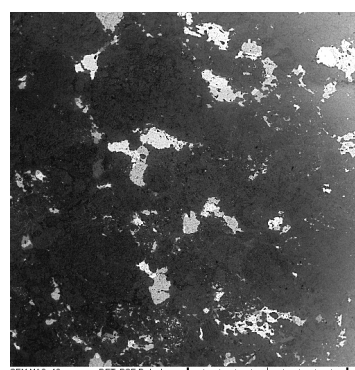
<sup>2</sup> Katedra Fizyki Ciała Stałego Uniwersytetu Łódzkiego, Pomorska 149/153,  
90 236 Łódź, e-mail: kpolanski@mvii.uni.lodz.pl

	Gold Basin	El Hammami	Meteority kamienne (Krinov 1960)
Pierwiastek	Zawartość	Zawartość	Zawartość
	% wagowe	% wagowe	% wagowe
O	41.84	38.91	41.0
Si	19.56	18.49	21.0
Mg	14.47	13.66	14.3
Fe	16.60 (1-10) (Mason 1962)	20.99 (16-21) (Mason 1962)	15.5
S	1.77	1.44	1.82
Al	1.65	1.79	1.56
Ca	1.19	1.69	1.80
Ni	1.03	1.08	1.10
Na	0.73	1.22	0.80
Cr	0.52	0.34	0.40
Mn	0.43		0.16
P	0.20	0.39	0.10
C	śladowa	śladowa	0.16
K	śladowa	śladowa	0.07
Ti			0.12
Co			0.08
Suma	100.00	100.00	100.00

Tabela 1. Średnia zawartość pierwiastków w meteoroidach El Hammami i Gold Basin.



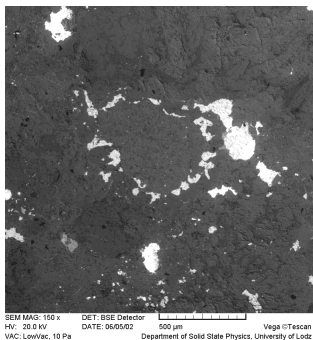
*El Hammami*



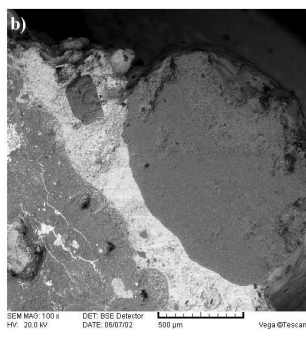
*Gold Basin*

Rys. 2. Obrazy powierzchni meteoroidów El Hammami i Gold Basin pod skaningowym mikroskopem elektronowym. Obrazy BSE. Widać chondry, otoczki chondr i ciasto skalne. Pokazane obszary meteoroidów wykorzystano do określenia średniej zawartości pierwiastków (Tabela 1). Powiększenie 40x.

(a) Chondra oliwinowa



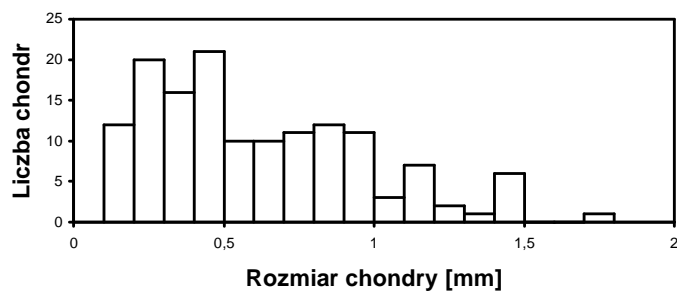
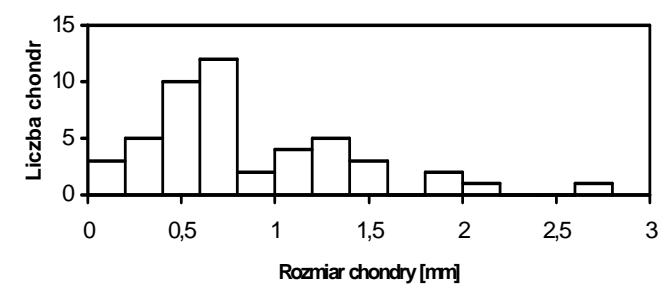
(b) Chondra skaleniowa



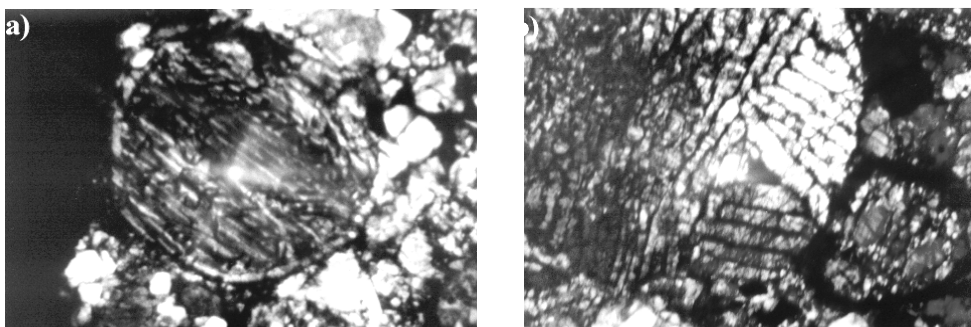
(c) Chondra krzemionkowa



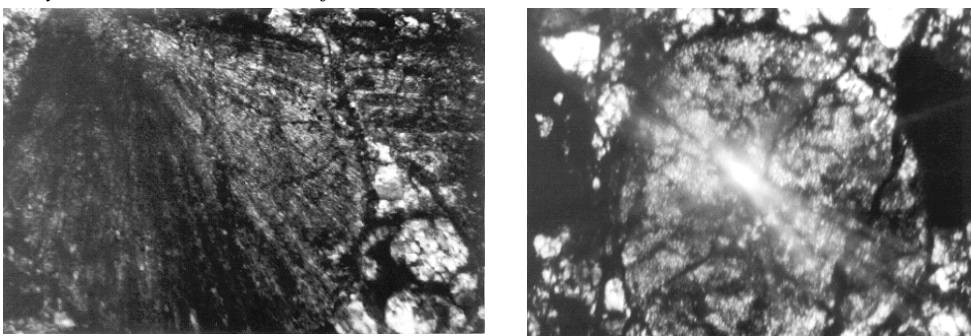
Rys. 3. Chondry i ciasto skalne w meteorytach: (a) Gold Basin, (b) i (c) El Hammami. Skanujący mikroskop elektronowy. Obrazy wstecznie rozproszonych elektronów. (a) Chondra oliwinowa (duża) i troilitowa (mała z prawej strony) w Gold Basin. (b) Chondra skaleniowa z otoczką magnetytowo-kamacytową w El Hammami. Skaleń - ciemny owal, magnetyt- jasny obszar przylegający do chondry, szary obszar to kamacyt. (c) chondra krzemionkowa w El Hammami.



Rys. 4. Histogramy rozkładu wielkości chondr w meteorycie: Gold Basin (górny rys.) i El Hammami (dolny rys.).



(a) (b)  
 Rys. 5. Chondry oliwinowe i skała macierzysta w płytkach cienkich z meteorytów kamiennych (a) El Hammami – przykład chondry pasiastej, (b) Gold Basin – przykład chondry pasiastej złożonej. Mikroskop polaryzacyjny, światło przechodzące, polaroidy skrzyżowane. Pole obserwacji 1x0.7mm.



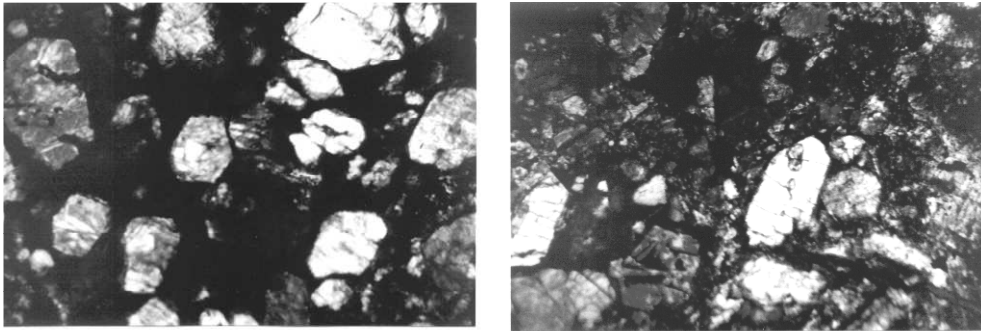
(a) (b)  
 Rys. 6. (a). Ekscentryczno – promienista chondra piroksenowa w chondrycie Gold Basin. (b). Chondra oliwinowa i ciasto skalne w chondrycie Gold Basin. Obrazy w płytce cienkiej przy skrzyżowanych polaroidach. Pole obserwacji 1x0.7mm.

W chondrycie oliwinowym El Hammami (chondryt oliwinowo-bronzytowy typu H5) (Grossman 1998, Grady 2000) i chondrycie zwyczajnym Gold Basin (chondryt oliwinowo-hiperstenowy typu L4) (Grossman 1998, Grady 2000) określono średni i lokalny skład chemiczny, ujawniono i zidentyfikowano różne fazy mineralne.

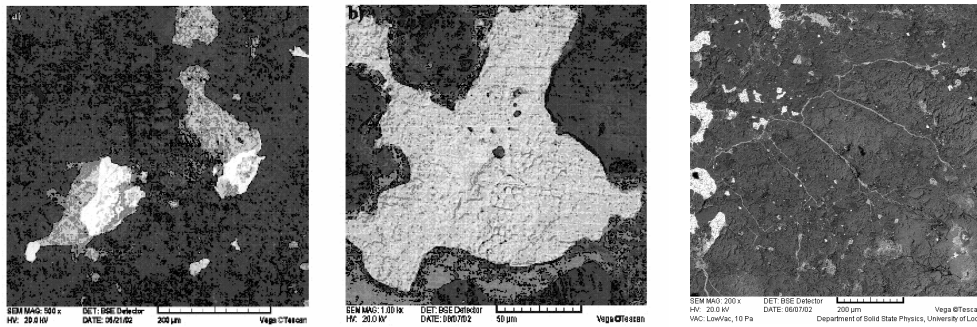
Stwierdzono, że głównymi pierwiastkami tworzącymi materię badanych meteorytów są obejmujące około 92 % całego składu mineralnego: Si, O, Fe i Mg (Tabela 1, Rys. 1 i 2). Istotnymi składnikami meteorytów o wkładzie łącznym około 8 % okazały się: Ca, Al., S, Ni, Na, Cr, P, Mn, Cl, C (Tabela 2, Rys. 1 i 2).

Określono gęstość badanych meteorytów: 3.51 g/cm<sup>3</sup> dla El Hammami i 3.45 g/cm<sup>3</sup> dla Gold Basin. Wartości te są bliskie średniej gęstości chondrytów - 3.54 g/cm<sup>3</sup> wg Krinova (1960).

Ujawniono i zanalizowano typowe dla tej klasy meteorytów struktury - chondry (Rys. 2, 3, 5, 6, 10). Stwierdzono, że rozmiary chondr, wyrażone ich średnicą wynoszą od 0.1 do 3 mm (Rys. 4). Wyróżniono różne populacje chondr: małe, średnie i duże, z których najczęściej spotykanymi są chondry średnie 0.3-1.2 mm (Rys. 4).

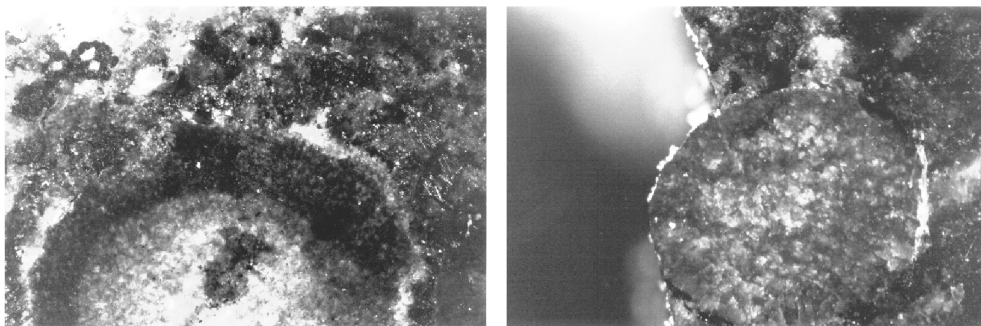


Rys. 7. Porfirowa struktura ciasta skalnego z automorficznymi kryształami oliwinów w chondrycie Gold Basin. Obrazy w płytce cienkiej przy skrzyżowanych polaroidach. Pole obserwacji 1x0.7mm.



Rys. 8. Wydzielenia kamacytu w cieście skalnym El Hammami. Obszary jasne – kamacyst, ciemne wskazują dużą zawartość Mg (w połączeniu z Si, O i Fe - oliwin), szare wykazują dużą zawartość S (troilit). Skaningowy mikroskop elektronowy. Obrazy BSE.

Rys. 9. Żyłki troilitowe w cieście skalnym meteorytu El Hammami.



Rys. 10. Chondry ziarniste oliwinowe w meteorycie Gold Basin. Obrazy w mikroskopie optycznym w świetle odbitym. Niepełny kontrast fazowy. Pole widzenia 3x2mm.

Badania płytek cienkich ujawniły w świetle spolaryzowanym różne typy teksturalne chondr, m. in. chondry pasiaste - złożone z warstwowo ułożonych kryształów oliwinów, rozdzielonych między sobą warstewkami szkliwa (Rys. 5). Oprócz najbardziej popularnych chondr oliwinowych, zaobserwowano także chondry piroksenowe (Rys. 6a), skaleniowe (Rys. 3b) i krzemionkowe (Rys. 3c). Charakterystyczną cechą w obrazie mikroskopowym było również występowanie żyłek troilitowych (Rys. 3b, 9).

Oprócz oliwinów ( $(\text{Mg,Fe})_2\text{SiO}_4$ ) i piroksenów ( $(\text{Mg,Fe})\text{SiO}_3$ ), stanowiących główny składnik chondr i ciasta skalnego (Rys. 2, 3, 5, 7), wykryto także inne minerały m. in.: kamacyt (Rys. 8), taenit, troilit ( $\text{FeS}$ ) (Rys. 8, 9), chromit ( $\text{FeCr}_2\text{O}_4$ ) (Rys. 8a), schreibersyt ( $(\text{Fe,Ni})_3\text{P}$ ), glinokrzemiany reprezentowane przez skalenie (Rys. 3b), magnetyt ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ) (Rys. 3b), krzemionkę ( $\text{SiO}_2$ ), i inne.

Interesujące obrazy chondr i ciasta skalnego uzyskano dzięki zastosowaniu kontrastu fazowego w mikroskopie optycznym nowej generacji typu Axiotech firmy Carl Zeiss. Wypolerowane płytki obu chondrytów ujawniły w świetle odbitym, przy niepełnym kontraście fazowym niezwykle bogactwo kolorów, umożliwiające bardziej precyzyjne rozróżnianie różnych faz mineralnych i ich analizowanie (Rys.10).

Przeprowadzone badania mikroskopowe tych niedawno znalezionych i sklasyfikowanych, a przez to mniej znanych meteorytów, są pierwszym krokiem w ich dokładniejszym poznaniu oraz analizie genezy, warunków powstawania i przeobrażeń wywołanych także czynnikami ziemskimi. Analiza typów petrograficznych i mineralogicznych oraz histogramów rozkładu wielkości chondr w obu tych meteorytach ujawnia fakt, że są one typowe i podobne do innych, wcześniej zbadanych chondrytów (Maneck 1975, Hurnik i in. 1992, Mason 1962, Wood 1983, Krinov 1960, Norton 2002, McSween 1999, Maneck 2001, Siemiątkowski 2001), podobny jest też skład chemiczny, reprezentowany zarówno przez obecność jak i zawartość pierwiastków, a także przez utworzone z nich minerały. Zawartość żelaza w chondrycie Gold Basin (L4), jak podaje Tabela 1, wydaje się być nieco zawyżona, natomiast w chondrycie El Hammami (H5), jest ona wyższa i zgodna z oczekiwaną wartością dla chondrytów typu H. Te podobieństwa i różnice są niewątpliwie nieprzypadkowe, a ich wyjaśnienie może przybliżyć nas do pełniejszego zrozumienia procesów tworzenia materii pozaziemskiej i jej ewolucji. Metody mikroskopii optycznej i elektronowej, w świetle prezentowanych wyników, są nadal cennym narzędziem badań materii meteorytowej, odkrywania jej tajemnic i ujawniania niezwykle pięknego.

Serdecznie dziękujemy Panu Andrzejowi Pilskiemu za udostępnienie płytek cienkich meteorytów do badań. Profesorowi Andrzejowi Maneckiemu i Profesorowi Łukaszowi Karwowskiemu wyrażamy wdzięczność za wnikliwą i stymulującą dyskusję wyników oraz życzliwą atmosferę podczas seminarium meteorytowego.

## LITERATURA

- MANECKI A., 1975: *Meteoryty, pyły kosmiczne i skały księżycowe*, Warszawa.
- HURNIK B., HURNIK H., 1992: *Meteoroidy, meteory, meteoryty*, Poznań.
- MASON B., 1962: *Meteorites*, New York.
- WOOD J. A., 1983: *Układ Słoneczny*, Warszawa.
- KRINOV E. L., 1960: *Principles of Meteoritics*, New York.
- NORTON O. R., 2002: *The Cambridge Encyclopedia of Meteorites*, Cambridge.
- Mc SWEEN H. Y., 1999: *Meteorites and Their Parent Planets*, New York.
- GROSSMAN J. N., 1998: El Hammami, *Met. Bull. No 82; MAPS 33, A222*.
- GROSSMAN J. N., 1998: Gold Basin, *Met. Bull. No 82; MAPS 33, A223*.
- GRADY M. M., 2000: *Catalogue of Meteorites*, Cambridge.
- MANECKI A., 2001: Polish scientists in studies of extraterrestrial matter; past, present, reminiscences, *Geol. Quart. 45(3)*, 211-217.
- SIEMIĄTKOWSKI J., 2001: Petrography of the Baszkówka chondrite, *Geol. Quart. 45(3)*, 263-280.