

METEORYT

Nr 3 (59)

Wrzesień 2006

ISSN 1642-588X

W numerze:

- dziennik łowcy planetoid
- VIII piknik meteorytowy w Dziegielowie
- co to znaczy sklasyfikować meteoryt?
- historia meteorytu Hambleton
- zen i sztuka mikroskopii meteorytovej
- meteoryty w edukacji i popularyzacji
- śladami meteorytu Dhajala
- poszukiwania meteorytu Moss



Nowe wielkie Morasko!

METEORYT

kwartalnik dla miłośników
meteorytów

Wydawca:

Olsztyńskie Planetarium
i Obserwatorium Astronomiczne
Al. Piłsudskiego 38
10-450 Olsztyn
tel. (0-89) 533 4951
opioa@planetarium.olsztyn.pl

konto:

88 1540 1072 2001 5000 3724 0002
BOŚ SA O/Olsztyn

Kwartalnik jest dostępny głównie
w prenumeracie. Roczna prenu-
merata wynosi w 2006 roku 40 zł.
Zainteresowanych prosimy o wpła-
cenie tej kwoty na konto wydawcy
nie zapominając o podaniu czytel-
nego imienia, nazwiska i adresu do
wysyłki. Wydawca dysponuje także
numerami archiwalnymi.

Większość publikowanych arty-
kułów jest tłumaczona z kwartalnika
METEORITE za zgodą jego wy-
dawcy, który zachowuje prawa do
tych artykułów.

Redaguje i tłumaczy większość
tekstów:

Andrzej S. Piłski
skr. poczt. 6
14-530 Frombork
tel. 0-604-178-072
aspmet@wp.pl

Skład: Jacek Drażkowski

Druk: Jan, Lidzbark Warmiński

Od redaktora:

Okolo 400 astronomów zgromadzonych w Pradze na kongresie
Międzynarodowej Unii Astronomicznej uchwaliło nową definicję planety. Kilka
dni później 300 innych astronomów podpisało protest wskazując na istotne
błędy tej definicji i proponując rozważenie problemu raz jeszcze
i wypracowanie definicji na zasadzie powszechnej zgody a nie głosowania.
Póki co definicja jednak obowiązuje.

Najbardziej nagłośnionym skutkiem nowej definicji było przeniesienie
Plutona z Charonem do nowej kategorii planet karłowatych, do których
zaliczono także Eris (odkryty w 2003 roku obiekt większy od Plutona) i Ceres,
największą planetoidę głównego pasa. Inne kandydatury do tej kategorii będą
dopiero rozpatrywane. Mamy więc w Układzie Słonecznym 8 planet, planety
karłowate i małe ciała Układu Słonecznego.

W tym numerze sporo uwagi poświęcono astronomii, a także poszukiwaniom
meteorytów. Największe szczęście ma tu chyba Rob Elliott, który znalazł spory
pallasyt całkiem niedaleko swojej siedziby. Także niedaleko niego, bo
po drugiej stronie Morza Północnego spadł w połowie lipca deszcz chondrytów
węglistych. Oczywiście Rob pośpieszył na miejsce spadku spotykając tam prócz
meteorytów kilku innych znanych poszukiwaczy.

Dla nas ważniejsze jest, że na miejsce spadku w południowej Norwegii
pojechała także polska ekipa. Znaleźli naszy poszukiwaczy były, delikatnie
mówiąc, skromne, ale rezultatem jest reportaż Marcina Cimały w tym numerze,
który z przyjemnością polecam.

Redakcję nękają ostatnio rozmaite nieprzewidziane, a konieczne zajęcia,
skutkiem czego redagowanie tego numeru trwa już blisko dwa miesiące i końca
nie widać. Mamy tylko nadzieję, że uda się dobrać do końca, a następny
numer będzie już mniej pechowy.

Jedyną dobrą stroną opóźnienia jest to, że mogę poinformować o dwóch
wydarzeniach z ostatniej chwili. Profesor Andrzej Muszyński powiadomił
o znalezieniu największego dotychczas okazu Moraska o wymiarach 75 na
45 cm (okładka). Próba zważenia okazu na wadze o udźwigu 130 kg
zakończyła się uszkodzeniem wagi. Szacunki na podstawie wymiarów sugerują
wagę nawet około 200 kg. Okaz leży obecnie w Instytucie Geologii UAM
w Poznaniu. Więcej informacji będzie w następnym numerze.

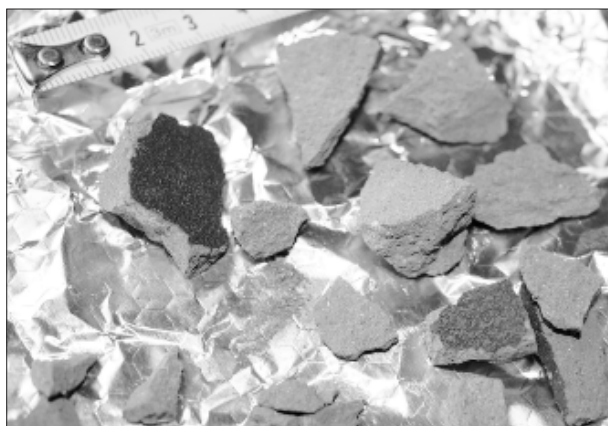
Drugim wydarzeniem jest to, że zostałem wybrany do zarządu
Międzynarodowego Stowarzyszenia Kolekcjonerów Meteorytów (I.M.C.A.).
Z Polski należą do I.M.C.A. tylko 3 osoby, więc nasze głosy nie miały tu
żadnego znaczenia. Dużą zasługę ma niewątpliwie Martin Altmann, który
przekonał spore grono niemieckich wyborców i nie tylko. Sądzę jednak, że ten
wybór jest także skutkiem tego, że polscy kolekcjonerzy są coraz bardziej znani
i zauważani. Jako członek zarządu (Board of Directors) zachęcam do
zagłędania na stronę www.imca.cc. Postaram się, aby wkrótce pojawiła się jej
polska wersja, a więcej informacji o celach i działaniach stowarzyszenia
przedstawię w następnym numerze.

Andrzej S. Piłski



Zapraszamy na stronę
Polskiego Serwisu Meteorytowego
<http://jba1.republika.pl>

Na okładce: Nowe Morasko o masie ok. 200 kg znalezione przez Krzysz-
tofa Sochę. Fot. Barbara Konecka (na zdjęciu córka autorki, Magda)



Fragmenty meteorytu Moss, które oferuje na sprzedaż Bjørn Sørheim
na stronie <http://home.online.no/~bsoerhei/astro/meteor/060714/moss.html> Fragmenty ze skorupą ważą 7,14 g, 3,07 g i 1,49 g. Reportaż
z Moss na stronie 25.

METEORITE

THE INTERNATIONAL QUARTERLY OF METEORITES
AND METEORITE SCIENCE

Arkansas Center for Space and Planetary Sciences,
University of Arkansas, 202 Old Museum Building,
Fayetteville, Arkansas 72701, USA

Email: metpub@uark.edu, <http://meteoritemag.uark.edu>

Meteorite is available only by subscription, for US\$35
per year. Overseas airmail delivery is available for an
additional US\$12 per year.

Dziennik łowcy planetoid

Roy A. Tucker

(Artykuł z kwartalnika METEORITE Vol. 12 No. 3. Copyright © 2006 ARKANSAS CENTER FOR SPACE & PLANETARY SCIENCES)

W ciągu dziesięciu lat, od jesieni 1996 roku do dziś, miłośnik astronomii z Arizony odkrył setki planetoid głównego pasa, pięć planetoid zbliżających się do Ziemi (NEA), dwie komety, a jego podwórkowe obserwatorium dostarczyło do Minor Planet Center ponad 240 000 obserwacji pozycji planetoid i komet. Co skłania człowieka do poświęcenia znacznej ilości prywatnego czasu i pieniędzy na pracę, którą wielu mogłoby uznać za niewdzięczne zajęcie? Na jego motywacje może składać się wiele rzeczy takich jak zwykła ciekawość intelektualna, duch rywalizacji, kontemplowanie tajemnic wszechświata i nawiązywanie znajomości i przyjaźni z ludźmi o podobnych zainteresowaniach.

Siedzę w pokoju oświetlonym ciemnym, czerwonym światłem, by nie tracić przyzwyczajenia wzroku do ciemności. Co pewien czas wyświetlam na ekranie komputera mrugające trójki obrazów rozgwieżdżonych fragmentów nieba; filmy na trzech ekranach równocześnie ukazujące każdy poruszający się obiekt. We współpracy człowieka z maszyną oprogramowanie pozwala komputerowi znaleźć niektóre planetoidy w polu widzenia, a ja weryfikuję jego znaleziska, a potem szukam obiektów, które przeoczył. Oprogramowanie jest dostępne w handlu pod nazwą Pin-Point i znacznie się rozwinęło przez te kilka lat, od kiedy jest dostępne. Wciąż jednak wymaga trzech wyraźnych obrazów poruszającego się obiektu, wolnych od wpływu gwiazd pola lub sztucznych efektów takich jak te wywoływane przez promienie kosmiczne lub wtórne promieniowanie jądrowe z otoczenia kamery. Ludzkie oko i umysł widzą takie rzeczy, których nie zauważa komputer.

Przez kilka godzin po każdej pogodnej nocy przegląda się średnio około 500 zdjęć ułożonych w migające trójki i mierzy się pozycje planetoid i komet. Te pozycje, czasem ponad tysiąc w ciągu nocy, przesyłane są e-mailem do

Minor Planet Center w Cambridge w stanie Massachusetts. Zadaniem tego ośrodka jest śledzenie setek tysięcy znanych małych planet i nadawanie nazw nowo odkrytym obiektom. Średnio 500 obrazów w ciągu nocy razy około 200 nocy obserwacyjnych rocznie oznacza, że rocznie przewija się przed moimi oczami około 100 000 obrazów. Jest to rutyna, do której się przyzwyczaiłem. Zajęcie jest bardzo absorbujące, ponieważ nigdy nie wiem, co ukaże następna trójka. Muszę pamiętać o mruganiu, aby nie pojawiło się pieczenie oczu. Robię obserwacje planetoid, ale jest tak wiele innych rzeczy do zobaczenia. Przez moje pole widzenia wędrują galaktyki, gromady gwiazd, mgławice. Jest fascynujące, nawet po wielu latach obserwowania, widzieć planetoidę, czasem bardzo bliską, wędrującą powoli na tle galaktyki tak odległej, że gdy jej światło rozpoczynało podróż do mojego instrumentu, po Ziemi chodzący dinozaury. Czasem zastanawiam się, jak do tego doszło, że to robię. Przypadkowe spotkania z ludźmi, niespodziewane zdarzenia, nauczyciele w szkole, filmy, artykuły w czasopiśmie — wszystko może składać się na cele, ku którym ktoś kieruje swą energią. Tak wiele różnych nici składa się na tkaninę czegogoś życia.

Płyta CD z muzyką klasyczną, którą rozkoszuję się podczas podziwiania wszechświata na ekranie komputera, dobiegła końca; pora na przerwę. Wychodzę na zewnątrz, by rozprostować nogi i podziwiać prawdziwy Wszechświat własnymi oczami, a nie przez maszynę przyrządów. Strzelec i Skorpion właśnie wschodzą, a nasza własna galaktyka, Droga Mleczna, rozciąga się na niebie. To właśnie w taką noc rodzice wzięli mnie na dwór i pokazali gwiazdę wędrującą po niebie mówiąc, że to jest Sputnik, pierwszy sztuczny satelita Ziemi. Innej takiej nocy siostra pokazała mi jasną, czerwoną gwiazdę i powiedziała, że to planeta Mars, którą znałem z filmów fantastyczno-naukowych, jako źródło wielu inwazji na Ziemię.

Dorastałem w okresie wyścigu kosmicznego. Obserwowałem zawziętą rywalizację między Stanami Zjednoczonymi a Związkiem Radzieckim, gdzie każde państwo próbowało wykazać wyższość swych osiągnięć technicznych i systemu politycznego. Chociaż pamiętam lot Mariner 2 do Wenus, to naprawdę zwróciła moją uwagę wyprawa Mariner 4 do Marsa. Po raz pierwszy w historii ludzkości dotarli na Ziemię zdjęcia innej planety zrobione z bliska. Podczas krótkiego przelotu zrobiono nieco ponad dwadzieścia zdjęć. Chociaż miały tylko 200 na 200 pikseli i tylko 64 stopnie szarości, ukazywały, że Mars ma krater podobnie jak Księżyc. Seria sond badawczych Mariner znacznie zwiększyła naszą wiedzę o wewnętrznym Układzie Słonecznym od Marsa do Merkurego. To co wcześniej było niewyraźnymi tarczami w naziemnych teleskopach, przekształciło się w znane globy ze szczegółowymi mapami, na których temat wydano całe książki z nowymi informacjami.

Podobnie obserwowałem z wielkim zainteresowaniem, jak sondy Ranger, Lunar Orbiter i Surveyor zmieniały naszego najbliższego sąsiada z tajemniczego obiektu w miejsce, dokąd wkrótce mogą przybyć ludzie. Byłem za młody, by brać udział w tej przygodzie; mogłem tylko obserwować i zazdrościć tym, którzy przygotowywali te wyprawy i analizowali uzyskane informacje. Powoli rodziło się we mnie pragnienie, by któregoś dnia wziąć w jakiś sposób udział w badaniach Układu Słonecznego. Było to dość ambitne marzenie wiejskiego chłopaka z Mississippi, syna kierowcy ciężarówki i matki, która nie ukończyła nawet szkoły średniej.

Zaskoczona i zakłopotana niespodziewanym startem Sputnika Ameryka została zarażona gorączką wyścigu kosmicznego. Moja rodzina nie była wyjątkiem. Rodzice, siostry i ja obserwowaliśmy każdy start rakiety ze statkiem załogowym lub bezzałogowym, który pokazywali w telewizji. Mieliśmy

krewnych mieszkających na Florydzie i dwa lub trzy razy, podczas wizyty u nich, byliśmy na przylądku Kennedy'ego (lub Canaveral zależnie od czasu), by obserwować starty. Nawet teraz, po wielu latach, gdy zbiera się moja rodzina, potrafimy siedzieć w skupieniu oglądając nagrania video z tych wydarzeń, które obserwowaliśmy na żywo.

Lubiłem książki naukowe, które znalazłem w szkolnej bibliotece. Czytałem je uważnie, interesując się znaczeniem każdego słowa, delektując się nową wiedzą. Z książek, które czytałem w szkole średniej, duży wpływ wywarła na mnie *Muzyka sfer* Guy'a Murchie. Nadal polecałbym ją przyszłym młodym naukowcom. Czytanie o świetle zodiakalnym w książce Herberta Zima *Gwiazdy* zachęciło mnie do wstania wcześniej pewnego jesienno-poranka w 1966 roku, by sprawdzić, czy jest widoczne. Nie zobaczyłem światła zodiakalnego, ale byłem zachwycony rozgwieżdżonym niebem, a potem zorzą poranną. Podobała mi się samotność wczesnego ranka i postanowiłem kontynuować wczesne wstawanie. Zainteresowanie astronomią na całe życie zostało ugruntowane miesiąc później, gdy dzięki zwyczajowi wczesnego wstawania byłem

świadkiem obfitego deszczu Leonidów w 1966 roku.

Małe ciała Układu Słonecznego są powtarzającym się tematem w początkach mojej astronomicznej kariery. Podczas samochodowej wycieczki do Kalifornii w 1967 roku odwiedziłem Krater Meteorowy, rezultat spotkania Ziemi z bardzo małą, żelazną planetoidą. Niedługo potem, gdy dobiegałem dwudziestki, natknąłem się w *Galaxy Science Fiction Magazine* na artykuł o kraterach uderzeniowych opisujący astroblemy takie jak stary pierścień Vredefort w Afryce Południowej i struktura Sudbury w Kanadzie. Jak fascynujące było dowiedzieć się, że już eksploatujemy planetoidy, ponieważ takie było źródło niklu wydobywanego w kopalniach Sudbury. Zacząłem namietnie czytać wszystko, co znalazłem o astroblemach w szkolnej bibliotece.

W latach 1973-74, służąc w lotnictwie, spędziłem rok w Tajlandii. Do czytania dla rozrywki zabrałem egzemplarz NASA SP-267 *Physical Studies of Minor Planets*. Dla rozrywki zebrałem pięćdziesiąt kilogramów tektur. W tamtym czasie tektury były znacznie bardziej tajemnicze. Jedno z najbardziej ekscytujących wyjaśnień ich pochodzenia proponowało, że jest to materia wyrzucona podczas zderzeń z Księżycem. Bawiło mnie podczas podróży do domu, że być może przywożę do USA więcej materii księżycowej niż Apollo 11. Tak czy owak z tego okresu wciąż mam większość tektur, a mój egzemplarz SP-267 zawiera teraz podpisy wielu autorów. Jest to swego rodzaju książka z autografami.

Bardzo pamiętnym i ważnym okresem była dla mnie druga połowa roku 1978 i cały rok 1979. Jesienią 1978 roku rozpocząłem studia magisterskie na Uniwersytecie Kalifornijskim w Santa Barbara w za-

kresie instrumentów naukowych. Podstawowym założeniem tych studiów było doksztalcenie ludzi, którzy ukończyli studia w różnych dziedzinach, takich jak biologia mórz czy fizyka cząstek, w zakresie projektowania i konstruowania przyrządów elektronicznych, tak aby mogli oni tworzyć przyrządy dla dziedziny, która ich interesuje. Przy mojej znajomości podstaw elektroniki, ukończonych studiach z fizyki i moich zainteresowaniach astronomią było to dla mnie naturalne.

Aby pomóc opłacić studia pracowałem na pół etatu jako asystent na wydziale fizyki. Szczęśliwym zbiegiem okoliczności dr Alan Harris z Jet Propulsion Laboratory, ceniony ekspert od planetoid, był zaangażowany w jakiś rodzaj programu, częścią którego było przeniesienie go z biura w Pasadenie do sali wykładowej na UCSB, gdzie wykładał astronomię. Dowiedziałem się, że potrzebuje asystenta i zgłosiłem się na ochotnika. Po wzajemnym przedstawieniu się usłyszałem, że zostanę przeegzaminowany i że powinienem spotkać się z nim tej nocy przy teleskopie na dachu gmachu fizyki. Po przybyciu zostałem poproszony o spojrzenie przez teleskop i zidentyfikowanie obiektu, na który był wycelowany. Z zadowoloną miną odpowiedziałem „NGC 7009, mgławica Saturn” i z miejsca zostałem zatrudniony.

W trakcie naszej współpracy tamtej jesieni i wiosny następnego roku Alan zapoznał się z fotometrem fotoelektrycznym, który skonstruowałem i wciągnął mnie do ekipy mającej obserwować zakrycie gwiazdy przez planetoidę 3 Juno, które miało nastąpić 11 grudnia 1979 roku. Natychmiast zacząłem modyfikować mój przyrząd, aby mógł działać jako przenośny, i aby umożliwić cyfrowy zapis strumienia danych fotometrycznych. Poświęciłem na to większość mojego wolnego czasu przez najbliższych kilka miesięcy.

Później, wiosną 1979 r., zostałem przyjęty na letnią praktykę w Narodowym Obserwatorium Kitt Peak. Z powodu mojego przygotowania w zakresie instrumentacji miałem uczestniczyć w rozbudowie spektrometru Fabry-Pérot w podczerwieni. Jakiś miesiąc przed końcem semestru i wyjazdem do Tucson skontaktowano się ze mną w sprawie możliwości zamieszkania, gdy tam będę. Doktorant w dziedzinie nauk o planetach na Uniwersytecie Ari-



Fot. 1. Roy Tucker i pierwsze obserwatorium zainstalowane na jego podwórku. Teleskop to Celestron 14 ze zmodyfikowanym napędem Byersa. Kamera CCD została zaprojektowana i zbudowana przez Roya. Przy pomocy tego teleskopu Roy odkrył swoje trzy pierwsze NEO.

zońskim, David Tholen, mieszkał ze studentem z Wenezueli, który na lato jechał do domu. Zaproponowano, że mógłbym czasowo, na lato, zastąpić jego współlokatora. Chętnie skorzystałem z tej okazji.

Okazało się, że mamy z Davidem trochę wspólnych zainteresowań: astronomiczną fotometrię fotoelektryczną, planetoidy i Star Trek. Częścią pracy dyplomowej Davida było gromadzenie danych fotometrycznych do jego ośmiobarwnej fotometrii planetoid, która stała się ważną, wstępną, taksonomiczną klasyfikacją optycznych właściwości planetoid. Lubiłem dyskusje o jego badaniach i obserwacjach. Stwierdziłem, że ma nieprawdopodobną pamięć; znał nazwy pierwszych kilkuset numerowanych planetoid, dialogi wszystkich początkowych epizodów Star Trek i potrafił nawet bezbłędnie zagwizdać melodię przy powrocie do filmu po reklamach. To lato oznaczało dla mnie wprowadzenie do społeczności zawodowych astronomów w Tucson i miało duże znaczenie dla skłonienia mnie do zajęcia się zawodowo instrumentacją astronomiczną.

Moja praca w laboratorium podczuwieni na Kitt Peak przebiegała bardzo dobrze, tak dobrze, że przedłużyłem mój pobyt aż do grudnia zamiast wracać do Santa Barbara na jesienny semestr. Opóźniało to moje studia, ale doświadczenie było bardzo cenne. Zaplanowałem wyjazd z Tuscon tak, by mieć dość czasu na przygotowanie do zakrycia gwiazdy przez 3 Juno 11 grudnia.

Rankiem jedenastego cały mój sprzęt został załadowany do samochodu i wyruszyłem z Santa Barbara na północ autostradą 101 wzdłuż kalifornijskiego wybrzeża, starając się znaleźć dobrą pogodę. Wczesnym popołudniem było oczywiste, że na wybrzeżu pogody nie będzie i Alan Harris skierował mnie w głąb lądu, na pustynię kalifornijską. Przed 11 wieczorem byłem w mieście Mojave, gdzie napotkałem silny, porywisty wiatr. W rozmowie telefonicznej Alan zasugerował, że powinienem wybrać się na szosę, trochę na północ od miasta. Przybyłem na wskazane miejsce około półtorej godziny przez zjawiskiem i zacząłem szykować przyrządy. Niebo było czyste i ciemne, z wyjątkiem Księżyca po pierwszej kwadrze, i nie było wiatru. Ustawiłem oś dokładnie na biegun, tak że teleskop mógł dokładnie śledzić obiekt. Około

piętnastu minut przed zjawiskiem włączyłem fotometr i załadowałem program do pozyskiwania danych. Minutę przed zjawiskiem zacząłem rejestrować sygnał fotometru i czas. W wyznaczonym momencie zobaczyłem, że poziom sygnału maleje, co wskazywało, że planetoida zakryła gwiazdę. Po kilku sekundach gwiazda znów się ukazała i sygnał powrócił do pierwotnego poziomu. Po miesiącach przygotowań znalazłem się z przyrządami w pasie zakrycia gwiazdy przez planetoidę rejestrując moment i czas trwania zjawiska. W ten sposób, wspólnie z innymi, którzy także obserwowali to zjawisko, zostały zmierzone bezpośrednio wymiary i kształt planetoidy. Był to dość emocjonujący sposób uczczenia moich dwudziestych ósmych urodzin.

W następnych latach było wiele zdarzeń związanych z planetoidami. Jednym z nich był okres, kiedy pracowałem przy teleskopie wielozwierciadłowym, wtedy trzecim co do wielkości teleskopie świata, i skorzystałem z czasu w trakcie prac technicznych, by uzyskać obserwacje pozycji pierwszej planetoidy odkrytej przez Davida Tholena, 1981 VB, zaraz po jej odkryciu. Te obserwacje astrometryczne były pierwszymi zrobionymi przy pomocy czujników do bardzo precyzyjnego nakierowania teleskopu.

Jesienią 1996 roku ukończyłem podwórkowe obserwatorium składające się z 14-calowego teleskopu Schmidta-Cassegraine'a i kamery CCD mojej własnej konstrukcji. Po typowych początkowych próbach uzyskania ładnych obrazów dobrze znanych obiektów astronomicznych zacząłem zastanawiać się, jakiego rodzaju poważne obserwacje można by robić tym sprzętem.

Mój dobry przyjaciel, David Tholen, który był wówczas astronomem na Uniwersytecie Hawajów, zaproponował program astrometrii słabo obserwowanych znanych planetoid. Przy wykorzystaniu dużych katalogów gwiazd na CD, takich jak katalog *Space Telescope Guide Star*, i oprogramowania do pomiarów astrometrycznych takiego jak program *Astrometrica* opracowany przez austriackiego miłośnika Herberta Raaba, można było mierzyć pozycję gwiazdy czy planetoidy z dokładnością do mniej niż sekunda łuku — mniej niż grubość dziesięciocentówki widzianej z odległości większej niż długość dwóch boisk piłkarskich. W paździer-

niku 1996 roku rozpocząłem zdumiewającą osobistą przygodę.

Pod koniec lat dziewięćdziesiątych XX wieku, gdy kamery CCD stawały się dostępne dla miłośników astronomii, wciąż było dużo jasnych, nie odkrytych planetoid. Po obserwowaniu znanych planetoid przez mniej więcej miesiąc natrafiłem na pole, gdzie były dwa poruszające się obiekty zamiast jednego. Jeden z nich nie odpowiadał żadnemu znanemu obiektowi. Odkryłem właśnie po raz pierwszy planetoidę. Kiedy zacząłem być miłośnikiem astronomii, pod koniec lat sześćdziesiątych odkrywanie planetoid to było coś, co robili zawodowi astronomowie w dużych obserwatoriach. Zrobiłem coś, o czym sądziłem, że nigdy tego nie zrobię. Wciąż pamiętam ten dreszcz emocji.

Zacząłem odkrywać po kilka planetoid na miesiąc i zrezygnowałem z programu obserwowania znanych obiektów. Zacząłem celowo polować na planetoidy. Znałem członków programu poszukiwania planetoid Space Watch, takich jak James Scotti, i zacząłem wypytywać, jak szukali oni planetoid przelatujących blisko Ziemi czyli NEA. Większość planetoid znajduje się w tak zwanym Głównym Pasie między orbitami Marsa i Jowisza, przeważnie dwa do czterech razy dalej od Słońca niż Ziemia. NEA są dość rzadko spotykane planetoidami, które mogą przelecieć blisko Ziemi lub nawet zderzyć się z nią. Dzieli się je w zasadzie na trzy grupy: *Amora*, *Apolla* i *Ateny*. Planetoidy z grupy Amora mają orbity położone całkowicie na zewnątrz orbity Ziemi i mogą zbliżyć się do niej na niewielką odległość, ale nie stanowią zagrożenia. Planetoidy z grupy Apolla mają takie orbity, że ich średnia odległość od Słońca jest większa niż odległość Ziemi, ale przy największym zbliżeniu do Słońca, w *peryhelium*, mogą być bliżej Słońca niż Ziemia. Mówi się więc o nich, że przecinają orbitę Ziemi, a jeśli ich orbity pozwalają na przelot blisko Ziemi, nazywa się je „potencjalnie niebezpiecznymi planetoidami”, w skrócie PHA. Orbity planetoid z grupy Ateny są takie, że ich średnia odległość od Słońca jest mniejsza niż odległość Ziemi, ale przy największym oddaleniu od Słońca, czyli w *aphelium*, są one na zewnątrz orbity Ziemi i mogą być widoczne na nocnym niebie w przeciwnym kierunku niż Słońce, czyli w *opozycji*. Planetoidy z tej grupy tak-

że przecinają ziemską orbitę i mogą być PHA. Ponieważ ich orbity są mniejsze od ziemskiej, są one zwykle niewidoczne na jasnym niebie z ciągu dnia.

Moje poszukiwania NEA zaczęły się na serio w maju 1997 roku przy pomocy teleskopu połączonego z kamerą tak że pole widzenia obejmowało tylko 12 minut łuku czyli około 40% widocznej średnicy tarczy Księżyca. Mimo tego małego pola widzenia, dzięki szczęściu nowicjusza odkryłem swoją pierwszą NEA, 1997 MW1, już pod koniec czerwca, po obejrzeniu tylko 83 pól. Jeszcze dziwniejsze było to, że była to planetoida z grupy Ateny, dopiero dwudziesta piąta odkryta w ogóle i pierwsza odkryta przez miłośnika astronomii. Za to odkrycie otrzymałem pierwszą Nagrodę Bensona za amatorskie odkrycie NEA, wynoszącą 500 dolarów.

Zachęcony sukcesem wykorzystałem nagrodę na wyposażenie kamery w większy detektor CCD, który zapewniał pole widzenia o boku 21,6 minut łuku czyli 3,7 razy większą powierzchnię niż dotychczas. Zastosowałem także inną metodę uzyskiwania obrazu nazywaną „skanowaniem”. W normalnej metodzie rejestrowania obrazu kieruje się kamerą na wybrany fragment nieba, otwiera migawkę na pewien czas, podczas gdy teleskop jest obracany by kompensować obrót Ziemi, zamyka się migawkę i odczytuje się CCD by uzyskać obraz. Potem przestawia się teleskop na inny fragment nieba i powtarza się proces, by uzyskać następny obraz. Ta metoda wymaga bardzo dokładnego prowadzenia teleskopu za ruchem nieba, a więc drogiego montażu, by uzyskać drobne, punktowe obrazy gwiazd. Zauważmy, że gdy migawka jest zamknięta, kamera nie zbiera fotonów. W metodzie skanowania napęd zegarowy teleskopu jest wyłączony, tak że obrazy gwiazd wędrują po powierzchni detektora CCD. Detektor obraca się tak, że ponieważ równoległe rejestry CCD są włączane w określonym tempie, ładunek gromadzący się pod obrazem gwiazdy jest transportowany po CCD w takim samym tempie, w jakim gwiazda wędruje przez detektor. Ta metoda uzyskiwania obrazu jest procesem ciągłym; kamera jednocześnie zbiera światło gwiazdy, odczytuje informacje o obrazie i przechodzi do następnego pola widzenia. Kamera wytwarza obraz nieba w postaci długiego pasa o długości zależnej od czasu pracy kamery. Migawka jest

zawsze otwarta i nie traci się ani czasu ani światła gwiazd; jest to bardzo wydajna metoda.

Moje następne odkrycie NEA nastąpiło w maju 1998 roku, gdy odkryłem planetoidę 1998 FG2 z grupy Apolla. Następnie odkryłem planetoidę 1998 HE3 z grupy Ateny. Otrzymałem za nie drugą i trzecią nagrodę Bensona. Robiło się z tego dość zyskowne przedsięwzięcie.

We wrześniu tego samego roku poinformowałem o znalezieniu komety dzieląc się zasługą odkrycia z programem poszukiwawczym LONEOS Obserwatorium Lowell. Była to kometa okresowa, obiegająca Słońce w ciągu około ośmiu lat, która otrzymała nazwę P/1998 QP54 (LONEOS-Tucker). Za to odkrycie komety otrzymałem nagrodę Edgara Wilsona o wysokości 3300 dolarów.

Moje obserwacje były bardzo pracochłonne i czasochłonne. Zdobyłem duże doświadczenie, ale konieczne było zwiększenie wydajności mojego działania. Poszukiwanie poruszających się obiektów wymaga minimum trzech obrazów, by jednoznacznie ukazać ich jednostajny ruch po prostej. Używając pojedynczego teleskopu i kamery musiałem przestawiać przyrząd i zaczynać proces uzyskiwania obrazu trzykrotnie dla każdego paska nieba. Przez całą noc mogłem przeszukać w ten sposób tylko około 13 stopni kwadratowych nieba. Stwierdziłem, że jeśli zbuduję trzy teleskopy z kamerami skierowane na niebo wzdłuż równoleżnika, to mogę zacząć rejestrowanie obrazów o zmierzchu i pozwolić działać urządzeniu do rana. Nie byłoby potrzeby przerywania rejestrowania danych i przestawiania teleskopu. Mógłbym się w nocy wyśpać, co jest istotne, jeśli ma się robotę w dzień.

Pod koniec 1999 roku, po odkryciu ponad setki różnego rodzaju planetoid, przerwałem poszukiwania, by skoncentrować się na konstruowaniu nowego, potrójnego instrumentu. Nazwany skrótem MOTESS, czyli System do



Fot. 2: Tempo poszukiwań planetoid zwiększyło się w roku 2001, gdy zaczął działać MOTESS (System szukania poruszających się obiektów i chwilowych zjawisk). Złożony z trzech teleskopów o średnicy 35 cm każdy, z kamerami CCD nieprzerwanie tworzącymi obrazy, system ten może przebadać ponad sto stopni kwadratowych nieba w ciągu nocy. Przez pięć lat dostarczył prawie ćwierć miliona obserwacji pozycji planetoid i komet.

poszukiwania poruszających się obiektów i chwilowych zjawisk, był gotów do pracy w maju 2001 roku. Jakie to było dziwne, gdy pierwszej nocy otworzyłem wieczorem pokrywę i uruchomiłem program rejestrowania danych, po czym uświadomiłem sobie, że nie mam nic więcej do roboty aż do rana, gdy przyjdzie pora, by to wyłączyć i zamknąć. Następnego dnia miałem ogromną ilość obrazów do przebadania, około 110 stopni kwadratowych nieba. Było to o rząd wielkości więcej niż do tej pory i wymagało około dziesięciu godzin pracy z ówczesną wersją programu PinPoint. Do Minor Planet Center przesałem po tej nocy kilkadziesiąt obserwacji pozycyjnych; bez porównania więcej niż przysyłałem kiedykolwiek wcześniej, co wywołało w odpowiedzi e-maila wyrażającego zdumienie.

W pierwszych dniach, by poradzić sobie z napływem danych, musiałem namówić paru ochotników do pomocy. Emerytowany lekarz, dr James Kessel i Vishnu Reddy bardzo pomogli przy obróbce danych. W październiku 2003 roku opublikowano nową wersję PinPointa, co znacznie zwiększyło wydajność, tak że mogłem obrobić obrazy z nocy w ciągu dwóch do trzech godzin i pomoc nie była już potrzebna.

Jest rok 2006 i mam na swoim koncie jeszcze jedną odkrytą komętę C/2004 Q1 (Tucker), jeszcze jedną planetoidę z grupy Ateny 2003 UY12 i Apolla 2004 MP7. Po niecałych dziesięciu latach obserwacji moje małe obserwatorium dostarczyło prawie ćwierć miliona obserwacji pozycji planetoid i komet, odkryło siedem czy osiem se-

tek planetoid i prawie trzydzieści tysięcy nowych gwiazd zmiennych.

Po drodze zdarzały się inne przygody. W 2004 roku, przy pomocy 90-calowego teleskopu Boka Uniwersytetu Arizonońskiego, mój stary przyjaciel David Tholen, jego doktorant Fabrizio Bernardi i ja wspólnie odkryliśmy zagrażającą Ziemi planetoidę 2004 MN4, mającą teraz numer i nazwę 99942 Apophis. W 2029 roku ten obiekt zbliży się do Ziemi tak bardzo, że będzie widoczny na niebie jako gwiazda trzeciej wielkości. Podczas tego zbliżenia perturbacje grawitacyjne zmieniają jego orbitę z typu Ateny na typu Apolla. Zależnie od dokładnych okoliczności przelotu obok Ziemi stwarza on groźbę zderzenia się z Ziemią w 2036 roku z prawdopodobieństwem 1:6500. Ale to już inna historia.

Dlaczego to robię? To „hobby” pożera rocznie ponad tysiąc godzin mojego czasu, czyli w zasadzie dodatkowe, bezpłatne pół etatu poza moją normalną pracą zarobkową. Powód jest prosty: lubię to. Nigdy nie wiem, jaką niespodziankę ukażą nocne zdjęcia. Jest w tym atmosfera polowania i dreszcz odkrycia, zdumienie spoglądania w głębinę Wszechświata i satysfakcja z pełnego wykorzystania mojej wiedzy, umiejętności i kreatywności w pracy dla wartościowego celu. Będę to kontynuować dopóki nie przestanę mnie to bawić.

Skończyłem analizować zdjęcia z ostatniej nocy i wysłałem email'em wyniki obserwacji do MPC. Jest po jedenastej i muszę się trochę przespać. W maju wcześniej zaczyna świtać i muszę wstać, by zamknąć pokrywę instrumentu i zacząć archiwizować obrazy przed pójściem do pracy. Znowu zastanawiam

się przez chwilę, jak doszło do tego, że to robię. Tak wiele zdarzeń i osób wplotło się w tkaninę mojego życia. Jestem zmęczony, pora się położyć.



Roy Tucker jest inżynierem konstruującym kamery CCD w Pracowni techniki tworzenia obrazu (ITL) Uniwersytetu Arizonońskiego. ITL wytwarza detektory CCD dla potrzeb nauki na całym świecie.

RM

Relacja z VIII Pikniku Meteorytowego, Dziegielów 2006

W dniu 2 września 2006 r. w Dziegielowie odbył się VIII Piknik Meteorytowy zorganizowany po raz drugi przez Marcina Cimałę z Poland-Met i jego rodziców. Niestety tym razem uczestniczyło w nim zaledwie 12 osób. Nie pomogły informacje zamieszczone w *Meteorycie*, na stronach internetowych Polskiego Towarzystwa Meteorytowego i Polskiego Serwisu Meteorytów oraz w komunikacie wy-

slanym do członków PTM. Przyczyna tak niskiej frekwencji jest niepokojąca i trudna do określenia. Gospodarz przygotował bardzo bogatą ofertę meteorytów do sprzedania, w cenniku naliczyłem aż 46 pozycji w cenach od 1,2 zł/g (Ghubara) do 1500 zł/g (Dhofar019), meteoryty niesklasyfikowane dostępne były w cenie 250 zł/kg. Około 50% oferty stanowiły okazy typu NWA i podobne. Ciekawostką tylko do obejrze-

nia był bardzo duży okaz chondrytu węglatego Murchison oraz piękny okaz Mundrabilli z dużymi ubytkami po troilitach. Ponadto Łukasz Smuła prezentował znalezione przez siebie niedawno dwa duże i bardzo dobrze zachowane Pułtusi o łącznej masie 600 g (!). Bardzo interesującym punktem programu była możliwość obejrzenia grafik inspirowanych tematyką meteorytową przywiezionych przez Magdę Skirzewską (autorkę cyklu 13 litografii pt. „Nieziemskie Materie”) oraz panów Kazimierza i Łukasza Smułę. Podczas Pikniku nie zabrakło również: pogody (pierwszy słoneczny i ciepły dzień od tygodnia), ciekawych dyskusji, kiełbasek przy ognisku oraz degustacji nalewek przywiezionych przez Jerzyka Strzeję i Prezesa PTM (szyszkin, tarninówka, trisówka z białego bzu, smaku tych delicji nie można opisać słowami). Autor sprawozdania dziękuje gospodarzom spotkania za miłe przyjęcie i stworzenie rodzinnej atmosfery. Pojawiała się koncepcja zorganizowania kolejnego Pikniku, tym razem w Chęcinach, ale liczę na to, że w kolejnych latach nie zabraknie również spotkań w gościnnym Dziegielowie.

Jarosław Bandurowski

RM



Uczestnicy Pikniku z grafikami Magdy Skirzewskiej. Fot. Grażyna Cimała.

Co to znaczy sklasyfikować meteoryt?

Melinda Hutson

(Artykuł z kwartalnika METEORITE Vol. 12 No. 3. Copyright © 2006 ARKANSAS CENTER FOR SPACE & PLANETARY SCIENCES)

Gdy Larry i Nancy, nowi redaktorzy czasopisma *Meteorite*, poprosili mnie o napisanie krótkiego artykułu na ten temat, myśleli zapewne, że dają mi proste zadanie. Okazało się, że nie jest to takie proste i ten artykuł nie jest krótki. Jednak można krótko odpowiedzieć na pytanie, co trzeba zrobić, by sklasyfikować meteoryt, że zależy to od rodzaju meteorytu.

Moim zdaniem, niezależnie od tego, jaki meteoryt klasyfikujemy, najważniejszym czynnikiem warunkującym właściwą i dokładną klasyfikację jest dostęp do reprezentatywnej próbki całego meteorytu. Od razu przychodzą na myśl dwa przykłady: Seymchan i Portales Valley.

Seymchan był początkowo sklasyfikowany jako meteoryt żelazny IIE (Scott i Wasson, 1976) a potem przeklasyfikowany na niezgrupowany meteoryt żelazny (Wasson i Wang, 1986). Naukowcy analizujący Seymchana nie popełnili błędu w swych analizach. Jednak wszystko, co uzyskali do zbadania, to był kawałek żelaza. Żaden z nich nie widział dobrze teraz znanych okazów zawierających liczne kryształy oliwinu (np. na okładce grudniowego *Meteoritu*). Obecnie jest zupełnie oczywiste, że Seymchan nie jest zwyczajnym meteorytem żelaznym, ale widać, że przynajmniej częściowo jest pallasystem.

Portales Valley jest innym przykładem trudności z klasyfikowaniem meteorytu na podstawie małej jego próbki. Ktokolwiek by analizował płytkę cienką chondrytowej części Portales Valley, pokazaną na stronie 124 atlasu Lauretta'y i Killgore'a (2005), nie widziałby żadnego powodu, by sklasyfikować ten meteoryt inaczej niż chondryt H6. A jednak, jak pokazują Ruzicka i Hutson (2005), struktura całego meteorytu bardziej przypomina meteoryt żelazny z krzemianami, niż jakikolwiek znany chondryt H6.

Dochodzimy więc do następnej kwestii: dlaczego sklasyfikowanie meteorytu jest sprawą pierwszoplanową? Jeśli jesteś

dealerem lub kolekcjonerem, głównym powodem zainteresowania sklasyfikowaniem może (zauważcie, że powiedziałam „może”) być po prostu chęć zorientowania się, jaki okaz posiadasz i ile jest on wart. W takim przypadku chcesz zatrzymać jak najwięcej meteorytu dla siebie, a do sklasyfikowania dać jak najmniejszy fragment. To może łatwo prowadzić do błędnej klasyfikacji.

Jeśli jesteś naukowcem, klasyfikacja jest niezbędnym pierwszym krokiem do porządkowania informacji i początkiem rozumienia sensu otaczającego świata. Jeśli jesteś naukowcem badającym meteoryty, klasyfikacja daje pierwsze wrażenie, jakie ważne procesy uczestniczyły w tworzeniu tego konkretnego meteorytu, którego badaniem się zajmujesz. Jeśli jesteś naukowcem pracującym nad projektem finansowanym przez grant, to polegasz na dokładności klasyfikacji wykonanej przez innych. Twoja praca może częściowo zależeć od danych opublikowanych w naukowych czasopismach, uzyskanych przez innych naukowców w innych instytucjach, przyjmowanych jako „dane literaturowe”. Jeśli ktoś wykorzystywałby dane literaturowe dotyczące meteorytów żelaznych IIE do projektu, w którym proporcje pierwiastków śladowych wyznaczają granice modelu, to uwzględnienie danych dotyczących Seymchana może mieć negatywny wpływ na wyniki badań.

Po sklasyfikowaniu musi pozostać w zbiorach instytutu typowy okaz (20 g lub 20% jeśli okaz jest mniejszy). Jednym z powodów jest to, że będzie to materiał do dalszych badań, jeśli okaże się, że meteoryt jest interesujący pod względem naukowym, ale drugim powodem jest nadzieja, że klasyfikujący otrzyma dość materiału, by ocenić, czy próbka jest reprezentatywna dla całego meteorytu. Ponadto posiadanie typowego okazu oznacza, że jest materiał, który będzie można wykorzystać do sprawdzenia klasyfikacji i który będzie

dostępny dla nie wynalezionych jeszcze nowych metod analitycznych.

Wróćmy więc do pytania: co to znaczy sklasyfikować meteoryt? Obawiam się, że nadal krótka odpowiedź brzmi, że zależy to od rodzaju meteorytu. Meteoryty żelazne klasyfikuje się na podstawie zawartości pierwiastków śladowych takich jak nikiel, gal, german i iryd (np. Hutchison, 2004). Najbardziej powszechną metodą uzyskania tych danych jest aktywacja neutronowa, co przekształca analizowaną próbkę w odpad promieniotwórczy. Nowsze metody z wykorzystaniem spektrometru masowego dają nadzieję na mniej destrukcyjne analizy w przyszłości.

Co z meteorytami nieżelaznymi? Większość innych meteorytów jest analizowana przy pomocy mikroskopu optycznego i mikroskopy elektronowej. Jest to absolutne minimum, które jest potrzebne do klasyfikacji, i powinno być zrobione przez kogoś, kto wie, co robi i ma „wyczucie”, kiedy są zapewnione dalsze badania przy pomocy dodatkowych metod. Przykład, który się nasuwa, to NWA 011. Na podstawie danych optycznych i z mikroskopy ten meteoryt uważano początkowo za eukryt. Analiza izotopów tlenu i chemiczne analizy pierwiastków śladowych wykluczyły taką możliwość (Floss et al., 2005) i NWA 011 jest obecnie uważany za pierwszą próbkę z nowego, bazaltowego ciała planetoidalnego.

Większość meteorytów, które spadają na Ziemię, i większość tych, które trafiają do naszego laboratorium (Cascadia Meteorite Lab w Portland State University), to chondryty zwyczajne. Pozwólcie mi więc opowiedzieć o etapach klasyfikowania chondrytu zwyczajnego. Pierwszym krokiem jest zrobienie płytki cienkiej z otrzymanej próbki. Jest to nudny i czasochłonny proces, to znaczy próbka jest albo przekazywana do miejscowej pracowni (jeśli mamy to szczęście), albo wysyłana do firmy specjalizującej się w wykonywaniu płytek

cienkich. My nie mamy szczęścia, więc wykorzystujemy do robienia dla nas płytek cienkich trzy różne firmy. Jakość płytek, które do nas wracają, jest bardzo różna. Większość jest dobra, niektóre są za grube lub za cienkie, a czasem, choć rzadko, próbka jest całkowicie zniszczona (to inny powód, by prosić o nieco więcej niż minimalny typowy okaz).

W przypadku chondrytu zwyczajnego Komisja Nazewnictwa Meteoritical Society życzy sobie następujące informacje: klasa (na przykład chondryt zwyczajny H albo L), typ petrograficzny (na przykład 5), stopień szokowy (od S1 do S6) i stopień zwietrzenia (od W0 do W6) — zob. Hutchison (2004) po szczegółowe objaśnienia.

Stopień szokowy i stopień zwietrzenia ocenia się na podstawie optycznej analizy płytki cienkiej. Jeśli chodzi o stopień zwietrzenia, patrzymy w świetle odbitym na ilość utlenionego metalu i siarczku. Aby ocenić stopień szokowy, musimy głównie obejrzeć ziarna oliwiny w świetle przechodzącym przy skrzyżowanych polaroidach. Właśnie tu liczy się jakość płytki cienkiej. Jeśli strona przyklejona do szkiełka nie została właściwie wypolerowana, to ziarna będą miały niejednakową grubość i będzie widać faliste lub mozaikowe wygaszanie sugerujące zmiany szokowe, gdy jest to tylko skutek przygotowania płytki. Z kolei jeśli płytka będzie zbyt cienka, trudno będzie prawidłowo zidentyfikować poszczególne minerały. Przy typowej grubości 30 mikronów oliwiny, pirokseny, skalenie i fosforany mają przy skrzyżowanych polaroidach wyraźnie odmienne barwy interferencyjne. Jeśli płytka jest zbyt cienka, wszystkie będą szare. W piroksenach często obserwuje się faliste wygaszanie, a w oliwinach nie. Pomylenie piroksenu z oliwinem, ponieważ płytka jest zbyt cienka, doprowadzi do błędnej oceny stopnia szokowego meteorytu.

Chociaż wstępną klasyfikację chondrytu można zrobić przy pomocy tylko mikroskopu optycznego, to do jej potwierdzenia potrzebna jest mikroskopia elektronowa. Typ petrograficzny meteorytu opiera się częściowo na jego strukturze widocznej w płycie cienkiej, a częściowo na składzie chemicznym minerałów. Klasę chondrytu określa się na podstawie udziału molowego cząsteczki (molekuły) fajalitowej $\text{Fe}_2[\text{SiO}_4]$ w oliwinie $(\text{Mg,Fe})_2[\text{SiO}_4]$.

Przy pomocy mikroskopy elektrono-

wej uzyskuje się skład chemiczny minerału, ale trzeba wiedzieć wcześniej, jaki minerał jest analizowany. Ceną za większą liczbę analizowanych pierwiastków jest większa ilość czasu spędzonego na analizowaniu, więc analizuję tylko te pierwiastki, które spodziewam się znaleźć w mineralu i może parę innych, aby sprawdzić na przykład możliwe zanieczyszczenia. Korzystanie z mikroskopy kosztuje 50 dolarów za godzinę i trzeba około czterech godzin przygotowań, zanim rzeczywiście zacznę analizować moje nieznanne meteoryty. Naprawdę chcę więc unikać niespodzianek, takich jak ta, która zdarzyła się memu koledze, który błędnie zidentyfikował fosforan i analizował nie te pierwiastki, co trzeba tracąc czas i pieniądze.

Przed wybraniem się na mikroskopa lubię obejrzeć próbkę przy pomocy skaningowego mikroskopu elektronowego (SEM), z czego często rezygnują inni klasyfikujący. W zrównoważonym chondrycie zwyczajnym (typu 4 do 6) każdy minerał ma na obrazie określony odcień szarości. Wszystkie oliwiny mają jeden odcień, pirokseny są nieco ciemniejsze, a skalenie jeszcze ciemniejsze. Niespodzianki widać z daleka, bo mają inny odcień szarości. Mogę szybko przełączyć na inny tryb i określić, jakie pierwiastki są w wybranym mineralu. Dane nie są dokładne pod względem ilościowym, ale jest to szybka metoda. Korzyść z używania SEM jest taka, że w ciągu dwóch lub trzech godzin mogę dokładnie obejrzeć płytkę i upewnić się, że jestem dobrze przygotowana do mikroskopy. SEM, z którego korzystam, kosztuje 25 dolarów za godzinę i nie wymaga wstępnych przygotowań. Po prostu włączam maszynę i zbieram dane.

W końcu jestem gotowa do analizowania oliwinów w mojej próbce chondrytu zwyczajnego. Na ogół wystarczy kilkadziesiąt analiz, chyba że próbka jest chondrytem typu 3, to w takim przypadku potrzebuję znacznie więcej analiz. Mikroskopa robi swoje i na koniec uzyskuje plik danych pełen analiz. Teraz następuje moment, gdy klasyfikujący naprawdę musi rozumieć chemię minerału. Dla oliwiny analiza powinna dać w sumie około 100% i proporcje pierwiastków powinny być prawidłowe dla oliwiny. Bardzo prosty oliwin ma w krystalicznej strukturze trzy atomy ograniczonej liczby pierwiastków takich jak żelazo, magnez czy krzem (nazywane kationami) na każde cztery atomy tlenu. Stosunek powinien być 3 do 4. Jeśli w mojej analizie są 3,2

atomy kationów na cztery atomy tlenu, to uzyskałam złe wyniki.

Na koniec wszystko może wyglądać wspaniale (suma 100%, dobry stosunek kationów), a jednak analiza może być zła. Tu właśnie potrzebna jest wiedza i doświadczenie. Nie tak dawno temu zdarzył mi się zabawny (przynajmniej z perspektywy czasu) przykład. Analizowałam cztery próbki chondrytów. Wszystkie cztery zostały napyłone węglem tego samego ranka, jedna po drugiej. Wszystkie cztery obejrzałam pod mikroskopem skaningowym i nie zauważyłam niczego niezwykłego. Używałam dane z mikroskopy i wszędzie była dobra suma i dobre stosunki kationów. Jednak jedna próbka odstawała. Tylko w tej jednej było za dużo chromu i niklu. Wagowo było to 0,6—0,7%, co czasem jest możliwe, ale skrajnie nieprawdopodobne w oliwinach chondrytu zwyczajnego. Myślałam także, że widzę chondryt H, ale zawartość fajalitu była 21—23%, co było o wiele za dużo dla chondrytu H, ale trochę za mało dla typowego chondrytu L. Gdzieś po miesiącu zanalizowałam tę próbkę inną mikroskopa i uzyskałam takie same wyniki. Zaczęłam się zastanawiać, czy przyczyna nie leży czasem w powłoce węglowej. Być może urządzenie napyłające rozpyliło trochę metalu, który zanieczyścił próbkę. Parę razy upewniałam się, czy powłoka na próbce nie jest grubsza, niż się wydaje (można ocenić grubość po kolorze metalu). Postanowiłam w końcu usunąć powłokę i napylić węgiel od nowa przy pomocy innego urządzenia. Wróciłam do tej samej mikroskopy, z której korzystałam przedtem i „niespodzianka”: nadwyżka chromu i niklu znikła, a zawartość fajalitu była teraz około 18%, dokładnie tyle, ile mogłam oczekiwać od chondrytu H. Po trzech podejściach do mikroskopy była to bardzo kosztowna klasyfikacja idealnie zwyczajnego chondrytu H5.

Co więc znaczy sklasyfikować meteoryt? Owszem, zależy to od meteorytu. Jednak wymaga to także czasu, energii, sprzętu, wiedzy i doświadczenia. Potrzebne jest także zamiłowanie do meteorytów. O, czy wspominałam o pieniądzach? Nie zarabiam na klasyfikowaniu, ale poświęcam mój czas, bo to jest coś, co lubię. Portland State University nie jest instytucją nastawioną na zysk i nie może pobierać opłat za klasyfikowanie. Nasze laboratorium korzysta z niewielkich, prywatnych darowizn na pokrycie

kosztów przygotowania płytek cienkich i korzystania ze sprzętu.

Jeśli chcecie dowiedzieć się więcej o naszym laboratorium, zapraszam na naszą stronę: <http://meteorites.pdx.edu>. Jeśli ktoś chciałby dowiedzieć się, jak zrobić odliczaną od podatku darowiznę dla naszego laboratorium, proszę skontaktować się ze mną: mhutson@pdx.edu. A jeśli ktoś chciałby, abym sklasyfikowała jego okaz, to uprzedzam, że jestem wybredna, że trzeba trochę poczekać na wyniki i proszę się nie dziwić, że poproszę o nieco więcej niż minimalny wymagany typowy okaz.

Literatura

Floss C., Taylor L.A., Promprated P. and D. Rumble 2005. Northwest Africa 011: A „eucritic” basalt from a non-eucrite pa-

rent body. *Meteoritics and Planetary Science* 40:343–360.

Hutchison R. 2004. *Meteorites: A Petrologic, Chemical and Isotopic Synthesis*, Cambridge: Cambridge University Press, 506 pages.

Lauretta D.S. and M. Killgore. 2005. *A Color Atlas of Meteorites in Thin Section*, Tucson: Golden Retriever Publications, 301 pages.

Ruzicka A. and M. Hutson. 2005. Portales Valley: Not just another ordinary chondrite. Electronic publication by the University of Hawaii's Planetary Science Research Discoveries (PSRD) web site at <http://www.psrds.hawaii.edu/Sept05/PortalesValley.html>

Scott E.R.D. and J.T. Wasson. 1976. Chemical classification of iron meteorites-VIII. Groups IC, IIE, IIIF and 97 other irons, *Geochimica et Cosmochimica Acta* 40:103–115.

Wasson J.T. and J. Wang. 1986. A nonmagnetic origin of group-IIE iron meteorites, *Geochimica et Cosmochimica Acta* 50:725–732.



Melinda Hutson jest profesorem na Portland State University i kustoszem kolekcji w Cascadia Meteorite Laboratory.



Niech stanie się kamień: Historia meteorytu Hambleton

Angus Self

(Artykuł z kwartalnika METEORITE Vol. 12 No. 3. Copyright © 2006 ARKANSAS CENTER FOR SPACE & PLANETARY SCIENCES)

Znalezienie nowego meteorytu w Wielkiej Brytanii jest sensacją. Gdy jednak tym nowym znaleziskiem jest pallasyt, to trzeba od nowa skalibrować swój wykrywacz sensacji. Znalezienie meteorytu, nawet tylko chondrytu zwyczajnego, zdarza się bardzo rzadko, ale znalezienie jednego z najrzadszych typów meteorytów (pallasyty stanowią tylko 1% spadków) może wywołać szok. Meteoryt, o którym mowa, jest pierwszym tego typu znalezionym na Wyspach Brytyjskich.

Rob Elliott z Fernlea Meteorites mieszka w Fife, w Szkocji. Znalazł on kilka małych meteorytów, w szczególności mały, kilkugramowy meteoryt kamienny Glenrothes, gdy był na rybach. Wędrując po okolicy zawsze patrzy on pod nogi. Okazało się to niezwykle owocne w zeszłym roku, gdy wybrał się z żoną Irene na szukanie meteorytów na wrzosowiskach Yorkshire. Ten obszar wrzosowisk jest idealny na szukanie meteorytów, ponieważ nie jest użytkowany rolniczo i ziemia nie była tam orana przez długi czas. Znaleziono duży kamień, ważący 17,6 kg i magnes, któ-

ry Rob zawsze nosi, przylgnął do tego dziwnego kamienia. Uznano go za ewentualnego podejrzanego w poszukiwaniu pozaziemskich intruzów. Został starannie wyciągnięty z błotnistego poszycia i zabrany do domu, gdzie leżał na zewnątrz przez trzy miesiące na wspaniałym szkockim wietrze, deszczu i mokrym śniegu. Teraz może nam się

wydawać, że nie było to odpowiednie miejsce, ale proszę posłuchać. Z powodu magnetyzmu uważano, że *może* to być meteoryt, ale w istocie bardziej było prawdopodobne, że jest to jakiś kawałek szlaki. W końcu był pokryty grubą i bardzo kruchą warstwą rdzy i wydzieliał dziwną woń siarki. Nie zamierzano więc od razu prosić go na pokoje.



Fot. 1. Kamień w ręku jest wart dziesięciu w polu. Fot. Rob Elliott.



Fot. 2. Biały Koń z Kilburn. Fot. Rob Elliott.



Fot. 4. Meteoryt Hambleton z widocznym wyżłobieniem na górze i odciętą piętą. Fot. Angus Self.

Najbliżej miejsca znalezienia tego kamienia jest mała wioska Kilburn w Północnym Yorku koło wzgórz Hambleton. Na zboczu wzgórz widać dobrze znany zarys Białego Konia z Kilburn. Tę krainę pastwisk przecinają wąskie drogi gruntowe, z których wiele prowadzi do gospodarstw. Dziwne, że systemy nawigacji satelitarnej pokazują je jako przejezdne dla wszelkich pojazdów, a mogą je pokonać bezpiecznie tylko pojazdy z napędem na cztery koła. Właśnie taką drogą jechali Elliottowie, zaparkowali Landrovera i poszli pospacerować.

Jak można zobaczyć na fot. 2, było to lato i wokół było zielono. Może to być przeszkodą, ponieważ meteoryty przez znaczną część roku są zasłonięte roślinnością. Jednak szczęście im sprzyjało, ponieważ kamień był znaleziony pod murem i nie było trudno go znaleźć.

Po paru miesiącach Rob odłupał próbkę, którą otrzymała dr Monica Grady, obecnie pracująca w Open University (OU). W czasie pisania artykułu zajmowała się ona analizą próbek z sondy Stardust dostarczonych przez NASA po powrocie sondy z wyprawy do komety Wild 2. Dr Grady poprosiła Diane Johnson z Instytutu Badawczego nauk o planetach i kosmosie, aby skontaktowała się z Robem, ponieważ zajmowała się analizami minerałów przy pomocy SEM.

Okazało się, że ten meteoryt jest pallasystem z głównej grupy z bardzo ładnymi figurami Widmanstättena, co było wyraźnie widoczne na obrazie mikroskopowym wysłanym emailu do Roba.

Pierwszy raz usłyszałem o tym meteorycie od Roba w sierpniu czy wrześniu 2005 roku, gdy wspomniiał on w emailu, że być może znalazł coś ciekawego. Drugi raz to było, gdy moja żona Pamela dostała wycinek ze szkoc-

kiej gazety, *The Daily Record*, z 14 stycznia 2006 roku (fot. 3). Z miejsca wysłałem do Roba emaila i zostałem zaproszony, by zobaczyć się z nim, Irene, i tym nowym znaleziskiem. Po krótkiej jeździe z Edynburga, gdzie mieszkam, do posiadłości Elliottów zostałem wprowadzony do salonu. Po filiżance herbaty zostało wyniesione dziecko, abym mógł z nim pogaworzyć.

Momentalnie mnie zamurowało. Gdyby Rob wniósł Rickenbackera Johna Lennona i egzemplarz Revolvera z autografem, nie byłbym bardziej zszokowany. Widziałem wiele polerowanych płytek pallasytu, ale to było takie, jak leżało nietknięte przez dziesiątki



Fot. 3. Artykuł w *The Daily Record*.

a może nawet setki lat. Prawdziwy okaz na wyciągnięcie ręki, widziany na własne oczy! Byłem zupełnie zaskoczony wagą tego kamienia, która wskazywała, poza małą odciętą piętą, że to może być bardzo cenny okaz. Znaleziony został koło wsi Kilburn w hrabstwie York i został prawdopodobnie zabrany z oryginalnego miejsca spadku przez jakiegoś farmera, a potem wyrzucony za ogrodzenie. To tylko przypuszczenia i można się domyślać, że bruzda wyżłobiona z jednej strony mogła być zrobiona przez pług. Na fot. 4 widać Hambletona prawie tak, jak został znaleziony (z wyjątkiem ma-

łego kawałka odciętego do analizy) z bruzdą na górze.

Diane Johnson przesłała Robowi kilka interesujących szczegółów na temat meteorytu. Należy on do pallasytów głównej grupy, co stwierdzono na podstawie izotopów tlenu w oliwinie. Z próbki odcięto i wypolerowano dwa małe klocki. W obu widać metal Fe-Ni i oliwin (zob. fot. 5). Inną interesującą kwestią jest znalezienie siarczku żelaza i fosforu, chociaż dr Johnson podejrzewa, że fosfor może być skutkiem wietrzenia metalu. Być może to było przyczyną nieprzyjemnego zapachu. Gdy to piszę, znalezisko nie zostało jeszcze opublikowane w „*Meteoritical Bulletin*”, ale jest nadzieja, że do marca 2006 r. się tam znajdzie (zob. uzupełnienie tego artykułu).

Rozmawiając z Robem dowiedziałem się, że krążą dziwne pogłoski o tym meteorycie. Ktoś pisał, że Rob widział, jak spadał on z nieba. Dziwne, skoro stopień zwietrzenia sugeruje, że leżał on przynajmniej przez 200 lat na ziemi. Dokładny wiek ziemski trudno ocenić, ale taką przybliżoną ocenę sugeruje gruba powłoka rdzy.

Jest także możliwość, że meteoryt może być skutkiem bolidu, który widziano w 1783 roku, jak leciał ze Szkocji w kierunku Londynu i zniknął nad wzgórzami Hambleton. Eric Hutton, który ma astronomiczną stronę internetową z listą historycznych obserwacji meteorów, przekazał mi następującą informację.

1783, Francja, Anglia, Szkocja, 18 sierpnia R. P. Greg w katalogu z 1860 roku podaje następujący zapis...

Bardzo głośny i pamiętny meteor. Najpierw widziany na Szetlandach; jak planeta Mars; 1/3 Księżyca, od Mullingar do Yorku; jak 2 Księżyce w pełni nad Kentem; nad hrabstwem Lincoln

rozpadł się na dwa; doniesienia, że słyszano w Windsor 8' or 9' później; widoczny 20"; jednocześnie na łuku 75 stopni; 60 mil wysoko; 20 mil na sekundę; ogon 10 > niż ciało; skręcił nieco na E po częściowym rozpadzie; zostawił smugi i iskry; ogon na początku słabo widoczny; być może efekt perspektywy. W Irlandii widziano, jak leciał równolegle do horyzontu na wysokości 10 lub 12 stopni. Widziany nad Burgundią we Francji, chociaż z odległości 1200 mil. W Greenwich jako podwójny bolid, bardzo jasny. Słyszano eksplozję nad Yorkiem kilka minut później.

Rob pokazywał swe znalezisko w lokalnej telewizji i kilku innych poszukiwaczy meteorytów zainteresowało się tym na tyle, że próbowali znaleźć więcej okazów. Jednak po dalszych pięciu dniach szukania na tym terenie Rob żadnego dodatkowego okazu nie znalazł.

Jak kiedyś powiedział mądry człowiek, „szukajcie a znajdziecie.” Szukajcie, ta materia tam jest! Niech będzie kamień!

Ten artykuł był po raz pierwszy opublikowany w dzienniku British and Irish Meteorite Society.

Na podziękowania zasłużyli:

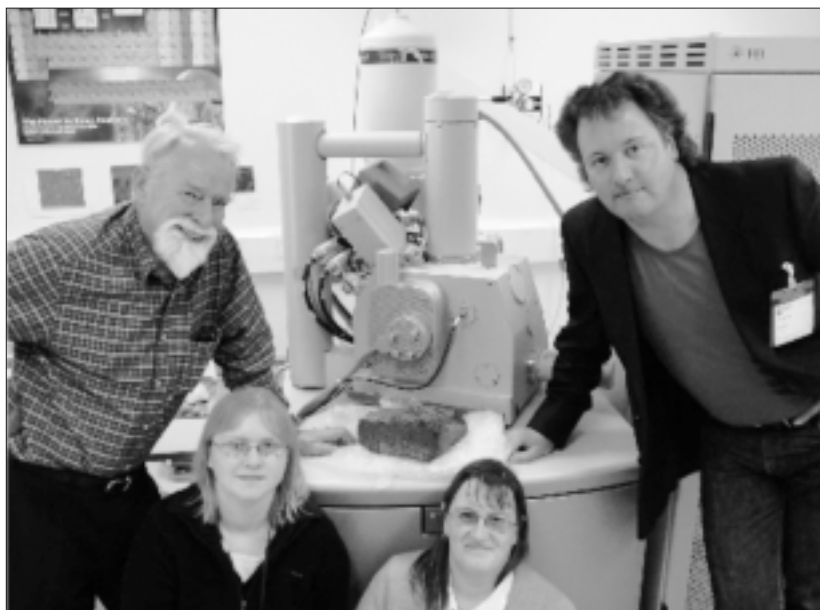
Rob i Irene Elliott za udostępnienie informacji i zdjęć. (www.meteorites.uk.com)

Eric Hutton za informację o bolidzie. (www.atschool.eduweb.co.uk)

The Open University za analizy i zdjęcie SEM. (www.open.ac.uk)

Uzupełnienie

Po napisaniu głównej części tego ar-



Fot. 6. Od lewej prof. Robert Hutchison, dr Diane Johnson, prof. Monica Grady i Rob Elliot przed SEM w Open University.

tykułu otrzymałem od Roba Elliotta jeszcze kilka informacji dotyczących Hambletona.

Rob odwiedził Open University, gdzie spotkał się z profesorami Monica Grady i Robertem Hutchisonem i zobaczył więcej zdjęć z mikroskopu skannującego (SEM). Fakt, że Hambleton był analizowany przez dwa pokolenia autorów *Catalogue of Meteorites*, jest ewenementem samym w sobie! Nadal uzyskuje się bardzo dziwne wyniki; w szczególności stwierdzono trochę osobliwych obszarów z dużą zawartością niklu, mianowicie Ni 50%, Fe 25%, and S 25%. Ani w OU ani w Natural History Museum nie przypominają sobie minerału o takim składzie. Studiuję się literaturę, ale jak dotąd nie znaleziono żadnego podobnego minerału. Stosunek 2:1:1

powtarza się w innych obszarach w całej próbce, więc wygląda na to, że odkryto nowy minerał.

Inną płytkę odcięto z jednego z silnie zwietrzałych obszarów z przewagą oliwinu. Profesory sądzą, że jest to inna osobliwość warta zbadania.

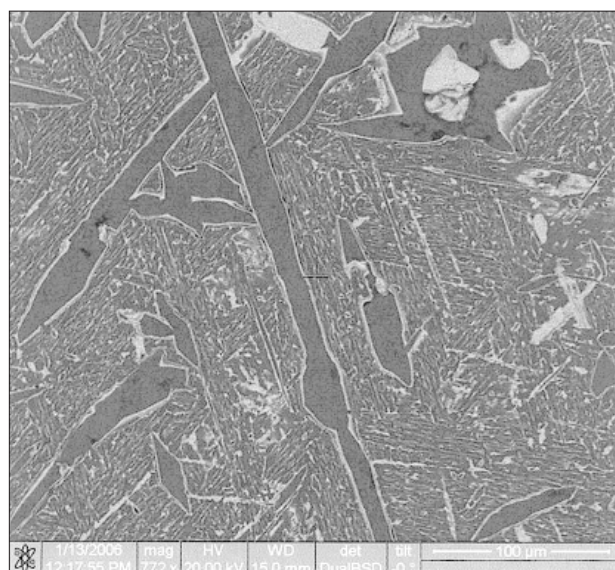
18 maja 2006 roku Rob otrzymał wiadomość, że nazywa Hambleton, opis i wyniki ba-

dań zostały zaakceptowane przez Meteoritical Society. Zawartość niklu w obszarach oktaedrytu plessytowego sięga nawet 60% i jest duża szansa, że FeS z wysoką zawartością niklu jest nowym minerałem, chociaż wciąż wymaga to dalszych badań. W abstraktach Hambleton określa się jako „rzadki pallasyt z wysoką zawartością FeS.” Znany jest tylko jeszcze jeden o takich właściwościach — Phillips County (pallasyt) z Colorado.



Angus Self jest 45-letnim stolarzem prowadzącym od 21 lat jednoosobową firmę. Ma żonę Pamelę, której podarował w zeszłym roku, na 40 urodziny broszkę z DaG 400. (Ona podarowała mu w tym roku gitarę Rickenbackera.) Jest członkiem Astronomical Society of Edinburgh i miał kilka prelekcji o meteorytach w różnych klubach i w szkole jego dwóch córek. Gra na gitarze w swoim kościele i ma bzika na punkcie Pink Floydów.

E-mail: gus@angussself.co.uk



Fot. 5. Obraz ze skaningowego mikroskopu elektronowego. Pasek skali u dołu z prawej. Fot. Open University.

Zen i sztuka mikroskopii meteorytowej

Martin Horejsi

(Artykuł z kwartalnika METEORITE Vol. 12 No. 3. Copyright © 2006 ARKANSAS CENTER FOR SPACE & PLANETARY SCIENCES)

Piękno nie zawsze znajduje się w czymś niezwykłym. Czasem najsilniej przejawia się w czymś zwykłym.

— Tom Phillips

Obróciwszy się na fotelu ku konsoli lewą ręką włącza ksenonową lampę, prawą obraca obiektyw, wkłada stolik na miejsce i startujemy z prędkością światła do planety odległej o miliardy lat i miliony mil. Przemieszczając się po kilka mikronów to w prawo to w lewo bezszelstnie unosimy się w naszym optycznym statku kosmicznym nad obcą powierzchnią patrząc w dół przez iluminatory z podziwem na zdumiewający świat powoli przepływający pod nami. Przecudne widoki przemykają bez końca przez te popołudniowe godziny pozostawiając nas obu niemych z wrażenia i przytłoczonych nieznanym. Jesteśmy pierwszymi ludźmi odważającymi się tę planetę, więc wszystko, co widzimy, jest nowe.

Trzask przełączników sprowadza nasz statek na Ziemię. Wracamy z uśmiechem, który mogą zrozumieć tylko ci, którzy podróżowali tam i powrócili. Zanim nie spędziłem kilku dni z Tomem Phillipsem polerując meteoryty i oglądając je pod bardzo dużymi powiększeniami, nigdy nie wyobrażałem sobie, jak wygląda wnętrze skały z kosmosu.

Gdy Phillips porzucił oślepiające światła Las Vegas wybierając ciemne niebo Idaho, to była to także metaforyczna przeprowadzka odpowiadająca jego zamiłowaniom. Phillips kupił 700-akrowe rancho koło bardzo małej miejscowości w bardzo dużym stanie. Teraz, gdy Tom jest w zasadzie moim sąsiadem, mam przyjemność spędzania wielu godzin obserwując, jak tworzy meteorytową magię, czego wynikiem jest pokaźna liczba zdumiewających zdjęć meteorytów.



Fot. 1. Polerując meteoryty w garażu na swym ranchu w Idaho Phillips wybrał idylliczne miejsce na tworzenie swych, zapierających dech w piersiach, obrazów. Pokryte śniegiem szczyty gór w oddali dodają stabilność i piękno do pełnej Zen atmosfery, w której można spokojnie ulec pokusie natłogowego polerowania kamieni godziną za godziną.



Fot. 2. Słońce oświetla 700-akrowe rancho, gdzie Phillips spędza dni przygotowując płytki meteorytów do bardzo szczegółowych oględzin. Dwie profesjonalne maszyny polerskie na kółkach można wytoczyć na dwór, gdy pozwala pogoda, co w pustynnej okolicy południowego Idaho zdarza się prawie codziennie.

Podczas przygotowań do mikroskopowego lotu nad meteorytem nie brakuje niespodzianek. Gdy Phillips pokazywał mi krok po kroku, co musi zrobić, by uzyskać najbardziej zadziwiające mikrofotografie meteorytów, jakie kiedykolwiek widziałem, nieustannie zdumiewała mnie jego wiedza, zręczność, a szczególnie jego metody. Jedną z największych niespodzianek było jednak dla mnie to, że oglądanie meteorytu gołym okiem nie mówi zupełnie nic o tym, jak będzie on wyglądał pod potężnym mikroskopem Toma. I w tym właśnie tkwi cały problem, jak mógłby powiedzieć Shakespeare.

Aby oglądać okaz przy tak skrajnie wysokich powiększeniach, jakich używa Phillips — powiększeniach, przy których utwory zaczynają ukrywać się za długością fali światła widzialnego — powierzchnia meteorytu musi zostać wypolerowana tak, aby była idealnie płaska i miała niewiarygodny połysk. Gorszy jednak od przygotowywania godzinami powierzchni do oglądania jest fakt, że aby odkryć szokująco pięk-



Fot. 4. Szokującym odkryciem było dla autora, że Phillips robi swe niesamowite zdjęcia po prostu przez okular mikroskopu zwykłym aparatem cyfrowym. W istocie trzeba doświadczenia eksperta, by używać tego, co działa, a nie tego, co powinno działać.

ne utwory, Phillips musi optycznie przeorać rozległe aerolitowe przestrzenie kosmicznej farmy — to znaczy musi mieć dziesiątki próbek tego samego meteorytu, a przygotowanie każdej z nich wymaga ogromnej ilości czasu. Jeśli zsumować wszystkie wymiary przebadanych powierzchni meteorytu, to ilość mikroskopowego arealu robi się szokująca i, jak często mawia Phillips, nie wyraża się w centymetrach kwadratowych lecz w stopach kwadratowych. To oczywiście jest kolejnym powodem, że tak wiele zdjęć pochodzi z pustynnych znalezisk. Trzeba wiele kilogramów materii, by utworzyć tak dużą kosmiczną posiadłość, która by zapewniała fenomenalne utwory, jakie znajduje Phillips.

Projekt, który rozpocząłem razem z Phillipsem, obejmował przeglądanie historycznych spadków w poszu-

kiwaniu pięknych widoków wartych uwiecznienia na zdjęciu. Jednak brak dostępnej powierzchni zabił ten pomysł, albo przynajmniej okaleczył. Jako przykład przywożem Phillipsowi płytkę chondrytu H5 Limerick, spadku z 1813 roku. Sprzedawany często po \$150 i \$200 za gram, ten meteoryt daleko odbiega od niesklasyfikowanych chondrytów po parę centów za gram wypełniających większość pudełek w domu Phillipsa. Był jednak w tym także ukryty motyw. Szokujące zdjęcia robione przez Phillipsa są czasem przyjmowane ze sceptycyzmem. Mówiono mu, że zdjęcie nie może pochodzić z meteorytu, albo że taki utwór musi być ziemskim zanieczyszczeniem. Była więc tu szansa dla kogoś jeszcze, by przejść przez cały proces wykorzystując dobrze znany meteoryt, którego spadek był obserwowany.

Po godzinie polerowania mojej już wypolerowanej płytki Limericka, umieściłem ją pod mikroskopem i zacząłem oglądać przy powiększeniu tylko kilkuset razy. Przez pierwsze dziesięć minut nie zauważyłem nic szczególnego. Chociaż wypolerowana na lustro płytka była usiana wysokiej jakości chondrami typu 5, niewiele utworów się wyróżniało. Wreszcie zwróciło moją uwagę maleńkie, czerwone kółeczko. Zwiększając powiększenie znurkowałem do środka różowej chondry zawierającej strukturalne elementy zarówno promienistej jak i belkowej odmiany. To kosmiczne ziarenko było niemal niewidoczne gołym okiem, ale



Fot. 3. Podczas mikroskopowego lotu nad okazem Phillips rozkazuje swemu Neophot 21 z Jeny, by przeniósł go do odległych światów 2000 razy mniejszych od tego, co widać gołym okiem. Zręcznie manewrując skomplikowanym urządzeniem z talentem pilota światowej klasy Phillips spędza nie kończące się godziny przyjemnie zagubiony w głębokim kosmosie meteorytów.

pod mikroskopem było najbardziej niezwykłym utworem, jaki mogłem znaleźć. Zrobiłem aparatem cyfrowym parę zdjęć i to było to. Nauczyłem się tego, co Phillips wiedział aż za dobrze; nigdy nie można powiedzieć, co się znajduje lub nie przy dużym powiększeniu. By jeszcze bardziej pogłębić niepowodzenie z historycznymi meteorytami, gdy przybyłem po raz pierwszy, Phillips dał mi brzydką, czarną płytkę jakiegoś nieznanego pustynnego znaleziska. Gdy wrzuciłem ją pod mikroskop, zatkało mnie z wrażenia. Phillips śmiał się z mojego entuzjazmu i pokazał mi garść płytek z tego samego meteorytu wypolerowanych z dokładnością do ćwierć mikrona. „Dostałem 20 kg tego materiału!” powiedział. „Tylko za kilka centów za gram” Wrzuciłem Limericka z powrotem do torby.

Każdy okaz, który chcemy oglądać przy czterocyfrowym powiększeniu, musi najpierw być płaski. Bardzo płaski. Jeśli cięcie było rozsądne, proces rozpoczyna dziesięć minut na tarczy z proszkiem 300, chyba że płytka jest wyjątkowo nierówna, a potem 165-mikronowe polerowanie rozpoczyna końcową obróbkę. Na tym etapie płytka wygląda całkiem ładnie i co najwyżej najgłębsze ślady piły nie zostały usunięte. Jednak przy dużym powiększeniu płytka po szlifowaniu proszkiem 300 wygląda równie gładko, jak kora drzewa. Następny stopień polerowania jest na tarczy 600, potem 900, 1200 i 3000 — o rząd wielkości więcej niż na początku. Jednak nawet to nie jest wystarczająco dobre. W końcowym etapie stosuje się ćwierćmikronową pastę z patentowanych, ośmiokątnych diamentów na wolno wirującej filcowej tarczy. Po takim kosztownym i czasochłonnym wykańczaniu powiększone wrostki żelaza na powierzchni meteorytu wyglądają jak tafle spokojnej wody, a nie jak wzburzone wiatrem morza przy słabszym polerowaniu. Rzadko kiedy można pominąć jakiś etap. Jeśli ktoś przeskoczy z 300 na 1200, to struktura meteorytu może się przeciwstawić wyrzucając krystaliczne okruchy, które okrążają tarczę, by wedrzeć się znów w płytkę łobowiąc sobie drogę przez powierzchnię, jak pług przez ziemię. Czasem jednak taki przeskok jest możliwy i tylko ktoś tak doświadczony, jak Phillips może ocenić sytuację. Gdy polerowałem CV3 na 600, płytka zaczę-



Fot. 5. Szokująca różowa chondra w chondrycie H5 Limerick była jedynym godnym uwagi obiektem, jaki zdołał znaleźć autor podczas nieudanego eksperymentu ujawnienia zdumiewających utworów w historycznych meteorytach. Nie ma wątpliwości, że zdumiewające skarby kryją się głęboko w obserwowanych spadkach, ale sama wielkość geologicznego majątku potrzebnego, by szukać takich nieuchwytnych bestii, znacznie przekracza to, co jest dostępne.

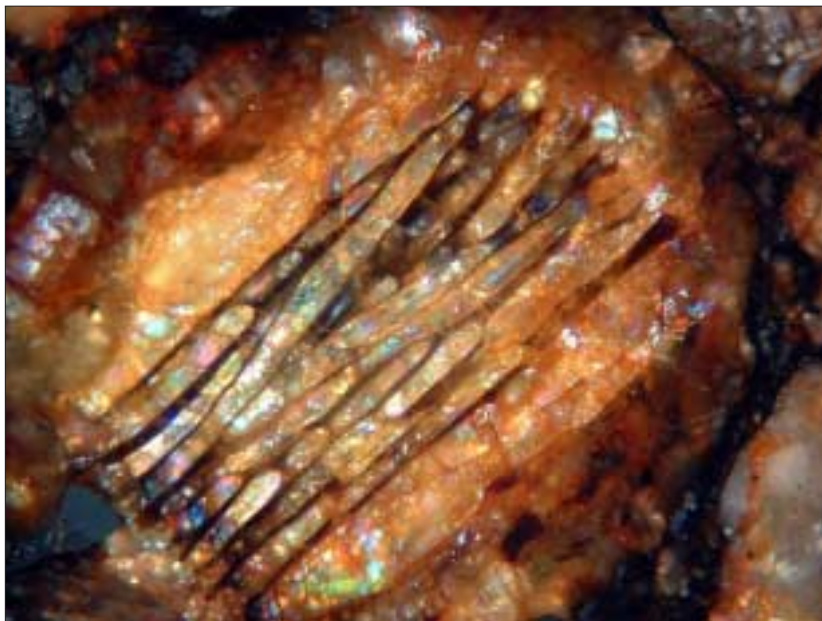
ła wyglądać gorzej. Po obejrzeniu jej Phillips uznał, że w drobnoziarnistej masie skalnej jest coś, co jest czułe na wielkość ziaren proszku 600, więc przeskoczyliśmy na 1200. Być może jak w przypadku częstotliwości rezonansowej, gdy jakaś wysokość dźwięku powoduje drgania ramy obrazu, określona wielkość ziaren proszku polerskiego może uwalniać materiał szybciej lub bardziej rozlegle niż oczekujemy. Chociaż pominięcie etapów 600 i 900 wymaga znacznie dłuższe-

go używania 1200, to ogólnie bardziej miękka skała chondrytu węglistego pozwala nam oszukać zegar.

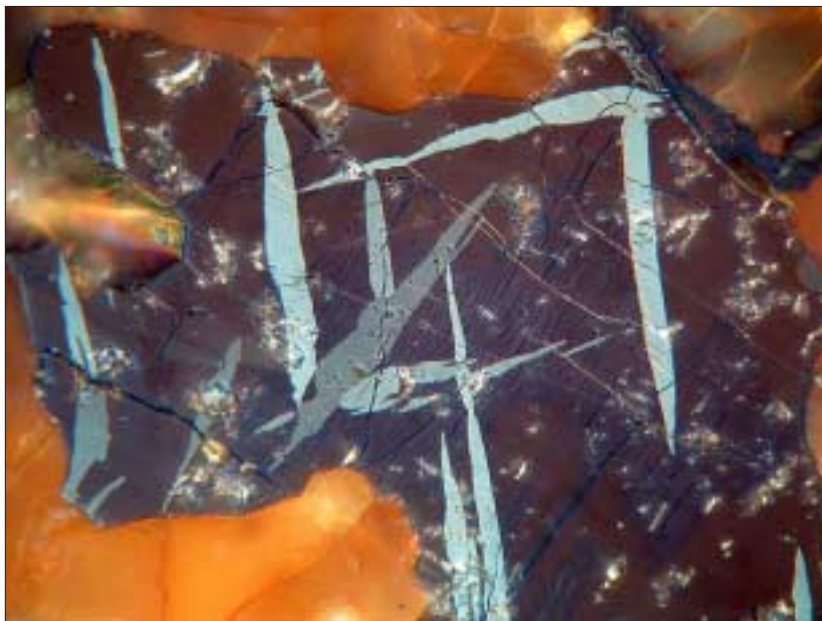
Mikrofotografia meteorytów przy bardzo dużych powiększeniach nie jest dla weekendowego hobbysty. Do zdjęć w świetle padającym (odbitym) Phillips używa metalurgicznego mikroskopu Jena Neophot 21, na którego oryginalnej metce cena sięgała sześciu cyfr. 100-watowa lampa halogenowa pozwala na powiększenia do 800×, ale jeśli potrzebne jest większe powięk-



Fot. 6. Ta zdumiewająca chondra ma jeden milimetr średnicy i została znaleziona w płytce chondrytu L4/5, SaU 001. Zdjęcie zrobiono w świetle padającym, przy skrzyżowanych polaroidach i powiększeniu 400×. To zdumiewające zdjęcie wraz z wieloma innymi jest wynikiem starannej obróbki próbek meteorytów i niezliczonych godzin poszukiwań przez Toma Phillipsa. Zob. artykuł Martina Horeisi.



Fot. 7. Tę chondrę znaleziono w Sayh al Uhaymir 001, chondrycie L4/5. Zdjęcie zrobiono w olejowej immersji przy powiększeniu 1600× używając jako źródła światła 150-watowej lampy ksenonowej. Efekt był tak wspaniały, że zdjęcie wybrano na okładkę książki Kevina Kichinka The Art of Collecting Meteorites.



Fot. 8. Ta dziwna struktura została znaleziona w jednym chondrycie zwyczajnym i bardzo przypomina strukturę z Sayh al Uhaymir, którą Phillips sfotografował w przeszłości. Kamień, w którym znaleziono tę strukturę, został kupiony przez autora na targach w Tucson w 2006 roku. Po jednym popołudniu polerowania Phillips spędził wieczór studiując płytkę przy niedużym powiększeniu. Po znalezieniu Phillips zastosował powiększenie 1600× by zrobić to zdjęcie.

szenie, Phillips zwiększa oświetlenie przy pomocy 150-watowej łukowej lampy ksenonowej.

Obiektywy mikroskopu to GF-Planapochromat z Jeny, a przy powiększeniach 1600× i więcej używana jest olejowa immersja. Fotografując meteoryty w świetle przechodzącym przy skrzyżowanych polaroidach Phillips używa mikroskopu Fluoval z Jeny z 500-watową lampą halogenową, z okrągłymi polaryzatorami i płytką pomocniczą ćwierćfalową. Mikroskopy z Jeny, wyjaśnia Phillips, są odpo-

wiednikami Carla Zeissa, zasadniczo z optyką światowej klasy, ale niewątpliwie tańsze.

Dokonanie znacznego postępu w metodach używanych do robienia zdjęć jednocześnie w świetle przechodzącym i odbitym wymagało licznych prób i błędów. A specjalistyczny sprzęt wykorzystywany przez Phillipsa do tworzenia jego magii pochodzi z nieprawdopodobnego źródła: eBay. Phillips przetrząsa głębokie, globalne zakamarki sieci, by znaleźć części mikroskopu, które gdy są nowe, kosztują

setki i tysiące dolarów, ale można je wygrać za ułamek — albo nawet ułamek ułamka — oryginalnej ceny. Phillips ma także oko na rządowe i przemysłowe aukcje nadwyżek — miejsca dające dostęp do ekskluzywnego obszaru sprzętu optycznego.

Chyba największą niespodzianką dla mnie było, w jaki sposób Phillips naprawdę robi zdjęcia. Siedząc przed specjalistycznym mikroskopem wartym więcej niż mój dom, mikroskopem który waży 350 kg i jest wielkości biurka, z dziesiątkami specjalistycznych fotograficznych i optycznych akcesoriów upakowanych w trzech szufladach, Phillips patrzy na mnie z zakłopotaniem, po czym umieszcza bezpośrednio na jednym z okularów mikroskopu zwykły aparat cyfrowy Fuji Finepix mający 3,2 megapiksela. Kliknięcie i patrz na wspaniały obraz na małym ekranie LCD aparatu. „To jest to?” Mówię zdumiony.

Machając ręką nad szufladą pełną części Phillips wyraża także własne niedowierzanie. Ale działa to doskonale. Phillips najpierw wyłącza lampę błyskową, potem włącza tryb makro. Ostatni krok przed umieszczeniem aparatu na okularze, to ustawienie obiektywu na maksymalną odległość. Dostrajanie ostrości odbywa się przy pomocy mikroskopu i wystarczy trzymać aparat nieruchomo, aby samo zrobienie zdjęcia — co jak na ironię jest robiącym największe wrażenie rezultatem całego procesu — było najprostszą rzeczą. Po wypróbowaniu wielu drogich kamer mikroskopowych, z tuzina różnych aparatów cyfrowych, stert adapterów i ponad 70 różnych okularów Phillips odkrył magiczną kombinację aparatu Fuji i szerokokątnego 10× okularu Olympus. Phillips mówi, że wypróbował mnóstwo sprzętu fotograficznego włącznie z okularami kosztującymi dziesięć razy więcej niż niedrogie okulary Olympus, ale jak mówi stare fotograficzne powiedzenie, amatorzy mają najlepszy sprzęt, a profesjonalści mają najlepsze zdjęcia. Phillips opowiada, jak kiedyś wymieniał uwagi z inną osobą pasjonującą się meteorytową mikrofotografią. Wygląda na to, że chociaż ta osoba używała mikroskopu za 15000 dolarów i adaptera do kamery, to rezultaty były dalekie od sukcesów Phillipsa. Starając się to robić jak najdelikatniej Phillips wyjaśnił, że nie

używa adaptera do aparatu i że podstawowy aparat cyfrowy, którym robi wszystkie wspaniałe zdjęcia, kosztuje około 100 dolarów.

Chociaż czas spędzony przy mikroskopie był dla mnie owocny, Phillips zapewnia mnie, że uzyskanie naprawdę zdumiewających zdjęć niezwykle rzadkich utworów wymaga w rzeczywistości znacznie więcej czasu niż przygotowanie okazów. Opisując proces oglądania i fotografowania Phillips mówi: „Aby dostać najlepsze zdjęcia muszę parę razy pstryknąć, obejrzeć, podregulować, pstryknąć, obejrzeć, poprawić, pstryknąć i tak dalej. W przypadku ważnych zdjęć muszę czasem zrobić 50 lub więcej ujęć jednego utworu.”

Podczas jednej z sesji obserwacji mikroskopowych Phillips przysłał mi email opisujący wrażenia: „Siedzę tu słuchając w kółko na CD śpiewających mnichów Zen (nie wiem, gdzie jest początek) z przeświadczeniem, że to przygoda z poszukiwaniem jest sama w sobie nagrodą, a nie uzyskiwanie mi-

krofotografii. Zdjęcia są tylko okazjonalnymi migawkami z podróży.”

Jadąc 20 mil z powrotem do domu, uświadamiam sobie, że moje myśli wciąż krążą wokół tego, co widziałem w skałach. Otaczający mnie rozległy krajobraz Idaho jest jak powierzchnia meteorytów, którą Phillips przeoruje każdego dnia. Większość ludzi zna krajobrazy Idaho. Wielu może nawet przywołać w myśli obraz, jak to miejsce wygląda. Jednak zanim nie przewędrujesz tej okolicy przyglądając się roślinom i zwierzętom, patrząc na kaniony i góry, skały i rzeki, to w rzeczywistości nie wiesz, co tu jest. Gdy Phillips pilotuje swój mikroskop do nowych światów nie odwiedzanych nigdy dotąd, to jeśli nie wyruszysz w podróż razem z nim, będziesz miał jedynie pocztówki, które wysyła na Ziemię. Dla mnie, który odbył kilka wycieczek jego statkiem kosmicznym, wydaje się, jakby meteoryty zyskiwały nowe życie. Gdy Galileusz spojrział poza Ziemię, albo gdy van Leeuwenhoek dodał światu nowy wymiar, nasze widzenie świa-

ta zmieniło się na zawsze. Nie ma wątpliwości, że talenty człowieka renesansu nazwiskiem Tom Phillips, poprzez wzięcie cała kwadratowego meteorytu i wypełnienie galerii sztuki obrazami zapierającymi dech w piersiach, niezaprzeczalnie przekształca sposób, w jaki patrzymy na meteoryty.



Martin Horejsi jest profesorem na Uniwersytecie Stanu Idaho. Jest znawcą i kolekcjonerem meteorytów.

Email: accretiondesk@gmail.com



Nie, to NIE jest „tylko kamień”!

Zaangażowanie w edukację i popularyzację

Michael G. Gibbs i Marni Berendsen

(Artykuł z kwartalnika METEORITE Vol. 12 No. 3. Copyright © 2006 ARKANSAS CENTER FOR SPACE & PLANETARY SCIENCES)

Jako miłośnicy i kolekcjonerzy meteorytów mamy moc umieszczenia w rękę dziecka kawałka pierwotnego Układu Słonecznego — kawałka materii gwiazdy, który powoli zastępnął z wirującej chmury gazu i pyłu, która zrodziła nasze Słońce i jego planety, kamienka który zachował się niezmieniony przez miliardy lat nieprzerwanie krążąc wokół Słońca. Aż w końcu pewnej nocy...

Jak rozmawiamy o meteorytach z uczniami i publicznością?

Bez towarzyszącej mu opowieści meteoryt dla niewtajemniczonych osób to „tylko kamień”. To nie sam kamień pobudza wyobraźnię, ale to, co można o nim opowiedzieć. Mamy sposobność wykorzystać meteoryty do omówienia różnych tematów pobudzających ciekawość:

- To, że atomy w naszych ciałach były częścią pierwotnego obłoku, z którego powstał Układ Słoneczny — tylko przypadkiem stały się częścią Ziemi zamiast innych pozostałości: komet, planetoid i meteoroidów.

- Różnice między kometami, meteorami i planetoidami oraz co te ciała mają ze sobą wspólnego.

- Ziemskie procesy (takie jak wietrzenie, wulkanizm czy ciśnienie), które przeobrażały meteoryty na Ziemi; siły z którymi meteoryt nie miał do czynienia zanim nie spadł na Ziemię.

- Dlaczego kamienie spadają na Ziemię z kosmosu.

- Skąd wiadomo, że to jest kamień z kosmosu.

Słońce, planety, komety, planetoidy i meteoryty. Wszystkie one są przykładami elementów astronomii, które dzie-

ci uznają dziś za fascynujące, i które mogą wywołać ich zainteresowanie nauką. Jesienią 2005 roku Narodowa Akademia Nauk (NAS) opublikowała raport wskazujący, że dzisiejsi uczniowie nie są wystarczająco przygotowani do wejścia w globalną ekonomię dwudziestego pierwszego wieku, w szczególności w obszarach matematyki i nauki. Astronomia może posłużyć jako iskierka inspiracji, która wciąż uczy uczniów do poznawania nauki przez praktyczne działania.

Analfabetyzm naukowy — brak rozumienia kluczowych pojęć nauki — nadal stanowi fundamentalne wyzwanie dla naszego towarzystwa. Na przykład niedawne badania pokazują, że:

- Tylko 15—20% Amerykanów można nie zaliczać do „naukowych analfabetów”.

- Tylko 22% dorosłych może wyjaśnić, co to jest cząsteczka.
- W jednym z zamożnych stanów środkowego zachodu 75% badanych nauczycieli przedmiotów przyrodniczych w szkołach średnich nie wiedziało, że fale radiowe poruszają się z taką samą prędkością jak fale świetlne.

Astronomiczne Towarzystwo Pacyfiku (ASP) uważa, że nie jest to czyjś problem. Jest to nasz problem — tych z nas, którzy zdają sobie sprawę, że uświadomienie społeczeństwa pod względem naukowym jest decydujące, jeśli nasze towarzystwo chce skutecznie konkurować i rozwijać się na globalnym rynku dwudziestego pierwszego wieku. Lepsza edukacja naukowa na wszystkich poziomach umożliwia realizację trzech ważnych i ściśle ze sobą związanych celów:

- Pomaga zapełnić edukacyjny „krwiociąg” wykształconymi uczniami, którzy będą niezbędni dla dalszych sukcesów naszego narodu.
- Buduje wykształcone pod względem naukowym społeczeństwo w czasach, gdy tak wiele istotnych publicznych decyzji zależy od wiedzy z zakresu nauki, matematyki i techniki.
- Przygotowuje ludzi do życia w coraz bardziej techniczonym świecie.

Założone w 1889 roku w San Francisco, w Kalifornii, Astronomiczne Towarzystwo Pacyfiku dawno już przerosło swą lokalnie brzmiącą nazwę stając się jedną z wiodących organizacji USA poświęconych zwiększaniu

rozumienia, doceniania i czerpania radości z astronomii i kosmosu, służących zarówno badaczom jak i miłośnikom astronomii i nauczycielom wszelkiego rodzaju. ASP dostarcza sposobności do edukacji i popularyzacji pracując z pośrednimi informatorami takimi jak miłośnicy astronomii i meteorytów.

Jak stwierdzili znani autorzy i popularyzatorzy astronomii tacy jak Andy Fraknoi, Stany Zjednoczone mają największą populację miłośników astronomii i są oni niedostatecznie wykorzystanym źródłem nauczania astronomii. Do tych cennych zasobów mogą zwrócić się po pomoc zawodowi nauczyciele, by przyciągnąć uczniów do astronomii i nauki. ASP posiada w bazie danych ponad 600 klubów miłośników astronomii skupiających ponad 50000 członków. Podczas ostatnich badań prowadzonych przez ASP stwierdzono, że około 20% miłośników astronomii jest zaangażowanych w różnej formie w edukację i popularyzację przynajmniej kilka razy w roku. Mniej więcej jedna trzecia z nich, czyli około 3500, zajmuje się popularyzacją regularnie przynajmniej raz w miesiącu. Pikniki pod gwiazdami, obserwacje zaćmień lub deszczów meteorów, wolontariat w muzeach i ośrodkach naukowych czy odwiedzanie szkół, to wszystko są przykłady działań edukacyjnych i popularyzatorskich.

Pomyślcie tylko o zaciekawieniu, jakie może wywołać miłośnik astronomii, gdy przyniesie meteoryt, by uczniowie,

czy inne osoby mogły zobaczyć go na własne oczy. Można by opowiedzieć jego historię: „Ten meteoryt przybył z kosmosu, gdzie krążył przez miliardy lat. Był kiedyś fragmentem większej skały, planetoidy, który został odłupany podczas zderzenia z inną planetoidą. Kilka lat temu za bardzo się zbliżył i został przyciągnięty przez ziemską grawitację, wytwarzając jasną smugę światła, gdy spadał przez atmosferę. W ciągu kilku krótkich sekund jego bardzo długa podróż zakończyła się lądowaniem w...” Takie doświadczenie może wytworzyć iskierkę, która być może doprowadzi do zainteresowania nauką na całe życie, a w rezultacie służy podwyższeniu poziomu wiedzy.

Projekt ASTRO: Hodowanie Iskierki Ciekawości w Astronomii

(http://www.astrosociety.org/education/astro/project_astro.html)

Co to jest znajomość nauki? Według definicji *Science for All Americans*, osoba zaznajomiona z nauką, to ktoś, kto rozumie główne pojęcia i zasady nauki, jest zaznajomiony ze światem przyrody i korzysta z naukowej wiedzy w swym myśleniu w celach osobistych i społecznych. Jedną z metod poznawania podstaw nauki jest uczenie się poprzez praktykę. Przykładem programu, który dostarcza okazji uczenia się przez praktykę i który wykorzystuje zdolności i doświadczenie miłośników astronomii zaangażowanych w edukację i popularyzację i pracujących wspólnie z nauczycielami, jest Projekt ASTRO. Jest to innowacyjny program edukacyjny stworzony przez ASP prawie piętnaście lat temu, który łączy w pary astronomów (zarówno zawodowych jak i miłośników) z nauczycielami głównie z klas 4–9, i oferuje im wspólne ćwiczenia podczas intensywnych dwudniowych warsztatów. I nauczyciel i astronom otrzymują materiały do pracy w klasie włącznie z 800-stronicowym notatnikiem ze sprawdzonymi, praktycznymi ćwiczeniami uczącymi. Metody projektu ASTRO zostały starannie przetestowane i dopracowane przez lata i zostały powielone w trzynastu regionalnych ośrodkach w całym kraju. Tylko w zeszłym roku zespoły nauczyciel/astronom projektu ASTRO w tych trzynastu ośrodkach umożliwiły doświadczenie emocji odkrycia na-



Fot. 1. Door Peninsula Astronomical Society angażuje uczestników do zbierania funduszy na Crossroads Science Center w Sturgeon Bay, Wisconsin. Fot. John W. Beck

ukowego ponad 26000 uczniom włącznie ze szkołami w biedniejszych społecznościach.

Rodzina ASTRO — Astronomia po szkole i w rodzinie

(<http://www.astrosociety.org/education/family.html>)

W roku 2005 ponad 2000 rodzin zetknęło się z tym narodowym programem praktycznego zapoznawania się z nauką przez dzieci i rodziny poprzez zestawy i gry o tematyce astronomicznej. Ten program pomaga i formalnym i nieformalnym nauczycielom dzielić się ciekawością i pasją badania wszechświata z uczniami w każdym wieku. Jak informuje broszura ASP, Rodzina ASTRO, zestawy dla liderów zaprojektowane przez ASP umożliwiają zdarzenia edukacyjne stworzone szczególnie na zajęcia pozaszkolne, dla klubów i grup uczniowskich. Do tych programów należą: *Night Sky Adventure*, *Race to the Planets*, *Moon Mission*, *Cosmic Decoders*, and *Stars-Planets-Life*. Aby pomóc nauczycielom rozpoczynającym taką działalność ASP, oprócz regionalnych warsztatów, dostarcza lektury astronomiczne i inne materiały.

Sieć Nocnego Nieba: Kluby astronomiczne pokazujące niebo swym społecznościom

(<http://nightsky.jpl.nasa.gov/>)

W roku 2005 ponad 200 klubów astronomicznych (reprezentujących



Fot. 2. Louisiana Delta Community College Science Club pokazuje drużynie skautów, jak korzystać z mapy nieba. Fot. Heather Miles

około 15 000 miłośników astronomii) ze wszystkich 50 stanów i Puerto Rico wykorzystywało zestawy Sieci Nocnego Nieba do popularyzacji podczas swych gwiezdnych pikników i innych imprez. Wolontariusze Sieci Nocnego Nieba odnotowali ponad 2000 imprez popularyzatorskich, w których uczestniczyło ponad 170 000 ludzi. Sieć Nocnego Nieba jest koalicją klubów astronomicznych o zasięgu ogólnokrajowym, która rozpowszechnia osiągnięcia naukowe i inspirację misji NASA wśród zwykłych ludzi.

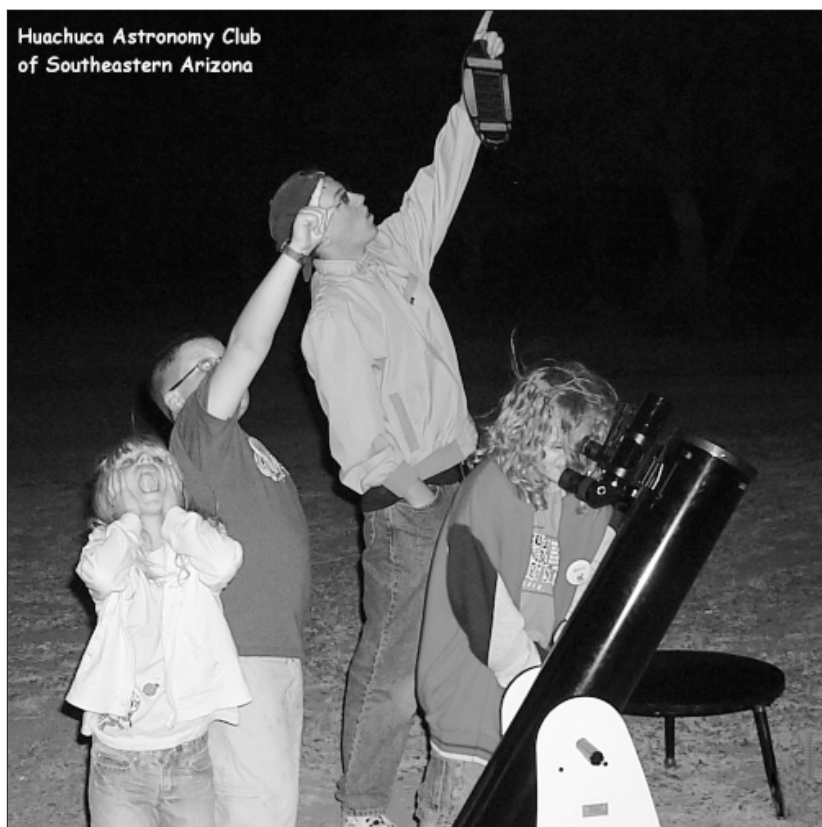
Zorganizowany na początku 2004 roku program ten dostarcza kwalifikowanym klubom miłośników astronomii

dokładnie przetestowane materiały popularyzatorskie, które można wykorzystywać w najrozmaitszych miejscach — od gwiezdnych pikników do wizyt w klasach i na targach ulicznych. Ponadto interaktywna strona internetowa stwarza członkom Sieci forum do wymiany pomysłów i uczenia się od siebie wzajemnie. To tylko kilka przykładów pracy ASP, którą NASA, the National Science Foundation, and the National Academy of Sciences zaliczają do najlepszych w zakresie popularyzacji nauki.

Astronomiczne Towarzystwo Pacyfiku otrzymało zachęcające informacje bezpośrednio od miłośników astronomii uczestniczących w edukacji i popularyzacji. „Jak często się zdarza, nauczyciele byli zdumieni, że ich najbardziej niesforni uczniowie byli tak zaangażowani [prezentacją], że rzadko się odzywali, chyba że zadawali pytania. Moje osobiste doświadczenie wskazuje, że jest to typowe.” stwierdził Bob Moody z Towarzystwa Astronomicznego Arkansas Oklahoma. Christine D. Chojnicki z Towarzystwa Miłośników Astronomii w Pittsburghu stwierdziła w relacji z ostatniego spotkania, „rozmawiałam z niedużą grupą nastolatków Dyskutowaliśmy o karierach kobiet w astronomii i astronautyce. Dwie z nich powiedziały, że są bardzo zainteresowane. Jedna dziewczyna chce zostać astronomem, a druga astronautą.” Także Neta Fay Apple ze StarGarden Foundation mówiła o spotkaniu w miejscowej szkole śred-



Fot. 3. Towarzystwo Astronomiczne Toms River Area w New Jersey przyrządza komety. Fot. Rich Brady



Fot. 4. Nastoletni członek Klubu Astronomicznego w Huachuca w południowo-zachodniej Arizonie pokazuje nocne niebo dzieciom szkolnym. Fot. Doug Snyder

niej. „Inni nauczyciele byli bardzo zainteresowani tym, co robimy, a dyrekcji szkoły bardzo się to podobało i chcą, żebyśmy zrobili jeszcze trochę zajęć astronomicznych. Nauczyciel, z którym pracowaliśmy, powiedział, że znajdzie dla nas czas, jak tylko zechcemy znów przyjść. Czy może być lepiej?” To tylko kilka z setek komentarzy i relacji miłośników astronomii na temat ich doświadczeń.

Obok programów edukacyjnych i popularyzatorskich sponsorowanych przez ASP są inne przedsięwzięcia, w które mogą się włączyć miłośnicy astronomii. Przykładem jest Kampania Obserwacji Saturna (<http://soc.jpl.nasa.gov/index.cfm>). Jak stwierdzono na stronie internetowej, „celem kampanii jest stworzenie sposobności dla zawodowych astronomów i miłośników do rozwinięcia publicznego zainteresowania astronomią przy pomocy teleskopów i wyprawy Cassini-Huygens do Saturna.” Innym programem są Ambasadorzy Układu Słonecznego Jet Propulsion Laboratory (<http://www2.jpl.nasa.gov/ambassador/index.html>). Ten program wykorzystuje od 1997 roku sondę Galileo i dziś, według ich strony internetowej, liczy 470 ambasadorów we wszystkich 50 stanach i Puerto Rico, którzy pracują nad

zwiększeniem publicznego zainteresowania kosmosem. Według JPL, „Program Ambasadorzy Układu Słonecznego jest programem popularyzacji opracowanym dla zaangażowanych ochotników w całym narodzie. Ci ochotnicy przekazują ludziom z ich lokalnych społeczności swe zainteresowanie kosmicznymi wyprawami badawczymi JPL i informacje o najnowszych odkryciach.”

Jeśli jesteś miłośnikiem astronomii, masz wiele możliwości, by zaangażować się w edukację i popularyzację. Jeśli jeszcze tego nie zrobiłeś, przyłącz się do klubu miłośników astronomii w twojej okolicy. Informacje o takich klubach można znaleźć na <http://www.astrosociety.org/resources/linkclubs.html>. Jeśli jesteś członkiem, bierz aktywny udział w programach, imprezach i spotkaniach. Współpraca z miejscowym ośrodkiem naukowym, czy muzeum przyrodniczym, które ma program astronomiczny, jest sposobem na uzyskanie bezpośredniego kontaktu z uczniami zainteresowanymi nauką i astronomią. Możesz także uczestniczyć w programie Projekt ASTRO na swoim terenie (dodatkowe informacje na temat tego projektu można znaleźć na stronie www.astrosociety.org/education/astro/project_astro.html). Jeśli już

należysz do klubu astronomicznego, rozważ przyłączenie się do Sieci Nocnego Nieba (<http://nightsky.jpl.nasa.gov>).

Moc umieszczenia okrucu pierwotnego Układu Słonecznego w rękach dziecka i w ten sposób przekształcenia czyjegoś życia, jest trwałym efektem, jaki możesz uzyskać angażując się w edukację i popularyzację. W przeciwieństwie do meteorytów, iskierka zaciękania nauką i astronomią nie spada z nieba. Jak stwierdza ASP, ta iskierka jest przekazywana od jednej osoby do drugiej. Rozważ więc możliwość podzielenia się swym talentem i umiejętnościami z innymi, by stworzyć więcej iskierek.



Marni Berendsen jest koordynatorką programów edukacyjnych w Astronomicznym Towarzystwie Pacyfiku i uczestniczy w popularyzacji astronomii przez miłośników od ponad 20 lat.
E-mail: mberendsen@astrosociety.org



Michael G. Gibbs, Ed.D., jest naczelnikiem do spraw rozwoju w Astronomicznym Towarzystwie Pacyfiku i wykładowcą w Spertus College Center for Nonprofit Management w Chicago, IL.
E-mail: mgibbs@astrosociety.org

Szarża meteorytowej brygady

Manoj Pai

(Artykuł z kwartalnika METEORITE Vol. 12 No. 3. Copyright © 2006 ARKANSAS CENTER FOR SPACE & PLANETARY SCIENCES)

Zdarzyło się to wieczorem, 28 stycznia 1976 roku, że wiele kawałków jasnego kamienia spadło z nieba w kilku miejscach w stanie Gujarat w Indiach. Największy okaz spadł koło wsi Dhajala, w okręgu Surendranagar, około 140 km od Ahmedabadu. Po paru dniach zaangażowano do poszukiwań setki szkolnych dzieci. Wybraliśmy się na wycieczkę śladem wspomnień.

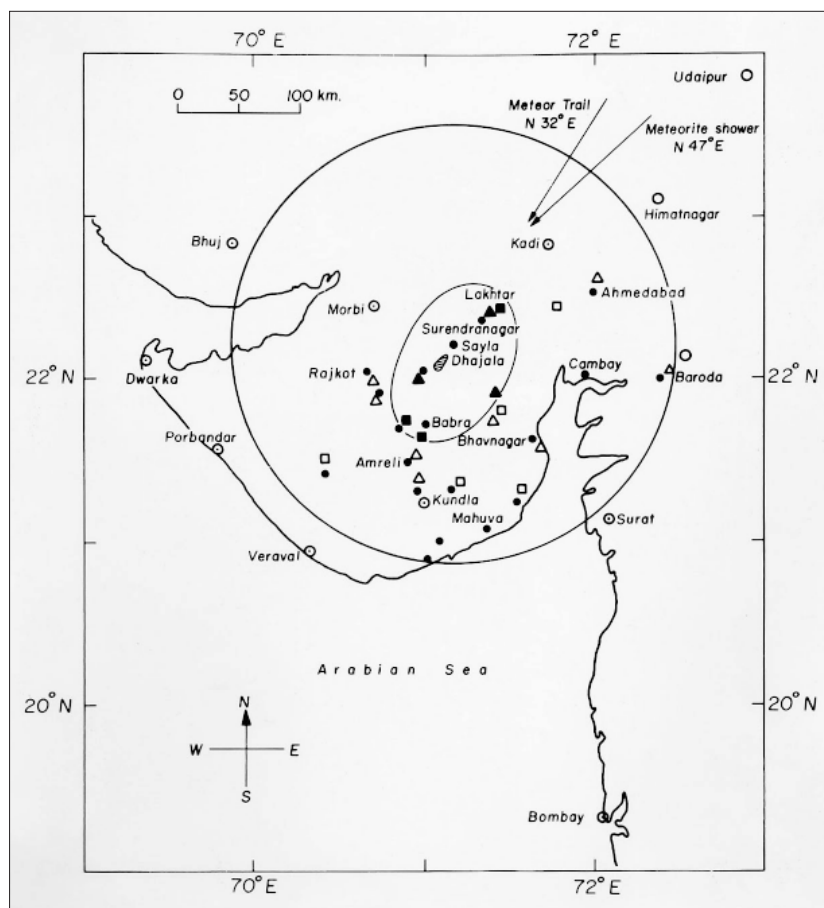
Gdy w listopadowy ranek wsiadaliśmy do samochodu, córka mojego przyjaciela spytała, dokąd się wybieramy. „Jedziemy do wioski o nazwie Dhajala” brzmiała nasza odpowiedź. Dziewczynka od razu krzyknęła: „O! W końcu nazwali wioskę od meteory-

tu!”. Wybieraliśmy się do Dhajali, aby omówić sprawy związane z trzydziestą rocznicą spadku. Meteoryt Dhajala, sklasyfikowany jako chondryt brzozytowy H3, jest dobrze znany dzieciom ze szkół w stanie Gujarat. Nie wiedzą one natomiast, jak nadaje się meteorytom nazwy. Nie wiedzą też, że niektóre dzieci z mało znanej wioski rzeczywiście miały swój udział w odnalezieniu okazów tego największego deszczu meteorytów w Indiach.

Dzieci spoza stanu Gujarat niewiele wiedziały o meteorytach. Dotyczyło to także dorosłych i niektórych geologów. Przekonaliśmy się o tym w dotkliwy sposób. Gdy we wrześniu 2003 roku deszcz meteorytów Kendrapara spadł

w stanie Orissa, to pomimo faktu, że spadło tam wiele dużych okazów, było wiele przypadków, że ludzie zbierali niewłaściwe kamienie i ignorowali prawdziwe meteoryty, które mieli pod samym nosem. Tego samego doświadczyliśmy po spadku meteorytu Kaprada w październiku 2004 roku, a także zeszłego roku w Karimnagarze. Jak wiadomo, znaleziono tylko trzy okazy Kendrapary, jeden Kaprada i żadnego z Karimnagaru. Postanowiliśmy więc wykorzystać obchody trzydziestej rocznicy spadku meteorytu Dhajala do zapoznania z meteorytami większej liczby osób. Zorganizowano więc wyjazd do Dhajali 28 stycznia 2006 roku i tego dnia odbyło się seminarium na temat tego meteorytu w Pracowni Badań Fizycznych (PRL). Na seminarium zaproszono miłośników astronomii, geologów, zwykłych ludzi i dziennikarzy z całego kraju. Każdy, kto miał jakiś związek z tym historycznym spadkiem, został poproszony o powiedzenie kilku słów. Dr D. Lal, dyrektor PRL, nauczyciele ze szkół w Dhajali, dziennikarze, którzy opisywali spadek, świadkowie i inni; wszyscy zgodzili się przybyć.

Zaczęło się od pojawienia się jasnego bolidu na północno-wschodniej stronie nieba w Gujarat około 20:40 owego pamiętnego wieczoru 28 stycznia 1976 roku. Po jasnych błyskach światła nastąpił głośny grom dźwiękowy. Ślad tej spadającej gwiazdy był widoczny na niebie z wielu miast i wsi wokół Barody, Rajkotu i Bhavnagaru, ale najdłużej był widoczny z Ahmedabadu. Ten bolid rozjaśnił nocne niebo i ludzie myśleli, że to coś w rodzaju pioruna z czystego nieba. Bolid był niemal wielkości Księżyca. Takiego zjawiska nie widziano na tych terenach od dawna. Było to pierwsze pojawienie się takiego bolidu w czasach, kiedy o deszczach meteorów nikt w Indiach nie słyszał. Grom dźwiękowy słyszano w bardzo



Fot. 1. Mapa przedstawiająca ślad meteorytu i wymienione miejscowości.



Fot. 2. Całkowite okazy Dhajala z prawej i znalezione na terenie spadku bazaltowe kamienie z lewej, dla porównania.

odległych miejscach, a detonacje w różnych miejscach wokół wsi Sayla i Khintla. Mieszkańcy tych terenów po raz pierwszy w ogóle słyszeli grom dźwiękowy.

Początkowo myślano, że była to erupcja wulkanu lub trzęsienie ziemi w pobliżu. Niektórzy myśleli, że eksplodował samolot i bolidy to spadające jego resztki. Mając wciąż w pamięci doświadczenia z wojny 1971 roku niektórzy myśleli, że mogły to być rakiety wystrelone przez wrogi samolot. Jeden ze studentów obawiał się, że może to być spadający indyjski satelita „Aryabhata”. Ludzie, którzy nie widzieli błysków, ale słyszeli grom dźwiękowy, myśleli, że zbiornik gazu zapalił się i eksplodował. Dla bojaźliwych był to koniec świata. W tym czasie w kilku wioskach okręgu Surendranagar ludzie uczestniczyli w trwającym tydzień czytaniu Bhagwat Gita (Pieśni Pana). Ponieważ był to ostatni dzień, widok płonących kamieni z nieba uznano za znak błogosławieństwa dla nich. Wszyscy jednak zgadzali się, że blask był tak jasny, że można było czytać gazetę.

Pierwszy meteoryt znalazł jeden z mieszkańców wioski i zaniósł go na miejscowy posterunek policji. Później jeszcze dwa dziwnie wyglądające czarne kamienie otrzymał Shri Bhanubhai Shukla, redaktor czasopisma Samay Weekly, który z kolei wysłał je do Pracowni Badań Fizycznych w Ahmedabadzie. Wystarczyło jedno spojrzenie, by dr D. Lal i dr Narendra Bhandari zorientowali się, że to meteoryty. Gdy zaczęły napływać dalsze doniesienia o różnych spadkach na terenie Surendranagaru i okolicy, naukowcy z PRL i Obserwatorium Vedshala zdali sobie

sprawę z rzadkości tych spadków i postanowili utworzyć wspólnie zespół do przeprowadzenia szczegółowych badań tych meteorytów.

Były to czasy, kiedy telewizja nie pojawiała się jeszcze w tym stanie. O telefonach komórkowych nikt nie słyszał. Postanowiono informować o naukowej wartości meteorytów poprzez prasę i radio. Dyrektor rozgłośni radia indyjskiego dał się wciągnąć do współpracy i w wiadomościach pojawiły się specjalne ogłoszenia z prośbą, aby słuchacze donosili o każdym spadku meteorytu. Ogłoszenie pojawiło się także w specjalnym programie dla rolników. Małe ogłoszenia umieszczono w lokalnych gazetach. Wciągnięto do współpracy także policję, administrację okręgu itp. Do 30 stycznia 1976 roku informacja o spadku dotarła do Smithsonianianckiego Centrum Krótkotrwałych Zjawisk i zaczęły napływać prośby o fragmenty tego nowego meteorytu.

Jeden z kamieni przebił dach obory i wylądował obok śpiącego byka. Parę kamieni spadło w chłopskich zagrodach. Kilku uczniów widziało parę czarnych kamieni leżących na placu zabaw. Wzięli je do domu i kilka rozbili. Na podstawie ponad setki relacji świadków oceniono, że obszar spadku obejmuje około 50 km² wokół wsi Sayla i Dhajala. Wysłano wiadomość do rodziny Makwana w Dhajala, że zespół naukowców odwiedzi wioskę następnego dnia, by szukać meteorytów.

Wraz z rodziną Makwana zebrali się koło wiejskiej szkoły duża grupa zaciekawionych dzieci, rolników, robotników i wioskowej starszyny. Wszyscy oni spodziewali się, że uczeni będą mieli długie, siwe brody, okulary z grubymi



Fot. 3. Jeden z największych okazów meteorytu Dhajala. Ten kamień został rozłupany przez rolników, by zobaczyć, co ma w środku.

mi oprawkami i będą nieśli urządzenia podobne do tych, jakie mieli astronauty na Księżycu. Z zaskoczeniem przyglądali się, jak z samochodów wysiadło sześciu zwyczajnie ubranych mężczyzn. Jeden z nich miał na sobie khadi (specjalny rodzaj ręcznie tkanej tuniki symbolizujący polityczne idee i niepodległość Indii) i zawieszoną na ramieniu starą, poobijaną kamerę. Mieszkańcy wioski nigdy się nie spodziewali, że tak będą wyglądać naukowcy z PRL. Myśleli, że to wścibscy dziennikarze, albo rządowi agenci, którzy przyjechali zbierać podatki. Wiele osób było zdegustowanych. Później, gdy dzieci dowiedziały się, kim są ci ludzie, myślały, że rozpoczynając badania naukowcy przebiorą się w swe „kosmiczne skafandry”.

Musiało minąć trochę czasu, by mieszkańcy zaakceptowali rzeczywistość. Tej nocy tylko dwóch naukowców spało. Pozostali byli zbyt podnieceni, ponieważ pierwszy raz mieli do czynienia ze świeżym spadkiem meteorytu. Jedyne meteoryty, z którymi mieli do czynienia wcześniej, były w pracowniach, nigdy w polu. Wszyscy niecierpliwie chcieli wyruszyć w teren szukać okazów.

Po krótkich poszukiwaniach następnego ranka naukowcy uświadomili sobie wielkość obszaru rozrzutu i problemy, jakie on stwarzał. Chociaż teren był mniej lub bardziej płaski, a pola świeżo po zbiorach, to była to kraina bazaltu i liczne czarne kamienie utrudniały poszukiwania. Wokół leżały rozrzucone duże, czarne bazaltowe głązy i drobne kamyki. Większość z nich przyciągała magnes. Pod nimi kryły się jadowite węże, stonogi, skorpiony itp.

Poza nielicznymi drzewami nie było na tym terenie żadnych charakterystycznych szczegółów i można było zabłądzić, jeśli nie zostawiło się za sobą śladów. Nawet gdyby przystosować do szukania tych meteorytów jeden z robotów Asimova, to w tempie 10 kilometrów na godzinę potrzebowałby on 10000 godzin na przeszukanie całego terenu. Nawet doświadczeni poszukiwacze meteorytów z ówczesnymi wykrywaczami metali mieliby duże trudności w poszukiwaniach tych meteorytów. Do tego wszystkiego jeden deszcz zniszczyłby szanse na większe znaleziska. Dr Bhatnagar i dr J. R. Trivedi nie mieli więc innego wyjścia, jak zwrócić się o pomoc w poszukiwaniach do mieszkańców.

Rolnicy nie mieli czasu, ponieważ musieli uprawiać pola; robotnicy oczekiwaliby wynagrodzenia za poszukiwania, co byłoby kosztowne. Jednocześnie postanowiono więc odwiedzić miejscowe szkoły i wciągnąć do poszukiwań uczniów i kogokolwiek jeszcze, kto miałby ochotę. Bogata rodzina Makwana wybudowała kilka szkół dla biednych mieszkańców wsi. Zbudowali oni także tereny sportowe i rekreacyjne dla dzieci. Trivedi i Bhatnagar odwiedzili ich prosząc o pomoc w zaangażowaniu szkolnych dzieci. Za radą rodziny Makwana odwiedzili najpierw dwie z lokalnych szkół z internatem: Ashramshala i Lokshala. Krótkie przemówienie dr Bhatnagara w ich lokalnym języku przekonało dzieci. Ponad 200 chłopców i 60 dziewczynek w wieku od 5 do 16 lat zgłosiło się na ochotnika i „Meteorytowa brygada” została utworzona.



Fot. 5. Meteorytowa Brygada w akcji, niektórzy boso.



Fot. 4. Śmigłowiec Indyjskich Sił Powietrznych został zaangażowany do prowadzenia poszukiwań z powietrza. Widzimy tu pilota w towarzystwie miejscowych wieśniaków.

Wieśniacy wierzyli w stare porzekadło „w beczynnej głowie diabeł pracuje”. Starsi dbali więc zawsze, by dzieci miały zajęcie. Telewizji nie było, książki były drogie, biblioteki trudne do utrzymania, więc dzieci były skłonne do robienia psot. Rzuciły kamieniami w ptaki, polowały na motyle, zakładały pułapki na zające i wiewiórki, podpały fajerwerki pod łózkami śpiących ludzi itp. Jedyną radą było więc nieustanne wysyłanie dzieci z różnymi poleceniami. Wysyłano je, by sprawdzić, czy robotnicy właściwie nawadniają pola, albo czy listonosz przyszedł już na pocztę, albo czy gospodyni na drugim końcu wsi robi pranie czy nie, itd. Dzieci zwykle biegały po okolicy, przeważnie na bosaka, tocząc zużyte opony, albo jadąc na kiju udającym konia. W rezultacie znały teren doskonale. Wiedziały, gdzie są jakie zwierzęta

i rośliny. Wiedziały, gdzie znaleźć kamyki do procy, zielsko wywołujące swędzenie, gałęzie z kolcami do przebicia opony czyjegoś samochodu itp.

Pod kierunkiem dr J. R. Trivedi dzieci przeczesywały obszar spadku idąc tyralierą w odległości kilku stóp od siebie (zależnie od wzrostu). Mniejsze dzieci szły bliżej siebie, a starsze i wyższe w większych odległościach. Mogły łatwo zauważyć te świeżo spadłe chondryty z czarną skorupą w suchej, złotawej, falującej trawie. Te dzieci miały bystrzejszy wzrok, niż doświadczeni naukowcy z PRL. Jeden z naukowców zauważył dużą bryłkę z czarną, lśniąco skorupą. Gdy schylał się, by ją podnieść, powstrzymał go sześciolatek. „Nie rusz tego”, powiedziało dziecko, „to krowie gówno”. Rzeczywiście było to krowie łajno.

Meteorytowa brygada prowadziła poszukiwania przez 5 do 8 godzin dziennie w weekendy i święta. Niektóre dzieci były tak przejęte, że zapomniały o jedzeniu. Prawie każdy członek brygady znalazł przynajmniej jeden meteoryt. Jednym ze znalazców był niepełnosprawny chłopak. Każdy, kto znalazł meteoryt, domagał się, by zrobić mu zdjęcie z meteorytem, co naukowcy z przyjemnością robili. Dzieci bez trudu dostrzegały różnicę między meteorytami a ciemnymi fragmentami bazaltów Dekanu. W ciągu sześciu tygodni poszukiwań znaleziono ponad 500 okazów ważących w sumie prawie 60 kg. Waga meteorytów wahała się od 10 g do 2 kg. Miejsce znalezienia każdego okazu było zapisywane. Znaleziono kilka płytkich kraterów. Prawie

wszystkie okazy miały dobrze wykształconą skorupę. Około 245 z 542 okazów było całkowicie pokrytych skorupą, a 58 miało częściową skorupę.

Niektóre okazy miały skorupę częściowo odłupaną przez dzieci lub ich rodziców, aby zobaczyć, co to jest. Niektórzy potraktowali meteoryty młotkiem. Jeden z chłopców wylał na meteoryt kwas do czyszczenia kafelków (HCl). Hindusi zwykle czczą czarne, zaokrąglone kamienie jako symbole boga. Czarne amonity z rzeki Gandaki w Nepalu były czczone jako symbol boga Wisnu. Owalne, czarne granity, polerowane i wygładzone, były czczone jako symbol boga Sziwy. W niektórych przypadkach za taki symbol uważano brunatno-czarne, skamieniałe jaja dinozaurów. Nic więc dziwnego, że parę osób wzięło dwa czy trzy meteoryty do domu na parę dni. Przed oddaniem ich naukowcom odprawiali oni religijne obrzędy, jak polewanie mlekiem z miodem, delikatne pokrywanie cynobrem, stosowanie do kamieni pasty z drzewa sandałowego i przykrywanie ich kwiatami.

Po dokładnej analizie oceniono wielkość oryginalnego meteoroidu. Stwierdzono, że gdzieś powinien spaść większy fragment ważący 12–15 kg. Poproszono o wojskowy śmigłowiec, który spenetrował cały teren szukając tego brakującego okazu, ale bez powodzenia. Dopiero po kilku dniach dowiedziano się, że rzeczywiście znaleziono na polu duży meteoryt ważący 12 kg. Rolnik rozbił go na pół by zobaczyć, co jest w środku. Obie części odzyskano od dwóch braci rolnika, którzy mieszkali we wsiach Pipalia i Ninama koło Dhajali.

Po późniejszych badaniach, które prowadzili dr G. M. Ballabh i dr A. Bhatnagar z Vedshala w Ahmedabadzie, oraz dr Narendra Bhandari z PRL w Ahmedabadzie, stwierdzono, że meteor leciał z północnego wschodu na południowy zachód przez gwiazdozbiory Żyrafy, Perseusza, Trójkąta, Barana i Ryb, kończąc lot rozbłyskiem koło bety Wieloryba. W Dhajali, gdzie znaleziono główną masę meteorytu, meteor pojawił się w Woźnicy, przeleciał przez Byka i zniknął w Rzece Erydan.

Na podstawie relacji świadków naukowcy zdołali obliczyć orbitę meteoroidu. Wówczas był to trzeci meteoryt, którego parametry orbity wyliczono. Dziś meteoryt Dhajala jest jednym

z sześciu, których orbity udało się obliczyć. Wszystkie one mają orbity silnie eliptyczne z apheliami między Marsem a Jowiszem.

28 stycznia 2006 roku miłośnicy astronomii z różnych części kraju odwiedzili wieś Dhajala, by uczcić trzydziestą rocznicę spadku. Chociaż była to sobota i święto, ponad tysiąc uczniów zgromadziło się w szkole, by przywitać gości. Szkolna aula była udekorowana kwiatami i urządzono w niej wystawy zdjęć i rysunków słynnych meteorytów. Indyjskie prawo zabrania eksportowania i kolekcjonowania meteorytów przez prywatne osoby, ale jeden mały okaz Dhajali był na wystawie w szkole po uprzednim zezwoleniu. Niektórzy z obecnych byli dziećmi uczestników Meteorytowej Brygady. Goście spotkali wielu członków Meteorytowej Brygady, teraz już dorosłych. Niektórzy byli rolnikami, dwóch zostało nauczycielami, a jeden zajął się polityką. Kilku opuściło kraj, by studiować, i w końcu osiedlili się w innych krajach. We wsi niewiele się zmieniło od spadku w 1976 roku. Telefony komórkowe wciąż nie działały na tym terenie, a dzieci wciąż sądziły, że zakładamy skafandry kosmiczne, gdy szukamy meteorytów.



Fot. 6. Ten niepełnosprawny chłopak zwykle wędrował z tyłu za linią Meteorytowej Brygady. Znalazł on jeden meteoryt, chociaż linia szukających już przeszła przez to miejsce. Czy chłopcy z pierwszej linii rzeczywiście przeoczyli meteoryt, czy też pozostawili go do znalezienia temu chłopcu? Tego się już nie dowiemy.

Teren spadku wciąż przyciąga nielicznych turystów. Próbuje oni szukać meteorytów. Z powodu braku doświadczenia wracają jednak do domu zawiedzeni. Czasem wieśniacy nabierają ich sprzedając pseudometeoryty, czyli bryłki hematytu, czarnego granitu czy bazaltu. Brak doniesień o jakichkolwiek nowych znaleziskach na terenie spadku.

Od czasu spadku Dhajala zdarzyło się w Indiach kilka spadków meteorytów. W ciągu tych trzydziestu lat było w Indiach więcej obserwowanych spadków niż znalezisk meteorytów. Jak powiedział Tim Swindle, profesor kosmochemii „W ciągu 30 lat USA znalazły około 20000 meteorytów, przedtem znano ich tylko 1000.” Chociaż liczba meteorytów znalezionych przez Meteorytową Brygadę z Dhajali jest mała w porównaniu z liczbą meteorytów znalezionych w USA, to sukces Meteorytowej Brygady powinien otworzyć oczy obecnemu pokoleniu Hindusów. Może i Meteorytowa Brygada i sukcesy poszukiwaczy z USA posłużą za wzór dla obecnego pokolenia na subkontynencie indyjskim. Miejmy nadzieję, że wyciągnie ono wnioski z tego doświadczenia i poszuka więcej „spadków i znalezisk”.



Uwagi dodane przez autora w druku:

Meteoryt, czy to spadek czy znalezisko, jest własnością narodu na mocy uchwały Ministerstwa Skarbu i Rolnictwa No.45G-22-13 z dnia 28.04.1885 r. Każdy, kto był świadkiem spadku lub znalazł domniemany meteoryt, powinien w narodowym interesie niezwłocznie powiadomić najbliższe biuro Geological Survey of India.

„Okazy meteorytu Dhajala zostały przekazane do różnych laboratoriów i muzeów całego świata. Dzięki dostępności tego meteorytu i dobrze znanym szczegółom spadku służył on jako wzorzec do analiz późniejszych spadków. Jeden z okazów został подарowany na loterię na rzecz ofiar huraganu Katrina.”

Literatura

Bhandari N., Lal D., Trivedi J.R., Bhat-

nagar A., 1976. The Dhajala meteorite shower, *Meteoritics*. 11:137–147.

Lal D., Trivedi J. R., 1977. Observations on the spatial distribution of Dhajala meteorite fragments in the strewn field. *Proc. Indian Acad. Science*. 86 A:393–407.

Bhandari N., Bhattacharya S.K., Swami S. K., Somayajulu B., Srivastava B. K., 1977. Cosmogenic radioisotopes in The Dhajala chondrite: Implications to spatial and temporal variations of cosmic rays.

Ballabh G. M., Bhandari B., Bhandari N., 1978. The Orbit of Dhajala Meteorite, *Icarus*. 33:361–367.

Potdar M. B., Bhandari N., Suthar K. M., 1986. Radionuclide depth profiles in Dhajala chondrite. *Proc. Indian Acad. Science (Earth Planet Science)*. 95:169–182.

Manoj Pai jest sekretarzem generalnym Konfederacji Indyjskich Miłośników



Astronomii i prezesem lokalnego klubu astronomicznego. Jest także członkiem British and Irish Meteorite Society, Planetary Society, International Meteor Organization, itd. Pracuje w departamencie rządu centralnego Indii, który nie ma nic wspólnego z meteorytami.

E-mail: manojpai@yahoo.com



500 miligramów

Marcin Cimała

Czternastego lipca 2006 roku o 10:15 rano kolejny raz niebo nad Skandynawią rozbłysło i pojawił się jasny bolid. Pędząca z południowego wschodu na północny zachód kula ognia nie wytrzymała ciśnienia i eksplodowała nad południową Norwegię, w rejonie miasta Moss.

Taką wiadomość otrzymałem z międzynarodowej listy dyskusyjnej tego samego dnia pod wieczór. Jednak nie przejąłem się tym zbyt, gdyż bolid nie jest gwarancją spadku meteorytu, a poza tym jakie to w sumie ma znaczenie dla kogoś z Polski, jeśli spadek nie miał miejsca w naszym kraju. Co jakiś czas coś spada, ale jakoś nie trafia w nasz kraj, co zaczyna być irytujące (ostatnia jest Baszkówka z 1994 roku, bo nie liczę tu różnych „nieznajdowalnych” minispadków).

Kolejne ciekawe informacje zaczęły napływać następnego dnia, w sobotę 15 lipca oraz w poniedziałek. W lokalnych gazetach ukazały się artykuły o dwóch meteorytach, które zostały odnalezione przez właścicieli posesji po tym, jak pierwszy uderzył w blachę leżącą na ziemi, a drugi przeleciał przez małe drzewko łamiąc jego gałęzie i utknął na parę centymetrów w trawniku. Takie informacje podnoszą po-

ziom adrenaliny oraz zwracają uwagę wszystkich od dealerów po kolekcjonerów. Na liście dyskusyjnej zaczęto się zastanawiać, jakiego typu jest to meteoryt, gdyż z zamieszczonych w internecie zdjęć było widać, że nie jest to jakiś przeciętny chondryt, tylko coś specjalnego. Większość stawiała na chondryt węglisty typu CO3, choć rozbieżność w ocenie była znaczna. Dla mnie też było jasne, że jest to chondryt węglisty, a więc wart zwrócenia na niego uwagi. Dlatego też zaczęły mnie nachodzić jakieś dziwne myśli, aby się tam wybrać, tym bardziej, że tak na dobrą sprawę to jest po drugiej stronie Bałtyku, ot nieopodal, najwyżej o rzut małym Gao. Niestety jak zacząłem liczyć koszty, sprawa wyglądała beznadziejnie. Norwegia jest kosztownie, nieprzyzwoicie i makabrycznie droga. Sprawę załatwiło by co prawda znalezienie minimum 20 gramów meteorytu, no ale ryzyko powrotu z niczym było bardziej prawdopodobne, niż z plecakiem pełnym okazów.

Na szczęście mamy w tym kraju takich ludzi, którzy są gotowi rzucić wszystko i pojechać na polowanie, jak się tylko rzuci hasło. Taką też ekipę udało mi się zmontować w przeciągu 24 godzin. W środę zacząłem dzwonić,

w czwartek wieczorem byliśmy umówieni, a w piątek rano już siedziałem w ekspresie do Warszawy. Tak więc w następny piątek po spadku, o 15:00 spotkałem się z Marcinem Stolarzem oraz Iwem Szklarskim pod Pałacem Kultury i Nauki, skąd niezwłocznie wyruszyliśmy w stronę zachodzącego słońca przy temperaturze, która doprowadzała wszystkich do białej gorączki. W Gorzowie Wielkopolskim uzupełniliśmy załogę o Krzyszka Latacza.

Trasa jaką wybraliśmy, biegła przez Niemcy, następnie promem z Sassnitz do Trelleborga (Szwecja), a potem hop siup autostradą na północ w stronę Moss i naszej upragnionej elipsy zasypanej po czubki drzew tonami świeżych chondrycyków węglistych. Presja czasu była znaczna, gdyż w poniedziałek przylatywał z USA „Magic Team”, czyli Mike Farmer i Robert Haag, którym towarzyszył kolekcjoner Robert Ward. Należało więc być wcześniej i wybierać im wszystko co do sztuki, gdyż niektórzy złośliwi zza wielkiej wody twierdzili, że jak ten duet przybędzie, to już żaden inny zespół nie będzie miał szans. Poza tym chłopaki musieli być w środę z powrotem w pracy, co znacznie uszczuplało czas, który mógł być wykorzystany na poszukiwania.

Po szesnastogodzinnej jeździe, z niewielką, bo trzygodzinną przerwą na sen, jaką oferował prom, przybyliśmy do miejscowości Rygge, około 10 km na południowy wschód od Moss. Tam właśnie spadł pierwszy opisany 40-gramowy okaz meteorytu, który trafił w blachę falistą i rozpadł się na kilka kawałków. To nas przyblokowało na ładnych parę godzin, gdyż znalezienie małej budy wśród drzew, w miejscowości, która sama ciągnie się na parę kilometrów, to nie lada wyczyn. Zjeździliśmy Rygge we wszystkie strony, ale jak tu znaleźć domek weekendowy dysponując tylko nazwiskiem właściciela i małym zdjęciem z gazety? Nikt nic nie wiedział lub w najlepszym wypadku w ogóle słyszał, że jakiś meteoryt spadł gdzieś tam u kogoś. Cóż, jedyne co znaleźliśmy dość szybko, to auto na niemieckich rejestracjach, a w nim Thomas Kurtz i Rainer Bartoschewitz. Oni też przyjechali parę godzin wcześniej, ale wiedzieli tyle co my, czyli nic (albo nie chcieli powiedzieć hihhi). Po miłej rozmowie rozjechaliśmy się, aby kontynuować poszukiwania. Traf chciał, że pytając o meteoryty mieszkańców jednego z domów położonego między polami na których uprawiano.... trawę, Iwo zauważył dziwnego gościa, który chodził tam i z powrotem po trawniku, co chwila przystając i badając coś trzymanym w ręku kijem. Od razu się zorientowałem, że mamy do czynienia z osobnikiem cierpiącym na tą samą chorobę co my, czyli paranoidalno-maniakalną obsesję na punkcie czarnych kamieni. Tak więc chcąc nie chcąc musieliśmy mu przerwać trening w równoległym udeptywaniu trawy na czas, aby spytać go o miejsce spadku meteorytów. Traf chciał, że trafiliśmy na właściwą osobę. Był nią Szwed z Göteborga, który wiedział wszystko to, czego myśmy nie wiedzieli. To był strzał w dziesiątkę. Pokazał nam lokalizację obu meteorytów na mapie, podał ich współrzędne GPS, a nawet zaprowadził nas na miejsce spadku pierwszego meteorytu, którego od paru godzin bezskutecznie szukaliśmy. Okazało się, że byliśmy zaledwie 500 metrów od miejsca spadku.

Weekendowy domek państwa Martinsen nie wyglądał okazale i był dobrze ukryty wśród drzew i krzaków tak, że nawet jadąc gruntową drogą oddaloną o jakieś 5 m od niego, można było

tego miejsca nie zauważyć. W piątek przed południem Ragnar Martinsen właśnie wybierał się na „posiedzenie” i gdy tylko wszedł do typowej, wolno stojącej wygodki, usłyszał głośne bbbzzzzzziiiiiiiiuuuuuu.....BUM. Okazało się, że 40 gramowy meteoryt zdrowo gwizdnął w kawałek blachy falistej leżącej nieopodal i odbił się, żeby wreszcie wylądować o jakieś 5 metrów dalej. Pan Martinsen skojarzył to z głośną eksplozją, którą słyszał wcześniej i uznał, że musiał to być fragment meteoru. Skontaktował się z astronomami z Oslo, którzy przybyli na miejsce i pozyskali fragmenty 14-go norweskiego meteorytu.

Gdy dotarliśmy wreszcie na miejsce spadku późnym popołudniem, nikogo już tam nie było, za to nas ciągnęło strasznie, żeby zobaczyć miejsce spadku. Mieliśmy szczęście, gdyż wciąż na trawie leżała blacha falista, choć trawa w najbliższym jej otoczeniu wyglądała jak po przetoczeniu się hordy rozszałych dzikich słoni. Obejrzeliśmy dokładnie miejsce spadku, wraz z wgłębieniem pozostawionym przez meteoryt, oraz zrobiliśmy sobie pamiątkowe zdjęcia. Pierwszy raz w życiu byłem tak blisko miejsca, w którym spadł meteoryt i to w dodatku 8 dni po spadku! Na szczęście w tym regionie latem naprawdę ciemno robi się dopiero naprawdę późno, toteż nie było większego problemu ze światłem pomimo późnej pory. W pewnym momencie, gdy oglądałem ślad po uderzeniu, moją uwagę zwrócił mały czarny punkcik na białej powierzchni blachy. Po dotknięciu okazał się twardy, a gdy go podniosłem, zobaczyłem zdumiony, że to skorupa obtopieniowa, wielka jak stodoła, jakieś 2x2 mm. WOW znalazłem fragment meteorytu! Następnie drugi taki sam oraz kilka mniejszych okruczków. Zaczęło się małe szaleństwo w przeszukiwaniu 2 m² blachy. Największe szczęście tego dnia miał Iwo, który zajrzał do trawy rosnącej przy krawędzi blachy i wyciągnął ogromny okaz, bo jakieś 6x7 mm z małym fragmentem skorupy obtopieniowej.

Gdy już stwierdziliśmy, że w tym miejscu nic nowego się nie znajdzie, postanowiliśmy pochodzić trochę po lesie otaczającym domek Martinsenów, nim będzie trzeba poszukać miejsca na nocleg. Zrobiliśmy też parę rundek w tyralierze po ogromnym polu trawy, gdyż było ono wymarzone do szukania

meteorytów. Trawa była na nim nisko skoszona, jednolita i niezbyt gęsta. Zupełnie jakbym chodził po murawie boiska do piłki nożnej, po prostu idealne miejsce. Niestety nic podejrzanego tam nie było, choć zgodnie z rozkładem okazów w typowej elipsie rozrzutu, byliśmy w rejonie spadku małych, ale licznych okazów.

Następnego dnia, w niedzielę, mieliśmy szczęście spotkać Pana Ragnara Martinsena wraz z rodziną na swojej meteorytovej posiadłości. Zrobiliśmy sobie kolejne pamiątkowe zdjęcia już ze znalazcą meteorytu, dowiedzieliśmy się także z pierwszej ręki, jak to było z tym bbbzzzzzziiiiiiiiuuuuuu i z tym BUM oraz, że meteoryt wcale nie został znaleziony na blasze, w którą wałnął, ale o całe 5 metrów dalej. Trzeba dodać, że dało nam to do myślenia, gdyż meteoryt odbił się o jakieś 90° w lewo w stosunku do toru lotu bolidu, co trochę burzyło nasze teorie co do miejsca, w którym należy szukać meteorytów. Ostatecznie Marcin wyznaczył po prostu linię pomiędzy 40-g meteoritem Martinsenów z Rygge, a 750-g okazem Johansenów z Moss. To dało dobrą bazę do poszukiwań, gdyż szukanie wzdłuż tej linii powinno gwarantować, że cały czas będzie się wewnątrz elipsy spadku. Kolejne parę godzin niedzielnego przedpołudnia spędziliśmy łącząc jak sieroty po pobliskich lasach i łąkach racząc się co chwila borówkami (jagodami według tych, co nie są z tela) i malinami.

Po południu postanowiliśmy pojechać do Moss, aby odnaleźć miejsce spadku drugiego meteorytu i położyć po mieście w poszukiwaniu czarnych kamoli. Rejon spadku 750-gramowego okazu, który znaleziono w poniedziałek 17 lipca, to dość gęsto zabudowany obszar z wieloma domami, trawnikami i uliczkami, gdzie meteoryt nie ma się za bardzo gdzie schować. To wzbudziło moje wątpliwości, co do teorii astronomów z Oslo, jakoby mogło spaść nawet 1000 okazów meteorytów. Jakie 1000, skoro na tak silnie zurbanizowanym terenie znaleziono tylko jeden okaz?! To gdzie jest reszta, skoro wokół jest więcej dachów i parkingów niż zarośli? Moje wątpliwości potwierdzał także brak znalezienia czegokolwiek w pobliżu spadku pierwszego okazu, gdzie teoretycznie powinno być relatywnie wiele okazów, choć małych. Następną parę godzin spędziliśmy na

chodzeniu po okolicy i rozglądaniu się po kątach. Niestety nic ciekawego nie znaleźliśmy. W drodze powrotnej linia, wzdłuż której szukaliśmy, biegła częściowo a to nad rzeką, a to nad autostradą skręcając na południe od Moss w szczyry las. Postanowiliśmy zbadać to miejsce, gdyż akurat był tam zjazd z autostrady na stację benzynową. W lesie było wiele ścieżek, które ułatwiały penetrowanie terenu i można było sobie albo szukać metków spacerkiem po ścieżkach, albo iść na całość i skręcić w szczyry las. To drugie miało swoje zalety, gdyż dawało to możliwość podziwiania przepięknych skandynawskich leśnych widoków pełnych nagich skał, otoczonych koloniami gęstych mchów i wielkich kolonii borówek (czarna jagoda), które były miejscami tak wielkie i liczne, że po prostu nie można było się nie zatrzymać i nie podjeść trochę. W tym miejscu szukaliśmy ładnych parę godzin, ale znów bez rezultatów. Wielogodzinne łązenie po krzaczorach dało nam niezły wycisk, ale nie można się poddawać za wcześnie.

W poniedziałek, 24 lipca, znów przed południem postanowiliśmy szukać szczęścia w rejonie chatki Martinsenów. Lasy z bogatym runem, łąki z wysoką trawą, nieliczne polne ścieżki, gęste zarośla, pola zasiane wciąż zielonym zbożem, wszystko to po prostu aż krzyczy do nas, że nie mamy najmniejszej szansy na znalezienie czegośkolwiek w takim ekstremalnym terenie. Zmęczony po poprzednim dniu postanowiłem zejść z pola walki, aby zjeść jakiś pseudo obiad z torebki i poczękać na resztę ekipy przy samochodzie przed ponownym wyruszeniem na leśne tereny, które przeszukiwaliśmy poprzedniego dnia. Traf chciał, że gdy ponownie oglądaliśmy miejsce spadku 40-gramowego meteorytu, Marcin Stolarz jakby nigdy nie kucał sobie cichutko w miejscu wskazanym nam przez Martinsena, w którym ostatecznie zatrzymał się meteoryt, koło paleniska z cegieł. Gmerał w niziutkiej trawce, a gdy podszedłem pokazał mi, że znalazł dwa ładne i duże fragmenty ze piękną czarną skorupą. W tym momencie dotarło do mnie, że przecież faktycznie to jest idealne miejsce na znalezienie jakichś okruszków z tego meteorytu, które nie zostały jeszcze odnalezione pomimo tabunu innych amatorów meteorytów i naukowców, którzy penetro-

wali to miejsce przez ostatni tydzień. I faktycznie, wystarczyło że przykucałem koło Marcina i pierwsze na co spojrzałem wśród lichej wyschniętej trawy, to był mały, dziwny szary fragment, który po odwróceniu ukazał piękną czarną skorupę obtopieniową z fragmentem nacieku skorupy jak w meteorytach orientowanych. Po prostu bajka, gdyż ten okaz już można było zobaczyć bez lupy (5x6 mm). Dalsze poszukiwania nie przyniosły już jednak rezultatów. Niemniej jednak każdy z nas miał w tym momencie swój własnoręcznie znaleziony okaz, o podobnej wielkości, tak więc wszyscy byli zadowoleni, no może poza Krzyskiem.

Resztę ostatniego dnia poszukiwań spędziliśmy na udeptywaniu mchów w lesie na południe od Moss i ogałacaniu runa leśnego z owoców. Gdy już staliśmy na parkingu koło stacji Shell, przygotowując się do wyjazdu w drogę powrotną, naszą uwagę zwróciła dziwna jazda pewnego srebrnego Opla. Auto chcąc skręcić z jednej drogi na drugą, ale położoną z 10 cm wyżej, lekko pod górkę, zahaczyło przednim zderzakiem o asfalt wydając przy tym przeraźliwe zgrzyty i jęki karoserii, następnie z rykiem silnika auto wycofało się racząc nas ponownie podobną melodią i z piskiem opon energicznie przejechało przez parking koło naszego auta. Spojrzałem, aby zobaczyć co za baran prowadzi swój samochód z tą osobiwą dbałością o jego kondycję. W tym momencie auto gwałtownie hamuje i kogo widzimy wyskakującego z fotela kierowcy z głośnym wrzaskiem „Maaartinnnn...”? Toż to sam Mike Farmer, a z drugiej strony wychodzi Robert Haag we własnej osobie. No tak, Amerykanie, wyluzowani do granic możliwości, nawet gdy widać, że jakieś płyny ciekną im z przodu tworząc po chwili kałużę na asfalcie. Ale jak się jeździ po Tucson wielkim amerykańskim krążownikiem 4x4, to potem przeładka na te europejskie maluchy tak się kończy. Miło było ich spotkać w ostatnich minutach pobytu w elipsie spadku meteorytu Moss. Szczególnie reszta zespołu była zachwycona, gdyż nie mieli jeszcze okazji spotkać tych dwóch najsłynniejszych amerykańskich poszukiwaczy meteorytów we własnej osobie.

Nie ma co ukrywać, że z komercyjnego, a także częściowo także z kolekcjonerskiego punktu widzenia ta wypra-

wa poszukiwawcza była nieudana. Niestety teren spadku okazał się bardzo trudny, a ilość okazów w elipsie musiała nie być znaczna, gdyż w innym razie jeśli nie my, to inne ekipy znalazły by kolejne okazy, a trochę ludzi się plątało po okolicy, w tym dwie grupy z Niemiec. W momencie naszego powrotu do kraju byliśmy jedynym zespołem, który mógł się pochwalić znalezieniem jakichkolwiek okazów z tego spadku.

Dopiero na początku sierpnia na listę dyskusyjną Meteorite-list nadeszły wieści o znalezieniu nowych okazów. Jednego przez Mike Farmera oraz kolejnego przez norweskiego poszukiwacza Mike Mazura (+600 g). Możliwe jest, że po żniwach, gdy liczne pola zostaną skoszone, ludzie mieszkający na tym terenie lub wytrwali poszukiwacze odnajdą kolejne okazy, choć to wciąż będzie dość trudne.

Jaki by nie był wynik poszukiwań, to i tak wszyscy powinni być zadowoleni, bo wycieczka była świetna, grupa zgrana, a atrakcji nie brakowało. Jedyne niedobory ujawniono w szczęściu którego zabrakło aby powrócić do domu z okazem „słusznych” rozmiarów. Miejmy jednak nadzieję, że już niedługo spadnie coś równie ciekawego na naszym podwórku. Ja bym chciał eukryt.

Informacja ze strony <http://fernlea.tripod.com>

Około 10:10 rano, 14 lipca 2006 roku, tysiące ludzi w południowo-wschodniej Norwegii i południowo-zachodniej Szwecji obserwowały jasny bolid i towarzyszące mu gromy dźwiękowe. Pewien człowiek, przebywający na działce, wyszedł właśnie z „wygodki”, gdy usłyszał eksplozję, a potem świst zakończony głośnym łomotem. Jakież 2 m od niego kamień ważący 45 g uderzył w kawałek blachy do krycia dachu i rozpadł się na kawałki. Pomyślał, że to ma coś wspólnego z ciągłymi detonacjami z niedalekiego poligonu, ale jego szwagier stwierdził, że może to być meteoryt. Drugi kamień znaleziono, gdy rodzina wróciła do domu z weekendowego wyjazdu. Ojciec porządkując podwórkę na urodziny córki zauważył, że kilka gałęzi śliwy jest złamanych i że w ziemi jest dziura. Wydostał z niej kamień ważący 750 g i wkrótce znalazł się na czołówkach gazet. Potem znaleziono jeszcze jeden



Fot. 1. Ragnar Martinsen (w środku) prezentuje blachę ze śladem uderzenia meteorytu Moss. Z lewej Marcin Stolarz, z prawej autor.



Fot. 2. Meteoryt uderzył w blachę, która leżała koło zielonej budki, odbił się i wylądował koło paleniska.



Fot. 3. Autor wskazuje miejsce uderzenia 40 g meteorytu. Na dłoni ma fragment 0,12 g ze skorupą, który znalazł 5 m od miejsca uderzenia w blachę.



Fot. 4. Miejsce obozowania niedaleko domku Martinsena.



Fot. 5. Typowy teren poszukiwań.

kamień, który powiększył łączną wagę znalezisk do ponad 1,5 kg i to jego fragmenty są tu oferowane. Został on owinięty folią aluminiową bez dotykania rękami i jego fragmenty zostały skierowane do badań, w szczególności do



Fot. 6. Mapa terenu spadku. Czerwone kropki oznaczają miejsca znalezienia dwóch pierwszych okazów.

analizy krótko żyjących izotopów. Badania trwają, ale wiadomo już, że meteoryt Moss jest chondrytem węglistym CO 3.5. Po mniej więcej tygodniu znaleziono czwarty kamień, rozbitý na kawałki ważące w sumie około 800 g. Potem zaczęło padać. Pierwszy większy deszcz ujawnił, że dach w magazynie przecieka. Okazało się, że w dziurze w dachu tkwi cały kamień ważący 650 g. W sumie w rękach prywatnych kolekcjonerów i dealerów jest ponad 2 kg meteorytu Moss. Reszta znajduje się na Uniwersytecie w Oslo.

Rob Elliott

Zdjęcia 1—6 udostępnił Marcin Cimała. Zdjęcia 7 i 8 udostępnił Rob Elliott.



Fot. 7. Rob Elliott pierwszego dnia poszukiwań przy tablicy na granicy Moss i Rygge.



Fot. 8. Rezultat wyjazdu do Moss: ten fragment ze skorupą i polerowanym przekrojem, ważący 62,4 g, można kupić za 10600 dolarów na stronie <http://fernlea.tripod.com/forsale.html> Są tam też mniejsze okazy.