

# METEORYT

Nr 2 (70)

Czerwiec 2009

ISSN 1642-588X

- O. Richard Norton
- znajdowanie... zanim spadną
- walka o Carancas
- relacja ze spadku w Maroku
- Buzzard Coulee
- odnajdywanie meteorytów w Ash Creek
- Hopper — pies na meteoryty
- „chmura meteorytów” z radaru
- zeszklenie spowodowane tarciem



## 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 2009 roku 44 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: printbynet.pl



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

## 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.

## Od redaktora:

Zacząłem przygotowywać ten numer na początku maja z nadzieją,  
że w czerwcu już będzie gotowy. Rozmaite, nie zawsze przyjemne, wydarzenia  
sprawiły jednak, że zmieniła się koncepcja numeru, a okres realizacji  
wyjątkowo się wydłużył. Zacząłem nawet zastanawiać się nad podwójnym  
numerem czerwcowo-wrzesniowym, ale ostatecznie stanęło na opóźnionym  
czerwcowym numerze.

Najsmutniejsze wydarzenie nastąpiło 17 maja. Na zawsze odszedł od nas  
O. Richard Norton, którego artykuły przez wiele lat czytaliśmy  
w „Meteorycie”. Jego zasługi dla popularyzacji wiedzy o meteorytach trudno  
przecenić. W tym numerze są tylko spisane na gorąco przez Anne Black  
wspomnienia, a prawdziwe pożegnanie Richarda zostanie opublikowane  
w listopadowym wydaniu „Meteorite” i oczywiście w „Meteorycie”.

Pamiętam, jak mówiono mi w dzieciństwie, że spadająca gwiazda oznacza,  
że ktoś umarł. Śmierć Richarda poprzedziły całe deszcze meteorytów.  
Kwartalnikowi trudno zachować aktualność, ale uznałem, że warto przekazać  
relacje z tych zdarzeń możliwie szybko odkładając zapowiedziane  
w poprzednim numerze tematy na później. Zdarzeń tych było jednak tak wiele,  
że numer musiał zostać powiększony, a i tak nie wszystko się zmieściło.  
By zmniejszyć wzrost kosztów zrezygnowałem z kolorowej wkładki.

Z zapowiadanych w poprzednim numerze wydarzeń udało się przygotować  
i otworzyć wystawę meteorytów we Fromborku, na którą wciąż zapraszam.  
Nie było natomiast meteorytowej nocy muzeów w maju i nie będzie  
meteorytowego pikniku we Fromborku. Problemy z personelem sprawiły, że  
więcej niż zwykle muszę pracować w planetarium i mając wybór, czy poświęcić  
resztki wolnego czasu na przygotowanie „Meteorytu” czy na przygotowanie  
pikniku woląłem wybrać to pierwsze. Z braku czasu nie działa też sklepik  
meteorytowy, za co przepraszam zawiedzionych klientów polecając  
konkurencję. Na szczęście do emerytury coraz bliżej.

Widoczna szczególnie w grudniowym numerze słaba jakość pracy  
dotychczasowej drukarni skłaniała do poszukiwań lepszej firmy. Dzięki pomocy  
Grzegorza Mecka udało się znaleźć nową drukarnię tuż przed wydaniem  
poprzedniego numeru, tak że nie zdążyłem już o tym poinformować. Myślę  
jednak, że poprawa jakości jest zauważalna.

Andrzej S. Piłski

Na okładce: Z lewej u góry: Rob Wesel i Hopper. Zob. artykuł Garcii i Wesela.  
Z prawej u góry: Ralph Croning koło stawu, gdzie znaleziono pierwsze  
okazy Buzzard Coulee. Zob. artykuł Croninga.  
Z prawej w środku: Ważący 3,5 kg okaz na miejscu znalezienia koło Ti-  
guert n'Ait Farss. Fot. M. Aid. Zob. artykuł Buhla i Thomasów.  
Z prawej u dołu: Średniej wielkości okaz wylania się z obszaru rozrzutu  
Buzzard Coulee. Pierwsze znalezisko autora w dniu 29 listopada 2008 r.  
Zob. artykuł Beecha.

Z lewej u dołu: Melissa, Diane i Amber oraz James Trussell, gdy Amber  
Spriggs promienieje dumą pokazując swój meteoryt w miejscu znalezie-  
nia 15 lutego 2009 r. niecałe 2 metry od szopy. Przynajmniej jeden z dwóch  
kamieni (tych dwóch, które znaleźli Amber i James) uderzył w dach du-  
żej szopy na farmie. Zdjęcie zrobiono 17 lutego 2009 r. Zob. artykuł  
Dawna.

Środek: Początkujący poszukiwacz meteorytów Robert Woolard, Jr., z naj-  
lepszym znaleziskiem z tej wyprawy, pięknym, ważącym 133 g okazem.  
Fot. Robert Woolard. Zob. artykuł Woolarda.

Pasek na dole: Otwarcie wystawy „O kamieniach z nieba i o ludziach  
nimi zauroczonych” w Muzeum Mikołaja we Fromborku. Wystawę przy-  
gotowało Muzeum, reprezentowane na otwarciu przez dyrektora, Hen-  
ryka Szkopa (drugi od lewej), wspólnie z Polskim Towarzystwem Mete-  
orytowym, które reprezentował prezes Łukasz Karwowski (poza kadrem)  
i International Meteorite Collectors Association, które reprezentował  
sekretarz, Andrzej S. Piłski (z logo IMCA). Kuratorem wystawy jest Mał-  
gorzata Czupajło (trzecia od prawej), a płomienne włosy zdobią autorkę  
pokazanych na wystawie litografii inspirowanych meteorytami, Magda-  
lenę Skirzewską. Wystawę można zwiedzać od 9 do 16 z wyjątkiem ponie-  
działków.

# O. Richard Norton (1937—2009)

Anne Black

IMCA Insights, czerwiec 2009

**W** wtorek, późnym wieczorem, otrzymałam emaila od Dorothy Norton, i gdy zaczęłam czytać, moja reakcja była identyczna jak Zelimira: *Nieokreślone przeczucie natychmiast przemknęło przez myśl ... O mój Boże, NIE! ... nie Richard... nie ON!*

Niestety to był on; Richard odszedł po długiej chorobie.

Odszedł, ale nie opuścił nas naprawdę i pozostanie z nami tak długo, jak długo będziemy mieć jego książki. Jak wyraziła to Kathie McConnel: *Nigdy nie udało mi się spotkać Richarda osobiście, ale jego książki sprawiły, że czułam się, jak byśmy byli przyjaciółmi. Korzystałam z jego doświadczeń, wiedzy, pasji i znajomości rzeczy, by uczyć się o meteordach. Przez wiele nocy, gdy czytałam jego książki, prowadziliśmy rozmowy w moim umyśle i sercu. Czułam, że on był tam, mówił do mnie i widziałam jego uśmiech.*

Richard był nie tylko autorem znakomitych książek. W 1997 r. tak przedstawiał się Andrzejowi Pilekiemu:

*Pytasz mnie o doświadczenie w planetarium. Byłem dyrektorem dwóch planetariów, obu w uniwersyteckim środowisku. Praktycznych umiejętności nabyłem w Griffith Observatory and Planetarium w Los Angeles gdy studiowałem astronomię na Uniwersytecie Kalifornijskim. Polubiłem planetarium tak bardzo, że postanowiłem, że to będzie mój zawód. Najpierw byłem dyrektorem Fleishmann Planetarium przy University of Nevada w Reno. Otworzyłem to planetarium i pracowałem w nim przez 10 lat. Tam zaprojektowałem system projekcji filmów 35 mm, tak by wyświetlać film na całą kopułę. Nazwaliśmy to Atmosferium, ponieważ najpierw było używane do pokazywania w planetarium zjawisk pogody sfilmowanych metodą zdjęć poklatkowych. Sfilmowałem starty statków Apollo 10, 11, 12, 14 i 17 na Księżyc od roku 1969 do 1972. Nasze kamery były na płycie startowej tylko 800 stóp od podstawy rakiety Saturn 5. Wiele z tych doświadczeń opisałem w książce, którą napisałem w 1969 r.: „Planetarium i Atmos-*

*ferium: wszechświat w sali projekcyjnej”.*

*Byłem konsultantem w Minolta Camera Company i pracowałem nad projektem ich serii projektorów planetarium. Pracowałem z ich inżynierami przez sześć lat i pomogłem zainstalować w Stanach Zjednoczonych pięć ich projektorów planetarium.*

*W 1973 r. opuściłem University of Nevada by przyjąć stanowisko na Uniwersytecie Arizyńskim w Tucson, ważnym ośrodku badawczym w dziedzinie astronomii. Zaprojektowałem na terenie kampusu uniwersyteckiego kompleks planetarium i muzeum nauki wart wiele milionów dolarów. Nazywa się*

*która projektuje i wytwarza slajdy do nauczania astronomii, planetologii, geologii i paleontologii. Te slajdy są obecnie wykorzystywane w około 3000 college'ach i uniwersytetach w Stanach Zjednoczonych i za granicą.*

*To tak pokrótce, czym się zajmowałem przez ostatnie 30 lat.*

O. Richard Norton

Richard nie tylko pisał książki; lubił on także wyruszyć w teren i szukać meteoroidów. I znalazł swój własny Gold Basin, jak wspomina Jack Schrader:

*Po raz pierwszy spotkałem Richarda Nortona w bardzo zimny, ale słoneczny poranek w Gold Basin. Myślę, że było to*



*Flandrau Planetarium and Science Center. Pracowałem z uniwersyteckimi optykami nad zaprojektowaniem i zbudowaniem systemu projekcji „rybie oko” dla kopuły o średnicy 50 stóp. W 1984 r. nasze kamery poleciały promem kosmicznym Challenger i nakręciły pierwszy film 180° w kosmosie. Obecnie jest przynajmniej sześć takich systemów w różnych planetariach w całych Stanach Zjednoczonych. Po 14 latach opuściłem Uniwersytet Arizyński i przeprowadziłem się do Bend w Oregonie, gdzie teraz uczę astronomii w małym college’u, piszę artykuły i książki oraz studiuję meteoryty. Założyłem także firmę **Science Graphics**,*

*w roku 1997. Twink i Jim też tam byli, a także John Blennert i mój syn Devin i wszyscy staliśmy drżąc z zimna w ostrym, porannym powietrzu rozmawiając i przesuwając się tak, by chwycić pierwsze promienie słońca i trochę się ogrzać, gdy tył samochodu combi z rejestracją Oregonu otworzył się z trzaskiem i Richard powoli wynurzył się ze śpiwora jak niedźwiedź wychodzący ze snu zimowego. Z rękami w kieszeniach płaszcza i szerokim uśmiechem na twarzy nie mógł być szczęśliwszy, gdy nie czekało go nic innego niż cały dzień szukania meteoroidów. Był pełen entuzjazmu i optymistycznie stwierdził, że właśnie*  
(Dokończenie na s. 34)

# Od redaktorów *Meteorite*

**J**ak można zauważyć patrząc na okładkę i spis treści, majowy numer *Meteorite* zdominowały artykuły o niedawnych spadkach meteorytów. Jest to dobry rok dla spadków. Poniżej przedstawiamy zdjęcia związane z czterema spadkami. Dziękujemy wszystkim autorom, którzy napisali artykuły w ciągu kilku dni po powrocie z poszukiwań na obszarach rozrzutu. Mamy nadzieję, że czytelnicy, którzy nie mieli tyle szczęścia, by uczestniczyć

w poszukiwaniach, z przyjemnością przeczytają relacje.

Widać, że było także wiele bolidów i być może będzie tak nadal w nadchodzących miesiącach, czego wynikiem będą przyszłe spadki (i przyszłe artykuły!) Jak mówił reporter Ned Scott ponad 50 lat temu: „[...] Przyznoszę wam ostrzeżenie. Każdy z Was, którzy słyszycie mój głos... Niech powie światu... Niech powie to każdemu, gdziekolwiek jest. Obserwujcie



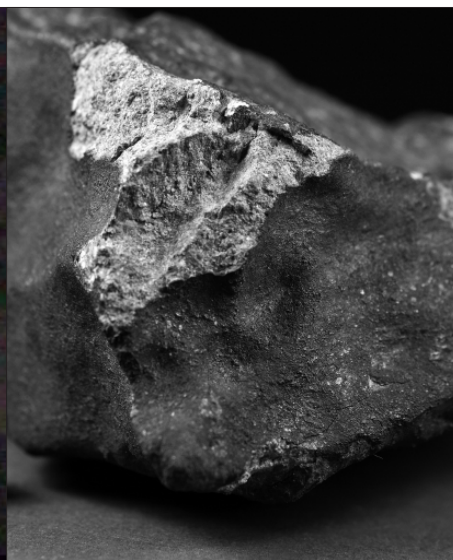
niebo... Wszędzie... Nie przestawajcie patrzeć... Nie przestawajcie obserwować nieba!”

*Larry i Nancy*



*Z lewej: Zdjęcie w miejscu znalezienia pierwszego meteorytu (30 g) związanego z bolidem z 17 stycznia 2009 r., który był widoczny nad Bałtykiem. Meteoryt popękał na kilka kawałków z powodu mrozu. Znalazł go 4 marca 2009 r. Thomas Grau (Europejskie Centrum Badawcze Bolidów i Meteorytów — [www.erfm.eu](http://www.erfm.eu)). Fot. Thomas Grau.*

*Z prawej: Muawia Shaddad z Uniwersytetu w Chartumie, w Sudanie, i zajmujący się meteorami astronom z NASA, Peter Jenniskens, wraz ze studentami Uniwersytetu w Chartumie w miejscu znalezienia jednego z większych okazów podczas pierwszej wyprawy poszukiwawczej, 8 grudnia 2008 r. Fot. NASA. [Zob. artykuł Rika Hilla — przyp. red.]*



*Z lewej: Pojedyncza klatka z nagrania video z kamery dozorującej zrobionego w Biggar, w prowincji Saskatchewan w Kanadzie. Bolid jest w odległości około 160 km. Reprodukacja za zgodą R. i D. Meger. Zob. artykuł Martina Beecha.*

*Z prawej: Odlupany narożnik ważącego 2 kg meteorytu Tamdakht, nazwanego od miejsca znalezienia Tiguert n'ait Farss 01. Fot. Svend Buhl. Zob. artykuł Svenda Buhla i Lei i Philippe'a Thomasów.*

# Znajdowanie wielkich meteorytów... zanim spadną

Rik Hill

(Artykuł z kwartalnika METEORITE Vol. 15 No. 1. Copyright © 2009 ARKANSAS CENTER FOR SPACE & PLANETARY SCIENCES)

**D**la wielu czytelników tego czasopisma taki tytuł wydawałby się herezją. W końcu chcemy, żeby meteoryty spadły i były dostępne dla kolekcjonerów i badaczy, ale nie wtedy, gdy są za duże. Pełno jest w telewizji programów (History Channel, Discovery Channel, Science Channel i PBS) omawiających szczegółowo skutki zderzeń z Ziemią obiektów o różnej wielkości i energii zarówno hipotetycznie jak i historycznie. Każdy uczeń może podać energię zderzenia planetoidy z Ziemią (zwykle w jednostkach bomb atomowych). Kilka razy w roku widzimy artykuły o jakiejś planetoidzie, która jest bliżej Ziemi niż Księżyc, albo o grożącym zderzeniu z jakimś innym obiektem astronomicznym. Dlaczego mamy się martwić tymi obiektami? Jak dochodzimy do punktu, gdzie te rzeczy są znane? Jak wygląda szukanie i znajdowanie tych wielkich „meteorytów” na niebie?

W ostatnich latach zaczęliśmy zauważać, że Ziemia istnieje w Układzie Słonecznym wypełnionym gruzem. Z pewnością miłośnicy meteorytów dobrze o tym wiedzą. Ten gruz jest często zmiatany przez Ziemię, co może potwierdzić każdy dinozaur. Katastrofę,

która doprowadziła do ich zagłady, spowodowała planetoida o wielkości około 10 km. (Mniejsze planetoidy nie mają regularnych kształtów, ponieważ ich grawitacja nie jest dostatecznie silna, by przezwyciężyć opór skały.) Od czasu odkrycia i zinterpretowania tego zderzenia i związanej z nim zagłady znaleziono w geologicznej historii sporo takich zjawisk i towarzyszących im zderzeń.

Jak wielu z was prawdopodobnie wie, 30 czerwca 2008 roku minęła setna rocznica ostatniego dużego zderzenia z kawałkiem tego gruzu. W czerwcu 1908 roku coś (albo kometarnego albo meteorytowego) wpadło w atmosferę nad Podkamienną Tunguską na Syberii i eksplodowało z ogromną siłą, ostrożnie ocenianą jako równoważną wybuchowi jądrowemu 5 megaton 5–10 km nad ziemią. Wybuch powalił miliony drzew na obszarze ponad 800 mil kwadratowych i był słyszany w odległości setek mil. Sejsmografy na całym świecie zarejestrowały tę detonację, a niebo po zachodzie słońca przez pewien czas rozświetlone było pyłem rozproszonym w górnych warstwach atmosfery. Pisano, że w Londynie niebo w nocy było tak jasne, że można było

czytać na dworze, oraz że barometry pokazały, że fala uderzeniowa obiegła Ziemię przynajmniej dwukrotnie!

Gdyby ten obiekt wszedł w ziemską atmosferę 4 godziny 47 minut później, to zrównałby z ziemią St. Petersburg. Co by było, gdyby eksplodował, powiedzmy, nad Londynem, Rzymem, czy Nowym Jorkiem? Zostałyby zniszczone. Byłoby to równoważne małej eksplozji jądrowej; budynki wokół zostałyby zgruchotane, a okna wybite na przestrzeni wielu mil; zginęłyby tysiące ludzi.

Jak często występują takie silne eksplozje? Według Programu Wspierania Obrony lotnictwa USA eksplozja o sile około 20 kiloton (podobna do dwóch bomb atomowych użytych w II Wojnie Światowej) spowodowana przez 30-m meteoroid, występuje w górnych warstwach naszej atmosfery mniej więcej raz w roku. Prawie wszystkie występują nad niezamieszkałymi obszarami, więc są zauważane tylko przez agencje śledzące takie rzeczy, jak wchodzenie w atmosferę satelitów.

Jednak obecnie, po raz pierwszy w historii ludzkości, mamy możliwość uniknięcia tego rodzaju potencjalnie destrukcyjnych zderzeń. Możemy uchronić ludzkość przed pójściem śladem dinozaurów. Pierwszym krokiem jest jednak znalezienie i zinventaryzowanie obiektów, które regularnie przelatują blisko Ziemi. W tym celu trzeba wyznaczyć ich dokładne orbity, a potem prowadzić regularne obserwacje tych obiektów.

W roku 1998, na podstawie badań, które pokazały, że około 1000 planetoid o wielkości powyżej 1 km jest na tyle blisko Ziemi, że mogą grozić zderzeniem, Kongres upoważnił NASA to prowadzenia programu identyfikacji tych ciał z co najmniej 90 procentowym poziomem ufności. Od tego czasu NASA otrzymało kolejne zlecenie (czerwiec 2006) na identyfikowanie ciał większych niż 140 m z tym samym poziomem ufności.



Fot. 1. Wygląd teleskopu 60" na Mt. Lemmon, na północ od Tucson w górach Catalina. Fot. E. Beshore.

Obecnie czołowym programem, który znajduje planetoidy, jest Catalina Sky Survey (CSS) składający się z trzech obserwatoriów. Dwa są w górach Catalina (jak wskazuje nazwa) trochę na północ od Tucson w Arizonie, a trzecie jest w Siding Spring, koło Coonabarabran w Nowej Południowej Walii, w Australii. Dwa obserwatoria w górach Catalina składają się z 27-calowego teleskopu Schmidta koło Mt. Bigelow, drugiego co do wielkości takiego teleskopu w USA (który ma 30-calowe zwierciadło i 30-calowy korektor przysłonięty do 27 cali, by poprawić jakość obrazu), i 60-calowego teleskopu na Mt. Lemmon. Ten pierwszy jest oryginalnym teleskopem programu zwanego CSS. Ten 60-calowy (Mt. Lemmon Survey, or MLS) jest nie tylko teleskopem do poszukiwań, ale służy także do śledzenia obiektów znalezionych nim i Schmidtem CSS. Od roku 2004 ten teleskop znacznie poszerzył badany obszar nieba. Ale prawdziwym oczkiem w głowie jest południowe obserwatorium, Siding Spring Survey, or SSS, które zapewnia pokrycie południowej półkuli dla CSS.

Obsadę obserwatoriów północnej półkuli stanowią Steve Larson (szef projektu), Ed Beshore (zastępca), Richard Kowalski, dr Andrea Boattini, Alex Gibbs, dr Albert Grauer i ja. Na południowej półkuli pracują Robert McNaught (zastępca szefa), Gordon Garradd i Donna Burton.

Planetoidami, którymi przede wszystkim nasz program się zajmuje, są planetoidy lub obiekty zbliżające się do Ziemi (NEA lub NEO), a także komety. Można je podzielić na kilka podkategorii:

Grupa Ateny — nazwana od planetoidy 2062 Atena, których orbity są przeważnie wewnątrz orbity Ziemi. Jeśli orbity są w całości wewnątrz orbity Ziemi, są to planetoidy wewnętrzne względem Ziemi czyli IEA.

Grupa Apollo — nazwana od planetoidy 1862 Apollo, z orbitami przecinającymi ziemską, które są większe niż orbita Ziemi.

Grupa Amora — są to planetoidy mające orbity między orbitami Ziemi i Marsa, tak jak ich prototyp 1221 Amor.

PHA — Potencjalnie Niebezpieczne Planetoidy z którejkolwiek z powyższych kategorii, które zbliżają się do orbity Ziemi bardziej niż 0,05 jednostki



Fot. 2. Kopuła teleskopu 60" w śniegu. Fot. autor.

astronomicznej (7,48 mln km) i mają co najmniej 150 m wielkości.

Typowa noc obserwacyjna zaczyna się po południu od schładzania kamery do  $-100^{\circ}\text{C}$ . Robi się to, aby zwiększyć czułość kamery. Gdy to trwa, wybieramy, które części nieba będą obserwowane. W przypadku teleskopu 60-calowego obejmuje to także wybranie do obserwacji wszystkich śledzonych obiektów (więcej o tym za chwilę). Jedynie obszary nieba, których nasz program nie obejmuje, to najbliższe okolice biegunów (ze względu na montaż teleskopu) i Droga Mleczna (z powodu dużej gęstości gwiazd).

W programie mamy całe niebo podzielone na sekcje o wielkości pola widzenia różnych teleskopów. Użytkownik przegląda te sekcje i przy pomocy myszy zaznacza bloki złożone z dwunastu sekcji jako „zestawy”, które są ładowane do programu na daną noc. Program kieruje następnie teleskop po kolei na każdą sekcję z zestawu i robione jest zdjęcie. Powtarza się ten proces czterokrotnie dla każdej sekcji. Ponieważ stosujemy 30-sekundowe czasy ekspozycji, te cztery wizyty zajmują w sumie około 40–60 minut. Po skalibrowaniu danych jeden z komputerów wyszukuje w każdym zestawie poruszające się obiekty i pokazuje je obserwatorowi do zbadania. Oprogramowanie jest wystarczająco sprytne, by przeszukać naszą

ogromną bazę danych o znanych planetoidach identyfikując je w naszych sekcjach i oznaczając je, tak że obserwator nie musi tracić czasu na zajmowanie się nimi. Obserwatorowi pokazywane są więc tylko obiekty, które albo są błędami (szumy układające się w linię, słabe galaktyki na granicy wykrywalności, które układają się w linię, itd.) albo prawdziwymi planetoidami.

Następnym zadaniem jest stwierdzenie, czy są to NEO czy nieszkodliwe planetoidy głównego pasa między Marsem a Jowiszem. To także robi oprogramowanie, które przypisuje punkty (1–100) określające prawdopodobieństwo, że obiekt jest NEO. Obserwator musi potem określić, czy jest to znany NEO, kometa, „śmieć kosmiczny”, czy rzeczywiście nowy kandydat na NEO. Większość tej pracy można wykonać wykorzystując narzędzia na stronie internetowej Minor Planet Center (MPC), gdzie są zestawione niedawno odkryte planetoidy, znane komety i jasne statki kosmiczne. Jeśli po sprawdzeniu tego wszystkiego dany obiekt przechodzi wszystkie testy i jest uznany za nowego kandydata na NEO, to jest wysyłany do MPC w Harvard Center for Astrophysics. Jeśli oni zgadzają się, że to naprawdę jest nowy kandydat na NEO, to umieszczają ten obiekt na NEO Confirmation Page (NEOCP) na:

<http://cfa-www.harvard.edu/iau/NEO/ToConfirm.html>

W tym momencie obiekt trafia do publicznej wiadomości. Kiedy mówię o tym podczas jakiejś prelekcji, zawsze dostaję pytanie o trzymanie przez rząd w sekrecie zagrożenia przez wielką planetoidę. Po prostu nie jest to możliwe poza filmami z Hollywoodu. Gdy obserwator, czy to z programu czy prywatny, przesyła wyniki obserwacji nowego przypuszczalnego NEO (a jeśli tego nie zrobi, nie zostanie uznany za odkrywcę), ta informacja staje się publicznie dostępna na tej stronie internetowej i będzie na niej automatycznie utrzymywana, póki nie napłynie dostatecznie dużo obserwacji, by wyliczyć dokładną orbitę. Po wyznaczeniu orbity obiekt otrzymuje oficjalną nazwę, taką jak 2008 AB albo 2008 FJ31. Tak więc gdyby zbliżała się do nas wielka planetoida, utrzymanie tego w tajemnicy byłoby niemożliwe — nie tylko z tego powodu, ale także dlatego, że wywołałoby to wielkie podniecenie wśród amatorów i zawodowców zajmujących się planetoidami.

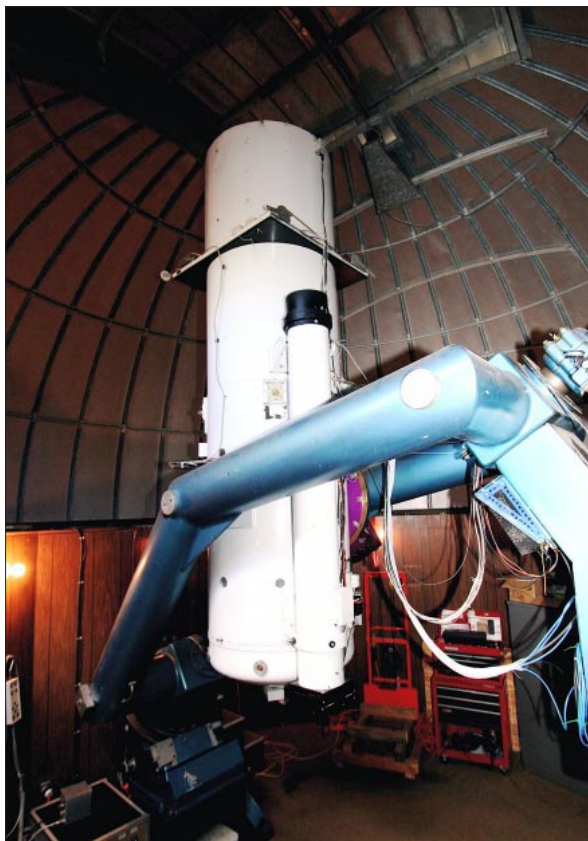
To zwraca uwagę na inny, bardzo istotny punkt. Znaczną część pracy polegającej na śledzeniu obiektu następnej nocy i później wykonują miłośnicy

astronomii przy pomocy swych prywatnych teleskopów. Ich praca jest bardzo ważna dla wydłużenia obserwowanego łuku na niebie, co prowadzi do uzyskania dokładniejszej orbity.

Jedną z zalet naszej metody poszukiwań jest to, że widzimy nasze obiekty prawie w czasie rzeczywistym (w większości przypadków nie ma więcej niż godzina opóźnienia). Tak więc po wysłaniu pierwszych obserwacji do MPC, jeśli wygląd obiektu na zdjęciach budzi pewne wątpliwości, albo jeśli nie jest pewne, czy można go zaliczyć do NEO, możemy niezwłocznie zaplanować tej samej nocy dodatkowe obserwacje, zwykle nie później niż po upływie godziny od odkrycia. Pomaga to uzyskać dokładniejsze dane o wszelkich niepewnych obiektach, wydłużyć obserwowany łuk orbity i sprawdzić kometarną naturę domniemanej komety naświetlając dłużej zdjęcie.

Przypadek domniemanej komety wymaga trochę więcej pracy. Gdy sądzisz, że masz kometę, o czym świadczy warkocz lub koma wokół poruszającego się obiektu, których nie widać przy sąsiednich obiektach o tej samej jasności, trzeba przed zgłoszeniem odkrycia wykonać potwierdzające obserwacje. Jest wiele rzeczy, które mogą

powodować fałszywe warkocz przy obiektach i potwierdzenie natury „warkocza” czy „komy” wymaga serii dłuższych ekspozycji (zwykle dwukrotnie dłuższych niż normalnie). Jeśli obiekt przejdzie ten test, to obserwacje wysyła się nie tylko do MPC ale i do Centralnego Biura Astronomicznych Telegramów (CBAT), które zajmuje się ogłoszeniami o nowych kometach. Obiekt zostaje umieszczony na tej samej stronie NEOCP jako domniemany NEO i oczekuje nie tylko na dodatkowe obserwacje pozycyjne, ale także na niezależne potwierdzenie jego natury. Po kilku dniach, gdy obserwacje od obserwatorów z całego świata potwierdzają, że wygląda on jak kometarny, obiekt otrzymuje nazwę i zostaje ogłoszony w Cyrkularzu Międzynarodowej Unii Astronomicznej (IAUC). Komety także otrzymują oznaczenie składające się z czterocyfrowego roku, po którym następuje połączenie litery i cyfry takie jak 2007 L3 albo 2008 G9. Kometarny obiekt otrzymuje jednak także nazwę od nazwiska obserwatora, który ją odkrył, tak jak widowiskowa kometarny C/2006 P1 (McNaught) czy zupełnie niezauważalna P/2008 L3 (Hill). Poprzedzające litery „C” lub



Fot. 3. Teleskop Schmidta na Mt. Bigelow, na północ od Tucson w górach Catalina. Fot. E. Beshore



Fot. 4. Kopuła teleskopu Schmidta. Fot. autor.

„P” oznaczają czy kometa jest okresowa (P), z orbitą, która zapewnia jej powrót od czasu do czasu, albo czy ma otwartą orbitę, która nie zapewnia jej powrotu do wewnętrznej części Układu Słonecznego. W niektórych przypadkach, gdy nasze oprogramowanie wykrywa obiekt, a później obserwacje innych obserwatorów pokazują, że jest to kometa, otrzymuje on nazwę obserwatorium, które go odkryło, jak w przypadku komet P/2003 YM159 (LINEAR-Catalina) albo C/2005 J2 (Catalina). [Uwaga redaktora Meteorite: LINEAR oznacza Lincoln Near Earth Asteroid Research, inny program poszukiwania NEO prowadzony przez MIT Lincoln Laboratory.]

Na koniec każdej nocy wszystkie obiekty, znane i nieznanne, są wysyłane do MPC. W przypadku nieznanymi planetoid głównego pasa zostajemy uznani za ich odkrywców, podczas gdy obserwacje znanych obiektów są dodawane do bazy danych o ich orbitach. Gdy nieznanne planetoidy są obserwowane przez okres obejmujący kilka opozycji, co daje dokładną orbitę, to uzyskują one liczbowe oznaczenie (np. 115345 albo 152131) i wtedy odkrywcy mogą nadać im nazwy. Obecnie CSS zawiera tysiące planetoid, którym można nadać nazwy. [Uwaga redaktora Meteorite: w końcu lipca 2008 r. było blisko 190000 ponumerowanych planetoid, ale nazwy miało tylko niecałe 15000.]

Oczywiście prawdziwą perłą w koronie byłoby zaobserwowanie i zgłoszenie małej (poniżej 150 m) planetoidy i przewidzenie jej miejsca uderzenia w Ziemię, tak aby wszyscy mogli widzieć, jak to się zdarzy i ewentualnie przedsięwziąć środki ostrożności, a potem mogli zaplanować poszukiwania jej fragmentów.

### Przypadek 2008TC3

Taka okazja nadarzyła się w październiku roku 2008.

Jak stwierdził mój kolega z zespołu, Rich Kowalski (także moderator Listy Dyskusyjnej Małych Planet, MPML), „Samo odkrycie nastąpiło dość rutynowo, tak jak w większości przypadków.” W nocy z 5 na 6 października 2008 r., około 6:30 UT podczas normalnych poszukiwań teleskopem 60” w Steward Observatory na Mt. Lemmon, Rich znalazł nową planetoidę na granicy Ryb i Pegaza,



Fot. 6. Dziesięciogodzinne ślady gwiazd nad teleskopami Schmidta (z prawej) i Kuipera 61” (z lewej) na Mt. Bigelow. Fot. autor.

tuż na południe od Wielkiego Czworoboku Pegaza, przemieszczając się 2,5 stopnia na dobę niemal dokładnie na zachód. Taka rzecz zdarza się kilka razy w ciągu nocy zależnie od tego, w której części nieba pracujemy. W większości są to znane planetoidy, ale tym razem był to oczywisty nowy NEO. Nie został umieszczony od razu na NEOCP, gdzie zawsze trafia informacja od obserwatora. Dr Tim Spahr, dyrektor MPC (i współzałożyciel CSS, gdy był na University of Arizona), poinformował Richa, że „program zakomunikował brak jednoznacznego rozwiązania”. Po uzyskaniu dodatkowych obserwacji następnej nocy problem zostanie rozwiązany. Na tym zakończyła się noc dla Kowalskiego.

Kilka godzin po odkryciu, gdy Rich spał, Don Yeomans z JPL opublikował następujący komunikat: „Wstępna orbita obliczona przez Minor Planet Center sugeruje, że obiekt ten wejdzie w atmosferę w ciągu doby od odkrycia. JPL potwierdza, że wejście w atmosferę nastąpi najprawdopodobniej wczesnym rankiem nad północnym Suda-

nem, o 2:46 UT we wtorek rano. Bolid, który może być bardzo jasny, będzie leciał z zachodu na wschód (z azymutu = 281 stopni) i wejdzie w atmosferę z prędkością 12,8 km/s pod bardzo małym kątem (19 stopni) względem miejscowego horyzontu. Jest bardzo mało prawdopodobne, że jakiś większy fragment przetrwa przejście przez ziemską atmosferę. Obiekty tej wielkości przypuszczalnie wchodzi w ziemską atmosferę średnio co kilka miesięcy, ale po raz pierw-



Fot. 5. Teleskop Siding Spring Survey („Uppsala Schmidt”) w Australii. Fot. R. McNaught.

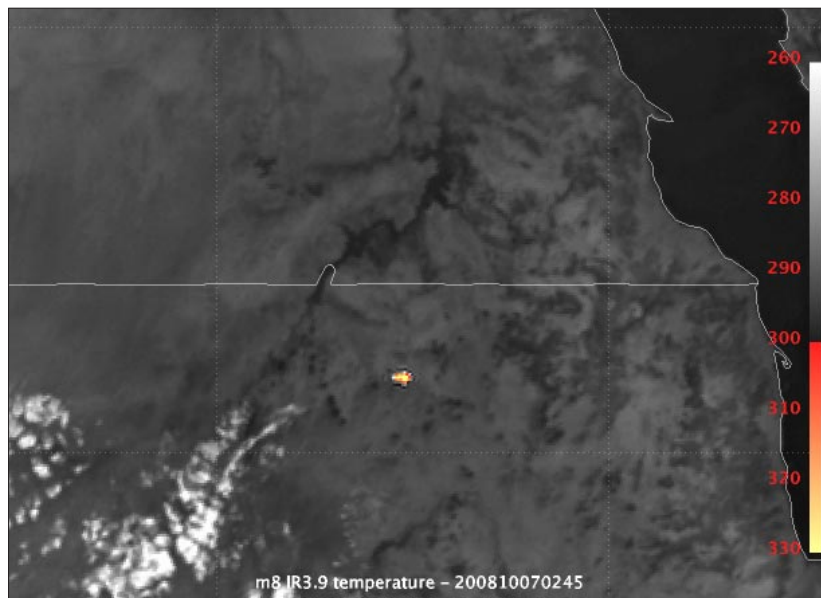
szy takie zdarzenie zostało zapowiedziane przez jego nastąpieniem.”

Oczywiście Rich nie miał pojęcia, co się działo i gdy się obudził, czekały na niego gratulacje dla bohatera dnia i wiadomość, że odkrył obiekt, który za sześć godzin wpadnie w atmosferę nad Sudanem. Odebrał wiele emaili i telefonów włącznie z telefonicznym wywiadem dla lokalnej stacji telewizyjnej, ale bardzo szybko musiał wyjść i wrócić do poszukiwania dalszych obiektów.

Dokładnie w przewidzianym czasie satelita U.S. Air Force wykrył wejście i pojawił się następujący komunikat: „Czujniki na pokładzie satelity USA wykryły pojawienie się bolidu nad Afryką 7 października 2008 r. o 02:45:40 UT. Wstępna obserwacja lokuje obiekt na wysokości 65,4 km, na 20,9 stopniu szerokości północnej i 31,4 stopniu długości wschodniej. Obiekt eksplodował na wysokości około 37 km na 20,8 stopniu szerokości północnej i 32,2 stopniu długości wschodniej. Całkowita wypromieniana energia była około  $4,0 \times 10^{11}$  dżuli. Jest ona równoważna energii około 0,1 KT (przy założeniu ciała doskonale czarnego o temperaturze 6000 Kelwinów)”.

Przeszukano obrazy z satelitów meteorologicznych i na zdjęciu z EUMetSat zauważono rozbłysk w odpowiednim czasie i miejscu. Było także doniesienie, że pilot samolotu linii KLM pilot lecącego w tamtej okolicy widział błysk na niebie, a w internecie pojawiło się zdjęcie ukazujące ślad bolidu na niebie.

Był to pierwszy przypadek, że obiekt został wykryty, śledzony; przewidziano nie tylko, że uderzy w Ziemię, ale dokładnie w którym miejscu i kiedy, po czym wszystko zdarzyło się dokładnie tak, jak przewidywano. Jest to potwierdzenie sensu pracy wykonywanej przez nasz program poszukiwawczy i prawdopodobnie nie jest to ostatnie takie wydarzenie. Tym razem była to skała wielkości samochodu i nie spowodowała szkód, po części z powodu miejsca lądowania i ablacji. Jednak w przypadku skały tylko kilka razy większej, która trafi w duże miasto, sytuacja się zmienia. Pokazuje to wyraźnie, dlaczego potrzebujemy odnaleźć takie obiekty i określić ich orbity na wiele lat wcześniej, zanim stworzą one bezpośrednie zagrożenie.



Fot. 7. Zdjęcie z satelity EUMetSat części Sudanu, które podobno ukazuje „rozbłysk” wywołany zderzeniem 2008 TC3. Dotąd nie odnaleziono żadnego okazu. [Do ukończenia artykułu; później znaleziono około 5 kg – przyp. red.]



Fot. 8. Ślady na niebie pozostałe po wejściu 2008 TC3 w ziemską atmosferę. Z Astronomy Picture of the Day NASA.

**E-mail:** rhill@lpl.arizona.edu

W roku 1975 zapisałem się do ALPO (Stowarzyszenie Obserwatorów Księżyca i Planet) i do AAVSO (Amerykańskie Stowarzyszenie Obserwatorów Gwiazd Zmiennych) i od tego czasu działam aktywnie, do pewnego stopnia, w obu tych organizacjach. Tego samego roku, z żoną i jeszcze jedną osobą, założyliśmy The Sunset Astronomical Society w Midland, Michigan. Dziś jest to wciąż silna organizacja.

W 1979 r. zatrudniłem się w Warner and Swasey Observatory (Case Western Reserve University) do obsługi ich teleskopu Burrell Schmidta, który został przeniesiony z Cleveland, Ohio, do Kitt Peak w Arizonie. Pracowałem tam przez 12 lat aż do zakończenia grantu. Dwa lata po przepro-

wadźce do Tucson, moja żona (Dolores Hill) dostała posadę w Lunar and Planetary Laboratory (University of Arizona) jako meteorolog. W tym czasie Walter Haas poprosił mnie o założenie Sekcji Słonecznej, co zrobiłem (zob. historię ALPOSS na stronie głównej Sekcji Słonecznej).

W 1992 r. gdy grant Warner and Swasey National Science Foundation nie został przedłużony, zacząłem pracę w Lunar and Planetary Laboratory, w grupach atmosfer planet i zakryć planet. Ta praca straciła fundusze w grudniu 1999 r. i wtedy Steve Larson przyjął mnie do pracy w Catalina Sky Survey, projektu poszukiwań planetoid bliskich Ziemi, gdzie pracuję do dziś.

*rh*

# Carancas — gdy płaczą anioły: Walka o skarb zagrzebany w peruwiańskim kraterze meteorytowym

Kevin Kichinka

(Artykuł z kwartalnika METEORITE Vol. 15 No. 1. Copyright © 2009 ARKANSAS CENTER FOR SPACE & PLANETARY SCIENCES)

**W** Meteorite Central Bulletin Board pojawiła się 16 września 2008 r. następująca wiadomość: „Chciałbym tylko przypomnieć wszystkim bardzo ważną pierwszą rocznicę, która minęła wczoraj i tu i w Peru, a nikt nie wspomniał o tym ważnym spadku meteorytu.”

Rzeczywiście o tym wydarzeniu trudno będzie zapomnieć.

Dealerzy oferują Carancas H4-5 średnio po 101 dolarów za gram, po dolarze za każde fałszywe twierdzenie, niezrealizowane dobre chęci, pomówienie, żądanie łapówki, oskarżenie, obelgę dotyczącą pochodzenia i negatywny artykuł w mediach, jakie wywołał ten meteoryt.

Gdy ktoś jedzie do regionów w krajach słabo rozwiniętych, które nie zo-

stały uszczęśliwione zasobami, etyką pracy czy możliwościami edukacyjnymi, jak kraje, w których wielu z nas przypadkiem się urodziło, to osoba nawet z odrobiną wrażliwości powinna poruszać się delikatnie. Wrażliwe dusze mogą rozpychać się łokciami na tej zatłoczonej planecie nie raniąc nikogo.

Jako ktoś, kto zebrał i opublikował „historię meteorytów”, sądzę, że spadek w Carancas jest jednym z najbardziej godnych pożałowania zdarzeń w annałach kolekcjonowania meteorytów. Opowieść, którą przedstawię, opiera się na rozmowach z kolekcjonerami, dealerami i badaczami, ale przeważnie czerpałem z wiadomości umieszczanych na liście dyskusyjnej w Meteorite Central.com. Nie zamierzam dodawać nazwisk uczestników tych dyskusji,

ale można je znaleźć w archiwach z września, października i listopada 2007 roku. Piszę tę relację w pierwszą rocznicę spadku Carancas mając nadzieję, że do podobnego niepowodzenia już nigdy więcej nie dojdzie.

Meteoryt ten spadł 15 września 2007 r. w Peru, blisko granicy z Boliwią, w wysoko położonym, spalonym słońcem regionie. Ten obszar Peru jest zamieszkały przez rdzenną ludność, utrzymującą się z uprawy roli i wypasania bydła, ze słabym formalnym wykształceniem i rocznym dochodem na głowę około 250 dolarów. Meteoryt spadł blisko rzeki pozostawiając krater, który wypełnił się wodą. Jedna osoba twierdziła, że została powalona przez falę uderzeniową; inne osoby zachorowały od „wyziewów”. Gazety w Limie podawały twierdzenia rosyjskiego rządu, że był to radioaktywny, amerykański satelita szpiegowski. Miejscowi mieszkańcy wyżyli się obaw i większość traktowała krater tylko jako ciekawostkę. Jak na ironię krater był najbardziej ceniony, jako wygodne miejsce do sikania.

Inni wiedzieli lepiej. Zaczął się napływ zagranicznych poszukiwaczy-dealerów meteorytowych, świadomych pieniężnej wartości tego miejsca. Niektórzy po cichu załatwili swoje sprawy i wyjechali. Inni mieli wyższe aspiracje, zyskując zainteresowanie mieszkańców przez zachęcanie nieufnej i zdumionej ludności do szukania i wymieniania kamieni na dolary i do osuszenia krateru i wykopania poszukiwanej głównej masy. Rozpowszechniło się przeświadczenie, że na dnie krateru może być coś ważnego i cennego. W trakcie tego niektórzy obcokrajowcy złamali „regulę numer 1” każdego przewodnika: odwiedzając biedne miejsca, gdzie nie panuje prawo, nie pokazuj dużej ilości gotówki.

Dolewając oliwy do ognia pewien obcokrajowiec zadeklarował chęć



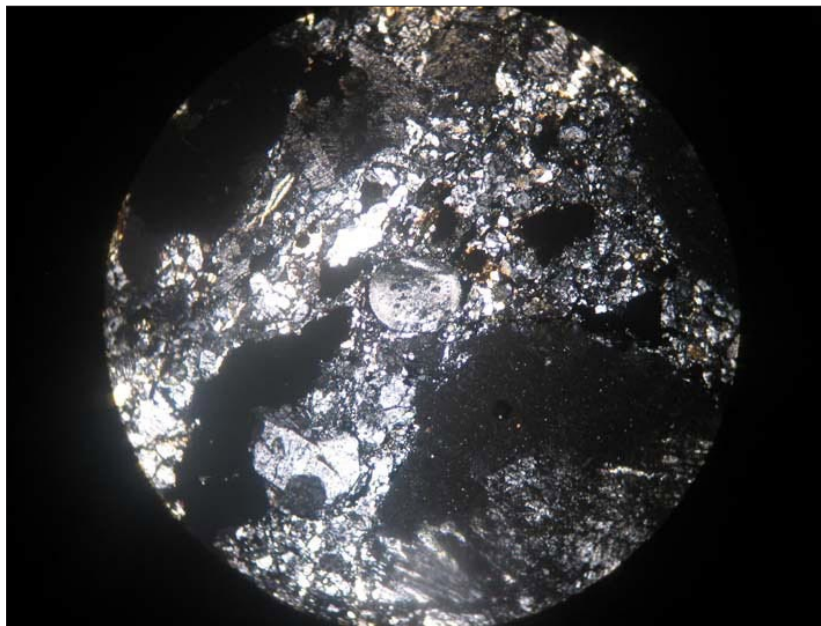
*Fot. 1. Meteorite Man przybywa w przebraniu. Upodobniając się do miejscowych, meteorytowy dealer z USA, Robert Haag, należał do tych poszukiwaczy, którzy zbierali okazy meteorytu Carancas etycznie i bez incydentów w Peru. Fot. Aguila-Condor.*

zakupienia tego miejsca, chociaż większość ziemi w tej okolicy jest nieformalną własnością wszystkich ludzi od setek lat. W odwiecznej tradycji na pół wędrownych ludów, poszczególne osoby proszą przywódców grup o pozwolenie na uprawianie i wypasanie danego miejsca.

Miejscowe władze szybko zorientowały się, że jest wywożone coś cennego i zaczęły działać w kierunku objęcia krateru dozorem i kontrolowania pozyskiwania okazów. Miały one nadzieję, że krater stanie się magnesem przyciągającym turystów. Obawiając się, że rząd skonfiskuje zdobycz, miejscowi uniemożliwili dostęp badaczom z Limy.

W końcu zagranicznym dealerom, nazwanym podejrzliwie przez media meteorytowymi „handlarzami”, odmówiono zgody na wykopywanie i zbieranie dalszych okazów. Niektórzy twierdzili, że zapłacili policji łapówki tylko po to, by szybko opuścić kraj przez inne przejście graniczne, by uniknąć rzekomego aresztowania. Policjanci, którzy podobno sprzedawali meteoryty obcokrajowcom, byli przesłuchiwani i złożyli pozwy przeciw obcokrajowcom, którzy ich o to oskarżyli. Nie pojawiły się żadne pieniądze na wykopaliska w kraterze i jego ochronę ani od biednych lokalnych władz, ani od rządu, ani od wyrażających oburzenie zagranicznych dealerów, którzy teraz wypadli z gry.

Na ile szczerą była deklaracja obcokrajowców, że ich celem jest pomoc



Fot. 2. Płytką cienką Carancas przygotowaną w Universidad Mayor de San Andres w La Paz, w Boliwii.

Peru w wydobywaniu wielkiego meteorytu i zachowaniu jego krateru? Gdy zostali zganieni, zamiast zmienić front i próbować osiągnąć cel kanałami dyplomatycznymi, niektórzy obcokrajowcy wykorzystali narodowe media do wyrażania sobie nawzajem. Pewien dealer opublikował na forum meteorytowym karykaturę przyrównując znaczących, chociaż niedofinansowanych peruwiańskich naukowców do tłukących kamienie pawianów. W końcu została włączona Ambasada Amerykańska. Tylko anioły płakały.

Po każdej stronie dominował brak dobrych obyczajów. Pewni obcokrajowcy zostali *personae non grata*

i byliby rozsądni unikając spędzania urlopu w Peru. Media, naukowcy, agencje rządowe i miejscowi ludzie z niepodległego kraju byli złośliwie wyszydzani przez tych nieproszonych, poszukujących zysku meteorytowych ekspertów, którzy spadli na scenę z delikatnością i celem roju szarańczy na pole.

W wyniku spadku Carancas wzrosło prawdopodobieństwo, że Peru i inne kraje zaostrożą przepisy albo zabronią w przyszłości poszukiwań meteorytów. Ale, drogi czytelniku, to jeszcze nie koniec tego szaleństwa.

Gdy te pierwsze fragmenty jeszcze nie sklasyfikowanego Carancas pojawiły się w ofertach, twierdzono, że ten meteoryt jest „być może z Merkurego” i być może „CH” albo „nowy typ meteorytu”. Cena była \$100/gram, niewiele mniej niż za naprawdę historyczny, francuski eukryt Juvinas, który spadł w 1821 r. Szybko zostały sprzedane. Spekulacja pod płaszczykiem entuzjazmu.

Pewien międzynarodowy dealer minerałów z Cochabamba w Boliwii oferował trochę ładnych okazów po znacznie niższych cenach. Ten sam dealer, który umieścił oczerniającą karykaturę (i który przypadkowo oferował Carancas po \$100) ostrzegał potencjalnych nabywców przed zakupami twierdząc, że boliwijska poczta prawdopodobnie zatrzyma przesyłkę. Boliwijski dealer musiał bronić swych interesów, po czym z powodzeniem sprzedał i dostarczył materiał.



Fot. 3. Przyjaciele nazywają ją „Valentina”; w gazetach nazywano ją „Justina Limache” Domagała się odszkodowania za jej lamę i owcę rzekomo zabite przez Carancas. Fot. Aguila-Condor.

Jako kolekcjoner meteorytów jestem zawstydzony całącią zdarzeń wywołanych przez moich kolegów i czuję się winny jako członek tej społeczności. Energicznie protestowałem zyskując obelgi od głównego sprawcy tego chaosu. Wydaje się, że oburzenie wszystkich innych znikło, gdy małe meteoryty Carancas pojawiły się na eBayu startując od pensa.

Pewien Amerykanin mający kontakty w Boliwii i meteoryty do sprzedania, poprosił mnie o potwierdzenie informacji o „zabitych zwierzętach” na skutek spadku, jak twierdziła pewna kobieta, którą odwiedzili boliwijscy misjonarze. Zapoznałem się z niespójnym, ustnym świadectwem. Nie było żadnego namacalnego dowodu, ani żadnego innego świadka. Kilka osób oferujących okazy opowiedziało tę historię i „uciekło z nią”. W dziedzinie, gdzie zaufanie jest najważniejsze, takie działania deprecjonują hobby atakując jego wiarygodność.

Zadzwoiłem do mojego przyjaciela Gonzalo Pereiry, szanowanego astronoma z Universidad Mayor de San Andres w La Paz, w Boliwii. Opiekuje się on pokaźnym zbiorem meteorytów podarowanym szczerze temu krajowi przez Blaine Reeda. Gonzalo odwiedzał już kilkakrotnie miejsce koło jeziora Titicaca badając spadek i zbierając okazy. Sytuacja zmieniła się z przybyciem zagranicznych dealerów meteorytów.

Gonzalo pisał, „Wczoraj byłem znów przy kraterze i zrobiło się to zwariowane miejsce, setki wieśniaków szukających meteorytów i czterech poszukiwaczy meteorytów z innych krajów (dwóch z USA, jeden z Niemiec i jeden z Urugwaju). Zaczęli oni kupować meteoryty od miejscowych ludzi i ceny poszły znacznie w górę. W zeszły piątek mój przyjaciel kupił około 0,5 kg za 100 Bolivianos (12\$ US). Teraz ci gringo kupują to samo za 150\$ US.”

Podczas późniejszego zamieszania Gonzalo nigdy nie utracił dostępu do krateru. Widocznie rozumiał on historyczne znaczenie tematu, gdy jeżdżąc jeszcze kilka razy do krateru próbo-



Fot. 4. Carancas H4-5. Fot. Gonzalo Pereira.

wał rozmawiać z kobietą twierdzącą, że jej lama i owca zostały zabite przez spadający meteoryt lub wyrzucone odłamki. Gonzalo nie zdołał odnaleźć kobiety, ale przeprowadził wywiad z członkami jej rodziny, sąsiadami i misjonarzami.

Nikt spośród jej rodziny i sąsiadów nie potwierdził, że jakiegokolwiek zwierzę zginęło od meteorytu, ani że ta kobieta kiedykolwiek im o tym wspominała. Ta kobieta *powiedziała tylko misjonarzom* twierdząc, że zwierzęta zostały zakopane koło jej domu, co było dziwne i nieprawdopodobne, bo lamy i owce są cenione ze względu na wełnę i jako żywność.

Gonzalo rozmawiał z misjonarzami, którzy powiedzieli, że ludzie szukający finansowego wsparcia często twierdzą, że zwierzęta w ich gospodarstwie zdechły wskutek choroby albo zostały skradzione. Dlaczego więc nie mogły zostać zabite przez meteoryt? Po hiszpańsku tych ludzi nazywa się *opportunistas*. Nie słyszałem, by ci misjonarze wynagrodzili jej stratę.

Tak jak w przypadku „psiej historii” z Nakhla, którą krytykowałem na tych stronach kilka lat temu, był tylko jeden świadek. W obu przypadkach twierdzenia były nieprawdopodobne. Ani osoba nie przedstawiła

zwierzęcia trafionego przez meteoryt, ani rzekomego meteorytu zabójcy.

„Nadzwyczajne twierdzenia wymagają nadzwyczajnych dowodów”. Wobec braku dowodów to twierdzenie należy z naukowego punktu widzenia odrzucić. Gdyby to było oskarżenie o przestępstwo, nikt nie byłby przekonany. Carancas jest pierwszym obserwowanym spadkiem w Peru i przebija Sevaruyo H5 (Bolivia) jako meteoryt znaleziony na „największej wysokości”. Wywołał ogromne wrażenie w świecie pomijając nawet krater. Wystarczy!

Módlmy się, aby w przyszłości osoby zaangażowane w dostarczanie meteorytów na rynek robiły to zgodnie z zasadami nauki i by poszukiwacze zachowywali się w terenie bardziej delikatnie. Gdy niebiosy zsyłają dar, głupotą jest doprowadzanie aniołów do rozpacz.

E-mail: [marsrox@gmail.com](mailto:marsrox@gmail.com)

*Kevin Kichinka propaguje kulturalną wrażliwość podczas zbierania meteorytów w terenie — z szacunkiem dla lokalnej kultury, tradycji, stosowaniem się do przepisów prawa i z poszanowaniem prawa własności, by zapewnić dostęp do meteorytów w przyszłości.*

*MW*



# Relacja ze spadku meteorytu koło Tamdakht w Maroku, 20 grudnia 2008 r.

Svend Buhl, Lea i Philippe Thomas

(Artykuł z kwartalnika METEORITE Vol. 15 No. 2. Copyright © 2009 ARKANSAS CENTER FOR SPACE & PLANETARY SCIENCES)

**W** sobotę, 20 grudnia, o 22:37 czasu miejscowego, mieszkańcy południowo-zachodniej i centralnej części Maroka byli świadkami bardzo jasnego, długo trwającego bolidu. Setki, jeśli nie tysiące ludzi widziały w całym kraju, jak bolid leciał niemal poziomo od zachodniego wybrzeża do gór Wysokiego Atlasu. Dopiero osiem dni później, 28 grudnia 2008 r., znaleziono pierwsze meteoryty.

Relacje dotyczące trajektorii bolidu są rozbieżne. Według A. Alhyane bolid „leciał z południowego zachodu na północny wschód” w kierunku Tamdakht, na północ od Ouarzazate. Kilku świadków na północ od trajektorii, w okolicy Aït Ourir, twierdziło że bolid widzieli na południu między wio-

skami Aït Ourir i Tahnaout. Tam zniknął on za górami.

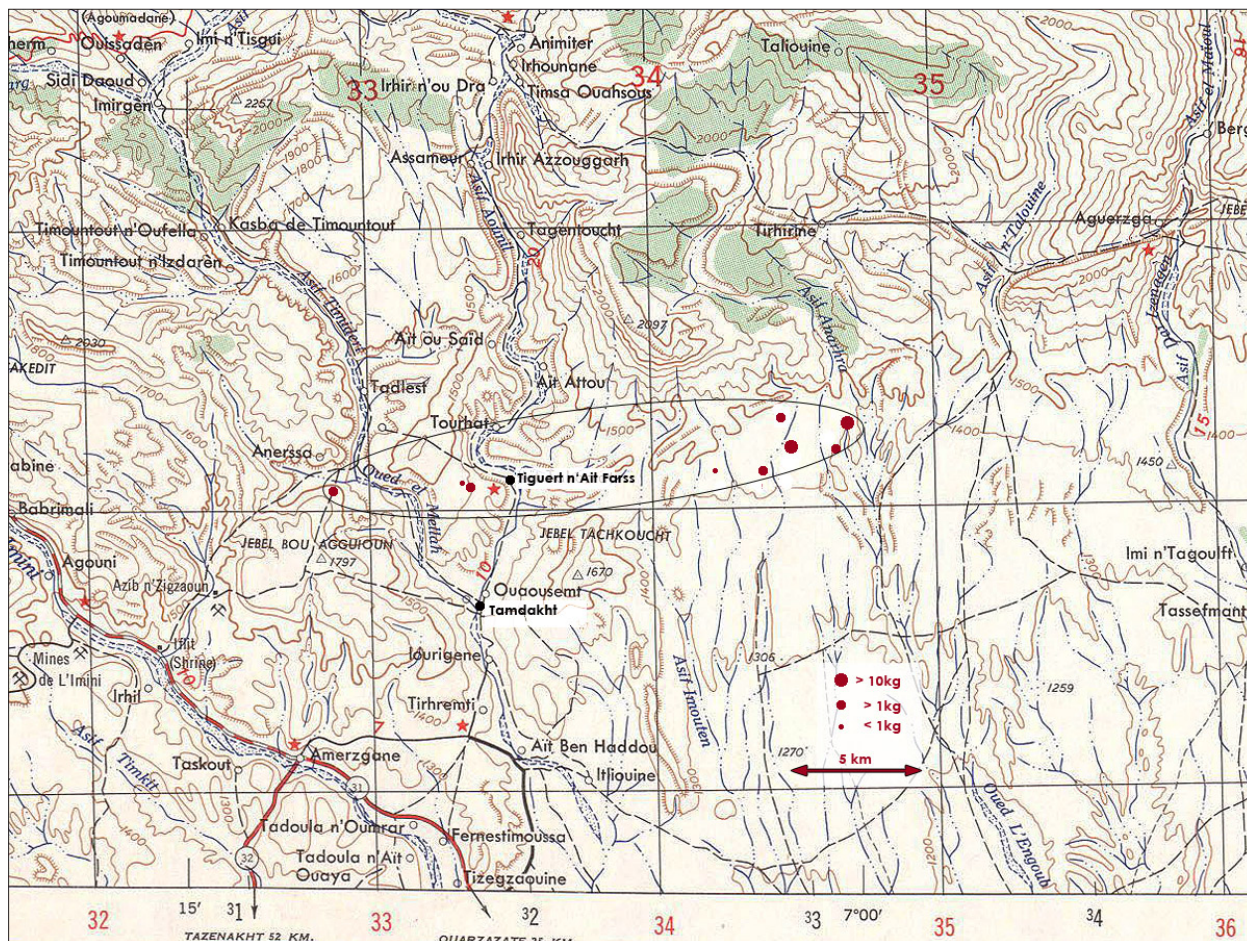
Jeśli ta obserwacja jest poprawna, to oznacza, że bolid musiał już wówczas lecieć na bardzo małej wysokości. Między szczytami Jebel Bou Ouriol (3578 m) i Jebel Tistoutit (3224 m) jest luka, przez którą obserwator z okolicy Ait Ourir mógł widzieć bolid.

Jeśli bolid zniknął za Jebel Tistoutit, to każdemu obserwatorowi w tych dwóch wsiach musiałoby się wydawać, że bolid zderzył się z górą. Obraz nakreślony przez świadków w artykule z 28 grudnia w marokańskiej gazecie *Al Masah* (*Wieczór*) potwierdza tę interpretację. Po zniknięciu za Jebel Tistoutit bolid leciał jeszcze jakieś dziesięć kilometrów zanim mete-

oryty spadły 10–15 km na północny wschód od Tamdakht.

Informację o obserwacjach bolidu i zjawiskach sejsmicznych przekazał na meteorytową listę dyskusyjną Meteorite Central A. Alhyane tydzień po zjawisku, 27 grudnia 2008 r. Następnego dnia *Al Masah* opublikował artykuł zawierający relacje świadków i rozważania na temat natury zjawiska.

Kilku marokańskich poszukiwaczy rozpoczęło szukanie meteorytów, gdy tylko rozeszły się pierwsze informacje o bolidzie. Teren u podnóża gór Wysokiego Atlasu jest, delikatnie mówiąc, trudny. W przeciwieństwie do obszarów Sahary typu hammada czy reg, nie można tu szukać meteorytów z samochodu z powodu stromych wąwozów, zboczy usianych glazami



Fot. 1. Mapa obszaru rozrzutu Tamdakht.

i licznych kanionów, i wyschniętych koryt rzecznych o stromych brzegach.

Pomimo tych warunków doświadczeni poszukiwacze, przy pomocy miejscowej ludności, już po ośmiu dniach znaleźli pierwsze meteoryty. Pierwszy okaz meteorytu Tamdakht znalazł 28 grudnia Y. Oulmaleh z Erfoudu. Poinformował on swego partnera, P. Thomasa, który przekazał próbkę do zbadań i sklasyfikowania.

3 stycznia 2009 r., A. Habibi poinformował na meteorytovej liście dyskusyjnej o znalezieniu pierwszych chondrytów. Okazy, które znaleziono w ostatnich dniach grudnia 2008, wysłano do instytutów naukowych i zaoferowano kolekcjonerom zaledwie kilka dni później pod nazwami „Taliouine,” „Tick,” „Tamdakhte,” i „Tamdaght.”

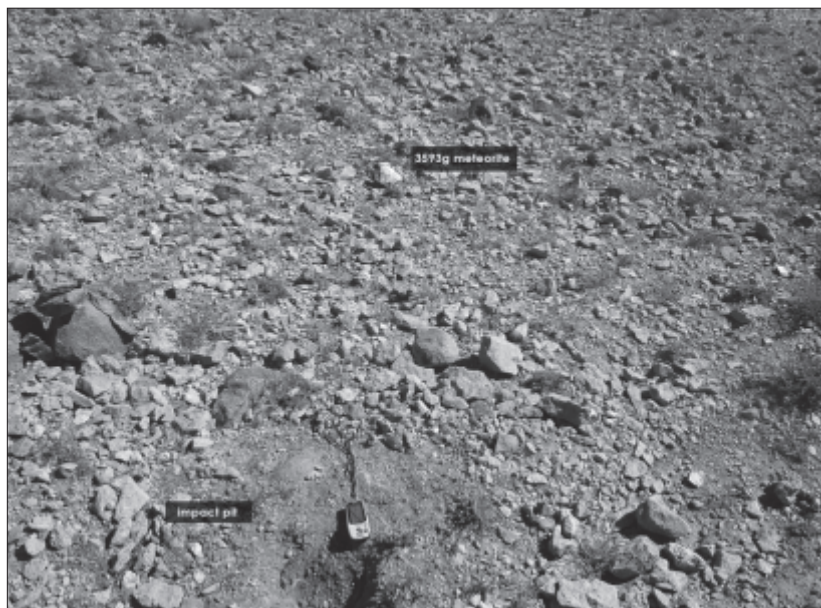
Pogoda na obszarze spadku zmieniła się w drugim tygodniu stycznia z suchej i zimnej na deszczową i burzową. Warunki do szukania i przetrwania meteorytów leżących jeszcze gdzieś w terenie pogorszyły się więc znacznie. Podczas gdy na pierwszych znaleziskach nie widać śladów utlenienia, to na okazach znalezionych w końcu stycznia widać już zaczątki rdzawych obwódek wokół ziaren metalu widocznych na powierzchniach przełamu.

Gdy liczba odnalezionych okazów zwiększyła się od dwóch do dziesięciu, stało się jasne, że meteoroid rozpadł się na kawałki i wytworzył obszar rozrzutu. Wiele znalezionych okazów ma kanciaste kształty wskazujące, że pochodzą one z większego ciała macierzystego, które rozpadło się w locie. Odgłosy eksplozji, o których mówili świadkowie, potwierdzają koncepcję jednej lub kilku fragmentacji.

Ponieważ większość okazów, które mogliśmy dotąd zbadać, ma grubą (0,7—1,1 mm) skorupę, to proces ablacji musiał być kontynuowany dość długo po nastąpieniu fragmentacji. Żaden ze świadków nie wspomina jednak o kilku bolidach.

## Obszar rozrzutu

Według stanu wiedzy z początku marca 2009 r. obszar rozrzutu rozciąga się od Anakhsa (Anerssa), ~10 km na północny zachód od Tamdakht, do Qued Achir, około 1,5 km na północny wschód od Tamdakht. Udokumentowane miejsca znalezienia są pokazane na mapie (fot. 1). Te meteoryty



Fot. 2. Dolek po uderzeniu meteorytu i ważący 3,5 kg meteoryt w miejscu znalezienia koło Tiguert n'Ait Farss. Fot. M. Aid.

znaleziono po obu stronach Jebel Tachkoucht. Proszę zauważyć, że dane przedstawione na mapie mogą obecnie pokrywać tylko część rzeczywistego obszaru rozrzutu i że kilka miejsc znalezienia trzeba uważać za niepewne do czasu dokładniejszego zbadania.

Większe meteoryty (>10 kg) znaleziono na południowych zboczach góry Jebel Anrhommer, której szczyt sięga wysokości 3607 m. Ten teren jest kształtowany przez wyschnięte koryta rzek o orientacji północ—południe, które wcinają się w podłoże z wapienia i gliny. Typowym rodzajem gruntu w wadi Asif Imouten i Asif Anahrha są aluwialne żwiry złożone z wapienia, czerwonego piaskowca, dolomitów, i gliny. Wyżej położone tarasy z niewielkim lub zerowym gradientem hydraulicznym często są pokryte warstwą ciemnoczerwonej gleby laterytovej.

Wiele okazów, które dotąd znaleziono, włącznie z tymi o wadze poniżej 1 kg, często jest rozkruszonych na wiele fragmentów wskutek siły zderzenia. Pociągająca trajektoria, płytkie wgłębienia uderzeniowe w sybkim żwirze i zupełne rozbicie brył, które uderzyły raczej w glinę niż w skałę, może być dowodem, że meteoryty zachowały przynajmniej ułamek swej prędkości kosmicznej w momencie uderzenia w grunt na wysokości między 1500 a 1600 m, bo na takiej wysokości znaleziono okazy.

Obecnie (luty/marzec 2009) można uznać za potwierdzone znalezienie w sumie ~13 okazów o łącznej wadze ~77 kg. Ponieważ większość meteorytów znaleziono w postaci wielu frag-

mentów, trudno ustalić dokładną liczbę odnalezionych okazów. Mówi się o odnalezieniu kilku innych okazów o nieznannej wadze, ale źródło, czy istnienie tych dodatkowych meteorytów nie zostało potwierdzone. Jeden okaz, ważący 87 kg, wydaje się jednak dość pewny, ponieważ oferowano go już kilku osobom.

Największy meteoryt potwierdzony dotąd waży ~40 kg i został znaleziony w Wadi Achir (31° 09'49,3"N, 7°00'51,4"W). Druga co do wielkości bryła, ~15 kg, rozleciała się na kilkadziesiąt kawałków od uderzenia w zbocze wychodni wapienia w kanionie (31° 08'11,4"N, 7°04'10,1"W). Kawałki te były rozrzucone półkolem wokół miejsca uderzenia aż do odległości 10 m (zob. opis tego miejsca w relacji Lei i Philippe'a Thomasów).

Kilka innych brył także rozleciało się przy zderzeniu. Wśród nich był okaz ~400 g, z którego znaleziono siedem fragmentów. Po złożeniu ten meteoryt przypominał kształt delty lub krótkiego bumerangu z cienkimi brzegami, ale bez widocznych oznak orientowania. Do innych znalezionych, mniej lub bardziej nietkniętych okazów należą meteoryty ważące 3800 g, 2007 g cały okaz, 1514 g, i 1407 g cały okaz, wszystkie ze śladami uderzenia i z brakującymi mniej niż pięć procent ich całkowitej masy.

## Odnalezienie drugiego okazu Tiguert n'Ait Farss

Ponieważ w terenie prawdopodobnie były jeszcze meteoryty, deszcz Tam-

dakht zapowiadał bezcenną możliwość udokumentowania świeżo spadłych meteorytów w miejscu spadku. Namawialiśmy więc naszego korespondenta, aby poinformował mieszkańców, żeby nie ruszali nowych znalezisk zanim miejsce znalezienia nie zostanie udokumentowane.

W ostatnim tygodniu stycznia nomad z zespołu M. Aida zawiadomił o znalezieniu nowego okazu. Miejsce znajdowało się około 3 km od miejsca, gdzie znaleziono wcześniej, 17 stycznia, okaz 2 kg koło wsi Ait n'Farss (Tiguert Ait n'Farss 01). Zgodnie z prośbą znalazca pozostawił nienaruszone miejsce znalezienia, co umożliwiło sporządzenie dokładnej dokumentacji fotograficznej. Zrobił to M. Aid 3 lutego, cztery dni po znalezieniu i półtora miesiąca po spadku meteorytu (zob. str. 4, u dołu z prawej).

Meteoryt Tiguert n'Ait Farss 02 został znaleziony w miejscu o współrzędnych  $31^{\circ} 08' 11''\text{N}$  i  $07^{\circ} 08' 54''\text{W}$ , około 10 km na północ od Tamdakht. Spadł on na położoną na wysokości 1595 m lekko nachyloną, żwirową równinę ponad wioską Ait Farss w kanionie Tiguert. W miejscu spadku skała podłoża ma cienką pokrywę gruntu o grubości 5–30 cm z luźnym żwirem na powierzchni.

Meteoryt zrobił przy uderzeniu dołek o głębokości 15 cm, odbił się i spadł 2,40 m na wschód od dołka (fot. 2). Wążąca 3,5 kg bryła leżała na powierzchni, która była tylną stroną



Fot. 4. Widok w kierunku małych okazów z miejscowością Tiguert w tle.

w momencie uderzenia (zob. okładka, środkowe zdjęcie z prawej). Mały fragment, który odłupał się z boku przy uderzeniu, został odrzucony 1 m na południe. We wgłębieniu wytworzonym przez uderzenie znaleziono liczne małe okruchy od 1 g do wielkości ziaren pyłu.

Przy dokładnych oględzinach tego lekko wklęsłego meteorytu o kształcie młota widać było aksamitną, matowo czarną skorupę obtopieniową bez śladu utlenienia. Kilka odłupanych kawałków i brakujący fragment z jednego boku ukazywały świeżą, żywą, niebieskoszarą skałę z widocznymi już rdzawymi obwódkami wokół skupień Ni-Fe. Inne małe odłamki są znacznie ciemniejsze i wydaje się, że oderwały się od meteoroidu podczas spadania, gdy był

on jeszcze rozgrzany. Widoczna jest na nich nieregularna, ciemna jak sadza powłoka wtórnej skorupy.

Miejsce znalezienia okazu Tiguert n'Ait Farss 02 jest ~3 km na północny zachód od najbliższej bryły wcześniej znalezionej. Jego znalezienie wydłużyło znany do tego momentu (12 lutego) obszar rozrzutu do długości ~16 kilometrów. Wciąż nie ma wystarczających danych, by nakreślić dokładną oś elipsy rozrzutu, ale można bezpiecznie stwierdzić, że ogólnie elipsa jest zorientowana z zachodu na wschód. Zgadza się to z relacjami świadków dotyczącymi trajektorii bolidu. Niewielkie odchylenie orientacji elipsy rozrzutu mogło zostać spowodowane unoszeniem przez wiatr.



Fot. 3. Uderzająca powierzchnia wążącego 1407 g okazu z Anakhsa. Fot. M. Aid.

### Meteoryt wążący 1,5 kg znaleziono koło Anakhsa

15 lutego nomad z okolic n'Ait Farss powiadomił o znalezieniu meteorytu wążącego około 1,5 kg. Okaz znaleziono szukając meteorytów z deszczu Tamdakht na górskim tarasie naprzeciw wsi Anakhsa (Anerssa). Po dwóch dniach, 17 lutego, to nowe miejsce znalezienia udokumentował M. Aid.

Usytuowane na wysokości 1545 m miejsce znalezienia góruje nad kanionem Anakhsa i samą wioską. Meteoryt spadł na skraj wychodni wapienia porzeczanego warstwami margli. Zwiętrzała powierzchniowa warstwa skały, która w miejscu uderzenia ma do 7 cm grubości, była na powierzchni  $20 \times 30$  cm rozkruszona na wiele kawałków. Nie można było wyznaczyć kąta uderzenia, ale większość odłamków wapienia i margla odłupanych

przez uderzenie, była rozrzucona w kształcie wachlarza o promieniu ~6 m, skierowanego głównie na wschód i południowy wschód.

W sumie zebrano 1490 g tego meteorytu. Stosunkowo nienaruszona główna masa Anakhsa 01 waży 1407 g. Meteoryt ma kształt trójkątny i pięć powierzchni pokrytych bogatą, pierwotną skorupą. Ma także duże, płytke ale wyraźne regmaglipty. Na brzegach uderzającej powierzchni odłupało się kilka fragmentów (fot. 3). Były one rozrzucone u podnóża wychodni i w bezpośrednim sąsiedztwie głównego ciała.

Na skorupie tego meteorytu widać miejscami nieznaczne ślady wietrzenia, natomiast na powierzchni przełamu są widoczne rdzawe obwódki wokół skupień żelaza. Chociaż spadek meteorytu Tamdakht nastąpił 59 dni przed znalezieniem tego meteorytu, to ogólne wrażenie jest takie, że nie jest to bardzo zwietrzały okaz. Aksamitna skorupa zachowała jeszcze charakterystyczny połysk świeżego spadku. Niskie temperatury i przeważnie sucha pogoda od momentu spadku sprzyjały zakonserwowaniu tego meteorytu.

Okaz Anakhsa 01 reprezentuje obecnie najbardziej wysunięte na zachód znalezisko, a więc zaznacza początek elipsy rozrzutu meteorytu Tamdakht. Ponieważ poszukiwania trwają, można przypuszczać, że mniejsze okazy zostaną jeszcze znalezione dalej ku zachodowi (stan na 28 lutego 2009 r.).

### Lea i Philippe Thomas relacjonują z terenu spadku

Po pokonaniu około 30 km z Ouarzazate przybyliśmy na teren spadku w poniedziałek, 16 lutego, wczesnym popołudniem. Kilka kilometrów dalej na południe i meteority spadłyby pośrodku miasta. Chociaż wiedzieliśmy, że meteority spadły w górach, byliśmy zaszokowani rzeźbą terenu i trudnymi warunkami dostępu.

Najpierw odwiedziliśmy miejsce spadku ważącego 14 kg meteorytu, z którego nasz marokański przyjaciel i współnik przysłał nam na początku stycznia 2,65 kg. Ten spadający meteoryt zatrzymał się na dwóch kamieniach, które sprawiały wrażenie uderzonych z ogromną siłą. Jeden z tych kamieni został rozbity na kilka kawałków; drugi, bardziej zwarty, miał wielki ślad uderzenia. W półkolu o promie-



Fot. 5. Magnes włożony w piasek wyciąga pokaźną ilość meteorytowego pyłu.

niu 10 m w kierunku lotu grunt był usiany małymi fragmentami meteorytów. W takiej samej odległości znajdowaliśmy kawałki zgruchotanego ziemskiego kamienia.

W wyschniętym korycie rzeki (wadi), znaleźliśmy znaczną ilość zagrzebanych w piasku lub wkliniowanych między kamyki okruchów meteorytu ważących od 0,01 g do 12 g. Znaleźliśmy także trochę fragmentów na otaczających wzniesieniach. Wyglądało na to, że największe fragmenty zostały wyrzucone najdalej od miejsca uderzenia. Istotnie magnes włożony w piasek koło miejsca uderzenia wydobył na światło dzienne znaczną ilość pyłu meteorytowego i okruchów (fot. 4), ale znaleźliśmy tam tylko kilka okruchów ważących powyżej 1 g. Znalezione okruchy wykazują wyraźne ślady wietrzenia. Po wyznaczeniu współrzędnych GPS-em i zebraniu wszystkich okruchów (około 1 kg), wyruszyliśmy odwiedzić inne miejsca.

Najmniejsze kamienie znaleźliśmy w sąsiedztwie wioski Tiguert, znajdującej się na dnie kanionu i otoczonej stromymi urwiskami (fot. 5). Pierwszy z tych kamieni znaleźli przypadkiem nomadzi, którzy paśli swe trzody w tych górach. Ponieważ miejsce znalezienia jest około dwóch kilometrów od wioski, nie ma wątpliwości, że mieszkańcy, dzieci czy dorośli, przemierzali ten teren w poszukiwaniu kamieni, jeśli weźmiemy pod uwagę, że później znaleziono inne małe okazy. Finansowa manna pochodząca ze sprzedaży tych okazów jest pożądana w tym regionie, gdzie ludzie mają mało pieniędzy na życie, nie mają nawet wody w domach,

i skąd dostęp do świata wiedzy trudnym szlakiem, a asfaltowa droga dociera tylko do Tamdakht, oddalonego o 5 km.

Od miejsca, gdzie znaleziono małe kamienie, do tego, gdzie nasz marokański przyjaciel powiedział, że znalazł kamień ważący 87 kg, odległość była ogromna. Część przebyliśmy samochodem, część pieszo. Po drodze spotkaliśmy paru poszukiwaczy meteorytów z Erfoudu, którzy pokazali, gdzie znaleźli krótko przedtem kamień ważący 3800 g, i zmierziliśmy współrzędne GPS tego miejsca. Pokazali nam także inne miejsce spadku, które znaleźli puste. Tam także zmierziliśmy współrzędne, by przekazać naukowcom.

Nie mieliśmy dość czasu, by przeszukać to dokładnie — tylko trzy dni — i to nie pozwalało nam na zorganizowanie poszukiwań na szerszą skalę. Spyaliśmy nomadów, którzy paśli owce i kozy, o ich wrażenia podczas spadku. Wszyscy słyszeli huk eksplozji, który obudził ich i wywołał ogromną panikę wśród zwierząt. Na szczęście dla nomadów inwentarz był zamknięty w małych, kamiennych zagrodach przykrytych plastykiem dla ochrony przed zimnem i śniegiem. Kilka zwierząt pokaleczyło się w panice, ale żadne nie uciekło. Jak powiedzieli nomadzi, w innym przypadku prawdopodobnie wciąż szukaliby ich w górach, bo zwierzęta były bardzo przeżalone.

Elipsa rozrzutu tego spadku jest bardzo długa i znajduje się w górskim terenie o stromych zboczach. Poszukiwacz meteorytów ma niewielkie szanse na znalezienie tam czegoś, chyba że ma

dużo szczęścia i czasu. Jest pewne, że inne meteoryty zostaną znalezione któregoś dnia przez pasterzy, którzy wędrują po tych górach ze swymi trzodami. Jednak te kamienie będą już mocno zwietrzałe. Typ meteorytu (H), deszcz w ciągu dnia i fakt, że meteoryty spadły na kamienne podłoże, wskutek czego wiele okazów rozpadło się na kawałki otwierając wnętrza na działanie pogody, stanowią mieszankę czynników źle wróżących dla zachowania meteorytu w miejscu spadku. Widać to po fragmentach, które znaleźliśmy niecałe dwa miesiące po ich przybyciu na Ziemię. Zawarty w nich metal był już dość mocno utleniony.

### Krótko o morfologii meteorytu Tamdakht

Na przekrojach meteorytów Tamdakht widać chondrytową skałę z małymi chondrami, które trudno zauważyć, ponieważ ich granice nie są wyraźnie określone. Szczególnie na pokruszonych powierzchniach kształty chondrytów na tle ciemno popielatoszarej i niebieskiej skały. Kilka odnalezionych okazów ma spękania, a na niektórych widać żyłki wskazujące na zdarzenia szokowe na ciele macierzystym. Skorupa obtopieniowa na meteorytach Tamdakht ma szorstką, pęcherzykową teksturę i często widać w niej pęcherzyki w submilimetrowej skali.

26 lutego 2009 r. Komisja Nazewnictwa zaaprobowała wyniki klasyfikacji meteorytu Tamdakht, które zostały

następnie opublikowane w *Meteoritical Bulletin*. Tamdakht jest chondrytem zwyczajnym (H5) o stopniu szokowym S3 i stopniu zwietrzenia W0.

### Podsumowanie

Przy długości obszaru rozrzutu co najmniej ~16 km i szerokości co najmniej ~4,5 km według obecnego stanu, deszcz meteorytów Tamdakht można uważać za ważny spadek. Przy obecnej całkowitej znanej wadze (TKW) ~77 kg (100kg według Met-Bul), Tamdakht jest już największym obserwowanym spadkiem meteorytu w historii Maroka. Do 2008 roku znano tylko cztery obserwowane spadki: Douar Mghila (1932), Oued el Hadjar (1986), Bensour (2002) i Benguerir (2004). Wszystkie były chondrytami LL-6. Z TKW 45 kg, Bensour był na czele tej listy jako największy dotąd spadek w Maroku; ale chociaż jest uważany za marokański meteoryt, to w rzeczywistości spadek nastąpił w Djebel Ben Sour ~100 km na południe od granicy już na terytorium Algierii. [Uwa-

ga od redaktora *Meteorite*: autorzy prosili by wyjaśnić, że ta lista nie obejmuje meteorytów z Sahary Zachodniej, która oficjalnie należy do Maroka.]

E-mail: [info@niger-meteorite-recon.de](mailto:info@niger-meteorite-recon.de)

*Dr Svend Buhl, poszukiwacz meteorytów, miłośnik pustyni, autor książek popularnonaukowych i fotograf, powrócił niedawno z udanej meteorytowej ekspedycji na pustynię Rub' al-Khali. W życiu codziennym pracuje jako konsultant d/s współpracy z rządem w Hamburgu, w Niemczech.*

*Philippe Thomas interesował się astronomią od dziecka i kolekcjonuje meteoryty od ponad 15 lat. W 2002 roku utworzył profesjonalną spółkę z laboratorium, której celem jest dostarczanie meteorytów naukowcom i kolekcjonerom. Kilka razy w roku razem z żoną Lea wyrusza w świat na poszukiwanie nowych meteorytów. Gdy nie szukają meteorytów, Lea (doktor prawa) i Philippe pracują razem w dziale technicznym, który specjalizuje się w dokumentacji technicznej wyposażenia samolotów.*



*Okładka (z prawej w środku). Ważący 3,5 kg okaz, na miejscu znalezienia koło Tiguert n'Ait Farss. Fot. M. Aid.*

*Str. 4 (u dołu z prawej). Odłupany narożnik ważącego 2 kg okazu meteorytu Tamdakht nazwanego Tiguert n'Ait Farss 01. Fot. Svend Buhl*

*M. Aid*

## Bolid i meteoryty Buzzard Coulee

Martin Beech

(Artykuł z kwartalnika METEORITE Vol. 15 No. 2. Copyright © 2009 ARKANSAS CENTER FOR SPACE & PLANETARY SCIENCES)

Niezwykle jasny bolid zapowiadający przybycie meteorytów Buzzard Coulee pojawił się o godzinie 00:26:40 UT, 21 listopada 2008 roku. Trwające około sześciu sekund zjawisko obserwowano prawdopodobnie wiele tysięcy świadków w kanadyjskich, preriowych prowincjach Alberta, Saskatchewan i Manitoba. Pojawienie się bolidu przyciągnęło uwagę mediów na niemal

niespotykaną dotąd skalę (Beech 2003), a kilkuset świadków przekazało relacje z tego, co widzieli, na stronę internetową Canadian Fireball Reporting (<http://miac.uqac.ca/MIAC/fireball.php>) — to głównie analizę tych danych chcemy tu przedstawić.

W tydzień po przelocie bolidu Dr. Alan Hildebrand (University of Calgary, Alberta) i jego magistrantka Ellen Milley znaleźli pierwsze meteory-

ty na zamrzniętym stawie w Buzzard Coulee, około 40 km na południowy wschód od Lloydminster w Saskatchewan (UCPR Nov. 28, 2008). Wynikiem dalszych poszukiwań było odnalezienie ponad 100 meteorytów (zob. okładka, na dole z prawej) o wadze od kilku gramów do 13,1 kg. Łączna masa zebranych okazów jest rzędu 50 kg. Meteoryt został sklasyfikowany jako chondryt H4 przy dolnym krańcu ska-

li przeobrażeń cieplnych (UCPR Dec. 22, 2008). Wynikiem trwających analiz licznych nagrań video bolidu (zob. str. 4, na dole z lewej) będzie wyznaczenie orbity ciała macierzystego meteorytu.

Infradźwięki zarejestrowane przez detektory w Manitoba, Ontario, Greenland, Washington i Utah dają ocenę energii bolidu jako równoważną  $0,32 \pm 0,09$  kiloton TNT (Peter Brown, University of Western Ontario, informacja prywatna), sugerującą, że masa początkowa była rzędu 10 do 15 ton (UCPR Nov. 25, 2008). Fot. 1 ukazuje zmiany jasności bolidu zarejestrowane w Campion College, The University of Regina (w odległości około 520 km). Szybkie, krótkotrwałe zmiany jasności wyraźnie wskazują na wielokrotną fragmentację po osiągnięciu maksymalnej jasności, a duża końcowa fragmentacja jest widoczna około 0,8 sekundy po momencie maksymalnej jasności. Powyżej progu detekcji radiometru, około –4 wielkości gwiazdowej, zjawisko trwało w sumie 2,5 sekundy. Wcześniejsza kalibracja charakterystyki radiometru wskazuje, że dla danego tempa zliczeń  $N$ , równoważna wielkość gwiazdowa jest około  $m = -2,5 \log(N) - 1,5$ . Według tego zliczenie w maksimum jasności  $N = 6371$  wskazuje na maksymalną wielkość gwiazdową około –11. Ponieważ bolid był widoczny z Reginy bardzo blisko nad horyzontem, potrzebna była znaczna poprawka jasności. Ze standardowych tabel poprawek, które opublikował Dan Green (1992) wynika, że przy wysokości miejsca obserwacji 500 metrów (odpowiadającej wysokości Reginy: 577 m) i odległości katowej od zenitu około 90 stopni potrzebna jest poprawka około 9 wielkości

gwiazdowych. Ta znaczna wartość podwyższa maksymalną jasność do około –20 wielkości, około 1/500 jasności Słońca i 1000 razy jaśniej od Księżyca w pełni.

## Relacje świadków

To, że bolid meteorytów Buzzard Coulee był rzeczywiście widowiskowy, łatwo wywnioskować z ogólnych komentarzy w relacjach świadków. „Wyglądał jakby w ozonie została wypalona dziura” pisał pewien obserwator z Edmonton, w prowincji Alberta — podając od razu interpretację zjawiska, chociaż fizycznie błędną. Inny obserwator z Millet, Alberta, skomentował, że wyglądał on jak „ogromna biała kula... [która] rozpadła się w czarną nicość na chwilę przed uderzeniem w ziemię.” Z Dore Lake w Saskatchewan, pewien świadek komentował, że „całe zachodnie niebo zrobiło się tak jasne, jak w dzień.” Podobnie inni świadkowie z The Pas w Manitobie stwierdzili, że widzieli „pomarańczowy ślad, który rozjaśnił horyzont podobnie jak zachód słońca.” A w końcu świadek, który przejeżdżał samochodem przez miasto Brooks w Albercie, pisał „Nie mogłem uwierzyć własnym oczom”.

Łatwo zauważyć, że wszyscy świadkowie starali się dokładnie opisać, jak jasny był bolid. Trudno się dziwić, że mieli trudności, skoro bolid był przynajmniej tak jasny jak obiekt –20 wielkości gwiazdowej. Uwagi dotyczące jasności wahają się od „o wiele jaśniejszy niż Księżyc”, do „coś w rodzaju błyskawicy”, „jakby słońce wschodziło”, „rozjaśnił okolicę prawie tak jak Słońce”, „jak biała flarę ciągnąca ślad złotych iskier”, i jak „blask jak przy spawaniu, który roz-

świetlił niebo tak jakby to był dzień.” Podczas gdy wielu świadkom udało się zaobserwować całe zjawisko, inni widzieli bolid tylko przelotnie i z daleka. Przykładowo świadek z Edmonton opisał zjawisko jako „duży, krótki, jasny błysk światła”, a inny świadek z Kindersley, Saskatchewan, napisał po prostu, że widział „ogromny błysk na niebie”. Opisy ogólnego wyglądu bolidu są podobne do opisów jego jasności. Obserwator z Hardisty, Alberta, stwierdził, że „bolid i jego ogon zajęły większość nieba [...] wokół głowy bolidu widziałem różne kolory jak pomarańczowy, czerwony i zielony”. Inny świadek jadąc koło Vermillion, Alberta, opisał zjawisko jako wyglądające „jak milion światel włączonych jednocześnie”. Świadkowie różnie oceniają czas trwania bolidu, zależnie oczywiście od indywidualnych warunków obserwacji. Fig. 2 pokazuje zakres ocen czasu trwania. Widać, że większość obserwatorów podaje czas od dwóch do pięciu sekund, chociaż spora liczba obserwatorów podawała czas sporo ponad 10 sekund; trzech obserwatorów sugerowali nawet, że bolid trwał 30 sekund. Chociaż nie jest to wyrażone w ich relacjach, ci obserwatorzy, którzy wskazywali, że bolid trwał ponad 10 sekund, mogli mieć na myśli czas, przez który widzieli bolid i jego ślad na niebie.

Różne ujęcia video bolidu sugerują przypuszczalny czas trwania sześć do może siedmiu sekund. Nagranie video z obejmującej całe niebo kamery w Campion College trwa 2,5 sekundy, ale początkowy i końcowy fragment lotu nie zostały zarejestrowane z powodu dużej odległości (około 520 km) i ekstynkcji atmosferycznej. Nagranie video zarejestrowane przez policyjny samochód podczas patrolu w Devon, Alberta, w odległości 350 km uchwyciło początkową fazę bolidu i pokazuje jasny ślad trwający około czterech sekund. Sekwencja video uchwycona w Biggar, Saskatchewan (zob. str. 4, u dołu z lewej), w odległości około 160 km, pokazuje bolid dochodzący do horyzontu i trwający pięć sekund. Najdłuższa sekwencja video trwa około sześciu sekund i została nakręcona z dziewiętego piętra wysokościowca w Edmonton, Alberta. W tym ostatnim przypadku sam początek jasnej fazy bolidu nie został uchwycony, ale poza tym bolid był śledzony przez całą dro-

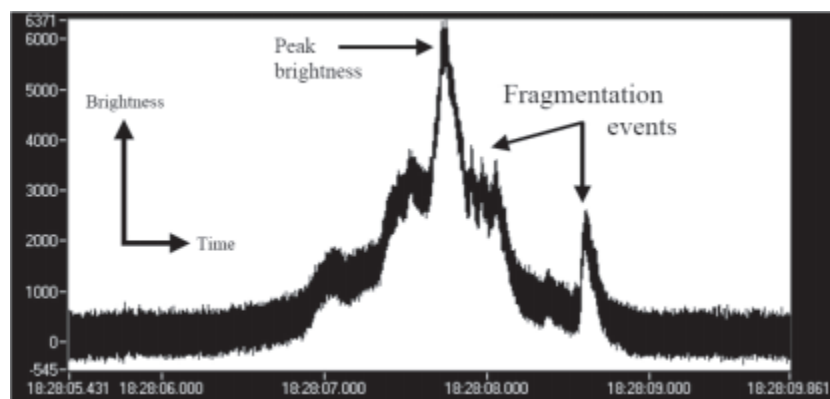


Fig. 1. Zapis bolidu Buzzard Coulee na radiometrze z Campion College w Regina, Saskatchewan. Z Reginy bolid był widoczny prawie na horyzoncie i potrzebne były znaczne poprawki, by wyrazić maksymalną jasność w wielkościach gwiazdowych.

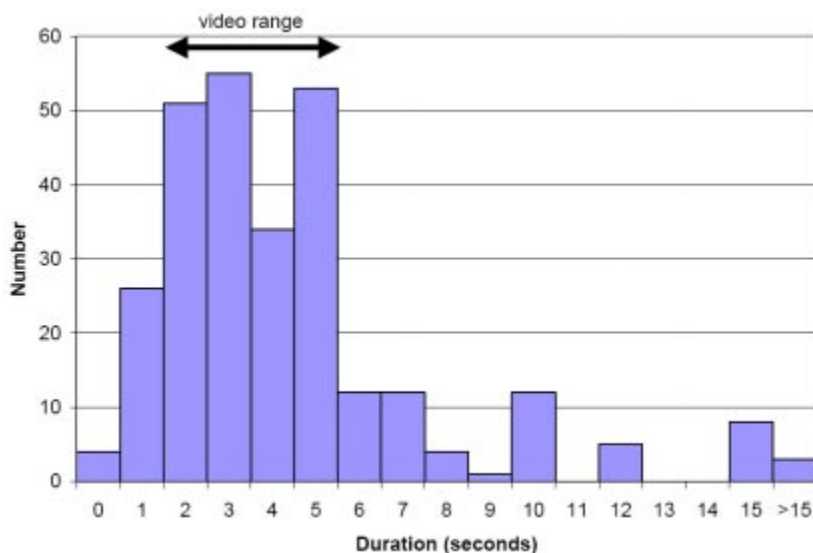


Fig. 2. Oceny czasu trwania bolidu przez świadków. Typowa ocena czasu to trzy sekundy. Poziomy odcinek zakończony strzałkami wskazuje przedział czasu trwania wynikający z zapisów video z odległości od około 150 do 500 km.

gę do wejścia w ciemną fazę. Ciekawe, że nagranie z Edmonton pokazuje także, że trzy a może i więcej bardzo dużych fragmentów przetrwało trudy lotu przez atmosferę (fig. 3). Największy znaleziony dotąd fragment meteorytu Buzzard Coulee waży 13,1 kg i są wszelkie powody, by sądzić, że kilka podobnych brył (jeśli nie większych) meteorytów jest jeszcze do znalezienia.

W sumie otrzymano pocztą elektroniczną 424 relacje bezpośrednio odnoszące się do obserwacji bolidu Buzzard Coulee. Pierwsze relacje świadków przysły na stronę bolidową już po 15 minutach od wystąpienia zjawiska, a w ciągu następnych sześciu godzin dostarczono kolejne 84 relacje. W ciągu 24 godzin od północy 20 listopada do północy 21 listopada (CST), otrzymano dalsze 242 relacje świadków. Fig. 4 pokazuje liczbę relacji otrzymanych od 20 listopada (zaczynając od 18:42 CST) do północy 30 listopada (CST). W rozkładzie doniesień jest wyraźnie widoczny początkowy, gwałtowny wzrost aktywności z około jedną trzecią wszystkich relacji otrzymaną w ciągu 24 godzin od wystąpienia zjawiska. Relacje świadków przychodziły jednak i później, aż do tygodnia po zjawisku. Miejsca, skąd różni obserwatorzy widzieli bolid, są pokazane na fig. 5.

W Kanadzie bolid był widoczny nawet aż z Winnipeg w Manitobie (z odległości około 930 km), ale większość relacji świadków przychodziła od mieszkańców Alberta — bolid pojawił się tam o 17:30 MST, był więc wi-

dziany przez wiele osób wracających do domu z pracy. Istotnie, 172 relacje (40,6% wszystkich) otrzymano od ludzi informujących, że znajdowali się w jakimś pojeździe silnikowym. Pięć relacji otrzymano od pilotów, którzy widzieli bolid prowadząc samolot; jedną relację otrzymano od pasażera samolotu startującego właśnie z Edmonton International Airport. Stosunkowo mało relacji dotyczących bolidu otrzymano od obserwatorów na północ od szerokości 55° N — najprawdopodobniej i z powodu pokrywy chmur i małej gęstości zaludnienia w północnej części Alberta i w Saskatchewan. Obserwacje bolidu relacjonowali także świadkowie z północnych stanów USA. Na przykład ze Scobey w Montanie, z odległości około 600 km, obserwator donosił, że „widział rozbłysk jak od błyskawicy”, podczas gdy inni obserwatorzy koło Kremlin w Montanie relacjonowali, że „głównej kuli towarzyszyły liczne mniejsze fragmenty wokół niej” (zob. fig. 3, wstawka).

W uzupełnieniu do bolidu Buzzard Coulee otrzymano relacje odnoszące się do co najmniej ośmiu innych bolidów, które pojawiły się w nocy 20 li-

stopada. W istocie spowodowało to trochę zamieszania wśród pewnej liczby świadków i dziennikarzy. Z otrzymanych emaili wynikało, że co najmniej dwa jasne bolidy widziano wieczorem 20 listopada z wybrzeża Pacyfiku w Kolumbii Brytyjskiej i w północnej Kalifornii. Jasny bolid widziano także nad południowym Ontario i Illinois. O innym jasnym bolidzie donoszono z Nowego Brunswiku w Kanadzie, a także z miejscowości w New Hampshire, New Jersey i Vermont. Bardzo jasny, detonujący bolid widziano nad Florydą, a o jeszcze innym jasnym bolidzie donoszono z Teksasu, z Arkansas, z Oklahomy i Luizjany. Jeśli chodzi o to ostatnie zjawisko, otrzymano emaila ze stacji radiowej w Little Rock, Arkansas, informującego, że otrzymali oni około 10 telefonów od słuchaczy zaniepokojonych jasnymi błyskami, które widziano na niebie. Relacje o innych bolidach widzianych w nocy 20 listopada otrzymano także z tak daleka, jak wyspy Bermuda i wyspy Orkney w Szkocji.

## Relacje o odgłosach i osobliwości

Około 59 (14% wszystkich) świadków bolidu Buzzard Coulee, oprócz zrelacjonowania wyjątkowego zjawiska świetlnego, wskazywało na obecność towarzyszących mu dźwięków. Taki procent jest w istocie dość typowy jeśli chodzi o podobne zjawiska jasnych bolidów (Beech 2004). Trzech świadków informowało, że poczuli dziwną woń, jeden obserwator pisał, że jego pies był wystraszony i bardzo podniecony tuż przed i po przelocie

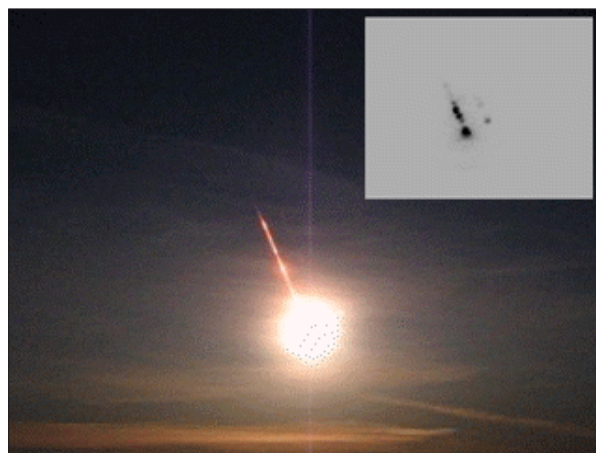


Fig. 3. Pojedynczy kadr z nagrania video, które zrobił Andrew Bartlett z okna swego apartamentu na dziewiątym piętrze w Edmonton. Wstawka ukazuje powiększoną część śladu bolidu widocznego na jednym z końcowych kadrów video. Widać przynajmniej trzy różne fragmenty. Zauważmy, że odbicia w szybie wytworzyły słaby, równoległy sznurek obrazów widoczny po prawej stronie rzeczywistego śladu. Fot. A. Bartlett.

bolidu, a inny obserwator donosił, że poczuł ciepło z jednej strony twarzy. W istocie właśnie to odczucie skłoniło tego ostatniego świadka do odwrócenia głowy i zobaczenia bolidu. Miejsca, z których przysyłano informacje o zjawiskach dźwiękowych, pokazano na fig. 6. Większa elipsa na rysunku wskazuje, że zjawiska dźwiękowe były obserwowane aż do kilkuset kilometrów od naziemnej trasy bolidu. Dwóch obserwatorów z Avonlea, Saskatchewan (na południowy zachód od Regina), informowało, że słyszeli dźwięk „staccato”. Byli oni w odległości około 500 km. Wielu obserwatorów w Edmonton (odległość 230 km) także relacjonowało, że słyszeli dźwięki staccato, trzaski i piski w tym samym czasie, gdy bolid przelatował nad wschodnim horyzontem. Z takiej odległości mogą być słyszalne tylko dźwięki elektrofoniczne (zwane też anomalnymi) (Keay 1980, Romig i Lamar 1963). To, co można rozsądnie interpretować jako dźwięki elektrofoniczne, było słyszane przez ludzi jadących samochodem, jak i tych, którzy byli na zewnątrz na polowaniu lub po prostu na ulicy na spacerze. Ciekawe, że są relacje od pięciu kierowców, którzy mieli włączone radia, że widzieli bolid, ale nie słyszeli dźwięków. Podobnie dwaj świadkowie, którzy rozmawiali przez telefon, czterej oglądający w domu telewizję i jeden pracujący przy komputerze, gdy pojawiło się światło bolidu, — nie słyszeli żadnych dźwięków. Te obserwacje są zgodne z twierdzeniem, że dźwięki

elektrofoniczne są generowane przez rozchodzenie się bardzo długo falowego promieniowania wychodzącego z wąskopasmowego regionu w widmie elektromagnetycznym (Keay 1980; Beech, Brown, and Jones 1995). Relacje trzech świadków o odczuwaniu dziwnych zapachów, o wystraszonej psie i świadek, który odczuł ciepło, mogą być także związane ze zjawiskami elektrofonicznymi, a podobne doznania były relacjonowane po przełotach innych, bardzo jasnych bolidów (Romig and Lamar 1963; Kaznev 1994).

Bliżej naziemnej drogi bolidu i obszaru rozrzutu, w odległości do około 50 km, wielu świadków słyszało ostre trzaski. Te dźwięki są najprawdopodobniej związane z przybyciem bliskich siebie gromów dźwiękowych — wyniku wielokrotnej fragmentacji meteoroidu. O gromach dźwiękowych i grzmotach wspominali tylko świadkowie znajdujący się w odległościach

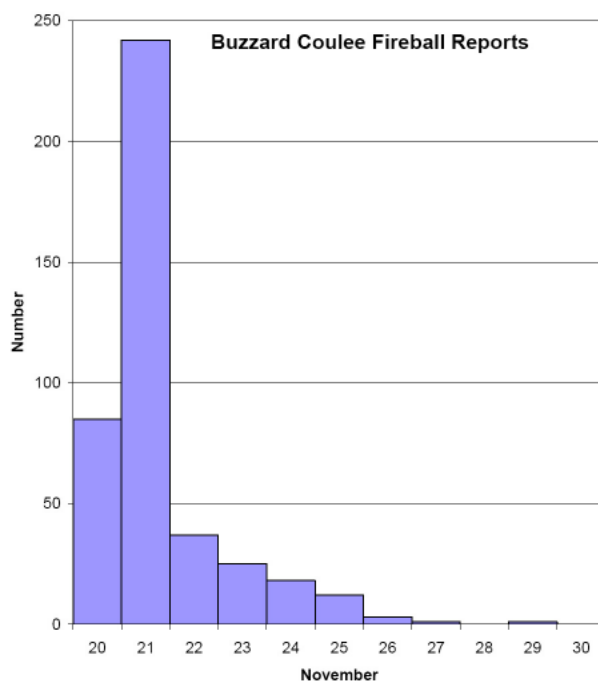


Fig. 4. Liczba relacji świadków na temat bolidu meteoroidu Buzzard Coulee otrzymywana dziennie od północy, 20 listopada do północy 30 listopada (CST).

mniejszych niż 150 km. W Biggar, Saskatchewan (zob. str. 4, u dołu z lewej), wyraźny, przewalający się, przypominający grzmot, dźwięk słyszano około pięciu minut po bolidzie. W okolicy Lloydminster natomiast, w odległościach około 50–100 km, różni świadkowie mówili o bardzo głośnych gromach dźwiękowych i związanych z nimi zjawiskach sejsmicznych, które „dźwięczały jak duży pociąg towarowy” jak skomentował pewien obserwator. Inni świadkowie opisywali te dźwięki jako „jak śmigłowiec nad głową”, „silny, dudniący dźwięk”, „jak silnik odrzutowy”, i że to „trzaskało jak rakietą”. Kilku świadków z okolicy Lloydminster informowało także, że ich domy drżały; pewien świadek komentował nawet, że wbiegł po schodach myśląc, że drzewo spadło na jego dom. Chyba najciekawsza informacja o dźwiękach pochodzi od obserwatora z wioski Lone Rock, Saskatchewan. Dość lakoniczna relacja mówi: „Zobaczyłem błysk. Niebo rozjaśniło się jak w dzień. Wyszedłem na taras na południową stronę domu. Prawie prosto nad głową zobaczyłem bolid i smugę płomieni. Jednocześnie usłyszałem wysoki świst z pulsującą podstawą. W domu drżały okna...” W tym przypadku jest oczywiste, że obserwator rzeczywiście słyszał wirujące fragmenty meteoroidu (wówczas już w fazie ciemnego lotu) przelatujące nad

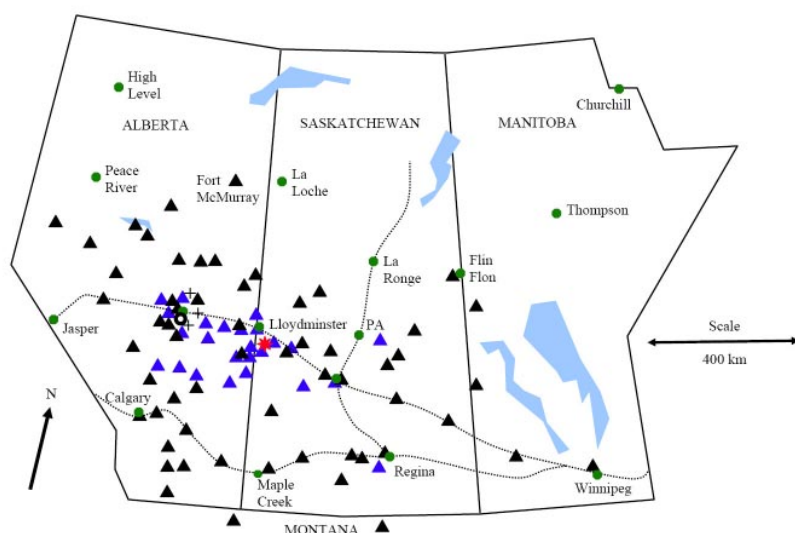


Fig. 5. Rozkład przestrzenny obserwatorów, którzy widzieli bolid meteoroidu Buzzard Coulee. Nie próbowaliśmy wskazać miejsca każdego świadka, bo wiele relacji otrzymano z tego samego miejsca, lub miejsc położonych blisko siebie — na przykład 84 relacje (w istocie około 20% łącznej liczby), dostarczono z samego tylko Edmonton w prowincji Alberta.

głową. Faktycznie Lone Rock znajduje się mniej niż 10 km od miejsca, gdzie znaleziono pierwsze fragmenty meteorytu.

Obszar rozrzutu meteorytu Buzzard Coulee znajduje się w krainie rozległych pastwisk, ale nie było doniesień, aby jakiegokolwiek zwierzę ucierpiało od meteorytu, ani nie było informacji o uszkodzeniach budynków. Paru świadków wspominało jednak, że omal nie doszło do wypadków na drogach z powodu obserwowania bolidu. Pewien kierowca koło miasta Ohaton, Alberta, mówił, „widziałem błysk w szybie samochodu [który] wyglądał jak zbliżający się pociąg — nadepnąłem na hamulec i zatrzymałem samochód”. Inny kierowca jadący koło Elk Island National Park, Alberta, skomentował, że po zobaczeniu bolidu „skłonił auto do zareagowania na hamulec”.

Wielu świadkom wydawało się, że bolid był blisko i meteoryty musiały spaść niedaleko od nich. Istotnie kilku obserwatorów wspominało, że poszli szukać „miejsca zderzenia” i nie chcieli uwierzyć, gdy stwierdzili, że przypuszczalny obszar spadku meteorytów znajdował się dziesiątki, jeśli nie setki kilometrów od miejsca, gdzie się znajdowali. Ponadto dwaj świadkowie z okolicy Edgley, Saskatchewan (znajdujący się na wschód od Reginy), którzy widzieli błyski związane z bolidem, wyruszyli by znaleźć „krater uderzeniowy” i przypadkiem natknęli się na pole, na którym farmer wypalał resztki starego budynku. Myśląc, że to były szkody spowodowane spadkiem meteorytu, powiadomili lokalne media, który wysłał ekipę z kamerą, by zarejestrować zdarzenie.

Analiza spadku meteorytu Buzzard Coulee i związanego z tym bolidu dopiero się rozpoczęła i niewątpliwie dalsze prace laboratoryjne i terenowe będą kontynuowane (UCPR Dec. 22, 2008; UCPR Dec.18, 2008). Trzeba wyliczyć orbitę ciała macierzystego, jego wiek ekspozycji na promieniowanie kosmiczne, przebadać szczegółowo krzywą jasności i przelot przez atmosferę, przestudiować dokładnie petrologię meteorytu oraz wyznaczyć rozmiary obszaru rozrzutu i całkowitą masę spadku. Praca się rozpoczęła i badacze tego najnowszego kanadyjskiego spadku meteorytu czekają interesujące momenty.

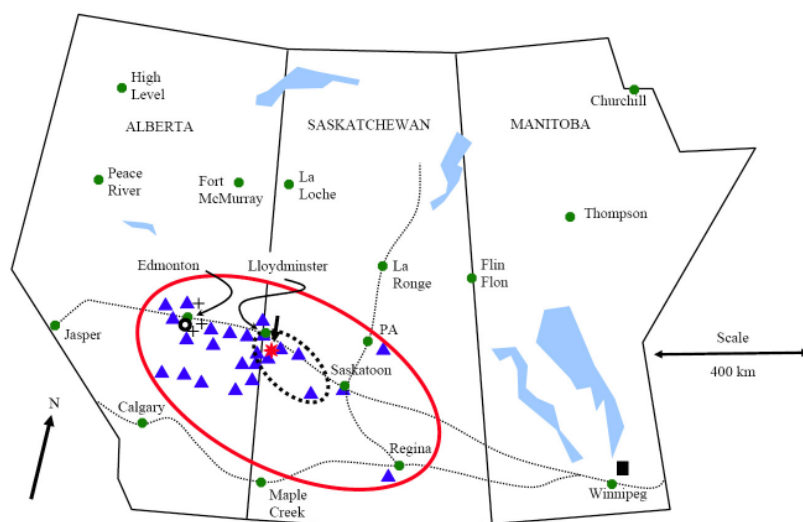


Fig. 6. Rozmieszczenie świadków, którzy informowali o dźwiękach towarzyszących bolidowi Buzzard Coulee. Wiele trójkątów wskazuje miejsce wielu świadków jednocześnie. Mniejsza elipsa wskazuje region, w którym obserwatorzy donosili o gromach dźwiękowych, a większa odpowiada strefie, w której doświadczano dźwięków elektrofonicznych. Krzyżyki oznaczają miejsca trzech obserwatorów mówiących o woni, kółko oznacza usytuowanie jednego obserwatora, który informował o uczuciu ciepła. Wypełniony kwadrat wskazuje miejsce detektora infradźwięków w Lac du Bonnet, Manitoba. Krótka strzałka na wschód od Lloydminster wskazuje biegnącą w przybliżeniu z północy na południe naziemną trasę bolidu, który wszedł w ziemską atmosferę pod bardzo stromym kątem (ocenianym na ~60 stopni względem horyzontu).

## Bibliografia

- Beech, M. 2003. The Millman fireball archive. *Journal of the Royal Astronomical Society of Canada*, **97**, 71-77.
- Beech, M. 2004. The Millman fireball archive II: Sound reports. *Journal of the Royal Astronomical Society of Canada*, **98**, 34-41.
- Beech, M., Brown, P., and Jones, J. 1995. VLF Detection of fireballs. *Earth, Moon and Planets*, **68**, 181-188.
- Green, D. W. E. 1992. Magnitude corrections for atmospheric extinction. *International Comet Quarterly*, **14**, 55-59. See also: <http://www.cfa.harvard.edu/icq/ICQExtinct.html>.
- Kaznev, V. Yu. 1994. Observational characteristics of electrophonic bolides: statistical analysis. *Solar System Research*, **28**, 49-60.
- Keay, C. S. L. 1980. Anomalous sounds from the entry of meteor fireballs. *Science*, **210**, 11-15.
- Romig, M. F., and Lamar, D. L. 1963. Anomalous sounds and electromagnetic effects associated with fireball entry. The Rand Corporation, RM-3724-ARPA.
- UCPR, Nov. 25, 2008. Meteorite search update: 10 tonne rock responsible for fireball. University of Calgary press release: <http://www.ucalgary.ca/news/November2008/meteorite>.
- UCPR, Nov. 28, 2008. Meteorite field found in Saskatchewan. University of Calgary press release: <http://www.ucalgary.ca/news/november2008/meteorite-found-advisory>.

UCPR, Dec. 18, 2008. Meteorites on display. University of Calgary press release: <http://www.ucalgary.ca/news/utoday/dec18-08/meteorites>.

UCPR, Dec. 22, 2008. Meteorite bounty on track for Canadian record. University of Calgary Press releases: <http://www.ucalgary.ca/news/December2008/meteoriterecord>.

Okladka (z prawej u dołu). Średniej wielkości okaz wylania się z obszaru rozrzutu Buzzard Coulee. Pierwsze znalezisko autora w dniu 29 listopada 2008 r.

Zdjęcie na str. 4 (na dole z lewej). Pojedynczy kadr z nagrania video z kamery dozorującej zrobionego w Biggar, Saskatchewan. Zasięg bolidu jest około 160 km. Zdjęcie udostępnił R. i D. Meger.

E-mail: [Martin.Beech@uregina.ca](mailto:Martin.Beech@uregina.ca)

Martin Beech jest profesorem astronomii w Campion College, the University of Regina w Saskatchewan, w Kanadzie.



# Meteoryt Buzzard Coulee

## — przeszukiwanie obszaru rozrzutu

Ralph A. Croning

(Artykuł z kwartalnika METEORITE Vol. 15 No. 2. Copyright © 2009 ARKANSAS CENTER FOR SPACE & PLANETARY SCIENCES)

**N**ajnowszy spadek meteorytu w Kanadzie zdarzył się 20 listopada 2008 r., około 17:28 czasu miejscowego, nieco na południowy wschód od Lloydminster w prowincji Saskatchewan. Widziały go setki jeśli nie tysiące ludzi w prowincjach Alberta, Saskatchewan i Manitoba. Pierwsze okazy znaleźli 27 listopada 2008 r. dr Alan Hildebrand z University of Calgary i absolwentka tegoż uniwersytetu Ellen Milley. Ellen zobaczyła je na zamrzniętym stawie w miejscu zwanym Buzzard Coulee, w posiadłości Iana Mitchella. Coulee to jest duży wąwóz lub dolina, wyżłobione przez wartko płynącą wodę z szybko topniejących lodowców, które powstały w okresie ostatniej epoki lodowcowej (fot. 1).

Więści o znaleziskach rozeszły się błyskawicznie, gdy zawiadomiono media, które pokazały miejsce, gdzie znaleziono pierwsze okazy. Dziesiątki ludzi przybyły przeszukiwać teren i znaleziono dużo więcej okazów. Łączna waga wszystkich znalezionych okazów nie jest znana, ale ocenia się ją na ponad 50 kg. W momencie pisania większość naukowych danych dotyczących meteorytu jest dostępna w Internecie, więc nie będę tego omawiał szczegółowo poza tym, że został on sklasyfikowany jako chondryt H4, S2

W0. Nazwa Buzzard Coulee jest obecnie oficjalna i zapisana w Meteoritical Bulletin publikowanym przez Meteoritical Society.

### Moja opowieść

Dla mnie jako początkującego kolekcjonera, te wieści były bardzo emocjonujące. Mieszkam w Winnipeg, Manitoba, więc obszar rozrzutu jest tylko 11 godzin jazdy ode mnie. Moim marzeniem były poszukiwania na jakimś terenie spadku, a teraz zdarzył się świeży spadek, można by rzec, na moim podwórku. Przeszukałem Internet gromadząc wszystkie możliwe informacje i obmyślając plany wizyty w Buzzard Coulee, by spróbować znaleźć kilka meteorytów samemu.

Rankiem, 9 grudnia, byłem już w drodze nie zniechęcony wiadomościami, że w Lloydminster i okolicy spadł śnieg. Zabrałem ze sobą wykrywacz metalu mając nadzieję, że przy jego pomocy znajdę kilka okazów pomimo pokrywy śnieżnej. By się za długo nie rozwodzić powiem, że nie miałem tyle szczęścia. Śnieg był bardzo głęboki, jak widać na zdjęciu (zob. okładka, z prawej u góry), ale czułem się wyróżniony samym pobylem na miejscu, gdzie dopisano najnowszy rozdział do historii kanadyjskich meteory-

tów. Dr Hildebrand ocenia, że obszar rozrzutu może mieć prawie 20 km<sup>2</sup>, co może dać ponad dwie tony okazów. Mając w głowie te liczby trudno uwierzyć, że meteoryty z tego obszaru zostaną wyzbierane do czysta w niedalekiej przyszłości. Tak więc mam dużą nadzieję, że moje przyszłe wizyty na tym terenie nie będą bezowocne.

Pod koniec drugiego dnia moich poszukiwań spotkałem mieszkańca Lone Rock, małej wioski położonej kilka kilometrów na północ od Buzzard Coulee. Znalazł on kilka okazów zaraz po pojawieniu się wieści o pierwszych znaleziskach. Był tak uprzejmy, że sprzedał mi dwa okazy ważące 18,6 g i 30,8 g, oba pokazane na zdjęciu (fot. 2). Trzeciego i ostatniego dnia poszukiwań spotkałem Iana Mitchella i spędziliśmy około 15 minut rozmawiając o spadku i wykrywaczach metalu. Był bardzo miły i życzył mi szczęścia w poszukiwaniach. Potem zerwał się wiatr, przy którym  $-5^{\circ}\text{C}$  odczuwałem jak  $-20$ . Spakowałem się więc i pojechałem do domu.

### Wyjątkowa zdobycz

Pierwszego dnia poszukiwań, który spędziłem głównie jeżdżąc po okolicy i próbując znaleźć staw, gdzie znaleziono pierwsze okazy, natrafiłem na coś naprawdę interesującego. W pewnej chwili zatrzymałem się przy rezydencji miejscowego farmera, który wraz z rodziną mieszkał zaraz ponad doliną. Zgodnie z tym, co ludzie mówią o mieszkańcach małych miejscowości, przyjęli mnie bardzo serdecznie i zaprosili do domu. Rozmawialiśmy przez chwilę o meteorytach, a potem pani domu pokazała mi zdjęcie zrobione u jej przyjaciela przez kamerę reagującą na ruch. Zaniemówiłem, ponieważ zdjęcie ukazywało jelenia, drzewa i cały krajobraz i niebo oświetlone jasnym światłem bolidu. Widoczna była także data i czas. Podałem swoje dane kontaktowe i poprosiłem, aby jej przyjaciel skontaktował się ze mną, abym mógł uzyskać jego zgodę na wykorzystanie



Fot. 1. Część coulee, która leży w obszarze rozrzutu.

zdjęcia w artykule, który zamierzałem napisać. Powiedziała, że przekaze moją prośbę i dotrzymała słowa.

Kilka dni po powrocie do Winnipeg zadzwonił do mnie Brent Kendel, właściciel zdjęcia. Po kilku dalszych rozmowach telefonicznych w ciągu następnych paru miesięcy uzyskałem zgodę na wykorzystanie zdjęcia, oraz dwóch innych, które przysłał. Wszystkie zostały spowodowane ruchem jelenia. Pierwsze zostało zrobione siedem minut przed bolidem; drugie dokładnie wtedy, gdy krajobraz był jasno oświetlony przez bolid; a trzecie minutę później (fot. 3–5). Zdjęcia mówią same za siebie. Przekazuję podziękowania Brentowi Kendelowi za udostępnienie tych zdjęć nie tylko mi, ale przez ten artykuł także czytelnikom *Meteorite*.

## Dedykacja

Podczas rozmów telefonicznych Brent opowiedział mi historię, która jest



Fot. 3. Sekwencja zdjęć: siedem minut przed bolidem; krajobraz rozświetlony przez bolid; minuta po bolidzie.



Fot. 2. Okazy kupione przez autora.

niezwykle smutna, ale wyjątkowa i warto ją przekazać. Wieczorem, 20 listopada 2008 r. Brent, który pracuje w pogotowiu, siedział w karetce czekając na wezwanie. Patrzył na południowy wschód, gdy zobaczył, jak ogromny bolid rozświetlił niebo i wszystko dokoła. Był zaszokowany widząc tak rzadkie zjawisko. Potem zadzwonił telefon, ale takiej wiadomości nie oczekiwał. Jego współpracownica i bardzo dobra przyjaciółka od 25 lat właśnie zmarła.

Szanując życzenie jej męża i rodziny nie wymieniam tu jej nazwiska. Ale Brent prosił mnie, by napisać, że dla niego pojawienie się bolidu było jak znak od przyjaciółki, że wszystko jest OK, i czymś w rodzaju pomachań na pożegnanie. Jej śmierć w młodym wieku 45 lat rodzina ciężko przeżyła. Dla Brenta jej śmierć i pojawienie się bolidu niemal w tym samym momencie pozostanie w pamięci na zawsze. Zdjęcie krajobrazu zalanego światłem bolidu będzie dla niego pamiątką po dobrej przyjaciółce i współpracownicy, która spędziła życie pomagając innym. Tak wiele osób — rodzina, przyjaciele i obcy — zetknęło się z jej troskliwością i miłością. To zdjęcie i ten artykuł dedykuję pamięci wspaniałej osoby, która odeszła, ale wciąż żyje w pamięci.

*Okladka (z prawej u góry). Ralph Croning koło stawu, gdzie znaleziono pierwsze okazy Buzzard Coulee.*

E-mail: [rcroning@mts.net](mailto:rcroning@mts.net)

By zarobić na życie, pracuję w dziale produkcji, w firmie która wytwarza przyjazne dla środowiska, plastikowe materiały do pakowania łatwo psującej się żywności i do pewnych zastosowań w medycynie. Do moich hobby należą fotografowanie przyrody, wycieczki piesze i astronomia. Od pięciu lat jestem członkiem Royal Astronomical Society of Canada, Winnipeg Centre, obecnie drugą kadencję w zarządzie. Moje zainteresowanie meteoritami wyrosło z tego zamiłowania do kosmosu i zacząłem poważnie zajmować się poszukiwaniem i kolekcjonowaniem jako hobby po włączeniu się w oficjalne poszukiwania meteorytów, które organizował Scott Young z Manitoba Museum w maju 2005 r. Mam małą, ale rosnącą kolekcję meteorytów i by znaleźć szanowanych dealerów meteorytowych zapisałem się do International Meteorite Collectors Association w połowie 2008 r.



*Wł*

# Odnajdywanie meteorytów w Ash Creek (West, Texas)

Doug Dawn

(Artykuł z kwartalnika METEORITE Vol. 15 No. 2. Copyright © 2009 ARKANSAS CENTER FOR SPACE & PLANETARY SCIENCES)

O 11:00 w niedzielne przedpołudnie, 15 lutego 2009 r., gdy James Trussell zabierał się do naprawiania słupka płotu w środkowym Teksasie, na wiejskiej, typowo amerykańskiej farmie bydła, którą nazywał domem, zaczęły rozbrzmiewać dudniące grzmoty przez co najmniej 30 sekund. Niebo było prawie całkiem czyste. Nad polem pszenicy Gary Adair'a zauważył na niebie dwuczęściową smugę kondensacyjną połączoną małą chmurką wyglądającą jak korkociąg. Ku wschodowi była ona nieco wyraźniejsza, a zachodnia część zaczynała się już rozmywać. Czy ta dziwna chmurka miała związek z grzmotami? Czy po prostu słyszał on przejazd dalekiego pociągu albo nadgorliwego pilota myśliwca? Brutalne, teksańskie słońce zapędziło go z powrotem do niekończącej się roboty — dziś płoty, a zaraz trzeba siać pszenicę, bawełnę i kukurydzę.

Nie minęła minuta, a mały, czarny kamyk, ważący 28,3 g, potoczył się kil-

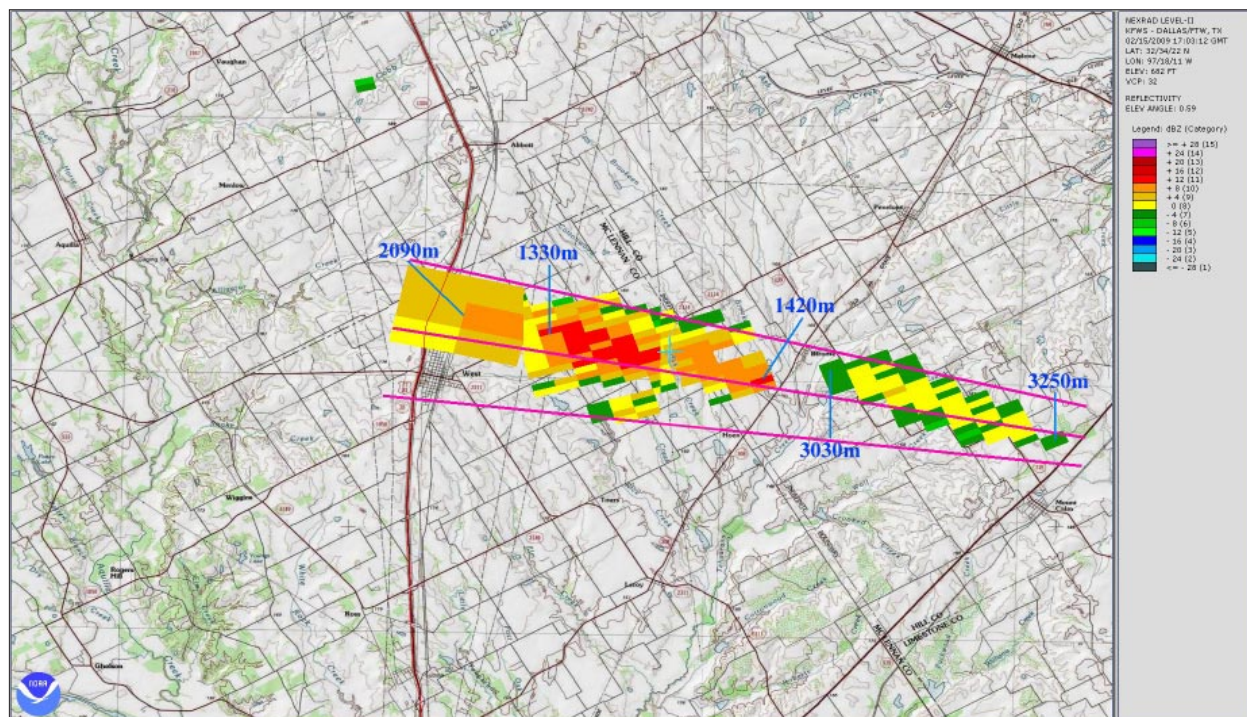
ka cali od jego stóp i znieruchomiał. James pomyślał, że może dokucza mu kobieta, którą kochał. Nie minęła druga minuta i CLANG!!!, w galwanizowany dach szopy za nim też trafił przynajmniej jeden z dwóch kamyków ważących 22,1 g i 9,7 g. Gdy Diane Williams zapewniła, że nie rzuciła żadnych kamieni, James zadzwonił na alarmowy numer 911, że może zdarzył się jakiś wypadek, po czym wrócił do pracy coraz bardziej zaniepokojony.

Później James odnalazł większy kamyk zaraz za szopą, a ukochana, ośmioletnia Amber Spriggs, która mu towarzyszyła, znalazła mniejszy kawałek. W wiadomościach podano, że w zeszłym tygodniu zderzyły się satelity, amerykański i rosyjski, i inni, którzy obserwowali to dość dziwne zjawisko, sądzili, że to mogą być rozpadające się pozostałości po tym zderzeniu. Gdy James rozmawiał z szeryfem, doszli do wniosku, że kamyki nie są z satelitów. Może są to meteoryty... ale czy meteoryty to nie są duże bryły metalu? Ka-

myki odłożono do plastikowego pudełka i praca na farmie toczyła się jak zwykle.

Pani Wanda Adair, mama Diany, prowadziła kolumnę towarzyską w lokalnym tygodniku, *West News*, gdzie redaktorem jest Larry Knappek. Wspomniała Larry'emu o historii z rzuca- niem kamieniami, ale wydawało się, że szybko pójdzie to w niepamięć, bo naprawdę nic nie wskazywało, by te małe kamyki przyciągnęły większą uwagę w krainie farm na teksańskiej wyżynie.

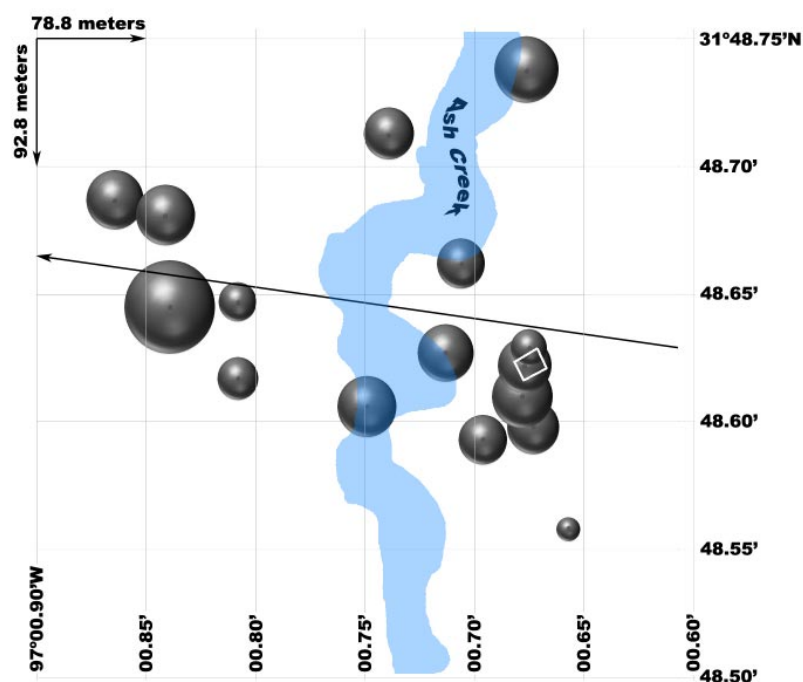
Tymczasem 1300 km stamtąd, w Nowym Meksyku, Dima Sadilenko, Sergiej Pietuchow i Doug Dawn byli w drodze na poszukiwanie meteorytów na stary obszar rozrzutu gdzieś w Teksasie, jadąc dwudziestoletnią półciężarówką Chevy wyposażoną specjalnie do tego celu. Gdy chrupali wspaniały, cytrynowy placek, którym obdarowała ich, życząc powodzenia, Twink Monrad, dotarła do nich wiadomość od Roba Matsona, że wcześniej tego dnia wi-



Fot. 1. Złożony obraz z radaru meteorologicznego opracowany przez ekipę, by wyznaczyć kierunek wejścia teksańskiego bolidu. Surowe dane dzięki NWS ze stacji Ft. Worth i Ft. Hood po 11:02 CST, 15 lutego 2009 r. Chmura bolidu była bardziej rozległa niż pokazano; przedstawione wysokości są wynikiem wybranych przejść przypadkowo przeciętych wiązką radaru kilka minut po zjawisku.

dziano nad Teksasem bolid. Poszukiwacze mieli bardzo mało czasu i zaplanowali tylko jednodniowe poszukiwania w zachodnim Teksasie. Jednak wyglądało na to, że życie trzeba odłożyć. Po trzech godzinach snu w Deming, w Nowym Meksyku, i rutynowym zajrzeniu do Internetu, skrzynki pocztowe były zapchane wiadomościami o zdarzeniu. W szczególności Eddie Garcia z News 8 Austin zarejestrował to dzienne zjawisko z odległości 110 mil filmując maraton. Zmęczona trójka miłośników astronomii (dwóch chemików i paleontolog) obejrzała nagranie wiele razy; wyglądało na to, że bolid mógł wylądować koło Waco w Teksasie. Wszystko za tym przemawiało: kąt wejścia, szybkość i jasność samego bolidu — niektórzy Teksasńczycy oceniali, że był jaśniejszy niż słońce. Tymczasem Rob zabrał się do pracy ustalając lokalizację pana Garcii i kąt ustawienia kamery wycelowanej na meteor, aby przewidzieć, gdzie mogły spaść meteoryty.

Poszukiwacze pognali w kierunku Waco szybciej niż pozwalały możliwości starego Chevy. Układ chłodzenia zaczął przeciekać i była godzina opóźnienia, gdy rosyjsko-meksykańską pomysłowość wykorzystano na potrzeby tego starego, wiernego trucka V8 350. Do 4:00 rano ekipa dotarła do De Leon w Teksasie, położonego bardzo blisko domniemanego obszaru rozrzutu. Po dwóch godzinach odpoczynku pojawiły się w Internecie obrazy z radaru meteorologicznego: meteoroid rozpadł się od okolic Penelope w kierunku



Fot. 2. Badany przekrój obszaru rozrzutu z centrum w Ash Creek. Szesnaście znaleźisk (12 całkowicie pokrytych skorupą) o łącznej masie 360 g dokonała ekipa i właściciele ziemi od 15 do 20 lutego 2009 r. Oś i orientację elipsy wyznaczono metodą najmniejszych kwadratów uwzględniając wagi zależnie od mas. Zaznaczona jest szpota trafiona przez przynajmniej jeden z dwóch kamieni. (Zob. tekst).

oryginalnego miasta West w Teksasie i mógł kończyć się koło małego miasteczka Aquilla, albo Whitney Lake za nim.

O 7:00 rano, 17 lutego, ekipa była już w polu próbując zlokalizować miejsce spadku zgodnie ze wskazaniami radaru. Relacje świadków z Whitney Lake, z Aquilla i Tokio do Wiggins, uświadomiły ekipie, że fragmentacja była poza West, bo wszyscy mieszkańcy tych okolic wskazywali na wschód. Jedna, ciekawa informacja z drugiej ręki

mówiła o czyimś kuzynie, który drzemał w łóżku w mieście Birome, który stwierdził, że „omal nie spadł z łóżka”, gdy grzmot rozległ się dokładnie nad jego domem. Inne relacje świadków z Penelope brzmiały podobnie.

Wciąż jednak pozostawał ogromny teren do przeszukania, a czas uciekał, gdy ekipa oceniała prawdopodobieństwo powodzenia. Poszukiwacze zrobili przerwę na dobry posiłek w Pizza House, w West. Przypadkowa wskazówka w tym Pizza House od miłej kelnerki imieniem Barbara skierowała ekipę na poszukiwanie pana Larry Knapka z *West News* przed ponownym wyruszeniem w teren. Larry wiedział o wszystkim, co się w mieście dzieje. Poszukiwacze porozmawiali z nim o bolidzie i po pół godzinie bardzo ciekawej rozmowy stwierdzili, że szukanie spadających gwiazd jak zawsze jest zniechęcającym zajęciem. Wychodząc spyaliśmy jeszcze raz, czy są jakieś opowieści o możliwych kamieniach z nieba. Larry pogrzebał w pamięci i przypomniał sobie nieopublikowaną historię, którą redagował w kolumnie pani Adair. Zadzwoił do pani Adair i rozmawiano o sceptycyzmie wobec kamieni, bo farmerzy wyobrażali sobie, że meteoryty, to muszą być duże, metaliczne bryły, a nie małe, białe kamyczki. Gdy meteorytycy dogadali się z właścicielami ziemi, okazało się później,



Fot. 3. Od lewej: Rob Matson, Dima Sadilenko, James Trussell i Doug Dawn obok rozradowanej Diane Williams, która znalazła swój pierwszy meteoryt 19 lutego 2009 r. W tle widać drzewa na brzegu Ash Creek.

że te białe kamyczki miały czarną skorupę i podnieceni poszukiwacze entuzjastycznie umówili się na spotkanie z ciekawymi farmerami.

Czekając, aż znalazcy pierwszych podejrzanych kamieni przybędą na farmę Adair, poszukiwacze razem z członkami rodziny szukali kamieni z kosmosu. Dima i Doug nie potrzebowali dużo czasu, by wypatrzyć dwa meteoryty na brzegach wyschniętego koryta rzeki przecinającej posiadłość, przypadkiem nazywanej Ash Creek. Najpierw był rozłupany kamyczek ważący 17,8 g, a potem okaz 23,7 g całkowicie pokryty skorupą. Przybyli Diane i James i Doug miał wspaniałą przyjemność potwierdzić, że istotnie są to pierwsze okazy teksańskiego deszczu meteorytów z 15 lutego i że jest to chondryt zwyczajny z silnymi przeobrażeniami termicznymi i dość dużymi zmianami szokowymi, z ładnymi żyłkami przecinającymi białą skałę. Kamienie wciąż wydychały delikatną woń siarki. Podczas obu nocy, 15 i 16 lutego, była mżawka i dużo wilgoci w powietrzu. Na rozłupanej powierzchni jednego okazu, z widocznym troilitem, już były widoczne ślady wietrzenia, chociaż wydawało się bardziej prawdopodobne, że kryształy soli były przynajmniej częściowo odpowiedzialne za rdzawe plamki na niektórych znaleziskach. Poszukiwacze złożyli zainteresowanym właścicielom ziemi propozycję bardziej gruntownych poszukiwań, tak aby nie stracić wartości naukowej tego, co się zdarzyło. Po uzgodnieniu dokładnego protokołu poszukiwań zespół uzyskał ograniczone zezwolenie na kontynuowanie poszukiwań tak długo, jak nie będą one kolidować z intensywną pracą na farmie, gdzie siewano się do siewów.

Nie traciliśmy czasu. Wieczorem, 17 lutego, Sergiej z naszego zespołu zgodził się zawieźć jeden z okazów do dr Alana Rubina z UCLA do zbadania i sklasyfikowania. Gdy powiadomiliśmy dr Rubina o znalezisku, Sergiej wsiadł następnego dnia do pierwszego samolotu do Los Angeles z cennym gościem z kosmosu. Rob Matson otrzymał przesyłkę i przekazał okaz dr Rubinowi. Tego samego popołudnia Rob był już w samolocie do Teksasu, by szukać meteorytów. Współpracując z nami dr Rubin stwierdził, że meteoryt jest typu L6 S3, jednego z najpospolitszych rodzajów chondrytów zwyczajnych. Zauważył także obecność ziaren mie-



Fot. 4. Całkowicie pokryte skorupą znalezisko z piłką golfową dla porównania. Widać teren znakomity do poszukiwań i szepę, gdzie słyszano uderzenie spadających meteorytów.

dzi w metalu meteorytu, co uznał za typowe w zszokowanych chondrytach. Pełny opis zrobiony przez Alana brzmiał następująco:

W0, S3, L6

oliwin  $Fa: 24,2 \pm 0,2$  ( $n=12$ )

piroksen niskowapniowy  $Fs 20,5 \pm 0,7$

Wo  $1,6 \pm 0,2$  ( $n=12$ )

średni skład kamacytu  $Fe 93,1$   $Ni 5,8$

$Co 0,83$  ( $n=4$ )

średni skład taenitu  $Fe 69,6$   $Ni 30,3$

$Co 0,30$  ( $n=9$ )

Taenitu jest znacznie więcej niż kamacytu.

Wielkość wielu ziaren plagioklazu przekracza 50  $\mu m$ . Niektóre ziarna metalu mają wewnątrz nieregularne ziarna troilitu. W niektórych ziarnach metalu jest metaliczna Cu. Jest trochę cienkich żyłek szokowych, zawierających metal i siarczek. W skale widać znaczne pociemnienie krzemianów.

W ciągu pięciu dni od przygody Jamesa Trussella przy naprawie płotu, przeszukano obszar jednego kilometra kwadratowego i farmerzy oraz poszukiwacze znaleźli w sumie 16 kamieni. Dwanaście z nich było całkowicie pokrytych skorupą. Najlepszy moment był, kiedy podczas dokumentowania po kolei każdego kamienia ośmioletnia Amber spytała, „A co z moim?” Ważący 9,7 g kamień Amber Spriggs został szczególnie dokładnie udokumentowany jako duma i radość wszystkich.

Wobec wydajności tego miejsca i niewielkiej ilości czasu na poszukiwania, skupiliśmy się na uzyskaniu jak

największej ilości informacji z tego dość małego obszaru. Przede wszystkim byliśmy zainteresowani kierunkiem lotu bolidu. Sądzymy, że nasze znaleziska reprezentują prawie wszystkie meteoryty, jakie spadły na ten obszar. Dowodzi tego fakt, że przy kolejnym przeszukiwaniu tego otwartego i całkowicie dostępnego obszaru trudno było coś jeszcze znaleźć. Wobec kompletności i jakości dostępnych danych doszliśmy do wniosku, że stosunkowo izolowany materiał, jaki znaleźliśmy, może być z jednej fragmentacji jednego z większych fragmentów łańcucha bolidów obserwowanego przez niektórych świadków. W obszarach bezpośrednio przylegających do badanego nie było meteorytów przez kilkadziesiąt metrów. Szczególnie interesujące jest porównanie analizy tego ograniczonego, ale naturalnego segmentu spadku, z resztą spadku, a także z doświadczeniami poszukiwaczy meteorytów z kanadyjskiego spadku z 2008 r., Buzard Coulee.

Mapa tej części obszaru rozrzutu, w której pracowała ekipa, została opracowana na podstawie współrzędnych każdego meteorytu. Na podstawie naszych danych wyliczyliśmy najlepszą statystyczną linię przy pomocy metody najmniejszych kwadratów przydając każdemu meteorytowi wagę zależną od jego masy. Ta linia wyznaczyła azymut  $278,2^\circ$  kierunku opadania meteorytów z bolidu 15 lutego. Mniejsza oś oznacza środek elipsy rozrzutu meteorytów z Ash Creek, o szerokości  $31^\circ 48,648' N$  i długości  $97^\circ 00,752' W$ .

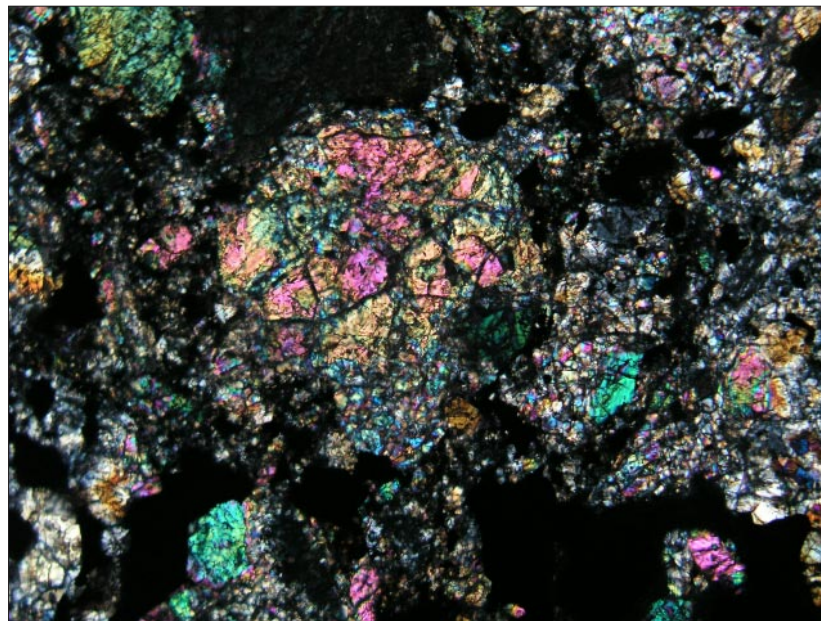
Dla naszych znalezisk równanie linii wyznaczającej główną oś elipsy można wykorzystać do porównania ze współrzędnymi innych znalezionych okazów. Równanie ma postać:

$$[\text{Szerokość}] = 0,12312 \times ([\text{Długość}] - 00,7519) + 48,6476$$

Szerokość (w minutach) można obliczyć dla dowolnej długości i otrzymany punkt będzie na osi wyznaczonej w tej pracy. Szerokość jest podana w minutach powyżej 31°N. Długość jest podana w minutach powyżej 97°W. (Wartości na południe od 31°N lub na wschód od 97°W są wykazywane jako ujemne. Na przykład 96° 59'W trzeba wprowadzić jako -1).

Ekipa porównała to z kierunkiem chmury bolidu wskazywanym przez dane z radaru meteorologicznego. Po ponownym opracowaniu wyników uzyskaliśmy złożony obraz radarowy, z którego można było ocenić azymut ruchu chmury bolidowej z dokładnością 2—3 stopni, jeśli pominąć znaczne, zróżnicowane odchylenia spowodowane wiatrem.

Z obserwacji radarowych wynikała trajektoria o azymucie 279° (WNW). Zgodność z wynikami poszukiwań w terenie była uderzająca. Widać to było już od samego początku, gdy tylko zaczęliśmy obliczenia. Chociaż nie mieliśmy czasu na formalną analizę błędów, to oś obszaru rozrzutu wyznaczona na podstawie naszych znalezisk była bardzo stabilna z dokładnością do kilku stopni, nawet gdy wyłączano z analizy poszczególne okazy włącznie z największym (63,0 g), według scenariusza



Fot. 5. Płytkę cienką w świetle spolaryzowanym ukazuje zrekrystalizowaną, porfirową chondrę oliwinową.

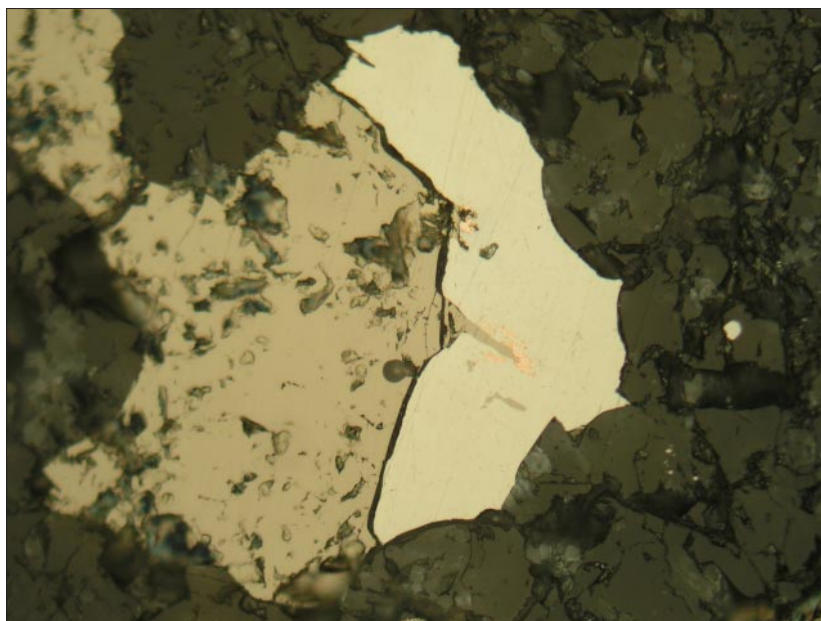
„co by było, gdybyśmy jego nie znaleźli”.

Mając dobrze wyznaczony azymut lotu można teraz określić kąt wejścia bolidu z video Eddiego Garcii po wyznaczeniu dokładnych współrzędnych miejsca, skąd filmował on zjawisko. Wynik, z poprawką na nachylenie perspektywy z Austin, był taki, że bolid wszedł w atmosferę pod kątem około  $40 \pm 1$  stopnia względem horyzontu. Na podstawie zrzutowanego punktu uderzenia, przy braku powietrza, koło miasta Aquilla w Teksasie, możemy więc powiedzieć, że radiant meteoroidu był w gwiazdozbiórze Pegaza. Współrzędne astronomiczne tego radiantu są w przybliżeniu: rektascensja

23<sup>h</sup> 36<sup>m</sup>, deklinacja +13° 50'. Można zrobić z video dokładniejsze pomiary, by określić prędkość nadlatującego bolidu, a to pozwoli obliczyć orbitę pierwotnego meteoroidu. Pozostawimy to jako zadanie dla zainteresowanych czytelników i przedstawimy nasze wyniki w następnym numerze kwartalnika *Meteorite*.

Trwają dalsze badania okazu przekazanego do klasyfikacji i kilku innych i w Stanach Zjednoczonych i w Moskwie, jeśli chodzi o zawartość krótko żyjących izotopów promieniotwórczych. Mamy nadzieję, że szybkie odnalezienie, sklasyfikowanie i analiza tego chondrytu pozwoli na lepsze poznanie jego przeszłości, składu chemicznego i rozmiarów przed wejściem w atmosferę.

Nasza fantastyczna podróż pozwoliła nam rzeczywiście uchwycić i dotknąć kawałka nieba, które tak bardzo podziwiamy przez nasze teleskopy, a którego los związał się teraz z naszym, a także zetknąć się z teksańską rodziną o wielkim sercu, która dała nam tę jedyną w życiu możliwość, i dwukrotnie najlepszy, domowy obiad z wołowiny w naszym życiu! Dla naszej ekipy, grupy miłośników astronomii i meteorologów, marzenie się urzeczywistniło pomimo presji czasu i zobowiązań rodzinnych. Całe to doświadczenie było równie ekscytujące, co uczące pokory. Pomyśleć, że 53 godziny przed naszymi szczęśliwymi odkryciami te meteority były częścią małej planetoidy, nazywanej meteoroidem, wędrującej po



Fot. 6. Tu widać małe ziarno miedzi w metalu.

niebie. W końcu pokazuje to nam, jak małe jest nasze miejsce we wszechświecie.

[Od redaktora *Meteorite*: Tę informację przysłał nam autor, gdy artykuł został już zredagowany i złożony do druku. „Bacia Amber powiedziała mi właśnie, że pozwolono w końcu Amber przynieść jej meteoryt do małej szkoły, do której chodzi w West i to było duże wydarzenie dla całej szkoły, które zainspirowało i wpasowało się ide-

alnie w szkolny program astronomiczny — i to w społeczności, która podobno nie interesuje się meteorytami. Czyż to nie piękne, gdy zwykli ludzie robią takie rzeczy i nasze szpetne gęby nie muszą się pokazywać?”]

Otrzymane 11 marca 2009 r.

*Okladka (u dołu z lewej). Melissa, Diane i Amber oraz James Trussell, gdy Amber Spriggs promienieje dumą pokazując swój meteoryt w miejscu znalezienia 15 lutego 2009 r. niecałe 2 metry od szopy. Przynajmniej jeden z dwóch kamieni (tych dwóch, które znaleźli Amber i Ja-*

*mes) uderzył w dach dużej szopy na farmie. Zdjęcie zrobiono 17 lutego 2009 r.*

E-mail: [mexicodoug@aim.com](mailto:mexicodoug@aim.com)

*Doug Dawn jest miłośnikiem astronomii i chemikiem fizycznym, który znajduje ukojenie wysoko w nocnym niebie albo wędrując po cudownej pustyni. Jego Tato pierwszy wystawił go na dynamikę niebios i wykształcił jego zamiłowanie do meteorów, komet, odkryć i wszystkiego, co pozaziemskie.*

*MD*

## Hopper: Opowieść o psie

Ruben Garcia i Rob Wesel

(Artykuł z kwartalnika METEORITE Vol. 15 No. 2. Copyright © 2009 ARKANSAS CENTER FOR SPACE & PLANETARY SCIENCES)

[Od redaktora *Meteorite*: Poszukiwacze meteorytów Ruben Garcia i Rob Wesel razem przysłali następujące relacje o Hopperze, psie, który przyniósł meteoryt.]

### Pies z West w Teksasie, który znalazł meteoryt

Ruben Garcia

Mówi się, że osoba o dobrym charakterze zrobi to, co należy nawet wtedy, gdy nikt nie patrzy.

Rankiem, 20 lutego 2009 r., w małej, rolniczej miejscowości nieco na północ od Waco w Teksasie, zwanej West, Sonny Clary udowodnił, że jest taką osobą. Sonny, Steve Arnold i ja wylądowaliśmy w tej małej miejscowości z nadzieją na znalezienie meteorytów, które spadły kilka dni wcześniej po pojawieniu się jasnego bolidu. Wiedzieliśmy, że muszą one być na tym terenie, bo zaledwie 32 godziny wcześniej Mike Farmer i jego ekipa ogłosili znalezienie pierwszego meteorytu.

Chwila prawdy dla Sonny'ego nadeszła, gdy zaczęliśmy pukać do drzwi z nadzieją, że uzyskamy zgodę na poszukiwania na tym terenie. Gdy podeszliśmy do mobilnego domu, który stał na środku ładnie wypielęgowanego podwórka otoczonego ze wszystkich stron trawą, Sonny zauważył na werandzie piękny, całkowicie pokryty skorupą meteoryt. Pukał do drzwi przez minutę lub dwie, po czym odszedł pozostawiając meteoryt tam, gdzie leżał.

Mój telefon zadzwonił, gdy byłem kilka domów dalej rozmawiając z właścicielami ziemi.

„Ruben, widziałeś ten meteoryt na werandzie?” w głosie Sonny'ego brzmiało zaskoczenie.

„Co masz na myśli?” spytałem dość pewny, że nie mówi o czymś oczywistym.

„Jest ładny kamień na ganku, jakieś 70–90 gramów, po prostu leży sobie.” wyjaśnił Sonny.

„Sonny, czy chcesz go kupić?” spytałem.

„Nie kupuję meteorytów, gdy mogę je znaleźć”, stwierdził dumnie.

Trzeba pamiętać, że Sonny jest, według mojej skromnej oceny, jednym z pięciu najlepszych poszukiwaczy meteorytów na świecie i nie potrzebuje kupować meteorytów. Z drugiej strony ja nie byłem aż tak dumny i postanowiłem znaleźć właściciela w nadziei, że podzieli się on tym małym kawałkiem galaktycznego złota. Znalezienie właściciela było proste; wystarczyło spytać sąsiada, który chętnie podał numer telefonu i imię — Pauline. Wybrałem numer i musia-

łem odczekać kilka minut, aż będzie wolny, co dało mi czas na zastanowienie się, co mam powiedzieć Pauline.

Delikatne „Hello?” przerwało moje rozmyślanie i zacząłem się przedstawiać.

„Cześć, jestem poszukiwaczem meteorytów i gdy wędrowaliśmy po terenie próbując uzyskać zezwolenie na poszukiwania, kolega zauważył jeden na pani werandzie,” powiedziałem nie spiesząc się.

„Co, ten czarny kamień, który Hopper przyniósł i upuścił na werandzie, jest meteoritem?” powiedziała z rozbawieniem w głosie.

„Hopper?” spytałem.

„Tak,” wyjaśniła. „Hopper, to bezański pies, którego przygarnęliśmy



Fot. 1. Hopper

kilka tygodni temu, i przynosi nam najróżniejsze rzeczy na werandę.” (Zob. fot. 1)

Umówiliśmy się na spotkanie u niej w pracy, by dowiedzieć się więcej i być może kupić przyniesiony przez Hoppera kamień. Rozmowa poszła dobrze; niestety zanim tam dotarłem, Pauline postanowiła zatrzymać meteoryt. Próbując nie okazywać mojego ogromnego rozczarowania podziękowałem jej i wróciłem do West, by spróbować znaleźć meteoryt, który nie został wcześniej znaleziony przez jakiegoś miejscowego psa.

Na szczęście nie był to koniec tej historii! Mój dobry przyjaciel Rob Wesel z Nakhla Dog Meteorites był bardzo zainteresowany tym kamieniem. Swoją stronę internetową nazwał na cześć psa, który został uderzony i zabity meteorytem nazwanym Nakhla — ta nazwa pochodzi od regionu w Egipcie, gdzie spadł meteoryt. Rob wraz ze mną skontaktował się z Pauline ponownie i po dłuższym targowaniu się udało mu się kupić ten kamień. W końcu kamień wylądował tam, gdzie powinien, w kolekcji Nakhla Dog Meteorite. Czyż może być lepsze miejsce?

## Nowy pies w mieście

*Rob Wesel*

Do West w Teksasie dotarłem pod wieczór. Było za mało czasu na poszukiwania, ale za dużo emocji, by tylko zameldować się w hotelu. Razem z moim przyjacielem, Patrickiem Thompsonem pojechaliśmy więc zobaczyć obszar rozrzutu i zorientować się w terenie. Inni członkowie naszej ekipy byli na poszukiwaniach, daleko od swych samochodów, tak że nie było ich widać, więc postanowiliśmy tylko przejrzeć pobocza drogi.

Gdy wysiedliśmy, przywitał nas entuzjastycznie czarny border collie, który przyłączył się do naszych poszukiwań. Nie bojąc się nadjeżdżających samochodów pies miał skłonność do atakowania ich na wprost zamiast z boku. Dziwne, że samochody nie zamierzały zwolnić. Pies szedł z nami jakąś milę póki nie natknęliśmy się na jednego z mieszkańców, który nazywał się Mitch. Zatrzymał się, by pogadać z nami.

„Wiecie, że ten pies znalazł meteoryt.”



*Fot. 2. Od lewej: Pauline Alligood, Mitch Bynum i Rob Wesel*

„Czyj on jest?”

„Nasz”.

Wciąż oszołomiony dniem lotu i poprzedzającą go bezsennością od emocji nocą odpowiedziałem „Nie sprzedałbyś go?”

„Nie, on nie jest na sprzedaż,” powiedział i to był koniec rozmowy.

Następnego dnia spotkaliśmy się z członkami naszego zespołu poszukiwaczy i od mojego przyjaciela Rubena Garcii dowiedziałem się, że historia jest prawdziwa i że Ruben targował się o robiący się już sławnym „kamień Hoppera”. Mówiliśmy o tym w ciągu dnia i do wieczora Ruben powiedział mi, że jeśli cena przekroczy jego możliwości, to możemy się umówić, że ja będę następny w kolejce do zakupu.

Następnego wieczoru poszedłem z Rubenem na spotkanie z Pauline

i Mitchem. W końcu oferta Rubena została odrzucona i teraz zdobycie kamienia było w moich rękach. Cena została uzgodniona po zręcznym targowaniu się przez Pauline; mogła by być dobrym dealerem meteorytów. Do meteorytu Pauline i Mitch dołączyli krótki opis zdarzenia i podpisami potwierdzili autentyczność (zob. fot. 2).

Po zakończeniu interesów, wraz z Rubenem porozmawialiśmy trochę o zakochanej parze, o zainteresowaniach i życiu dobrych, ciężko pracujących ludzi w tym małym, rolniczym miasteczku i poznaliśmy historię psa.

Wygląda na to, że Hopper naraził się okolicznym mieszkańcom. Nie wiadomo, skąd się wziął, ani dlaczego wybrał ten mały, spokojny dom na swój własny. To, co było wiadomo, to



*Fot. 3. Ruben Garcia i Hopper*

że Hopper jest psotnym kundlem w każdym znaczeniu tego słowa. Pauline i Mitch musieli odpowiadać za skradzione rzeczy znajdujące na ich podwórku, szkody zrobione na podwórkach sąsiadów, zamieszanie w ruchu ulicznym z powodu unikalnej metody polowania przez Hoppera na samochody, wystraszone zwierzęta domowe i psie kupy na werandach. Doszło to do punktu, że postanowiono Hoppera wykończyć. Ustalono już datę zagłady; miało to być następnego dnia po tym, jak Sonny Clary zauważył ten kamień, ten z jedenastej godziny, ratujący życie kamień (zob. okładka, u góry z lewej).

Papier podpisany, kamień w rękę, sprawa zakończona z wyjątkiem kilku pamiątkowych zdjęć.

„Czy można by wnieść Hoppera na kilka zdjęć?”

„Oo nie, ten pies do domu nie wchodzi” powiedział Mitch.

Błagałem. Zgodziłem się trzymać psa przez cały czas. Był to błąd, ale słowo się rzekło i chciałem mieć te zdjęcia. Hopper jest przymilnym, szczęśliwym psem i bycie blisko niego jest fajne w plenerze, ale jest to także pies gospodarski i uwielbia wlażyć wszędzie, gdzie się tylko da. Z bliska jego zapach wystarczy by wywołać pieczenie w nosie i łzy, a ja musiałem uśmiechać się do zdjęcia. Widziałem także, że Ruben ma ochotę zrobić sobie zdjęcie z psem i nie chciałem zepsuć niespodzianki, więc zebrałem resztki sił i pozowałem z zaciśniętymi zębami próbując zrobić grymas wyglądający na uśmiech. Potem Ruben usiadł do zdjęcia i umieściłem Hoppera na jego kolanach.

„Och, Rob, nie powiedziałeś mi, że on tak śmieszny, człowieku.”

Pauline, Mitch i ja prawie popłakaliśmy się ze śmiechu, a może nasze oczy zaszkły łzami od smrodu, który nawiasem mówiąc, trudno zmyć.

Gdy wybieraliśmy się kupić meteoryt, mój przyjaciel Steve Arnold z Arkansas poprosił, by zaproponować kupno psa, który pojechałby z nim do jego domu na resztę życia. Chociaż pies nie był na sprzedaż, Ruben i ja nie mogliśmy nie wyobrazić sobie, jak by to było zabawnie widzieć Steve’a jadącego całą drogę do domu z głową wystawioną przez okno i zadowolonego Hoppera siedzącego obok.

Nigdy się nie dowiemy, dlaczego



Fot. 4. Od lewej: Jim Schwade, John Sinclair, Patrick Thompson i Jason Phillips dostają wskazówki od Hoppera

pies przyniósł meteoryt do domu, ale szczęście się do niego uśmiechnęło. Jest teraz znany w West i żyje mu się wygodnie. Jada na obiad steki i żeberka, nie musi zadowalać się królikami i zajął miejsce w historii w dobrym towarzystwie psów z Nakhla w Egipcie i z Bethlehem, New York.

Chciałbym przekazać moje serdeczne podziękowania za uczciwość Sonny’ego, szczodrość Rubena, oraz dla Mitcha, Pauline i Hoppera za pomoc w umieszczeniu tego zdumiewającego kamienia w moich rękach. Będę jego opiekunem do końca moich dni.

Okładka (u góry z lewej): Rob Wesel i Hopper.

E-mail: [meteoritemall@yahoo.com](mailto:meteoritemall@yahoo.com), [nakhladog@comcast.net](mailto:nakhladog@comcast.net)

Ruben Garcia:

Urodziłem się w Durango, w Colorado, w kwietniu 1964 r., a dorastałem w północnej części Nowego Meksyku. Jesienią 1986 r. przeniósłem się do Phoenix w Arizonie. W 1998 r. zobaczyłem przypadkiem na Discovery Channel Boba Haaga mówiącego o meteorytach i od razu zainteresowałem się tymi zdumiewającymi, pozaziemskimi kamieniami. Zaraz następnego dnia poszedłem do biblioteki i przeczytałem, ile tylko mogłem na ten temat. Jednym z pierwszych ludzi, jakich spotkałem, był Jim Kriegh. Bezinteresownie uczył mnie sztuki szukania meteorytów. Powiedział mi, jaki rodzaj wykrywacza metalu kupić, a także zaprosił na obszar rozrzutu Gold Basin, gdzie w końcu znalazłem mój pierwszy meteoryt. Obecnie lubię szukać

meteorytów, jak tylko znajdę czas, ponieważ uwielbiam te chwile, gdy jestem na odludziu i znajduję meteoryt. Dla mnie meteoryt jest czymś więcej niż tylko kamieniem z kosmosu; jest jedynym pozaziemskim obiektem, który można mieć na własność.

Rob Wesel jest kolekcjonerem meteorytów z Portland w stanie Oregon i właścicielem Nakhla Dog Meteorites.



# Obraz z radaru: Kamienie burzowe koło West, w Teksasie

Robert Woolard i Michael Farmer

(Artykuł z kwartalnika METEORITE Vol. 15 No. 2. Copyright © 2009 ARKANSAS CENTER FOR SPACE & PLANETARY SCIENCES)

Jest bardzo prawdopodobne, że widzieliście video jasnego, białego bolidu z 15 lutego 2009 roku, dzień po Walentynkach. Jak spóźniony strzał kosmicznego Kupidyna ta lśniąca strzała wbiła się głęboko w serce Teksasu. Zdarzył się właśnie nowy, amerykański deszcz meteorytów, pierwszy w Teksasie od spadku Monahans ponad dziesięć lat wcześniej. Oceny wielkości nadlatującego meteoroidu wahały się od „wielkości lodówki” do „wielkości samochodu”. Miłośnicy meteorytów na całym świecie czekali niecierpliwie na napływ wieści o znalezieniu fragmentów najnowszego przybysza z kosmosu.

Rob Matson nie ograniczał się do czekania, wykorzystując do zawężenia możliwego obszaru spadku nagranie video bolidu wraz z coraz doskonalszymi programami *Google Earth*. Być może był to pierwszy raz, gdy takie połączenie technik wykorzystano do tego celu. Ale... był także inny *bardzo* ważny fragment danych, który, o ile autorowi wiadomo, pierwszy raz został udostępniony publicznie.

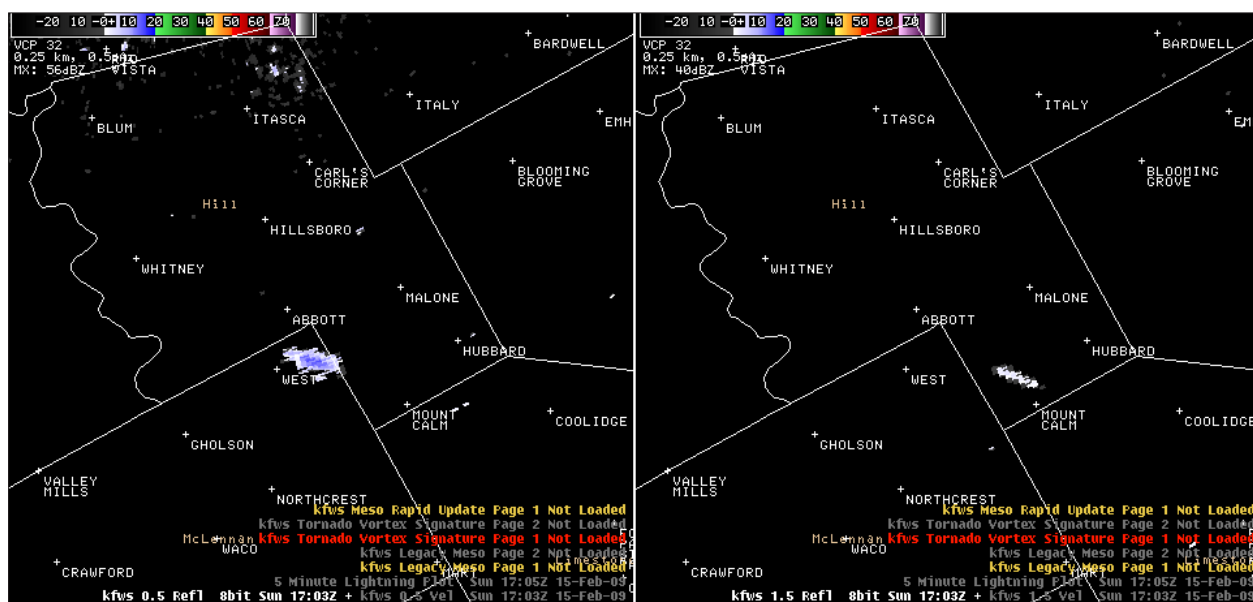
Zdumiewające obrazy z meteorologicznego radaru pokazały „chmurę

meteorytów” spadającą w powietrzu. Tak samo jak te urządzenia potrafią przeniknąć chmury, by wykryć obecność kulek gradu, ten radar ukazał obraz meteorytów w locie (zob. Fot. 1) [zob. także artykuł Douga Dawna].

Gdy następnego dnia po spadku jeden z moich przyjaciół przysłał mi obrazy radarowe, od razu wiedziałem, że mogą one być bardzo ważne dla odnalezienia meteorytów. Natychmiast zadzwoniłem do Michaela Farmera i przysłałem mu obrazy. Zdał sobie sprawę, że to ostatni, brakujący kawałek układanki, którego potrzebował, by zlokalizować miejsce spadku. Wywnioskował już, gdzie jest w przybliżeniu miejsce spadku, korzystając z doniesień o gromach dźwiękowych w okolicy teksańskich miast Hubbard i Penelope, a ta nowa informacja zawężyła miejsce spadku jeszcze bardziej. Jak się umówiliśmy, Michael zaczął zamawiać miejsce w samolocie na wtorkowy wieczór, a ja zaplanowałem przyjechać tam we środę. Jak tylko zaczęło świtać, wyruszyłem wraz z moim synem, Robertem, na naszą pierwszą wspólną meteorytową ekspedycję ojca z synem i przejechaliśmy 400 mil do miastecz-

ka West w Teksasie, gdzie dołączyliśmy do Michaela i Moritza Karla. Już po 15 minutach od spotkania zadzwonił Robert Ward i Shauna Russell, którzy także penetrowali teren, z informacją, że kierują się do rancza położonego parę mil dalej, gdzie kilka małych meteorytów uderzyło w stodołę farmera. Po przybyciu stwierdziliśmy, że są już tam Doug Dawn, Dima Sadilenko i Sergiej Pietuchow. Pracowali oni z Robem Matsonem i jego dane zaprowadziły ich na to miejsce jeszcze wcześniej. Oczywiście wykorzystanie przez Roba nagrania video bolidu wraz z *Google Earth*, oraz nasze wykorzystanie obrazów radarowych, zaprowadziło nas wszystkich bardzo szybko dokładnie na obszar rozrzutu.

Opuściliśmy farmę, by poprosić o pozwolenie na poszukiwania w paru pobliskich posiadłościach. Wielu miejscowych właścicieli ziemi było chętnych do współpracy i przyjaźnie nastawionych, ale niektórzy nie byli skłonni udzielić zgody na poszukiwania. Kilku nawet wyrażało obawę, że w istocie jesteśmy „rabusiami”, bo ich zdaniem nikomu nie przysługiwało do głowy, by szukać „małych, czarnych kamieni”



Fot. 1. Historyczny obraz radarowy, przypuszczalnie pokazujący po raz pierwszy uchwycone kamienie meteorytowe w locie. Obraz z prawej pokazuje kamienie na wysokości 7000 stóp, a z lewej na wysokości 4000 stóp, kilka chwil przed spadnięciem. „Chmura meteorytów” ma w przybliżeniu dwie na pięć mil.

(Oddając im jednak sprawiedliwość, czytałem później, że kilka tygodni przed spadkiem meteorytów była na tym terenie seria niewyjaśnionych włamań). Kilkunastu mieszkańców opisało także chętnie okoliczności tego widowiskowego spadku. Wszyscy oni stwierdzali, że gromy dźwiękowe były przeciągłe i dosłownie wstrząsające domami. Są pogłoski, że w niektórych domach rzeczywiście popękały szyby w oknach. Świadkowie, którzy akurat byli szczęśliwie na zewnątrz, potwierdzili, że meteor spadał w dzikim korkociagu.

Zdumiewające, że zanim dzień się skończył i niewiele ponad 72 godziny po spadku, nasz zespół znalazł meteoryty (Fot. 2)! Nie było to małe osiągnięcie, czy to nasze, czy jakiegokolwiek poszukiwacza na tym terenie. Ten teren w większej części nie był zbyt wygodny do poszukiwań. Sporą część ziemi pokrywał gęsty, zielony dywan wysokiej na sześć cali oziminy. Te pola były oczywiście poza zasięgiem, bo żaden farmer nie miałby ochoty na trawienie jego plonów nawet gdyby dało się coś zobaczyć pod pokrywą zielonych źdźbeł. Większość pól była naga i niedawno zaorana. Niestety na wszystkich była znaczna koncentracja ziemskich kamieni, co utrudniało poszukiwania. Byliśmy wszyscy mocno zaskoczeni i zawiedzeni widząc, jak gęsto były pokryte pola kamieniami. Wobec wykluczenia przeważającej większości obszaru rozrzutu przez powyższe warunki, byliśmy zmuszeni do poszukiwań głównie w miejscach, któ-



Fot. 2. Udałe odnalezienie kolejnego świeżego meteorytu w trudnym terenie. Od lewej: Robert Woolard, Jr., Moritz Karl, Dave Gheesling, Mike Farmer, Robert Ward. Fot. Robert Woolard.

re nie były szczególnie atrakcyjne. Wysoka, gęsta trawa, która w wielu miejscach położyła się tworząc grube maty, niewątpliwie zakrywała większość małych meteorytów. Mimo to zdołaliśmy odnaleźć w takich miejscach sporą liczbę tych cennych kamieni. Najlepszy, ale niestety także najrzadziej występujący rodzaj terenu, na jakim szukaliśmy, to były zbyt nieliczne pastwiska z krótko przyciętą trawą. Szukanie na nich było prawdziwą przyjemnością! Jedno z takich miejsc zajmuje szczególnie ciepłe miejsce w moim sercu (zob. fot. 3).

Jak wspominałem wcześniej, mój syn Robert po raz pierwszy wyruszył ze mną na poszukiwanie meteorytów. Obu nam wiodło się całkiem nieźle

i byliśmy już całkiem zadowoleni z naszych znalezisk. Gdy rozglądaliśmy się wokoło za czystymi obszarami do poszukiwań, wypatrzyłem mały, ale stosunkowo goły pas ziemi w granicach obszaru, w którym mieliśmy pozwolenie na poszukiwania. Byliśmy tam tylko kilka minut, gdy mój syn krzyknął, by zwrócić moją uwagę. Podeszedłem do niego i zobaczyłem przepiękny, dobrze widoczny, cały kamień ważący 48 g. Pogratiulowałem mu i zacząłem robić odczyty GPS i zdjęcia kamienia w miejscu znalezienia. Poradziłem, by rozejrzał się wokół uważnie, czy nie ma innych. Odszedł nie więcej niż 100 stóp i jeszcze raz zawołał mnie. Zostawiłem kapelusz, by zaznaczyć miejsce, gdzie leżał pierwszy kamień, i pobiegłem do niego. Nie możecie sobie wyobrazić radości ojca, gdy spojrzałem na ziemię i zobaczyłem ważący 133 g meteoryt, który mój syn właśnie znalazł (zob. środek okładki)! Te pięć minut należy do najbardziej pamiętnych chwil całej naszej wyprawy. Klepnęliśmy się wzajemnie kilka razy po plecach, przybliżyliśmy ręce... To wspomnienie *nigdy* mi się nie znudzi. W następnym tygodniu wróciłem wraz z żoną, by znaleźć jeszcze dwa kamienie (Fot. 4). W rezultacie nasza trójka wróciła do domu z 407 g po zaledwie 5 dniach poszukiwań.

Były także inne bardzo szczęśliwe momenty, takie jak popołudnie, gdy zobaczyłem piękny, 57 g cały kamień nieznanie wbity w miękką ziemię niemal w tym samym momencie, gdy



Fot. 3. Pierwszy meteoryt West z Teksasu znaleziony przez Michaela Farmera; ważący 12,87 g cały kamień w miejscu znalezienia. Fot. Michael Farmer.

Michael znalazł jeden około 50 jardów dalej (Fot. 5). Nasze dwa znaleziska dzieliły niespełna dwie sekundy po godzinach bezowocnych poszukiwań. Oba okazy były naprawdę ładne. Mój wciąż ma kilka kawałków trawy przylepionych do „spodniej” strony, podobnie jak kilka innych kamieni, które znaleźliśmy. Inny pamiętny okaz znalazł Greg Hupe, gdy zauważył małą dziurę zrobioną, jak się okazało, w miękkiej glinie. Wetknął palec do dziury i poczuł przyjemną twardość 50 g meteorytu tkwiącego na głębokości około 3 cali. Z mniej poważnych zdarzeń, czasem towarzyszył nam i bawił nas swymi błazeństwami słynny „Hopper, Meteorytowy Pies”, który zdawał się być bardziej zainteresowany polowaniem na liczne króliki niż szukaniem następnych śmierdzących meteorytów.

Każdy kamień, jaki znaleźliśmy, miał świeżą, wspaniałą, aksamitno-czarną skorupę, nieskażoną wilgocią w suchym środowisku i uchronioną przed atakiem deszczu. Większość meteorytów jest dość mała, ważąc mniej niż 30 g każdy, chociaż spora liczba naszych znalezisk jest większa. Kilka znalezisk ma oznaki orientowania, a prawie wszystkie są poznaczone ładnymi liniami kontrakcji. Większe okazy mają nawet małe regmaglipty. Kamienie, które mają odłupane fragmenty, ukazują jasnoszare, zbrekcjowane wnętrza z małymi chondrami, z rzadkimi plamkami lśniących iskerek żelaza i upstrzone drobnymi ziarnami troilitu. Wąskie, delikatne,



Fot. 4. Pierwszy meteoryt znaleziony przez Terry Woolard, w miejscu znalezienia. Fot. Robert Woolard.

czarne żyłki szokowe rozciągają się przez część powierzchni przełamu. To wszystko zgadza się ze wstępną klasyfikacją dr Alana Rubina, z której wynika, że ten najnowszy dodatek do listy wielkich, amerykańskich deszczów meteorytów jest typu L6 ze stopniem szokowym „3” i stopniem zwietrzenia „0.”

Był przynajmniej jeden kamień, który trafił w dom na, jak przypuszczamy, najdalszym krańcu obszaru rozrzutu. Zadzwoił do nas właściciel domu, który stwierdził, że meteoryt uderzył w dach jego domu krótko po tym, jak usłyszał on grzmot owego dnia. Uznał, że to odłamała się gałąź wisząca nad dachem, ale następnego dnia znalazł mały, niezwykle, czarny

kamień zaraz przy ulicy. Uznał go za dziwny i podniósł, by zabrać do domu. Gdy zobaczył artykuł o Michaelu w gazecie Waco, zrozumiał, że rzeczywiście ma meteoryt.

Wydaje nam się, że liczba meteorytów z tego deszczu sięga rzeczywiście dziesiątek tysięcy. Są one jednak rozsiane na obszarze obejmującym 30 mil kwadratowych lub więcej. Z zastrzeżeniem, że jest to tylko bardzo przybliżona ocena na podstawie danych z czterech tygodni po spadku, wydaje się, że obszar rozrzutu biegnie z grubsza ze wschodu na zachód, mniej więcej w kierunku 278°. Trwa praca nad wyznaczeniem parametrów orientacji, a także nad oceną względnej liczby pojedynczych kamieni. Z upływem czasu kształt i orientacja obszaru rozrzutu oraz całkowita znana waga okazów mogą się w różnym stopniu zmienić.

To wielka szkoda, zdaniem autorów, że bardzo niewiele okazów z tego fantastycznego spadku zostanie odnalezionych. Mamy nadzieję, że się mylimy, ale wszystko na to wskazuje. Trudny teren, widoczne małe rozmiary większości kamieni i ich rozsianie przez potężne wiatry częste na tym terenie, wszystko to sprawia, że znalezienie więcej niż niewielkiego procentu całkowitej liczby i wagi jest bardzo mało prawdopodobne. To stwierdzenie jest potwierdzane przez informacje od innych grup poszukiwaczy, że każdemu udało się znaleźć nawet pół tuzina okazów, z których większość była całkiem mała. Autorzy osobiście wiedzą o przynajmniej 60



Fot. 5. Wspaniały meteoryt ważący 57 g, prosto z pastwiska koło West, w Teksasie. Widać trawę z miejsca uderzenia wciąż przylegającą do kamienia.

różnych poszukiwaczach meteorytów w różnym czasie szukających tych nieuchwytnych kamieni. Po poszukiwaniach przez cztery tygodnie do momentu pisania tego materiału, przyjmując ostrożnie ponad 2000 roboczogodzin spędzonych na poszukiwaniach, ocenia się, że znaleziono niecałe 12 kg. Niewątpliwie całkowita znana waga i liczba znalezionych okazów będzie rosła do pewnego stopnia przez następne tygodnie, a sporadyczne znaleziska będą jeszcze przez wiele lat w przyszłości. Jednak z wyjątkiem paru niespodziewanych zdarzeń w terenie, które mogą się przytrafić w jakimś momencie, wydaje się, że najlepsze szanse na odnalezienie miną, gdy zacznie się następny sezon siewów i wzrostu. Czas nie będzie łaskawy dla szans na więcej znalezisk w przyszłości. Te małe kamyki wkrótce znikną na zawsze w trawie i ziemi rozpadając się na kawałki.

Na koniec wydaje się, że wszyscy ci, którzy przybyli szukać meteorytów

z tego nowego, wielkiego deszczu, mieli wspaniałe chwile. Niektórym spełniły się marzenia znalezienia osobiście pierwszego meteorytu, a przynajmniej dwa zespoły złożone z ojca i syna doświadczyły tego wspólnie. Zawarto wiele nowych przyjaźni i, jak zwykle, stare przyjaźnie umocniły się jeszcze bardziej. Jeśli autorzy mają jakąś radę na zakończenie, to może to być parafraza tego starego powiedzenia: „Go (to) WEST, young man!”

**E-mail:** [meteoritefinder@yahoo.com](mailto:meteoritefinder@yahoo.com),  
[meteoriteguy@yahoo.com](mailto:meteoriteguy@yahoo.com)

*Robert Woolard, farmaceuta pracujący w szpitalu, szuka meteorytów przez ostatnie dwadzieścia lat i udało mu się znaleźć, wraz z przyjaciółmi, ponad 2000 okazów z całego świata. Przeważającą większość, w sumie kilkaset funtów, podarował miejscowemu planetarium.*

*Michael Farmer, 36 lat. Zaczęłam szukać meteorytów 13 lat temu i jest to moje*

*główne zajęcie. Specjalizuję się w polowaniu na nowe spadki, a West jest właśnie tym, czego potrzebuję. Szukając meteorytów przewędrowałem cały świat; byłem na wszystkich kontynentach z wyjątkiem Antarktydy. Mieszkam w Tucson i wskoczę do samolotu w każdej chwili, by polować na nowy meteoryt.*



**Okładka (środek).** Początkujący poszukiwacz meteorytów Robert Woolard, Jr., z najlepszym znaleziskiem z tej wyprawy, pięknym, ważącym 133 g okazem. Fot. Robert Woolard.

*MM*

(Dokończenie ze s. 3)

*tego dnia «zamierza znaleźć meteoryt». Jego entuzjazm był zaraźliwy; nigdy nie powiedział zniechęcającego słowa i podtrzymywał chęć do szukania i entuzjazm pozostałych. Z dumą mogę powiedzieć, że szukałem meteorytów z Richardem owego dnia i byłem tam, gdy znalazł swój okaz Gold Basin ważący 175 g.*

Tak długo, jak pozwalało na to zdrowie, Richard był stałym bywalcem na targach w Tucson. Zawsze był gotów oglądać nowe meteoryty i odpowiadać na wszystkie pytania nowicjuszy i ekspertów, kolekcjonerów i dealerów. Robił także drobne zakupy do swojej kolekcji i kupił trochę płytek cienkich od Steve Arnolda:

*Przychodzi mi akurat na myśl spotkanie z Richardem i Dorothy przy lunchu w Tucson, któregoś roku. Richard chciał zobaczyć, co mam z płytek cienkich, gdy wyciągnąłem 6 płytek cienkich Kapoety, które miałem z kolekcji Kinga. Omal nie wyszedł z siebie, bo miał ograniczone fundusze, a jednak chciał kupić nie tylko jedną z nich. Podniósł jedną do góry i mówiąc o okazie, który jest howardytą powiedział niemal ze zdumieniem „Ta jedna płytka ma w sobie całą kolekcję skal!”. Jak sobie przypominam, zdecydował się kupić trzy z nich. Normalnie po sprzedaniu*

*komuś okazy jestem zadowolony, że zarobiłem trochę pieniędzy. Ale tego dnia moje serce było napelnione dumą, że mogłem zaoferować coś szczególnego Richardowi, za co był naprawdę wdzięczny, chociaż widział tak wiele meteorytów. Jego uśmiech, gdy badał przez lupę nowy meteoryt, który ktoś mu właśnie pokazał (czy to na przyjęciu u Jima i Twink, czy gdzieś w kącie na aukcji Blooda, czy w jednym z licznych pokoi dealerów w Tucson) będzie obrazem, który na zawsze pozostanie w mej pamięci.*

Podczas targów w Tucson w 2003 roku, Geoff Notkin i Steve Arnold wręczyli Richardowi i Dorothy nagrodę Harveya za ich liczne osiągnięcia.

Wszystko jednak w naszym świecie musi mieć swój koniec, nie wyłączając książki i życia. Czasem ten koniec przychodzi nagle i w najmniej oczekiwanym momencie. Twink przypomniała nam o tym cytując słowa Richarda z epilogu w „Rocks from Space”:

*Pod koniec 1984 r. dałem mały meteoryt żelazny astronautce Dickowi Scobee na pamiątkę jego wizyty na Uniwersytecie Arizyńskim, który ukończył z dyplomem inżyniera. Scobee miał dowodzić promem kosmicznym na początku następnego roku. Zaproponowałem, pół żartem, że podczas następnej podróży może zabrać ten meteoryt do jego*

*domu w kosmosie. W pewnym sensie byłoby to wydarzenie historyczne — powrót meteorytu w kosmos! Kilka tygodni później przyszedł list od Scobee. Podziękował mi on za meteoryt, nazywając go „ładnym, małym skarbem”, i zapewnił, że istotnie zabierze go „przynajmniej na pewien czas do środowiska, z którego pochodzi.” 28 stycznia 1986 r. meteoryt rozpoczął swą historyczną podróż powrotną, ale nigdy nie trafił do domu. Podobnie jak siedmioosobowa załoga. Ich statek nazywał się Challenger.*

Wczoraj otrzymałam następującą wiadomość od Dorothy:

*Dowiedziałam się właśnie dziś, że Field Guide otrzymało nagrodę — to znaczy otrzyma w październiku — od Geoscience Information Society, nagrodę Mary B Ansari za najlepszą pracę źródłową. Chciał, by ktoś odebrał ją na bankiecie w Portland. O. Richard i Larry byliby tak uradowani. Jaka szkoda, że nie wiedzieliśmy o tym wcześniej.*

Gdziekolwiek jest teraz, jestem pewna, że Richard się uśmiecha.

Tak, Richardzie, możesz się uśmiechać i być dumny ze swych osiągnięć i dobrze przeżytego życia.

Pełny tekst z ilustracjami jest na stronie <http://jba1.republika.pl/imca.htm>

*MM*

# Zeszklenie spowodowane tarciem, koncepcja często zapomniana

Roger Warin i John Kashuba

(Artykuł z kwartalnika METEORITE Vol. 15 No. 1. Copyright © 2009 ARKANSAS CENTER FOR SPACE & PLANETARY SCIENCES)

**P**łytką meteorytu Chergach H5 z Mali skłoniła nas do zastanowienia się, w jakich warunkach naturalnych może nastąpić stopienie skały, a szczególnie nad stopieniem (zeszkleniem) w wyniku tarcia. Duże planetoidy zostały prawdopodobnie stopione przez wewnętrzne ciepło wytworzone przez rozpad pierwiastków promieniotwórczych i indukcyjne ogrzewanie przez wiatr słoneczny, które nie mogło rozprasać się w przestrzeni tak szybko, jak było wytwarzane. Skorupa obtopieniowa na meteoroidach jest skałą stopioną przez ogromne ciśnienie ziemskiej atmosfery na pędzący meteoroid. Zderzenia topią skałę, gdy dostateczna ilość energii kinetycznej zmienia się w energię cieplną.

Tarcie jest odrębnym mechanizmem topienia skały. Czasem w osuwiskach występuje dostatecznie silne tarcie, by stopić skałę. Frikcjonit lub hyalomylonit występuje w Himalajach, w Peru i w Alpach austriackich.

Osuwisko i wieś Köfels w Austrii znajdują się około 25 km na południe od autostrady A12/E60, głównej arterii ze Szwajcarii na wschód. Kiedyś sądzono, że ta forma terenu została wytworzona przed uderzeniem pozaziemskiego ciała. Koncepcja ta upadła, gdy wykazano wyraźnie, że trzy kilometry szczytne gór zsunęły się w dolinę i przesunęły po jej dnie i to rzeczywiście ogrzało część skał w podłożu osuwiska do temperatury topnienia. Datowanie drewna w osuwisku metodą C-14 sytuuje to zdarzenie około 8700 lat temu. Teoria zderzeniowa jest podtrzymywana sugestią, że to zdarzenie zostało zainicjowane z góry. Badacze wciąż analizują płytki cienkie skał z tego terenu szukając silnych zmian szokowych, które wskazywałyby na uderzenie meteorytu.

Najbardziej znanymi przejawami stopu wytworzonego przez tarcie są pseudotachylity. Nazwa „pseudotachylit” została użyta po raz pierwszy w 1916 r. Określa ona materiał obecny

w strukturze uderzeniowej Vredefort w Afryce Południowej, który z wyglądu jest podobny do tachylitu, ciemnej, szklistej skały magmowej. W owym czasie naukowcy nie byli pewni, jak ta materia się uformowała, ale teraz wiemy, że miały w tym udział i szok i tarcie. Podobna materia jest znajdowana w miejscach zderzeń na całym świecie i często nadawane są jej także lokalne nazwy. Określenie „pseudotachylit” jest także używane w odniesieniu do podobnie wyglądającego tektonicznego stopu wytworzonego przez tarcie i w odniesieniu do niektórych stopów spotykanych w meteoroidach.

Mamy tu problem, że to samo słowo jest używane do opisywania materii na podstawie wyglądu (ciemna i szklista). To samo słowo określa materię na podstawie procesu formowania (tarcie). Ludzie pracujący w terenie starają się wypracować rozwiązanie, ale jeszcze nie osiągnęli w pełni porozumienia. W pozostałej części tego artykułu będziemy nazywać pseudotachylitem stop wytworzony rzeczywiście wskutek tarcia, a resztę będziemy nazywać brekcją pseudotachylitową.

Tektoniczny pseudotachylit jest wytwarzany w skałe przez tarcie podczas szybkiego przemieszczania się w trakcie powstawania uskoku. Powolny ruch nie wytwarza dość ciepła i powoduje tylko ścieranie, które tworzy wyżłobienie. Analizowanie mechanizmu wytwarzania pseudotachylitu wskazuje, że proskowanie, silne rozkruszanie jest częścią tego procesu i odpowiada za fragmenty skały często znajdowane w zakrzepłym stopie. Jest to jedynie wynik ogrzewania poprzez tarcie, więc nazywamy to pseudotachylitem.

Część stopu w dużych kraterach uderzeniowych jest tak gruba, że jest niemożliwe, aby wytworzyło go samo tarcie. Ciekła magma między powierzchniami skał jest smarem i przy pewnej grubości tarcie będzie niewystarczająca, by stopić dodatkową skałę. Nawet przemieszczanie się powsta-

łej wskutek tarcia magmy z obszaru wytwarzania do szczelin nie może wytłumaczyć złóż o szerokości i grubości dziesiątek metrów i długości do kilometra. Masywne zbiorniki stopu leżące pod strukturami Vredefort i Sudbury były wytworzone głównie przez ciśnienie uderzeniowe i wstrzyknięte w uderzaną skałę. Jest to brekcja pseudotachylitowa.

Jest jednak pseudotachylit związany z Vredefort, który leży zbyt daleko od centralnej kopuły, by być wytworzonym przez szok. Prawdopodobnie więc powstał on w późniejszej części zdarzenia, gdy bloki skalne osuwały się ku środkowi nowego krateru. Jest to stop wytworzony wyłącznie wskutek tarcia.

Wiele meteoroidów zawiera stop wytworzony mechanicznie. Jest nieprawdopodobne, że jakiegokolwiek planetoidalny pseudotachylit jest pochodzenia tektonicznego, chociaż jest możliwe, że znajdzie się taki w skałach marsjańskich i księżycowych. Większość meteoroidowego stopu jest wynikiem kraterotwórczych procesów na ciele macierzystym, lub skutkiem zdarzenia, które wyrzuciło tę materię w kosmos. Jak widzimy w przypadku Vredefort, każde z tych zdarzeń mogło spowodować topnienie wskutek tarcia.

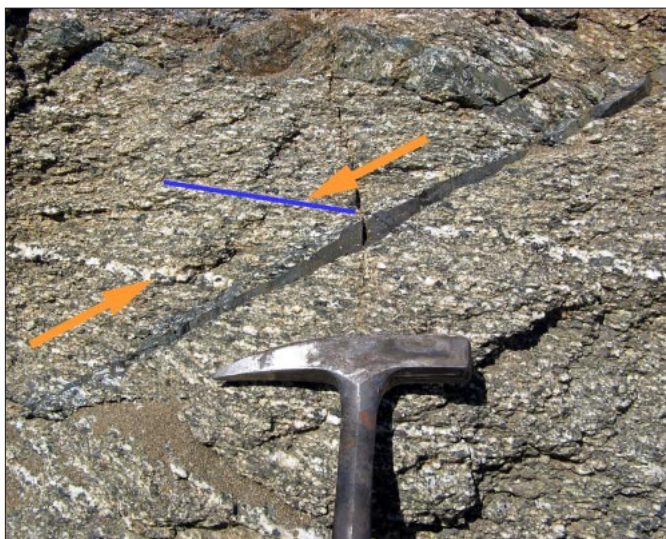
Nasza płytką Chergach miała wyraźne, czarne żyłki i zrobiliśmy płytki cienkie, by lepiej im się przyjrzeć. Stwierdziliśmy, że zawierają one dwie struktury. Pierwsza to matriks i chondry, które pociemniały stając się przeważnie ciemnymi z nielicznymi, zachowanymi okruchami minerałów. Zawiera ona nieregularne łatki metalu podobnie do nie pociemniałych części płytki. Granice są dość rozmyte. Druga struktura, to zestalony stop wewnątrz i czasem ograniczający poprzednią strukturę, z ostrymi granicami. Zawiera drobne fragmenty minerałów i małe, zaokrąglone, wydłużone bąble metalu ukształtowane przez przepływ stopu wokół nich. Co nas uderzyło, to fakt, że ułożenie tych bąbli nie opisuje uło-



Fot. 1. Płytką brekcji stopu pozderzeniowego Chergach H5 o długości 6 cm. Fot. Andreas Gren.



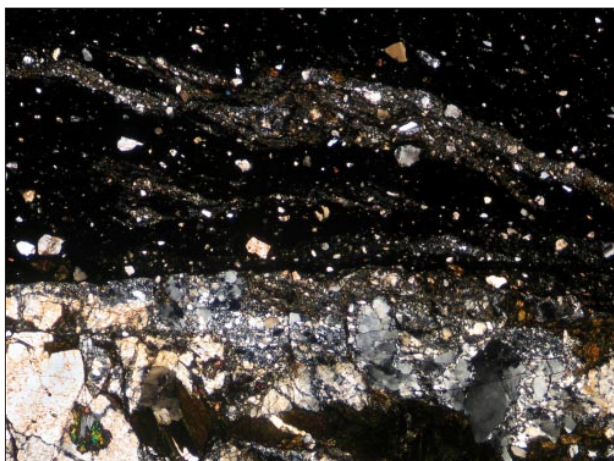
Fot. 2. Przekrój stopu wytworzonego wskutek tarcia z Köfels. Pole widzenia ma 9 cm szerokości. Fot. Harald Stehlik.



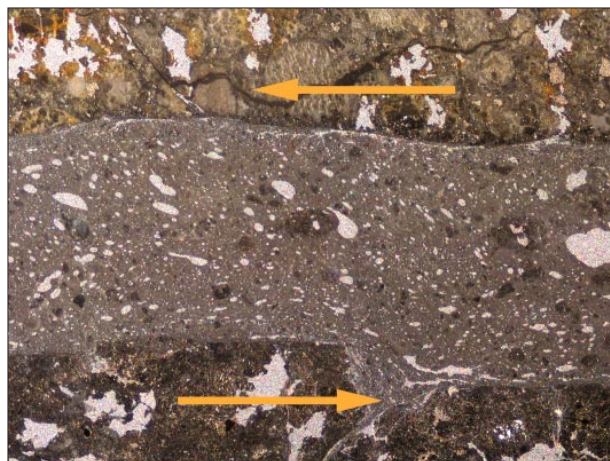
Fot. 3. Tektoniczny pseudotachylit. Zauważmy wnikięcie w skalę rodzimą. Góry Santa Rosa koło Palm Desert w Kalifornii.



Fot. 5. Płytką cienką chondrytu Chergach. Długość próbki około 28 mm. Światło przechodzące.



Fot. 4. Płytką cienką tektonicznego pseudotachylitu. W górnej połowie jest stop, a w dolnej połowie jest skala ścinany. Faliste wygaszanie wywołane naprężeniami występuje w okruchach i skale ścinany. Szerokość pola widzenia 5,6 mm. Polaroidy skrzyżowane.



Fot. 6. Płytką cienką Chergach. Bąble metalu zostały wydłużone przez ścinany żyłki stopu poruszające się poziomo względem siebie. Stop ma 2 mm grubości. Światło odbite.

żenia stopu, który został wstrzyknięty w szczelinę. W takim przypadku spodziewalibyśmy się zobaczyć swobodny przepływ w środku kanału i hydrauliczne ciągnięcie na krawędziach. Zamiast tego widzimy ciecz, która widocznie była ścierana, wleczona przez poziomy ruch ścian w przeciwną stro-

nę, czyli dowód, jakiego szukamy dla pseudotachylitu — świeżo zamrożony stop wytworzony przez tarcie. To zbyt częste pojęcie topnienia wskutek tarcia łatwo przeoczyć, ponieważ jest ono maskowane przez gwałtowne procesy, które często towarzyszą formowaniu się brekcji.

Dr Roger Warin jest emerytowanym chemikiem.

John Kashuba jest emerytowanym inżynierem budownictwa.

Od redaktora: Dziękuję prof. dr hab. Andrzejowi Maneckiemu za merytoryczną korektę tłumaczenia.

