

Postepy Astronomii 3/1994

Piorun czy meteoryt???

Jerzmanowickiej „Babiej Skale”.

Jako członkowie interdyscyplinarnej grupy składającej się z astronomów, meteorologów, geologów i sejsmologów powołanej do zbadania tego przypadku braliśmy udział w zbieraniu opisów zdarzenia od jego świadków. Wielokrotnie także prowadziliśmy badania terenowe miejsca wypadku mające na celu odpowiedź na pytanie: co się zdarzyło w Jerzmanowicach 14 stycznia wieczorem?

Po przybyciu do Jerzmanowic okazało się, że zniszczeniu uległ fragment szczytowej partii tzw. „Babiej Skały” (rys. 1), jednego z licznych w okolicy ostańców wapiennych. Odłamki wapienia z niej pochodzące podziurawiły dachy i powybijały szyby w okolicznych domach, pościnały gałęzie blisko rosnących drzew. Jednocześnie w całej wsi nastąpił chwilowy zanik napięcia w sieci, a w niektórych domach blisko miejsca zdarzenia uległy zniszczeniu urządzenia do niej podłączone (telewizory itp.). W dwóch najbliższych domach uległy spaleniowi wszystkie (także nie włączone) żarówki oraz bezpieczniki i niektóre przewody elektryczne.

Przed ustaleniem rodzaju zjawiska należy odpowiedzieć na kilka pytań:

1) Co widziano na niebie?

Przede wszystkim należy zauważyć, że dolny pułap chmur znajdował się wówczas na wysokości 1400 m, tak więc ewentualne zjawiska zachodzące powyżej mogły być widziane tylko przez sporadycznych obserwatorów (zachmurzenie typu Cumulonimbus ok. 80%).

Relacje zebrane od wielu świadków mówią o silnym, rozbłyskowym rozjaśnieniu nieba w kolorze niebieskim.



Fot. 1,2. Obszar zniszczeń widoczny od strony południowej (u góry) i południowo-wschodniej (na dole).

Strefa 1 – ubytek skały spowodowany wydarzeniem z 14 stycznia 1993; strefa 2 – obszar rozluźnionej skały usuniętej w kilka dni po zdarzeniu przez miejscową ludność ze względów bezpieczeństwa (liczne wycieczki, spacer, etc.).

(Jerzmanowice 35 A) – zebrane 23 I 1993

L = 1180 m, A = 25°

Około godziny 19 mąż zobaczył od północy niebieskie rozjaśnienie nieba, w domu przygała telewizor, po ok. 3 s siedząc za stołem w kuchni zobaczyła przemieszczającą się ok. 1 s jasnoczerwoną kulę.

W trakcie rozmowy ze świadkiem ustalono azymut początku obserwacji na wysokości 15° nad horyzontem na 230° – 235°. Kula zniknęła ok. 1" nad horyzontem (wzniesienie terenu) w azymucie 215° ± 2°.

Oszacowano średnicę kątową kuli na 1° – 1.5°. Jednocześnie z przelotem był przeciągły huk, a po kilku sekundach silny grzmot.

2. EDWARD ADAMCZYK (Jerzmanowice 58) – zebrane 23 I 93

L = 1850 m, A = 95°

Przed godziną 19 wychodził ze stodoły (nie od domu), gdy usłyszał

przeciągły huk (szum), przypominający warkot samolotu. Szedł do domu i kilkanaście metrów przed wejściem zobaczył intensywnie niebieskie oświetlenie gruntu. Zrobiwszy dwa kroki (ok. 1.5 s) w kierunku domu zobaczył nad prawym narożnikiem budynku (nad przyłączem elektrycznym) złocisto – czerwoną kulę, po czym puścił się pędem do domu tracąc kulę z pola widzenia.

W trakcie rozmowy ze świadkiem ustalono azymut obserwowanej kuli na wysokości 35° na 210° – 215°.

3. TOMASZ ŚCIEŻOR (Kraków, ul. Galla 12 / 1) – zebrane 23 I 93

L = 19.8 km, A = 144° (AGH, C – 1)

Około 18⁵⁵ ± 5 min. usłyszał przytłumiony grzmot, zobaczył przez okno białe – niebieską, narastającą w czasie ok. 0.7 s wąską smugę o szerokości ok. 5', nachyloną do horyzontu pod kątem 60° – 70° w kierunku na południe. Smugę zaobserwowano na wysokości 15° – 20° w azy-

Kilka relacji mówi o dwóch takich rozbłyskach zachodzących po sobie w odstępie ok. 30 s. Oszacowana jasność błysku w Krakowie wynosiła od -15^m

do -20^m , jednak oczywiście jest to tylko oszacowanie na podstawie wizualnej obserwacji oświetlenia Rynku Głównego w Krakowie. Wszędzie

świadkowie stwierdzili silne rozjaśnienie nieba. W Krakowie i w Balicach widziano smugę przypominającą nieco prostoliniową błyskawicę o czasie

ANALIZA RUCHU CIAŁA METEORYTOWEGO W ATMOSFERZE

I. OPIS ZJAWISKA

Około godziny 18:55 CSE w Jerzmanowicach k. Krakowa nastąpił wybuch, który spowodował rozerwanie fragmentu skały o masie ok. 800 kg. Świadkowie znajdujący się w pobliżu miejsca wybuchu widzieli jaskrawoczerwoną lub białą-żółtą kulę zmierzającą w kierunku skały. Zjawisku towarzyszyły efekty związane z zejściem dużego ładunku elektrycznego do ziemi.

W tym czasie widziano także przelot jasnego bolidu, jednakże wyznaczona jego trajektoria przechodzi w najbliższym do Jerzmanowic punkcie w odległości 13 km i na wysokości 5 km (patrz mapa). Zjawisku towarzyszyły efekty dźwiękowe przypominające grzmoty lub strzały artyleryjskie.

Została postawiona hipoteza („Młody Technik” 5/93 ¹⁾), że za zniszczenia skały odpowiedzialny jest spadek niedużego meteorytu z kosmiczną prędkością ($>2\text{ km/s}$).

II. ORBITA

Przy założeniu meteorytowej natury zjawiska obliczono elementy orbity ciała dla kilku możliwych przypadków.

Przy założeniu meteorowej natury obserwowanej w Jerzmanowicach kuli określono parametry trajektorii „meteorytu” (przypadek I):

$$A = 28^\circ$$

$$z = 35^\circ$$

$$T_0 = 17:55 \text{ UT } 1 \text{ } 1993.$$

Określono także parametry obserwowanego wówczas bolidu (przypadek II):

$$A = 240^\circ$$

$$z = 55^\circ$$

$$T_0 = 17:55 \text{ UT } 1 \text{ } 1993,$$

gdzie: A – azymut radiantu liczony od południa na zachód,

z – odległość zenitalna radiantu,

T_0 – moment zdarzenia.

Elementy orbity policzono dla szeregu prędkości wejścia w atmosferę dla przypadku I.

Minimalna prędkość wynosząca 12 km/s jest prędkością nieco większą od swobodnego spadku z nieskończoności, maksymalna prędkość przy podanych parametrach wejściowych dla przypadku I wynosi 17 km/s a dla II 35 km/s i odpowiada orbicie parabolicznej (komety długookresowe).

Do dalszych rozważań przyjęto następujące prędkości wejściowe: 13.5 km/s oraz 27 km/s, co odpowiada orbicie, której aphelium mieści się w pasie planetoid odpowiednio dla przypadku I i II (planetoidy typu Apollo) oraz odpowiednio 17 km/s i 35 km/s (komety długookresowe).

III. PRZELOT PRZEZ ATMOSFERĘ

Dla przelotu ciała przez atmosferę przyjęto model opisany w literaturze przez Fesenkova i Sekaninę. Model opisuje ciało poruszające się w ośrodku o podanych parametrach i znajdujące się pod wpływem przy-

ciągania ziemskiego.

Jako dane wejściowe przyjęto:

– dla atmosfery model standardowy

– dla meteorytu

a) kamiennego: $\rho = 3.0 \text{ g/cm}^3$, $c_p = 0.2 \text{ g/cal-K}$, $T_{\text{top}} = 1400^\circ \text{C}$

b) żelaznego: $\rho = 7.8 \text{ g/cm}^3$, $c_p = 0.1 \text{ g/cal-K}$, $T_{\text{top}} = 1500^\circ \text{C}$

gdzie: ρ – gęstość, c_p – ciepło właściwe, T_{top} – temperatura topnienia.

Definiujemy współczynnik K jako współczynnik oporu dla prędkości ponaddzwiękowych, zależny od kształtu i faktury powierzchni ciała. Dla meteorytu Pribram określono wartość K dla różnych jego fragmentów na 0.55 do 1.2, dla meteorów z roju Perseid na ok. 2, minimalną możliwą wartość określa się na 0.4. Tak więc do dalszych obliczeń przyjmujemy trzy wartości K: 0.4, 1.0, 2.0.

Definiujemy także współczynnik m jako część energii kinetycznej traconej na topienie meteorytu. Z licznych obserwacji określono wartość m na 0.0123.

Całkując odpowiednie równania ruchu otrzymujemy parametry toru ciała na kolejnych etapach jego lotu.

IV. OMÓWIENIE WYNIKÓW

Analizując otrzymane wyniki można zauważyć, że ciała o małej masie początkowej ulegają wyhamowaniu (wytracają większość swojej prędkości kosmicznej) na dużych wysokościach (powyżej 10 km), po czym dalej spadają swobodnie osiągając na powierzchni Ziemi prędkość kilkudziesięciu m/s. Jednocześnie wysokość zgaśnięcia bolidu jest rzędu 20 km. Ciała o dużej masie początkowej osiągają powierzchnię Ziemi z prędkościami kosmicznymi. Masa końcowa ciała zależy praktycznie tylko od jego masy początkowej, prędkości początkowej oraz ciepła właściwego. Niemożliwy jest spadek na Ziemię ciała o małej masie i małej prędkości początkowej (przypadek I) z prędkością kosmiczną ($>2 \text{ km/s}$).

Dla meteorytu kamiennego minimalna masa mogąca spaść z prędkością 12 km/s wynosi ($K = 0.4$, $z =$ odchylenie toru od pionu):

$$\begin{array}{ll} \text{dla } v_0 = 13.5 \text{ km/s} : M_{\text{min}} = 3600 \text{ kg } (z=35^\circ) \\ \text{dla } v_0 = 17 \text{ km/s} : M_{\text{min}} = 2300 \text{ kg } (z=35^\circ) \\ \text{dla } v_0 = 27 \text{ km/s} : M_{\text{min}} = 2300 \text{ kg } (z=55^\circ) \\ \text{dla } v_0 = 35 \text{ km/s} : M_{\text{min}} = 800 \text{ kg } (z=55^\circ) \end{array} \quad \left. \begin{array}{l} \\ \\ \\ \end{array} \right\} \begin{array}{l} \text{I} \\ \\ \text{II} \end{array}$$

Analogicznie dla meteorytu żelaznego:

$$\begin{array}{ll} \text{dla } v_0 = 13.5 \text{ km/s} : M_{\text{min}} = 360 \text{ kg } (z=35^\circ) \\ \text{dla } v_0 = 17 \text{ km/s} : M_{\text{min}} = 270 \text{ kg } (z=35^\circ) \\ \text{dla } v_0 = 27 \text{ km/s} : M_{\text{min}} = 100 \text{ kg } (z=55^\circ) \\ \text{dla } v_0 = 35 \text{ km/s} : M_{\text{min}} = 8 \text{ kg } (z=55^\circ) \end{array} \quad \left. \begin{array}{l} \\ \\ \\ \end{array} \right\} \begin{array}{l} \text{I} \\ \\ \text{II} \end{array}$$

Jednocześnie można zauważyć, że dla przypadku I prędkości zderzenia z Ziemią wynoszące kilka lub kilkanaście km/s posiadają ciała o masie końcowej równej co najmniej kilkaset kg. Dla przypadku II (obserwowany bolid) masa ta może być znacznie mniejsza.

W celu określenia wiarygodności powyższych danych należy przedstawić kilka rzeczywistych spadków i porównać z przedstawionymi wynikami:

W dniu 17 maja 1990 roku niedaleko miasta Sterlitamak (Rosja)

¹⁾ Tekst bardzo podobny do tego z Młodego Technika drukujemy na str. 133.

Piorun czy meteoryt???

trwania rzędu sekund, zakończoną kulą ognistą, w Chrzanowie dwa błyski na niebie od strony Jerzmanowic, w Zawoju (70 km od Jerzmanowic!) być

może bolid, jednak prawdopodobnie godzinę wcześniej i w nieco innym, niż Jerzmanowice azymucie, w Szklarach rozjaśnienie na niebie, w Rudawie

szybko zanikającą smugę na niebie, w Skawinie przelot bolidu w kierunku zachodnim.

Są także dwie obserwacje pocho-

zaobserwowano uderzenie w Ziemię „ognistego bolidu”. Meteoryt żelazny utworzył krater o średnicy 10 m, całkowita masa znajdująca się w miejscu upadku jest szacowana na 1500 kg. Prędkość uderzenia meteorytu określa się na 2 do 3 km/s przy prędkości początkowej 15 do 18 km/s. Z przedstawionego modelu wynika, że dolot meteorytu żelaznego o masie 1500 kg z prędkością 12 km/s następuje dla współczynnika $K=0.6$, co odpowiada wartości wyznaczonej np. dla meteorytu Pribram lub Lost City.

Wykres przebiegu hamowania w atmosferze dla tego przypadku jest przedstawiony na wykresie.

W dniu 30 stycznia 1868 w pobliżu Pułtuska spadł deszcz meteorytów kamiennych. Całkowitą spadłą masę ocenia się na ok. 8000 kg. Bolid zgasł na wysokości ok. 18 km. Analizę utrudnia fakt, że meteoryt uległ rozpadowi jeszcze przed wytraceniem resztek prędkości kosmicznej. Jednak z przedstawionego powyżej modelu wynika, że meteoryt kamienny o masie końcowej 8000 kg przy założonym współczynniku $K=2$ gaśnie jako bolid na wysokości ok. 15 km. Prędkość końcowa dla takiej masy przy prędkości początkowej 14 km/s wynosi ok. 120 m/s.

Analogicznie prawidłowe wyniki otrzymuje się także dla meteorów z roju Perseidów.

Należy stwierdzić, że omawiany model dobrze opisuje rzeczywiste przeloty meteorytów w atmosferze.

V. PODSUMOWANIE

Obserwacja zniszczeń skały prowadzi do wniosku, że w wyniku wybuchu zostało zniszczone ok. 800 kg skały. Przy prędkości meteorytu 2 km/s prowadzi to do masy ok. 0.5 kg.

Jak jednak wynika z przedstawionych rozważań dla przypadku I niemożliwy jest dolot ciała o tej masie do powierzchni Ziemi z prędkością kosmiczną. Prędkość dolotu równa 2-3 km/s wymaga masy końcowej równej kilkuset do kilku tysięcy kg, co przy uderzeniu w skałę dałoby nieporównywalnie większe zniszczenia. Należy także zauważyć, że analiza materiału pochodzącego z miejsca zdarzenia oraz z jego okolic nie doprowadziła do znalezienia jakichkolwiek pewnych śladów materii pochodzenia kosmicznego. Rozwiązania pozytywne wymagają niezwyklego składu meteorytu (np. złoto lub iryd) lub niezwyklego kształtu ($K=0.04$).

Nie stwierdzono także w literaturze przedmiotu opisu upadku meteorytu, który byłby podobny do opisywanego zdarzenia.

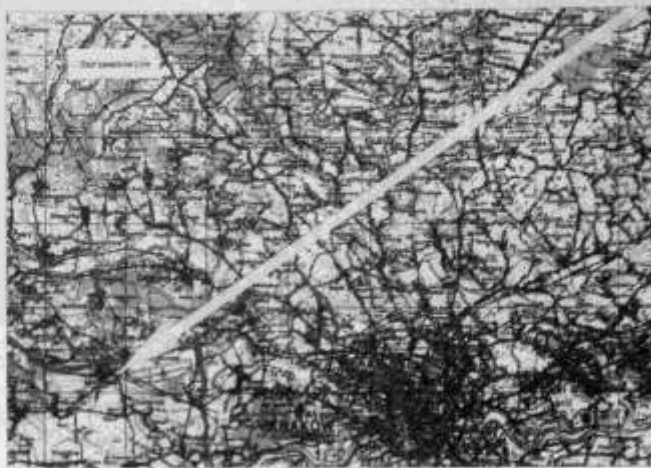
Należy jednak rozważyć problem obserwowanego wówczas bolidu (przypadek II). W realnym dla tego przypadku zakresie prędkości początkowych (aphelium od Marsa - 27 km/s do ∞ - 35 km/s) możliwy jest dolot meteorytu do powierzchni Ziemi z prędkością kosmiczną przy założeniu dużej (kilkaset ton) masy początkowej. Jednocześnie na dużą masę początkową wskazywałaby duża jasność relacjonowana przez świadków przelotu bolidu (szacowana na -15^m do -20^m).

Obliczone współrzędne radiantu wynoszą około (z dokładnością 10°):

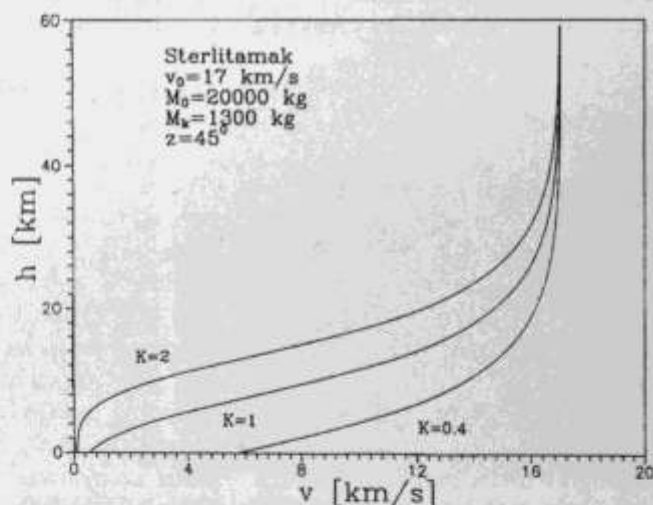
$$\alpha = 8^h40^m \\ \delta = +43^\circ$$

Zastanawiające jest, że podane współrzędne są bardzo zbliżone do współrzędnych radiantu roju meteorów α -Lynxidy, którego maksimum aktywności przypada na 17 stycznia (!):

$$\alpha = 9^h04^m \\ \delta = +31^\circ$$



Mapa okolic Krakowa z naniesionym rzutem trasy obserwowanego bolidu wraz z kierunkiem lotu; wierzchołek strzałki wyznacza hipotetyczny obszar wybuchu (upadku?) meteorytu. Uwidoczniono także położenie Jerzmanowic (~13 km od toru).



Hamowanie w atmosferze dla meteorytu Sterilitamak dla trzech wartości współczynnika K .

Rój ten, obecnie fotograficzny, był jeszcze aktywny w XIX w. Co więcej wiąże się jego genezę z jasną kometa 1533 roku o elementach orbity:

$$q = 0.25-0.33 \text{ A.U.} \\ i = 28-30^\circ \\ \Omega = 305^\circ \\ \omega = 205^\circ$$

Oczywiście elementy te (tak jak i podane przez nas wcześniej dla bolidu) są bardzo przybliżone.

Czy więc możliwe jest, aby Ziemia 14 stycznia 1993 zderzyła się z fragmentem jądra komety 1533? Jest to oczywiście jedna z wielu możliwości.

T. Ściężor J. Pleszka



Fot. 3,4. Babia Skala od strony południowej 3-4 lata przed zdarzeniem z 14 stycznia 1993 (z lewej). Na pierwszym planie p. Grzyb z córką i wnuczką. Dla porównania podobne współczesne ujęcie (z prawej). Potężny kawał skały zniknął – razem z córką (wyjechała).

dzące z samych Jerzmanowic, mówiące o obserwacji czerwonej (lub żółtej) kuli. Jeden z najbliższych świadków w Jerzmanowicach tuż po wybuchu wybiegł z domu i zobaczył oddalające się od skały dwa punkty świetlne.

Paru świadków widziało czerwoną funię na niebie.

2) Co słyszano ?

Interesujące są relacje świadków na temat odgłosów słyszanych w tym czasie. Przede wszystkim nie udało się ustalić, co było wcześniej – huk czy błysk. Nawet świadkowie z Krakowa są pewni, że najpierw usłyszeli huk, a dopiero potem zobaczyli błysk. Sprawę komplikuje fakt, że prawdopodobnie były dwa błyski i niektórzy świadkowie mogli widzieć pierwszy z nich, a inni drugi.

Mieszkańcy Jerzmanowic twierdzą, że tuż przed wybuchem słyszeli warkot

lub szum, podobny do odgłosu lecącego samolotu. Część świadków słyszała warkot także po wybuchu.

Jeden ze świadków (w Szklarach, 3 km na południe od „Babiej Skały”) słyszał jak gdyby narastający gwizd, po którym nastąpił wybuch.

3) Co spowodowało zniszczenia skały?

„Babia Skała” jest mocno zwietrzałym, silnie spękanym ostańcem wapiennym. Na skutek wybuchu zniszczeniu uległa partia szczytowa skały (ok. 0.2 m^3) oraz wtórnie (na skutek wstrząsu) odpadło ok. 0.5 m^3 , co razem daje masę ok. 3 ton. Wyraźnie widoczne jest, że bezpośrednie oddziaływanie na skałę nastąpiło właśnie w partii szczytowej. Pochodzące z niej odłamki rozleciały się z dużymi prędkościami na odległość do 50 m. Nie stwierdzono oddziaływania wysokiej

temperatury zarówno trawa w szczelinach obok jak i szczątki organiczne nie uległy zwęgleniu (należy wziąć jednak pod uwagę dużą wilgotność). Nie były też widoczne ślady oddziaływania wysokiej temperatury na powierzchni pobranych próbek. Członkowie grupy geologicznej sugerują, że zniszczenia nie zostały spowodowane udarem mechanicznym w skałę. Należy także nadmienić, że zaobserwowano na powierzchni otaczającej skałę gruntu szereg krętych rowków rozbiegających się promieniście

(rowki takie są charakterystyczne w przypadku zejścia dużego ładunku elektrycznego do ziemi).

W Zakładzie Mineralogii i Geochemii Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie Andrzej i Maciej Manecy wykonali metodami XRD (X-Ray Diffractometry) i SEM-EDS (Scanning Electron Microscope – Energy Dispersive Spectroscopy) badania mineralogiczne i chemiczne próbek fragmentów materiału skalnego pobranego u podnóża skały, samej skały w miejscu jej uszkodzenia oraz drobnych cząstek materii i pyłów wyseparowanych z gleby i płatu śniegu znajdującego się kilkanaście metrów od miejsca opisywanego zdarzenia. W zebranych do tej pory próbkach nie stwierdzono obecności większych okruchów materii, której skład chemiczny i mineralny wskazywałby na jej kosmiczne pochodzenie. Szczegółowym badaniom poddawane są najdrobniejsze cząstki,

muchie ok. 250° Zniknęła za budynkiem ok. 5° nad horyzontem w azymucie $260 - 280^\circ$.

4. WIESŁAWA ŚCIEŻOR (Kraków, ul. Gałę 12 / 1) – zebrane 23 I 93
L = 19.8 km, A = 144° (IFIM UJ)

Miedzy 18^{50} a 19^{00} słyszała przeciągły, modulowany grzmot, a następnie zobaczyła białe – niebieskie rozświetlenie nieba.

5. KAZIMIERZ ŚCIEŻOR (Kraków, ul. Gałę 12 / 1) – zebrane 23 I 93
L = 18.5 km, A = 142° (al. Kijowska)

Przed 19 usłyszał podwójny grzmot, przypominający strzały artyleryjskie, następnie zobaczył trwający ok. 2 s błysk rozświetlający zachodnie niebo. Po około 15 s usłyszał słabszy, pojedynczy grzmot.

6. JANUSZ PŁESZKA (Kraków, ul. Lelewele 3 / 6) – zebrane 23 I 93
L = 20.9 km, A = 145°

Kilka minut przed godziną 19 usłyszał podwójny grzmot, wyszedł na balkon od południa (ok. 4 s) i po $10 - 12 \text{ s}$ usłyszał słabszy, pojedynczy grzmot.

7. ANNA FIGURA (Zawoja 246) – zebrane 24 I 93
L = 66 km, A = 195°

Po 17 (godzina niepewna) po wyjściu z domu zobaczyła białą smugę lecącą pionowo do horyzontu w czasie ok. 1 s. W trakcie rozmowy ze świadkiem wyznaczono azymut smugi na $330 - 335^\circ$. Oszacowana szerokość smugi poniżej 0.5° . Smuga zniknęła za zboczem góry ok. 8° nad horyzontem.

8. ZOFIA SZLACHTA (Jerzmanowice 371) – zebrane 30 I 93
L = 1500 m, A = 323°

Była w zamkniętym pomieszczeniu, zgasił telewizor, później był

Piorun czy meteoryt???

zwłaszcza te o kulistych kształtach, analizowane chemicznie przy znacznych powiększeniach skaningowego mikroskopu elektronowego. Pośród setek przebadanych mikrosfer tylko pojedyncze mogą budzić podejrzenie kosmicznego pochodzenia i związek z rzadkiego typu meteorytem węglistym (carbonaceous chondrite). Widma EDS (patrz ramka, rys. 2) różnią się składem chemicznym a zwłaszcza wyraźnie dominuje w nich Si przy mniejszej zawartości Al i Fe. Nieobecny jest w nich potas, będący charakterystycznym składnikiem pyłów przemysłowych. Badania są kontynuowane. Także kilkakrotnie przeprowadzane penetracje terenu w promieniu do 2 km od skały nie doprowadziły do znalezienia jakichkolwiek odłamków skalnych różnych od wapiennych.

4) Jakiej natury były zniszczenia elektryczne?

Stwierdzono, że zniszczeniu uległy te urządzenia, które w momencie wypadku podłączone były do sieci.

Domy, w których wystąpiły zniszczenia są podłączone do tej samej linii przesyłowej przechodzącej niedaleko skały, tak więc można podejrzewać, że właśnie ona przyjęła na siebie duży ładunek elektryczny. W najbliższym z domów zaobserwowano na przedmiotach metalowych ognie św. Elma.

5) Czy zarejestrowano wstrząs sejsmiczny?

W odległości ok. 3 km od

Jerzmanowice znajduje się Obserwatorium Sejsmologiczne PAN. O godzinie 18^h58^m54^s i 19^h00^m17^s zarejestrowano dwa zjawiska. Po porównaniu z zapisem burzy letniej stwierdzono, że są to typowe zapisy dwóch wyładowań atmosferycznych z towarzyszącymi grzmotami, które wystąpiły nad obserwatorium (rys. 3 i 4). Pierwsze z tych bliskich wyładowań spowodowało uszkodzenie aparatury. Rozmowa z mieszkańcami pobliskiej wsi Saspów pozwoliła ustalić, że rzeczywiście tego dnia około godziny 19 nad obserwatorium wystąpiła silna burza z dwoma wyładowaniami. Jednocześnie należy zauważyć, że według zgodnych relacji świadków wydarzenie w Jerzmanowicach nastąpiło ok. 18^h55^m, a więc prawie 5 minut wcześniej. Zostały zbadać zapisy sejsmografów od 18^h30^m do 19^h30^m. Brak jakichkolwiek zjawisk sejsmicznych w tym okresie poza wy-

mienionymi powyżej oznacza, że nie ma zapisu jakiegokolwiek wstrząsu sejsmicznego związanego bezpośrednio z wybuchem na „Babiej Skale”.

Po przedstawieniu powyższych faktów rysują się dwie hipotezy wydarzenia w Jerzmanowicach: meteorytowa oraz meteorologiczna. Rozpatrzmy obydwie hipotezy:

I. HIPOTEZA METEORYTOWA

Zgodnie z nią za powyższe efekty odpowiedzialny byłby upadek meteorytu z resztkową prędkością kosmiczną (niewyhamowanego).

Obserwowane zjawiska elektryczne także można wyjaśnić, w ramach tej hipotezy, gdy znane są przykłady powstawania silnych ładunków elektrycznych przy przelotach bolidów. Należy jednak polemizować z tezą przedsta-



Fot. 5,6. Unikatowe ujęcie otrzymane przez p. Gufa i wykonane z 4 – metrowej zasky zimą 1963/1964 z kierunku północno – zachodniego (z lewej). Dla porównania podobne współczesne ujęcie (z prawej). Skutki zdarzenia z 14 stycznia są bardzo wyraźnie widoczne.

grzmot.

9. PP. GRZYBOWIE (Jerzmanowice 165) – zebrane 30 I 93

L = 120m, A = 180°

Byli w pomieszczeniu. Około 19 usłyszeli silny huk (szum i gwizd). Odczuli silny wstrząs gruntu. Potem okazało się, że zegar wahadłowy zatrzymał się o godzinie 18^h (nieznana jest dokładność zegara). Równocześnie z hukem w domu wybuchły pułki elektryczne i przepaliły się wszystkie żarówki (nawet wyłączone). Przepaleniu uległy wszystkie bezpieczniki oraz przewód telefoniczny biegnący wzdłuż zachodniej ściany budynku. Do wnętrza domu wdarł się intensywny, ostry zapach. Po około 4 minutach była kilkunastominutowa intensywna burza gradowa. Rano okazało się, że dachy zostały podziurawione przez kamienie wapienne.

10. PP. GUTOWIE (Jerzmanowice 170) – zebrane 30 I 93

L = 110 m, A = 300°

Byli w pomieszczeniu. Przed 19 usłyszeli silny, przeciągły huk, w domu na metalowych przedmiotach (np. kran, garnki) pojawiły się ognie. Za oknami zauważono czerwony błysk. Syn usłyszał dwa huki, nie widział błysku. Uszkodzona została instalacja elektryczna (odrywane ślady wokół gniazdek i żyrandola, spalone bezpieczniki oraz pracujące urządzenia elektryczne: wyciąg kuchenny, telewizor i video). Wybite zostały szyby w oknach i podziurawione dachy.

11. PP. KOZEROWIE (Jerzmanowice 169) – zebrane 30 I 93

L = 120 m, A = 270°

Byli w pomieszczeniu. Około 19 usłyszeli olbrzymi huk, za oknem pojawiła się czerwona jasność oraz gęste, szare zadymienie. Po wybiegnięciu na podwórze syn zobaczył oddalające się w kierunku Krakowa dwa świecące obiekty. W tym czasie jeszcze spadały odłamki

wioną w nr 5/1993 „Młodego Technika” (nieco zmienioną wersję tekstu K. Włodarczyka drukujemy na str. 133) w artykule „Meteoryt nad Jerzmanowicami”, że za zdarzenie odpowiedzialne jest małe ciało o kilkukilogramowej (2 kg) masie i prędkości kilku (3.5) km/s. Czy zdarzenie takie (tzn. dołot do powierzchni Ziemi małego ciała z dużą prędkością) jest możliwe? Wydaje się, że nie. Z istniejących modeli lotu ciała w atmosferze wynika, że wyhamowaniu w atmosferze nie podlegają ciała o dużej masie (kilkaset i więcej kg) i prędkości początkowej do 22 km/s. Takie meteoryty rzeczywiście uderzają w Ziemię z prędkościami wynoszącymi kilka lub kilkanaście km/s. W wyniku uderzenia powstaje krater wybuchowy. Przykładem może być np. znany krater w Arizonie. Można także dodać, że zachodzi to jedynie dla meteorytów żelaznych (np. Sterlitamak 1990). Meteoryty kamienne ulegają rozpa-

Widmo EDS (Energy Dispersive Spectroscopy) otrzymywane jest w mikroskopie elektronowym w oparciu o zjawisko fluorescencji rentgenowskiej. W wyniku bombardowania próbki wiązką elektronów wzbudzone jest emisyjne promieniowanie rentgenowskie – każdy pierwiastek będący składnikiem próbki wysyła charakterystyczne dla siebie (jak linie papilarne człowieka) promieniowanie. Promieniowanie to rejestrowane jest na widmie – wykresie zależności intensywności promieniowania od jego energii. Analiza wykonywana jest z mikroobszaru o powierzchni mniejszej od 1. Badania wykonano aparatem umożliwiającym wykrycie wszystkich pierwiastków o masie atomowej większej od masy atomowej węgla przy zawartości ponad 0.1% wagowo.

Maciej Manecki
Zakład Mineralogii i Geochemii AGH

wapienia. Uszkodzona została instalacja elektryczna oraz włączony telewizor. Wybite zostały szyby, kilka kamieni wpadło do mieszkania, jeden uszkodził lodówkę. Podziurawione zostały dachy i przechylony plot.

12. PP. BIENIOWIE (Jerzmanowice 171) – zebrane 30 I 93
L = 120 m, A = 305°

W czwartek pod koniec serialu „Pokolenia” (przed 19) nastąpił przeciągły huk, potem stała się czerwona jasność. Zostały powybijane szyby oraz podziurawione dachy. Potem był słyszany słabszy grzmot. Potem nadszedł silny wiatr i intensywny, krótki deszcz z gradem. W domu uszkodzony został włączony telewizor i spalone bezpieczniki.

13. MAREK CHOCHÓŁ (Szkliary 25) – zebrane 30 I 93
L = 4150 m, A = 225°

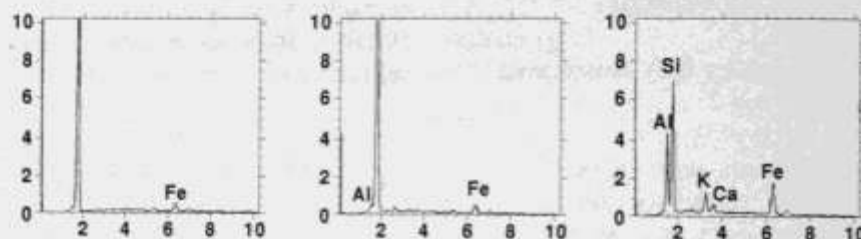
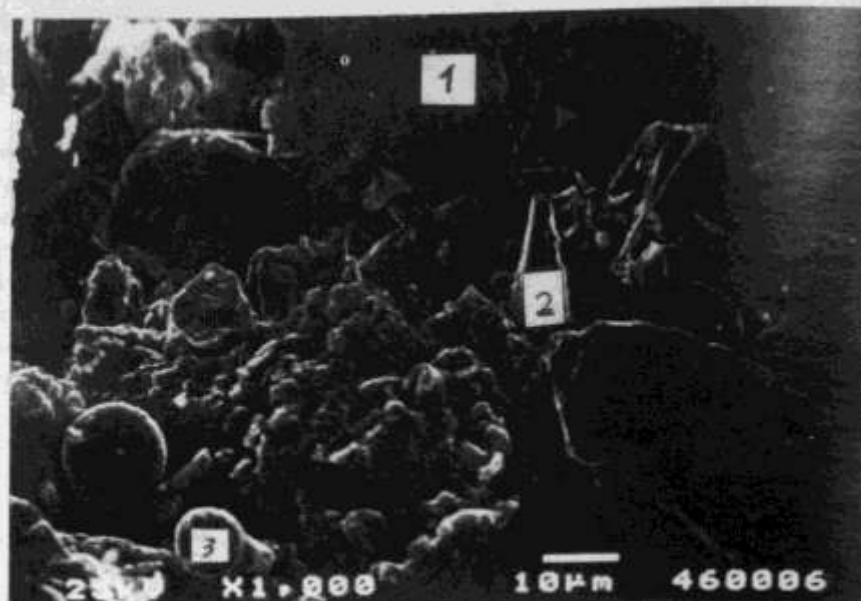
Szedł drogą. Usłyszał przeciągły szum i gwizd. Po około 1 s zob-

czył błysk oraz zanikające rozjaśnienie na niebie. Podczas błysku nastąpił zanik napięcia w sieci. Po około 2 s usłyszał dwie silne detonacje, z czego pierwsza była silniejsza. Odczuł silny wstrząs gruntu. Około pół godziny później była burza z błyskawicami.

14. (SĄSPÓW 36) – zebrane 30 I 93
L = 2150 m, A = 36°

Słyszano przeciągły huk, przypominający przelot niekiego samolotu, po ok. 2 s widoczne było białe rozświetlenie nieba, przysiało światło na ok. 1 s, po 8 – 15 s słyszano silny grzmot. Po około 4 min od błysku przyszła gęsta czarna chmura, padł silny grad z deszczem i zaobserwowano dwa silne wyładowania w odstępie ok. 1 min w kierunku Ojcowskiego Parku Narodowego (A = 110°). Burza trwała zaledwie kilka minut.

15. (ZABIERZÓW, CZĘŚĆ WSCHODNIA) – zebrane 7 II 93



Rys. 2. U góry obraz z mikroskopu skaningowego próbki zebranej z płata śniegu kilkanaście metrów od Babiej Skąty. Poniżej przedstawiono widma SEM-EDS trzech wskazanych próbek (w kolejności od lewej). Brak potasu, charakterystycznego dla zanieczyszczeń przemysłowych może sugerować pozaziemskie pochodzenie dwóch pierwszych próbek. Charakterystyczna kulka oznaczona nr 3 jest typową cząstką pochodzenia przemysłowego, podobnie jak wszystkie pozostałe cząstki pokazane na obrazie z mikroskopu skaningowego i mają podobne widma SEM-EDS (z prawej).

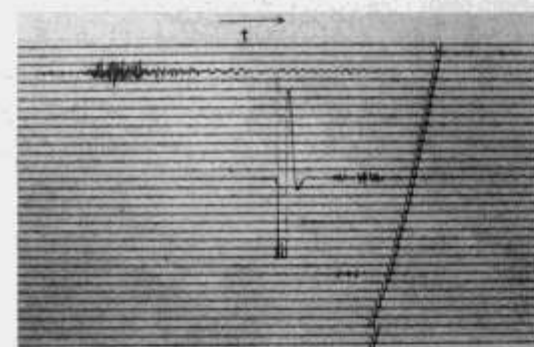
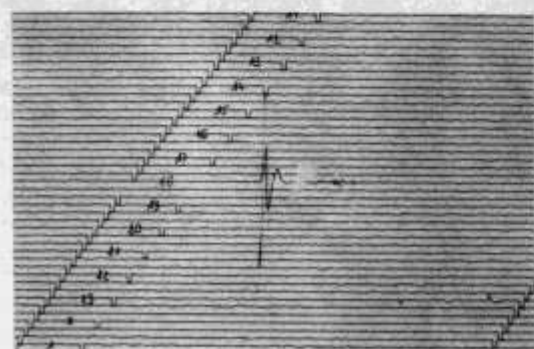
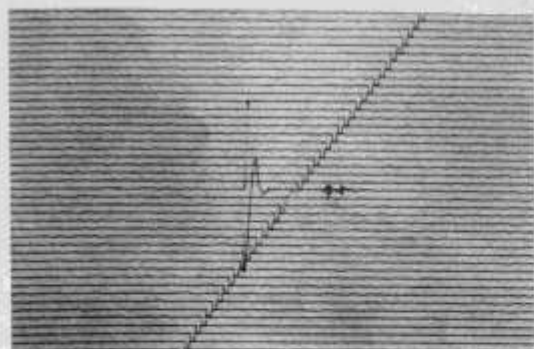
dowi w trakcie lotu wywołując efekt deszczu meteorytów (np. Pułusk 1868, Mbale [Uganda] 1992).

Meteoryty o masie wejściowej małej (kilkanaście kg) ulegają szybkiemu wyhamowaniu w atmosferze i od wysokości 20–30 km spadają z praktycznie stałą prędkością wynoszącą zaledwie kilkadziesiąt do kilkuset m/s.

Analogicznie zachowują się także produkty rozpadu dużych brył.

Należy jednak nadmienić, że żaden ze świadków w Jerzmanowicach nie widział uderzenia bolidu w skałę. Wszystkie dostępne nam obserwacje bolidu (który wtedy niewątpliwie obserwowano!) pozwalają na odtworzenie jego toru lotu kilkanaście kilome-

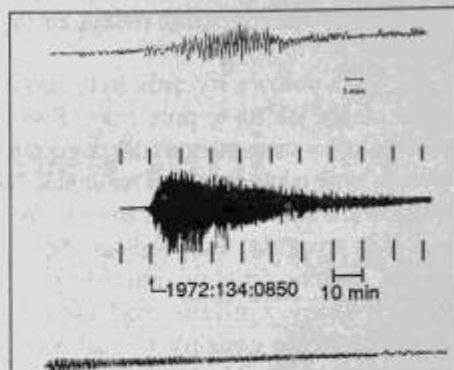
Piorun czy meteoryt???



Rys. 3. Dwa pierwsze fragmenty sejmogramów obejmują zaobserwowane wyładowanie burzowe o godzinie 18^h58^m54^s CSE (u góry) i 19^h00^m11^s CSE (w środku). Dla porównania pokazano (najniżej) zarejestrowane tym samym sejmografem, ale w innym czasie (w czerwcu 1993) przykład innego podwójnego wyładowania atmosferycznego (w środku kadru) z nieco wcześniejszym zapisem tąpnięcia górniczego na Śląsku (w górnej – lewej części kadru).

trów na południe stycznie do Jerzmanowic.

Na podstawie obserwowanej jasności błysku przy realnym zakresie prędkości można oszacować masę początkową obiektu na 20 do 50 ton. W zależności od materiału meteorytu oraz od wartości współczynnika oporu aerodynamicznego końcowa masa przy upadku powinna wynosić od 0.2 do 2 ton przy prędkości końcowej od 100 do 300 m/s. I rzeczywiście są to liczby zgodne ze znanymi spadkami meteorytów jak np. Sichote-Alin, Pribram. W przypadku Jerzmanowic wielokrotne przeszukiwanie terenu w promieniu do 2 km od „Babej Skąły” nie doprowadziły do znalezienia jakiegokolwiek materii pochodzenia pozaziemskiego, co wskazywałoby na małą masę końcową meteorytu. Jednak przy małej masie zniszczenia skały wymagają dużej (rzędu 3 km/s) prędkości. Oznacza to po pierwsze olbrzymią (10000 krotną) utratę masy w trakcie lotu (niespotykana ablacja, także żaden deszcz meteorytów nie został zaobserwowany) oraz słabe hamowanie aerodynamiczne (co przy tak dużej ablacji wydaje się całkowicie nierealne). Rozwiązania, w których ciało o małej masie uderza z prędkością kosmiczną w skałę otrzymuje się bądź dla niezwyklej gę-



Rys. 4. Zapis sejsmograficzny typowego trzęsienia Ziemi (u góry), upadku meteorytu na powierzchnię Księżyca (w środku) i fale sejsmiczne wywołane upadkiem Meteorytu Tunguskiego obejmujący ok. 50 minut trwania zjawiska (na dole).

tości meteorytu (złoto lub iryd) bądź dla współczynnika oporu aerodynamicznego zbliżonego do współczynnika oporu dla dziobów samolotów hiperdźwiękowych.

Obydwa te warianty wydają się mało prawdopodobne. Jednocześnie w obu tych przypadkach masa początkowa ciała wynosiłaby zaledwie kilkanaście do kilkudziesięciu kg, co nie wywołałoby obserwowanego błysku na niebie.

Należy także dodać, że w literaturze meteorytowej nie są znane przykłady upadków meteorytów przypominających zdarzenie w Jerzmanowicach.

II. HIPOTEZA METEOROLOGICZNA

Zgodnie z nią za wydarzenie w Jerzmanowicach odpowiedzialny jest zespół efektów burzowych, a przede wszystkim silnego wyładowania liniowego oraz stowarzyszonego z nim pioruna kulistego.

L = 11.5 km, A = 158°

Przed 19 usłyszano grzmot a następnie zobaczono błysk od strony zachodniej.

16. (ZABIERZÓW, CZĘŚĆ ZACHODNIA) – zebrane 7 II 93

L = 9.9 km, A = 174°

Po 18 był widziany silny błysk oraz słyszano silny grzmot na półn. – zach., po chwili dał się słyszeć słabszy grzmot.

17. (RUDAWA, PRZYSTANEK PKS) – zebrane 7 II 93

L = 9.8 km, A = 196°

Wieczorem widziano biały błysk, po czym słyszano grzmot, po ok. 20 min była burza z błyskawicami.

18. (PRZYZINKA) – zebrane 7 II 93

L = 7.5 km, A = 189°

Okolo 19 usłyszano krótki, silny grzmot, podobny do lotniczego.

19. (SIEDLEC) – zebrane 7 II 93

L = 8.6 km, A = 218°

Wieczorem widziano błysk, w tym momencie przygasło światło, po około 1 min nastąpił grzmot.

20. TADEUSZ KUBECZKA (Żbik) – zebrane 7 II 93

L = 9.6 km, A = 221°

Miedzy 18 a 19 zobaczył błysk i jednocześnie usłyszał huk. Spojrzawszy w niebo zobaczył podłużne rozjaśnienie na niebie. W trakcie rozmowy ze świadkiem ustalono, że rozjaśnienie zobaczył na wysokości 45° w azymucie 5°.

21. (MIEKINIA) – zebrane 7 II 93

L = 12.3 km, A = 248°

Okolo 19 (zaczynała się „Dobranocka”) usłyszano huk, na moment zanikł sygnał TV. Inny świadek ok. 19 widział podłużne silne roz-

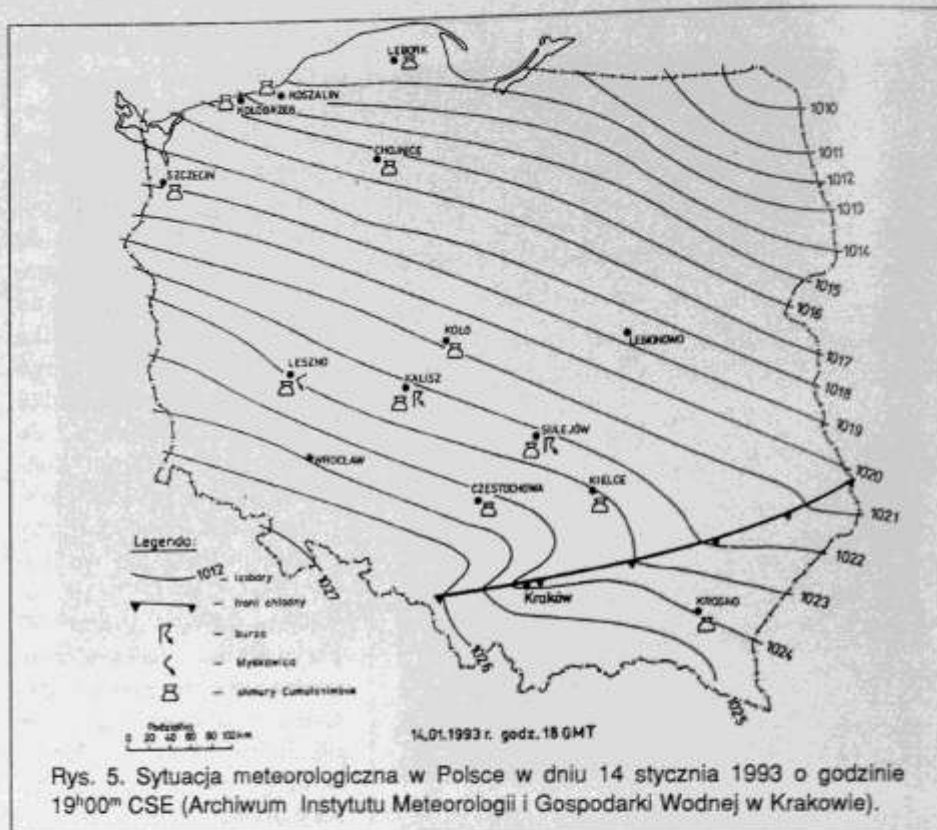
Jakie argumenty przemawiają za tą hipotezą?

Pierwsza połowa stycznia była niezwykle ciepła jak na tę porę roku. Spowodowało to szereg anomalii pogodowych w tym także burz połączonych z wyładowaniami atmosferycznymi. W dniu 14 stycznia nad Polską przechodził system frontów atmosferycznych związany z niżem znad cieśnin duńskich. Około godziny 12 nad Krakowem przeszedł chłodny front atmosferyczny. Na jego tyłach uformował się wtórny front chłodny. Po jego stronie południowej znajdowało się ciepłe powietrze, po północnej chłodne. Wzdłuż frontu obserwowano liczne burze. Około godziny 19 (rys. 5) front ten przesuwając się na południowy wschód znalazł się na północ od Krakowa (Jerzmanowice!). Wykonane o godzinie 19 zdjęcie satelitarne pokazuje liczne chmury kłębiaste (burzowe) w tym rejonie. Także relacje świadków mówią o nadejściu gęstych, czarnych chmur przed relacjonowanym zdarzeniem. Wieczorem i w nocy tego dnia zarejestrowano także burze w Jerzmanowicach i okolicznych miejscowościach.

Około 15 minut przed zdarzeniem w Jerzmanowicach z lotniska w Balicach pod Krakowem zaobserwowano unoszący się powoli pod chmurami (pułap 1400 m) piorun kulisty.

Kula obserwowana przez świadków nad skałą mogła być właśnie piorunem kulistym powstałym w efekcie zaistniałego wcześniej wyładowania liniowego, które odparowało zawartą w szczelinach skały wodę powodując gwałtowny wybuch.

Podobne zniszczenia budynków lub skał są podawane w literaturze meteorologicznej.



Rys. 5. Sytuacja meteorologiczna w Polsce w dniu 14 stycznia 1993 o godzinie 19⁰⁰ CSE (Archiwum Instytutu Meteorologii i Gospodarki Wodnej w Krakowie).

Oczywiście w tym przypadku jasne byłyby zarówno zniszczenia elektryczne urządzeń włączonych do sieci elektrycznej, jak też relacjonowane przez świadków kręte płytkie bruzdy rozchodzące się promieniście od skały. Należy także nadmienić, że „Babia Skała” jest jednym z najwyższych punktów w okolicy.

Dziś wydaje się, że żadna z hipotez z osobna nie jest w stanie wyjaśnić całości przebiegu zjawiska. Prawdopodobnym się wydaje, że pośrednio wybuch w Jerzmanowicach związany jest z przelotem jasnego bolidu w obszarze frontu chłodnego z komórkami burzowymi. Znany jest efekt separacji ładunku w bezpośrednim otoczeniu bolidu, a przy obserwowanej dużej jego jasności

a zatem i masie możliwe jest oddziaływanie wyindukowanego, w ten sposób ładunku na pobliską komórkę burzową, co mogło wywołać silniejsze niż zwykle wyładowanie atmosferyczne. Tak więc wydaje się, że za bezpośrednie zniszczenie fragmentu „Babiej Skały” odpowiedzialne jest silne wyładowanie liniowe, jednakże geneza jego zdaje się wskazywać na przyczynowy związek z przelatującym bolidem.

Przy opracowaniu artykułu wykorzystano materiały znajdujące się w:

Archiwum Zakładu Mineralogii i Geochemii AGH w Krakowie,

Archiwum Instytutu Geografii WSP w Krakowie,

Archiwum Instytutu Meteorologii i Gospodarki Wodnej w Krakowie.

jaśnienie nieba koloru czerwonego, nie słyszał huku. W trakcie rozmowy ze świadkiem ustalono azymut rozjaśnienia na około $90^{\circ} \pm 30^{\circ}$. Rozjaśnienie było widoczne na wysokości 15–30° nad horyzontem.
22. (PRZĘGİNIA) – zebrane 7 II 93
L = 5.5 km, A = 308°

Wieczorem widziano błysk, zaraz potem było słychać przeciągły huk.
23. JOANNA CHOCHÓŁ (Żbik 77) – zebrane 13 II 93
L = 10.1 km A = 220°

Po 18 słyszała dwa bardzo silne, następujące kilka sekund po sobie, huki.
24. STANISŁAW PAPIERZ (Pisary 122) – zebrane 13 II 93
L = 9.9 km, A = 198° (Rudawa)

Przed 13 zobaczył błysk, podniósł wzrok i ujrzał zanikającą,

podłużną smugę znikającą za dachem domu. Po chwili usłyszał, pojedynczo, głośny grzmot. Po chwili słyszał jeszcze drugi, słabszy grzmot. W trakcie rozmowy ze świadkiem ustalono czas zanikania smugi na 1–2 s, azymut na wysokości około 15° na $335^{\circ} \pm 10^{\circ}$.
25. p. FERDEK (Łazy 33) – zebrane 13 II 93
L = 2150 m, A = 214°

Wrócił do domu. Prószył śnieg, gdy nagle zobaczył oślepiający biały błysk, trwający 1–2 s. Po około 5 s usłyszał silny grzmot, zatrząsła się ziemia i przygasły światła. Po przejściu około 30 m (ok. 30 s) widział drugi słabszy błysk i równocześnie usłyszał słabszy grzmot. W trakcie rozmowy ze świadkiem ustalono azymut pierwszego błysku na $300^{\circ} - 330^{\circ}$ oraz wysokość około 40°.
26. p. SZCZEPAŃSKA (Łazy) – zebrane 13 II 93
L = 1000 m, A = 186°

Bolid nad Jerzmanowicami

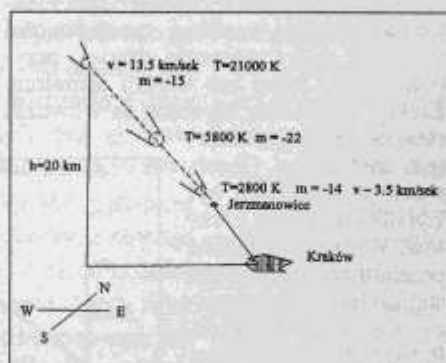
Krzysztof Włodarczyk

Wieczorem 14 stycznia 1993 r. tuż przed godziną 19:00 czasu środkowoeuropejskiego w Jerzmanowicach nastąpiła eksplozja, która częściowo zniszczyła wapienną Babią Skalę. Odłamki skalne zostały rozrzucone z dużą siłą w promieniu 150-200 m, powodując zniszczenia w okolicznych zabudowaniach. Oprócz szkód mechanicznych wystąpiły bardzo silne impulsy elektryczne niszczące sieć telefoniczną oraz przewody sieci elektrycznej i sprzęt powszechnego użytku (odbiorniki TV, magnetowidy etc.). Dwie osoby zamieszkałe w odległości około 1 km od Babiej Skály widziały tuż przed wybuchem bardzo jasną kulę ognistą, początkowo jaskrawoczerwoną a później ciemnoczerwoną, poruszającą się bardzo szybko po linii prostej. Przelot trwał około 1 sek po czym nastąpił silny błysk i ogłuszający huk eksplozji. Według opinii mieszkańców Jerzmanowic przed wybuchem nie było silnego wiatru i niebo było pogodne. Wkrótce po eksplozji, gdy zaniepokojeni mieszkańcy okolicznych domów wybiegli na zewnątrz, odczuli bardzo silny powiew wiatru. W rejonie położonym na północ od Babiej Skály (w Jerzmanowicach, Sądowie i Ojcowie) wystąpił krótkotrwały opad gradu połączony z dwoma wyładowaniami atmosferycznymi zarejestrowanymi w Obserwatorium Sejsmologicznym na obrzeżach Ojcowskiego Parku Narodowego. Obserwowane wówczas zjawiska meteorologiczne zostały powszechnie uznane za niewielką lokalną burzę. Potwierdza to zdjęcie satelitarne wykonane o godzinie 18:00 GMT. Gdyby ograniczyć się tylko do zjawisk meteorologicznych, wybuch w Jerzma-

nowicach mógłby być interpretowany jako skutek wyładowania atmosferycznego towarzyszącego burzy. Taka interpretacja nie tłumaczy jednak innych zjawisk obserwowanych tego wieczoru w odległości kilkudziesięciu kilometrów od Jerzmanowic. Otóż w Krakowie przed 19:00 widziano także przelot bardzo jasnej kuli ognistej, koloru białoniebieskiego, przypominającej meteor. Przelot trwał około 3 sekund. W pewnym momencie na Rynku Głównym



Babia Skala i obcięte wierzchołki drzew rosnących od strony zachodniej (fot. Marcin Fillpek).



Rys. 1. Ostatnie trzy sekundy lotu „meteoritu jerzmanowickiego” oglądane z Krakowa.

zrobiło się jasno jak w dzień. Wkrótce w Krakowie były słyszane dwa bardzo silne huki przypominające przelot samolotu naddźwiękowego. Kulę ognistą widziano wówczas także w Zawoi, Chrzanowie, Szklarach i Rudawie. W Szklarach słyszano charakterystyczny świst i dostrzeżono świecący ślad, który w ciągu kilku sekund rozproszył się w atmosferze. Relacje wszystkich naocznych świadków są zbieżne – kula ognista bardzo szybko zmierzała w kierunku Jerzmanowic, poruszając się po linii prostej nachylonej pod kątem 45-55° do płaszczyzny horyzontu. Dzięki relacji z Rudawy można wyznaczyć azymut lotu kuli ognistej – $A = 193-197^\circ$ (azymut astronomiczny liczony od południa wynosił zatem 13-17°). Przelot ten mógł być spowodowany spadkiem meteorytu. Jego prędkość na wysokości 100 km¹⁾

Jechała z mężem samochodem do domu. Około 19 ogarnęła ich oślepiająca, białą-żółta jasność, równocześnie dał się słyszeć potworny huk (zatrzęsło samochodem). Po przejechaniu odcinka drogi (30 – 40 s) widziała na niebie, znacznie słabszy błysk i słyszała znacznie słabszy huk.

27. p. ŚWIERK (Miękinia 35) – zebrane 19 II 93
L = 12.3 km, A = 252°

Była w domu, oglądała TV, było przed „Dobranocką” (między 18⁴⁵ a 19). Zobaczyła jasny, niebieski błysk, trwający około 2 s lub więcej o narastającej jasności. Zdziwiona zjawiskiem wyszła na zewnątrz (trwało to około 10 s) usłyszała słaby dźwięk podobny do odgłosu samolotu (szum, jak gdyby wiatr przewracał drzewa). Grzmotu nie słyszała. W trakcie rozmowy ze świadkiem ustalono azymut błysku na

150° ± 20° na wysokości 10°. Średnicę rozjaśnienia na niebie oszacowano na około 40°.

28. p. IRENA SMORAG (Balice 1/8) – zebrane 3 VII 93
L = 13.7 km, A = 171°

Była z koleżanką w jej mieszkaniu 25 m obok swojego domu. Po 18 usłyszała huk. Po około 20 – 30 s dał się słyszeć drugi, o wiele silniejszy huk, przypominający przekroczenie bariery dźwięku. Po tym huku wraz z koleżanką wybiegły na taras. Spojrzawszy na wschód zobaczyła prostoliniową smugę, dużo szerszą niż lotniczy ślad kondensacyjny, zanikającą w czasie około 2 s. W czasie rozmowy ze świadkiem ustalono azymut początku i końca smugi na 60 – 70° przy wysokości od 10° (od horyzontu) do 60° (krawędź dachu ganku).

29. p. TERESA BISKUPSKA (Balice 1/7) – zebrane 3 VII 93

nad Ziemią była stosunkowo niewielka i wynosiła około 13.5 km/sek a masa nie przekraczała 20 kg. Dla tak małej prędkości początkowej podczas ukośnego przelotu przez atmosferę nie został wyhamowany i z prędkością końcową około 3.5 km/sek uderzył w Babią Skalę. Analizując obserwacje ostatnich 3 sekund przelotu (rys. 1) otrzymujemy masę końcową bliską 2 kg, temperaturę 2800 K i ciśnienie 90 atmosfer za frontem fali uderzeniowej. Jeśli przyjąć kulisty kształt meteorytu otrzymujemy jego promień $r \sim 5.5$ cm i gęstość około 3.4 g/cm^3 . Mógł to więc być pospolity meteoryt kamienny (chondryt). W zetknięciu z Babią Skalą nastąpiła silna eksplozja równoważna wybuchowi około 1 kg nitrogliceryny. Na miejscu można do dziś oglądać charakterystyczne efekty działania fali uderzeniowej równo obcięte gałęzie pobliskich drzew (fot.) i zniszczenia po stronie przeciwnej do kierunku lotu będące skutkiem tzw. skumulowanej fali uderzeniowej. Z meteorytu odpowiedzialnego za wszystkie szkody nie powinno pozostać praktycznie bez śladu – chyba, że wcześniej rozpadł się na kilka części. Poszukiwania powinny więc objąć obszar położony wzdłuż kierunku lotu. Z analizy efektów świetlnych obserwowanych przez naocznych świadków wynika, że promień kuli ognistej wynosił około 85 – 95 cm, a więc był co najmniej trzykrotnie większy od maksymalnych rozmiarów tzw. pioruna kulistego. Przyjmując podane wartości nachylenia trajektorii i azymutu oraz czas i współrzędne miejsca wybuchu: 14 stycznia 1993 godz. 17:56 UT, szerokość geograficzną 50.209° i długość 19.767° otrzymujemy następujące elementy orbity

¹⁾ Sposób wyznaczenia takiej wysokości Czytelnik znajdzie w okienku „Astronomia w Szkole PA 1/94 str. 32. Łatwość z jaką autor wyciąga wnioski nie tylko co do wysokości, ale prędkości, masy etc. wzbudzi zdziwienie i kontrowersje (nie ma pewności, że to naprawdę meteoryt!). Redakcja PA po raz kolejny korzysta z tego, że nie jest *Nature* i publikując ten materiał, zachęca do polemiki i dyskusji (przyp. red.).

heliocentrycznej meteorytu: półoś 2.25 jednostki astronomicznej, mimośród 0.563, nachylenie 0.3° , węzeł 114.1° i odległość peryhelium 6.8° . Byłoby to więc typowe ciało planetoidalne, jakich wiele odkrywa się w okolicach Ziemi.

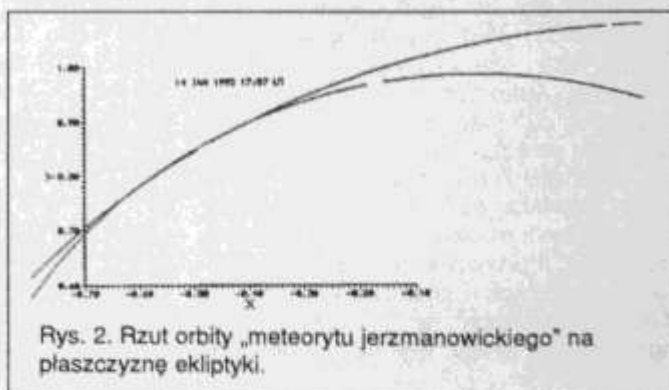
Przelot meteorytu wywołuje charakterystyczne efekty elektryczne i elektrofoniczne. Za frontem fali uderzeniowej powstaje rozległy obszar silnej jonizacji naładowany ujemnie (tworzący rozciągnięty ślad) i obszar ładunku dodatniego wokół spadającego ciała. Mamy więc szybko poruszający się dipol elektryczny. Powstają wówczas bardzo silne prądy o natężeniu kilku milionów amperów, które w zależności od warunków lokalnych mogły powodować zniszczenia w sieci elektrycznej i telefonicznej. Czasem obserwuje się charakterystyczne świecenie przedmiotów metalowych, tzw. ognie św. Elma – zauważone w jednym z mieszkań w pobliżu miejsca wybuchu. Powstający ładunek może czasem wywołać szereg wyładowań atmosferycznych, co także obserwowano. Wreszcie pył rozpraszającego się w atmosferze meteorytu powoduje szybką kondensację pary wodnej, co wywołuje opad deszczu lub gradu. Podobne zjawiska meteorologiczne towarzyszyły spadkowi słynnych meteorytów w Białymstoku (1827), Puławsku (1868) i Ratyniu (1880). Efekty elektrofoniczne wywołuje fala elektromagnetyczna o niskiej częstotliwości radiowej, która generuje dźwięk przypominający szum lub warkot samolotu. Efekty akustyczne słyszane są wówczas równocześnie z przelotem meteorytu. Obserwator w Szklarach był świadkiem takich efektów. Widział także ślad przelatującej kuli ognistej szybko rozpraszającej się w atmosferze. Przyczyniły się do tego bardzo silne wiatry osiągnące wg informacji uzyskanej w IMGW prędkość od 20 do 65 m/sek na wysokości 1.5 – 16 km i wiejące z

kierunku azymutu 245° . Efekty elektrofoniczne mogły wywołać powszechne u mieszkańców Jerzmanowic powiązanie wybuchu z katastrofą lotniczą. Tymczasem nie zarejestrowano wówczas w okolicy żadnego przelotu samolotu.

Spadki meteorytów zdarzają się bardzo rzadko i z powodu wspomnianych efektów towarzyszących przez długi czas były błędnie interpretowane jako zjawiska atmosferyczne. Dopiero niespełna 200 lat temu uwierzono, że są to zjawiska związane z materią pozaziemską.

Wszystkie efekty mogą więc być należycie wyjaśnione przez hipotezę meteorytową.

P. S. Po analizie relacji naocznych świadków otrzymałem dla meteorytu z Jerzmanowic następujące elementy orbity, które doskonale odpowiadają parametrom pewnej planetki typu Apollo oznaczonej symbolem 6344 P-L i zagubionej od kilku lat: $a = 2.58927$, $e = 0.621$, $i = 0.12^\circ$, $\omega = 114^\circ$, $\Omega = 6.15^\circ$ (epoka 1950). Zastanawiające jest to, że wyznaczona orbita zrzutowana na płaszczyznę ekliptyki (rys. 2) dwukrotnie przecina orbitę Ziemi – w miejscach odpowiadających położeniom 14 stycznia i około 30 stycznia. Przy niewielkim przesunięciu węzła otrzymujemy wręcz doskonałą zgodność z obserwacjami przelotu słynnego meteorytu Puławskiego z 30 stycznia 1868 roku. Czy to jest przypadek, czy też na podanej orbicie znajdowała się planetka 6344 P-L z licznymi okruciami kamiennymi, z których jeden spadł nad Narwią – a drugi, niewielki w Jerzmanowicach 125 lat później?



Rys. 2. Rzut orbity „meteorytu jerzmanowickiego” na płaszczyznę ekliptyki.

$L = 13.7 \text{ km}$, $A = 171^\circ$

Była wraz z poprzednio wymienioną w mieszkaniu. Po 18-tej usłyszała huk, a po chwili rozmowy z koleżanką drugi, o wiele potężniejszy huk. Po wybiegnięciu na taras popatrzyła w kierunku południowo-zachodnim i zobaczyła słup ognisty koloru blade-fioletowego narastający w czasie 1 – 2 s pionowo z góry zakończony kulą ognistą. Smuga zniknęła jej za lokalnym wzniesieniem gruntu. W czasie rozmowy ze świadkiem ustalono azymut smugi na $230 - 240^\circ$. Obserwowała smugę od wysokości około 30° do horyzontu, czyli około 1.5° .

30. p. PAWEŁ ROMEK (Skawina, ul. Korabnicka 134) – zebrane 12 VII 93

$L = 26.6 \text{ km}$, $A = 164^\circ$

Jakiś czas po 17-tej wyszedł z psem na spacer. Niebo było częś-

ciowo zachmurzone. Po pewnym czasie biegając zobaczył za chmurami lecącą z dużą prędkością po niebie jasną, białą kulę rozświetlającą chmury. Za kulą ciągnęła się zanikająca szybko smuga. Nie słyszał żadnych dźwięków. Kula zniknęła za horyzontem pod kątem około 30° . Świadek stwierdził, że była ona znacznie jaśniejsza od widocznej wtedy na południowo-zachodnim niebie planety Wenus (-4.4°).

W trakcie rozmowy ze świadkiem ustalono, że, zauważył kulę w azymucie 30° na wysokości $30 - 40^\circ$, zniknęła za odległym wzniesieniem (wysokość 1°) w azymucie 325° . Czas przelotu kuli został określony na 1.5 – 2 s. Średnicę kuli określono $1 - 2''$. Z opisu świadka wynika jasność kuli -8^m do -12^m . Jasność ta w czasie przelotu była raczej stała. Długość ciągnącego się za kulą zanikającego śladu oceniono na $20 - 30''$.