

# Podróż do Krateru Meteorowego Barringera

W Układzie Słonecznym mamy wiele kraterów uderzeniowych, ale najbardziej charakterystyczny i rozpoznawalny jest ten o średnicy 1,2 km i głębokości ok. 180 m, położony w Arizonie — Krater Meteorowy Barringera. Przy kraterze wciąż odnajdywane są żelazne meteoryty Canyon Diablo, nazwane zgodnie ze światową nomenklaturą od najbliższej miejscowości, w tym przypadku leżącej ok. 6 km na zachód od krateru. Meteoryty te są fragmentami pozostałymi po odparowanym w wybuchu zderzeniowym meteoroidzie, który wytworzył ten krater.

Krater uderzeniowe są oczywistym skutkiem nieustającego napływu materii kosmicznej na naszą planetę. Obliczenia bazujące na statystycznych danych uzyskanych przez sieci bolidowe allsky, obserwacje video w wąskich polach oraz stacje radarowe pokazują, iż całkowita suma mas pochodząca od wszystkich strumieni meteoroidowych (masy z zakresu  $10^{-21}$  kg do  $10^{15}$  kg) jest o rząd wielkości wyższa niż zakładano i wynosi ok.  $1,3 \times 10^8$  kg/rok. Z obliczeń tych wynika także, że spadki dużych planetek są bardziej prawdopodobne niż przypuszczaliśmy. Średni czas, w jakim może dojść do kolizji jednego dużego ciała o masie od  $10^{14}$  –  $10^{15}$  kg z Ziemią, to tylko  $10^7$  –  $10^8$  lat (Ceplecha 2001). Spadki takich ciał jak to, które uderzyło w Arizonie o masie szacowanej na ok.  $1,1 \times 10^8$  kg, odpowiadającej ciału o średnicy ok. 30 m, są oczywiście jeszcze bardziej prawdopodobne.



Krater w Arizonie był i jest tematem dyskusji, badań i eksploracji od lat 90. XIX w. Pierwszym, który zwrócił uwagę na skalistą misowatą strukturę, nazywając ją w swoim raporcie dotyczącym meteorytów *Crater Mountain* był Albert E. Foote (1891). Na początku nazwę uważano za przypadkową — Foote obliczył kubaturę wału otaczającego i, porównując ją do objętości wewnętrzznego obniżenia, stwierdził, iż na dnie krateru żadnego ogromnego meteorytu być nie może. Uważano, że ten fakt obala kosmiczną teorię powstania i stanowi dowód na wulkaniczne pochodzenie struktury. Dopiero Daniel Moreau Barringer (1905) powiązał fakt znajdowania meteorytów w okolicy z kraterem, jednak nie wszyscy geolodzy uwierzyli w tę hipotezę, gdyż zaprzeczała ona teorii podziemnego wybuchu gazu Grove K. Gilberta. Barringer był dobrze wyedukowanym w górnictwie przemysłowym geologiem, który zbił wcześniej fortunę na srebrze. Dzięki temu był w stanie wykupić na własność cały krater wraz z najbliższą okolicą i zacząć w nim prace geologiczne (w tym odwierty), w poszukiwaniu ogromnej bryły żelaznika zalegającej na dnie. Oczywiście bryły nie znalazł, ale natrafił na meteoryty żelazne zakopane w luźnym materiale

wyrzuconym z krateru (tzw. *ejecta*), co wskazywało na umiejscowienie obu tworów w tym samym czasie a tym samym ich wspólną proveniencję.

Ostatecznie dopiero prace Eugene M. Shoemakera z roku 1960 niezbitnie udowodniły, że krater ma pochodzenie kosmiczne. Shoemaker wykorzystał nowe obserwacje powstawania struktur kraterowych związanych z eksplozjami nuklearnymi i opracował w 1960 r. analityczny model mechaniki zjawisk impaktów hiperprędkich, wskazując na charakterystyczne cechy struktur geologicznych krateru Barringera. Kilka lat później odkrył z niejakim Ed Chao niezbite dowody na szokowy metamorfizm kwarcu w skale podłoża — znaleźli w nim minerały wysokociśnieniowe — stiszowit i koesyt.

Na Ziemi mamy ok. 190 rozpoznanych kosmicznych astroblem (kraterów meteorytowych) i wciąż co kilka lat odkrywane są nowe. Niewiele jest natomiast takich, przy których wciąż znajdują się meteoryty — Krater Barringera i nasze Morasko do nich należą. Zobaczenie Krateru Meteorowego i próba znalezienia „własnego” meteorytu Canyon Diablo (Morasko już znaleźliśmy) od dawna były w pierwszej dziesiątce rzeczy, które chcieliśmy zrobić za życia. Okazja trafiła się w maju tego roku, gdy wybraliśmy się do Stanów Zjednoczonych na ślub przyjaciół. Ponieważ była to nasza pierwsza wyprawa do tego kraju, postanowiliśmy przedłużyć pobyt i zobaczyć kilka ciekawych miejsc, z których arizoński krater wydawał nam się najciekawszy. Po dwóch dniach jazdy z Los Angeles międzystanową autostradą równoległą do zabytkowej Route 66 dotarliśmy do Flagstaff i następnego dnia rano wyruszyliśmy do miejsca docelowego.

Krater ukazał nam się dość wcześnie jako delikatne wyniesienie zarysowujące się niewyraźnie na horyzoncie. O poprawnym kierunku jazdy poinformowały nas ogromny drogowskaz oraz liczne tablice mówiące, że jesteśmy na drodze ku kosmicznej katastrofie. Wcześniej minęliśmy kemping meteorytowy, na którym, jak się później dowiedzieliśmy, można było kupić mapkę z zaznaczoną granicą określającą obszar terenów przyległych do krateru będących własnością prywatnej firmy Barringer Crater Co., na których nie można samodzielnie poszukiwać meteorytów. Niestety mapy nie mieliśmy, więc na pierwsze rozpoznanie zatrzymaliśmy się dość wcześnie, przy tabliczce zezwalającej na poszukiwania. Oczywiście szybki rekonesans nie przyniósł oczekiwanych rezultatów, więc udaliśmy się w kierunku rosnącego na horyzoncie krateru. Szybkie parkowanie samochodu, zakup biletów i już byliśmy na piętrze w *Visitor Center*, przy największym okazie Meteorytu Holsingera ważącego, bagatela, 639 kg! (nasze największe Morasko „Kruszynka” ma masę 271 kg). Najpierw zwiedziliśmy wystawę dotyczącą historii badań Barringera i innych kraterów, zostawiając sobie Krater jako danie główne a spory sklep z pamiątkami na deser.

Pierwsze spojrzenie w dół krateru z krawędzi jego wału i uświadomienie sobie, jak ogromną energię zderzenie Zie-

mi z planetką wyzwoliło, robi wrażenie nie do opisania. Tak ogromna dziura w Ziemi liczona w setkach milionów ton (ostatnie wyliczenia wskazują na ok. 175 mln ton) odpowiada detonacji ok. 10–11 Mt TNT. Dla porównania — bomba atomowa zrzucona na Hiroszimę to „tylko” ok. 16 kt TNT. Wyzolowane podczas eksplozji fragmenty bloków skalnych zostały wyrzucane daleko poza równomierny płaszcz *ejecty*. Bloki te czasami są nazywane pociskami raketowymi (ang. *missile debris*) i same mogą tworzyć wtórne kratery. Najdalsze zaobserwowane fragmenty zostały wyrzuczone na 4 do 12 km poza krawędź krateru, a ich masa wynosiła od 50 do kilkuset funtów (czyli od ok. 23 do kilkuset kg). Pierścień wokół krateru wznosi się na wysokość od 30 do 60 m, a trzeba pamiętać, że jego znaczna część uległa cały czas erozji od momentu jego wytworzenia. Wiek powstania struktury wyznaczony metodami radiometrycznymi został oszacowany na  $(49 \pm 3) \times 10^3$  lat.

W kraterze spędziliśmy pół dnia, ciesząc się jego pięknem, a wracając mieliśmy szczęście — udało nam się podpytać miejscowego spacerowicza i dowiedzieć się, gdzie mniej więcej kończy się teren prywatny i możemy legalnie szukać meteorytów. Rozmowa się opłaciła — najprawdopodobniej płynąca niedawno pustynią woda odstoniła kilka małych fragmentów meteorytów i od maja tego roku możemy zaliczyć Canyon Diablo (typ IAB-MG) do najszybciej i najłatwiej znalezionych okazów w naszej kolekcji! Co więcej, znaleźliśmy także fragmenty impaktów wyrzuconych z krateru a także najprawdopodobniej jeden meteoryt niestowarzyszony z obiektem (achondryt jest aktualnie sprawdzany).

Krater Meteorowy Barringera położony jest ok. 70 km (43,7 mil) na wschód od Flagstaff. Miasto to stanowi dobrą bazę wypadową, warto zatrzymać się tu na kilka nocy, by przy okazji odwiedzić inne słynne atrakcje, jak np. Obserwatorium Lowell, w którym jego patron — fundator poświęcał się astronomii. Skamieniały Las (*Petrified Forest*) położony ok. 120 km dalej, zwiedziliśmy w tym samym dniu, co krater. Po drodze do krainy skamielin można zajeżdżać na miejsce spadku sławnego meteorytu Hoolbrook, gdzie wciąż wzdłuż torów kolejowych znajdują się drobne okruchy kamiennych meteorytów (typ H5). Kolejnego dnia wyruszyliśmy do Wielkiego Kanionu (ok. 120 km na północ od Flagstaff), na zwiedzanie którego warto zarezerwować sobie cały dzień lub dwa, jeśli planuje się zejść na jego dno.



Na północny zachód od Wielkiego Kanionu, na terenie rezerwatu Indian Navaho, znajduje się niezwykle Kanion Antylopy, który również warto odwiedzić. Rezerwując bilet przez internet, dostaje się zniżkę, można też wybrać dogodną godzinę, kiedy słońce wciąż znajduje się wysoko i oświetla wąskie wnętrza wąwozu, tworząc tzw. słupy świetlne.

Krater i jego przebogata okolica zachęcają do wizyty w tej części Arizony, polecamy ją wszystkim, którzy choć trochę związali swoje życie z astronomią.

Katarzyna i Zbigniew Tymiński

#### Literatura:

- Shoemaker E.M., *Impact mechanics at Meteor Crater*, Arizona, 1963.
- French B. M., *Traces of Catastrophe. A Handbook of Shock-Metamorphic Effects in Terrestrial Meteorite Impact Structures*, 1998.
- Ceplecha Z., *The Meteoroidal Influx to the Earth*, 2001.
- Kring D. A., *Guidebook to the Geology of Barringer Meteorite Crater*, Arizona, 2007.
- Brachaniec T., Tymiński Z., Broszkiewicz A., *Powstawanie kraterów impaktowych i ich rodzaje*, 2014.
- Tymiński Z. et al., *Rediscovery of Polish meteorites*, 2016.

