

Skąd się biorą dziury... w skałach

Skały w większości przypadków kojarzą nam się z czymś nadzwyczaj trwałym - odpornym na zniszczenie. Wszak najwyższe góry na naszej planecie to skalne, niewzruszone monumenty. Jakim zatem jest zaskoczeniem widok skał, na powierzchni których obecne są wyraźne zagłębienia, pustki, czasem przybierające formę regularnych otworów o znacznej średnicy i głębokości (Ryc. 1). Tak jakby powstały w delikatnym, nietrwałym materiale. Jak doszło to ich utworzenia, dlaczego, po co, czy czemuś służą? Można by podejrzewać, że to skutki działalności człowieka. Poza wyjątkowymi przypadkami trudno jednak znaleźć sensowne wytłumaczenie powodu podjęcia takich działań.



Chyba, że to świadoma dewastacja, ale zgodzimy się, że Ryc.1. Dziury w skale nie ma ona żadnego sensu, a i z racji na częstotliwość pojawiania się takich obiektów musiałaby być to jakaś ogólnoświatowa moda. Tak więc wydaje się, że przyczyn należy szukać gdzie indziej.

W znalezieniu rozwiązania pomóc mogą odpowiedzi na kilka pytań: czy można przyjąć, że takie formy powstają w sposób naturalny - za sprawą sił natury? Kiedy to się stało: czy podczas tworzenia skał, czy też w wyniku ich późniejszego niszczenia? Jakie czynniki sprzyjają „dziurawieniu” i czy sama budowa skał ma w tym procesie jakieś znaczenie?

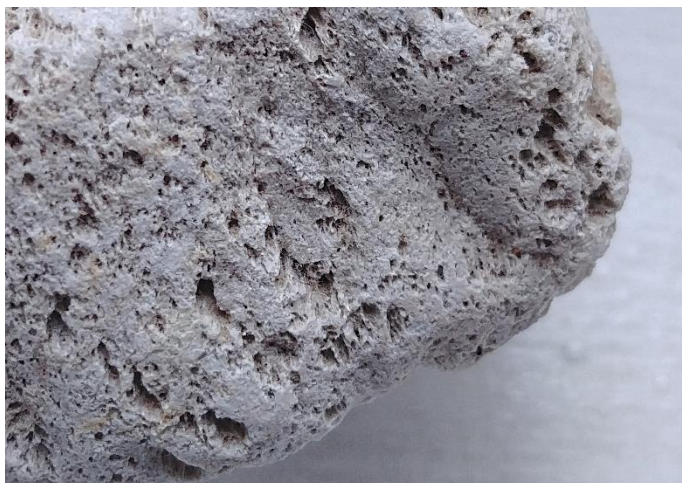


A zatem, po kolei. Owszem w ramach działalności gospodarczej związanej z pozyskiwaniem surowców skalnych, w kamieniołomach wiercono otwory (Ryc. 2) służące do założenia materiałów wybuchowych w celu rozkruszenia skał. Istniała też metoda rozsadzania skał za pomocą pęczniejących pod wpływem wody drewnianych klinów umieszczanych w wykutych w skale wgłębieniach. Jednakże w procesie niszczenia skał większość takich „dziur” uległa zniszczeniu, a te które pozostały są nie-liczne, a nadto ograniczone do obszarów aktywności górniczej.

Ryc. 2. Otwór strzelniczy

A zatem należy przyjąć, że tytułowe formy w większości mają jednak pochodzenie naturalne. Skupmy się zatem na opisanie kilku z nich.

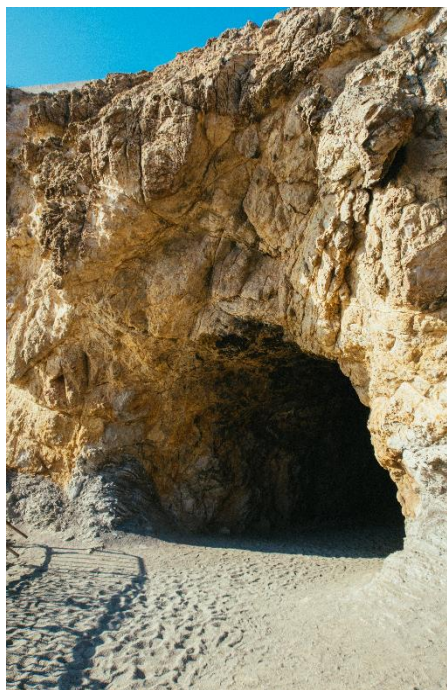
Tylko niewielka część „dziur” pochodzi z momentu tworzenia skał np. poprzez uwieszenie bąbli gazu w bardzo szybko zastygającej lawie. Tak na przykład powstaje pumeks (Ryc. 3, patrz też tekst „Co ma wspólnego geologia z wanną” zamieszczony w Kąciku edukacyjnym na stronie Muzeum Ziemi).



Ryc. 3. Powierzchnia pumeksu

Zdecydowana większość „dziur” powstała dużo później, niekiedy miliony lat po utworzeniu skał, kiedy te po odsłonięciu na powierzchni Ziemi wystawione zostały na niszczące działanie czynników atmosferycznych. Tempo wietrzenia, czy erozji skał w istotny sposób zależy od ich budowy. Skład chemiczny decyduje o łatwości rozpuszczania (np. przez wodę) budujących je minerałów lub substancji spajających te minerały. Znaczenie mają też fizyczne właściwości samych minerałów – ich różna odporność na wietrzenie (często, w języku potocznym nie do końca poprawnie nazywana twardością). Dodatkowo, tempo niszczenia skał zależy również od wielkości ziaren mineralnych, grubości warstw skalnych oraz obecności i gęstość spękań.

Pierwszą możliwością jest chemiczne rozpuszczanie niektórych skał. Zachodzi ono pod wpływem wody, np. deszczowej. Szybciej, jeśli skała jest odsłonięta. Jeśli nie, to woda, wsiąka w podłoże, aż dotrze do litej skały i wnuknie w spękania. Ten proces, noszący nazwę krasowienia najczęściej rozwija się w obrębie wapieni, dolomitów, gipsów i soli kamiennych czyli skał zbudowanych z substancji rozpuszczalnych w wodzie. W efekcie, w miejscu rozpuszczonej i wymytej przez wodę substancji skalnej po pewnym czasie powstaną pustki, które w najbardziej spektakularnej formie znamy jako jaskinie (Ryc. 4).



Podobne formy mogą również powstać w piaskowcach. Mimo, że są to skały zbudowane z nierozpuszczalnych w wodzie ziaren kwarcu.

Ryc. 4. Jaskinia w wapieniach

W tym przypadku decydującą rolę odgrywa spoiwo, którym te ziarna są „zlepione”. Może ono być kwarcowe, ilaste, żelaziste ale również wapniste. W tym ostatnim przypadku, tam gdzie w spoiwie jest więcej rozpuszczalnego węgla wapnia skała szybciej traci spoistość i ziarna kwarcu rozsypują się. Podobny efekt można zaobserwować w piaskowcach o spoiwie ilastym. Wprawdzie minerały ilaste nie są rozpuszczalne ale mają słabą odporność fizyczną i wobec tego fragmenty skał w których przeważają w spoiwie są bardziej podatne na zniszczenie. Nie oznacza to, że w każdym takim miejscu powstanie zagłębienie. Proces ten ma bowiem charakter losowy - erozja działa bowiem wybiórczo (Ryc. 5).

Tak więc, pojedyncze zagłębienia zainicjowane w przypadkowych miejscach, będą stopniowo rosnąć, aż zleją się pozostawiając między sobą wąziutkie



Ryc. 5. Erozja wybiórcza w piaskowcach



Ryc. 6. Rozrastające się zagłębienia na powierzchni piaskowców

grzbieciki (Ryc. 6). Takie formy można np. zaobserwować na powierzchni skałek w rezerwacie skalnym „Skamieniałe miasto” pod Ciężkowicami (Ryc. 9), a zwłaszcza w rezerwacie „Prządki” koło Krosna (Ryc. 8).

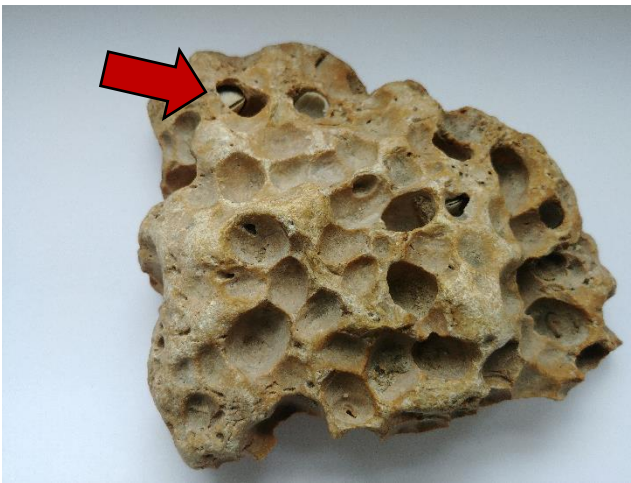


Ryc. 7. „Skamieniałe miasto”



Ryc. 8. „Prządki”

Niewielkie, występujące zwykle grupami zagłębienia na powierzchni skał są czasami dziełem żywych organizmów, noszących nazwę skałotoczy. Żyją one



Ryc. 9. Efekty działania skałotoczy

w morzach, w ruchliwym środowisku płytkich wód przybrzeżnych. Chcąc tam przetrwać, te niewielkie i delikatne stworzenia muszą zabezpieczyć się przed niebezpiecznymi dla nich ruchami wody, a także drapieżcami. Chronią się zatem drążąc zagłębienia w skalnym podłożu (Ryc. 9). Taki tryb życia prowadzi wiele grup organizmów, ale najczęściej są to małże, ślimaki i jeżowce. Mimo, że ich skorupki wydają się być delikatne i kruche, to trąc nimi o skałę podczas obracania

się, są w stanie wydrążyć jamki – mieszkania. Niektóre organizmy potrafią rozpuszczać skały (głównie wapienne) za pomocą wydzieliny zawierającej kwasy. Ale znane są też ślady drążenia w skałach nadzwyczaj twardych i odpornych na rozpuszczanie – bazaltach i granitach. To potrafią jeżowce. Po śmierci skałotoczy, przepływająca woda kruszy i usuwa muszelki z jamek. Ale przy odrobinie szczęścia można natrafić na resztki ich mieszkańców (patrz na miejsce wskazane strzałką na Ryc. 9).

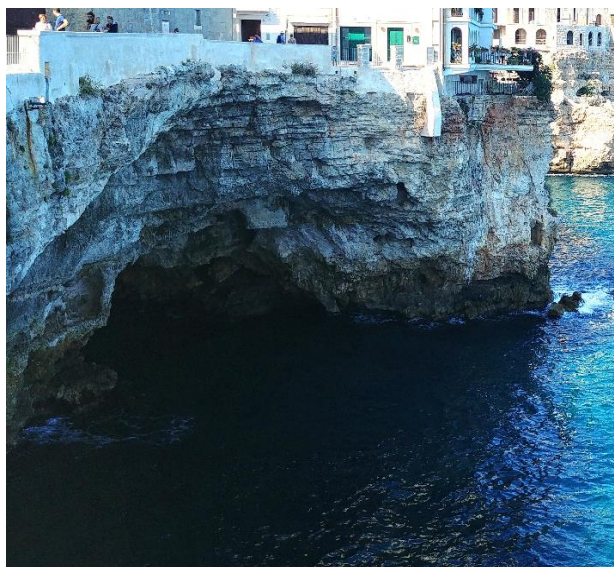
Jeszcze inną grupą „dziur” są marmity, inaczej kotły eworsyjne (Ryc. 10). Są to zagłębienia o kolistym kształcie wyłobione w podłożu skalnym potoków, na skutek mechanicznego ścierania podłoża przez wirujące głazy, wprowadzone w ruch przez wodę o dużej energii.



Ryc. 10. Kocioł eworsyjny

Stąd najczęściej można je znaleźć wycięte w dnie współczesnych bądź kopalnych górskich potoków, zwłaszcza istniejących pod lodowcami.

Ale najbardziej efektownymi „dziurami” (z racji na rozmiary i często ich efektowne otoczenie) są masywne mosty i delikatne łuki skalne. Zazwyczaj



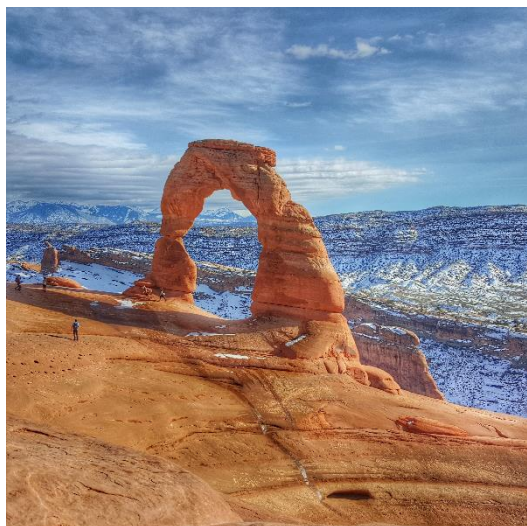
Ryc. 11. Grota utworzona przez morze

zbudowane są z warstwowanych skał osadowych, które zostały poddane erozji morskiej, rzecznej lub wód opadowych. Utworzeniu takich form może też sprzyjać różna odporność na wietrzenie leżących na sobie warstw – mniej odpornych u podstawy, bardziej odpornych wyżej. Jak wcześniej wspomniano owa odporność zależy od kilku czynników – właściwości fizycznych danej skały, grubości uławicenia, czy intensywności spękania. Poprzez stopniowe niszczenie podstawy odsłoniętego kompleksu skał, np. w klifie, przez fale morskie, o ogromnej energii, niżej leżące warstwy są podcinanej skalnej ścianie, w mniej

najszybciej kruszone i usuwane. W odpornych na zniszczenie miejscach zaczynają formować się groty (Ryc. 11). Jeżeli linia brzegowa jest urozmaicona i tworzy np. wychodzące w głąb morza ostrogi, w miejscach gdzie kierunek falowania jest do nich skośny lub prostopadły, po jakimś czasie grota przetnie skalną ostrogę i powstanie most (Ryc. 12). Wysokość mostu zależy od zasięgu niszczących fal.



Ryc. 12. Most skalny



Ryc. 13. Łuk skalny

Z kolei, będący symbolem Parku Narodowego Łuków w Utah, w USA – Delikatny Łuk (Delicate Arch - Ryc. 13) powstał w piaskowcach. Początkowo erozja wywołana działalnością wody i wiatru wycięła w powierzchni skalnej wąskie grzędy odsłaniając głębiej położone warstwy. Te na skutek ruchów niestabilnych pokładów soli kamiennej leżących poniżej, okazały się być bardzo silnie spękane. Lód i woda wykorzy-

stały gęsty system spękań do ostatecznego rozkruszenia skał. Większe okruchy zostały wymyte przez wodę, a drobne, pojedyncze ziarna piasku wywiane przez wiatr. Proces ten trwa nadal, okno powiększa się, a łuk staje się coraz cieńszy. Aż pewnego dnia runie.

Ryszard Szczęsny

PS

Tytułowe zdjęcie przedstawia konkrecję krzemionkową powstałą w wapieniach. W miejscu rozpuszczonego i usuniętego węglanu wapnia wytrąciła się, z krążących w skałach roztworów, krzemionka. Dziurka powstała w miejscu rozpuszczonej skały, do którego krzemionka nie dotarła.

Wykorzystano:

Gradziński R. i in. 1986. Zarys sedymentologii. Wydawnictwa Geologiczne, Warszawa.

Jaroszewski W., Marks L., Radomski A. 1985. Słownik geologii dynamicznej. Wydawnictwa Geologiczne, Warszawa.

Klimaszewski M. 1881. Geomorfologia. Państwowe Wydawnictwa Naukowe, Warszawa.

Książkiewicz M. 1979. Geologia dynamiczna. Wydawnictwa Geologiczne, Warszawa.

Słomka T. (red) 2013. Katalog obiektów geoturystycznych. Akademia Górniczo-Hutnicza, Kraków.

United States Geological Survey.

<https://web.uri.edu/geofieldtrip/geology-of-arches-national-park/>

<https://www.britannica.com/place/Arches-National-Park#ref147622>

<https://www.nps.gov/arch/learn/nature/geologicformations.htm>

Zdjęcia:

Ryc. 1, 2, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 11 - autor

Ryc. 4, 12, 13 - Pexels.com (public domain)

Ryc. 10. Wikimedia.org

Ilustracja tytułowa – autor