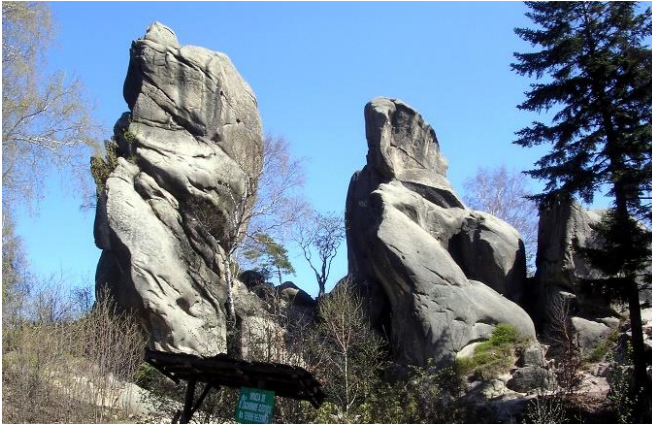


Zagrajmy w kulki

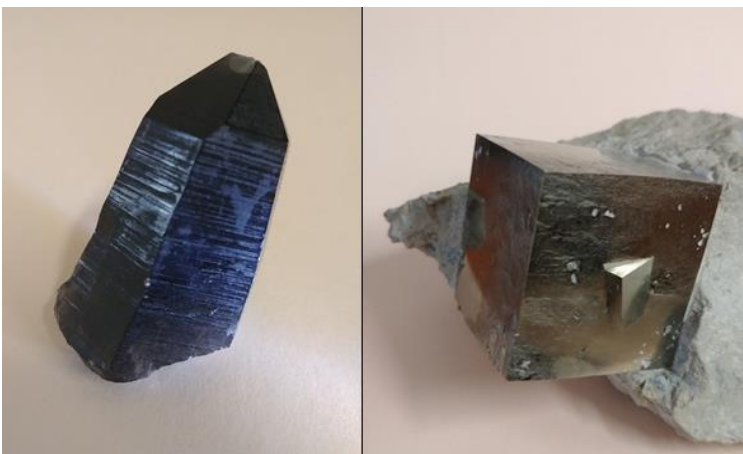
Na pierwszy rzut oka obiekty przyrody nieożywionej są uformowane w sposób przypadkowy, bez cech wyraźnej regularności. Sięgnijmy do pamięci – niemal każda z napotkanych przez nas naturalnych form rzeźby terenu miała swój niepowtarzalny i jedyny w swoim rodzaju kształt (Ryc. 1 i 2). To skutek niejednorodności budowy skorupy ziemskiej, a także wybiórczego i różnego w nasileniu działania procesów kształtujących powierzchnię Ziemi.



Ryc. 1. Skałki w Rezerwacie Skalnym „Przqdk”

Stąd napotkanie naturalnych obiektów o prawidłowym, foremnym kształcie budzi zaskoczenie, ale jednocześnie zaniepokojenie.

Najwięcej takich obiektów istnieje w świecie minerałów. Naturalne kryształy mają najczęściej postać wielościanów regularnych (Ryc. 3). Natomiast kule, podobnie jak wśród form rzeźby czy innych tworów przyrody nieożywionej, są wyjątkowo rzadkie. A przecież istnieją. Zamiarem autora jest zaprezentowanie wybranych, utworzonych przez naturę kulistych osobliwości i wyjaśnienie w jaki sposób powstały.



Ryc. 3. Kryształy czarnego kwarcu i pirytu



Ryc. 2. Ojcowski Park Narodowy – „Maczuga Herkulesa”

Fascynujące jest bowiem to, że mechanizmy prowadzące do powstawania obiektów o identycznym kształcie mogą być zupełnie inne. Proces formowania kuli, najprościej można sobie wyobrazić jako długotrwałe (powolne) szlifowanie bryły o dowolnym kształcie, aż do nadania jej oczekiwanej formy – tak jak się to robi na przykład przy produkcji koralików (Ryc. 4).

Przyroda nie używa jednak maszyn szlifierskich, ale niektóre, naturalne procesy działają w podobny sposób. Na przykład w korytach górskich rzek, gdzie pędząca w dół woda ma na tyle dużą energię, że jest w stanie toczyć po dnie nawet bardzo duże głazy. Te, uderzając i trąc o siebie ścierają ostre krawędzie i sukcesywnie stają się coraz bardziej zaokrąglone. Setki tysięcy takich otoczków, zbudowanych z tatrzańskich granitów (Ryc. 5) można zobaczyć m.in. na Podhalu, w korytach Białki czy Białego Dunajca.



Ryc. 5. Otoczek z koryta Białki



Ryc. 4. Naszyjnik

W ten sam sposób formowane są również otoczki, które można znaleźć na plażach, u podnóży skalistych wybrzeży morskich. Fale morskie uderzające z ogromną siłą w brzeg niszczą go, a następnie przemieszczają głazy, które spadły do wody. Rozdrabniają je i szlifują (Ryc.6).



Ryc. 6. Plaża żwirowa

Teraz to tylko kwestia czasu kiedy na plaży będziemy mogli znaleźć niemal idealnie skalne kulki (Ryc. 7).

Tymczasem, w kilku miejscach na plażach Nowej Zelandii, zostały znalezione wielkie, tajemnicze kule. Najbardziej znane – Moeraki Boulders (Głazy Moeraki), znajdują się na wybrzeżu regionu Otago, na Wyspie Południowej (Ryc. 8). Obecnie jest to grupa ponad 50 skalnych kul, z których największe mają średnicę ponad 2 m i każda z nich waży około 7 ton! Okazuje się, że ich powstanie nie ma nic wspólnego ze sposobem powstawania otoczków. Głazy te są bowiem wielkimi, kulistymi konkrecjami, wypreparowanymi przez morskie fale z mułowców budujących, w tym rejonie, brzeg wyspy. Badania wskazują, że pierwsze konkrecje zaczęły się formować około 60 milionów lat temu, a największe



Ryc. 7. Otoczki z plaży na Jutlandii



Ryc. 8. Głazy Moeraki – Nowa Zelandia

Głazy te nie mają jednak jednolitej budowy. Są one pocięte charakterystycznymi, promieniście rozchodzącymi się od środka spękaniem, szerszymi wewnątrz kuli niż w partiach zewnętrznych. Uznaje się, że spękania są młodsze od konkrecji i powstały na skutek kurczenia się i pęknięcia tracącego wodę osadu. W przypadku Głazów Moeraki, spękania wypełnione są kalcytem, choć znane są przypadki wypełnienia takich szczelin pirytem i galeną. Krystalizacja minerałów, oczywiście mogła mieć miejsce wyłącznie w już otwartych szczelinach. Tego typu spękania noszą nazwę septarii (Ryc. 9), a pocięte nimi obiekty konkrecji septariowych. Z racji na swoją wyjątkowość Głazy Moeraki są obecnie objęte całkowitą ochroną. Podobne konkrecje septariowe, nawet o jeszcze większych średnicach (do 6 m), znane są również z kilku miejsc w centralnej i zachodniej części Stanów Zjednoczonych oraz ze wschodniej Kanady.



Ryc. 9. Septarie

Duże kuliste obiekty można także spotkać na obszarach o suchym, gorącym klimacie (Ryc. 10). Są



Ryc. 10. Devils Marbles (Diabelskie Kulki) - Australia

z nich, na osiągnięcie obecnej formy potrzebowały nawet 4 milionów lat. Swoje powstanie zawdzięczają bakteriom żyjącym w słonej morskiej wodzie i w osadzającym się na dnie morza mułu i ile. Przy ich współudziale dochodziło do miejscowego wytrącania, obecnego w wodzie i osadzie węglanu wapnia, a powstające mikrokryształki kalcytu cementowały (sklejały) cząsteczki złożonego na dnie morza mułu. Co ciekawe stopień cementacji jest znacznie wyższy w zewnętrznych częściach kul niż w ich wnętrzu.

one produktem ostatniego etapu długotrwałego fizycznego (mechanicznego) wietrzenia wychodni skał, które po odsłonięciu na powierzchni terenu uległy dezintegracji na pojedyncze bloki skalne. Na obszarach pustynnych Słońce intensywnie ogrzewa odsłonięte skały, a ponieważ skały są słabymi przewodnikami ciepła, w dzień ich powierzchnia nagrzewa się dużo szybciej niż głębsze partie. W nocy również szybciej stygnie. Powtarzające się wahania temperatury

powodują nieustanne rozszerzanie i kurczenie skał. Intensywniejsze w zewnętrznej części głazów niż w ich wnętrzach. Zróżnicowanie zmian objętości skał w środku głazów wywołuje naprężenia, które z upływem czasu doprowadzają do utworzenia się spękań równoległych do powierzchni głazów, a w dalszej kolejności do stopniowego złuszczenia się odspojonej warstwy. Proces ten nazywany jest inaczej eksfoliacją. Jeśli złuszczenie ma miejsce w skałach o już zaokrąglonym kształcie, prowadzi to do stopniowego nadawania im form coraz bardziej zbliżonych do kuli.



Ryc. 11. Lapilli - Wezuwiusz, Włochy

Skoro była mowa o skutkach oddziaływania wysokiej temperatury na skały, to może ją jeszcze bardziej podniesiemy. Proszę bardzo. Wystarczy znaleźć się pod aktywnym wulkanem. Ale nie, pod każdym. Potrzebny będzie taki, z którego wydobywa się gęsta lava, a erupcje mają gwałtowny, eksplozywny charakter. Na przykład Etna czy Wezuwiusz we Włoszech. Podczas wybuchu, w powietrze wyrzucane są wyrwane z podłoża wulkanu fragmenty skał oraz bryły lawy o różnej wielkości. Od największych - bomb wulkanicznych, o objętości nawet ponad 1 m³, po drobne pyły wulkaniczne. Dla nas,

najbardziej interesujące są drobne kropelki lawy, które zakrzepły podczas lotu w powietrzu i stwardniałe spadły na powierzchnię Ziemi. Te „małe kamyczki”, których średnica nie przekracza kilku centymetrów często przybierają formę kulek (Ryc. 11). W języku włoskim „małe kamyczki” to lapilli – i tak są one właśnie nazywane.

Czas ochłodzić nieco temperaturę – a więc wskazujemy do wody. Okazuje się bowiem, że w środowisku wodnym, oprócz opisanej wcześniej erozji mechanicznej, zachodzą też inne procesy, które prowadzą do formowania się kulek. Na przykład w ciepłych, przybrzeżnych wodach morskich. Tam, według najczęściej przyjmowanej teorii, w wodzie bogatej w rozpuszczone związki mineralne (głównie CaCO₃), w strefie oddziaływania falowania, czyli do głębokości około 2 metrów, powstają ooidy (Ryc. 12). Na bezustannie wprawianych w ruch przez fale ziarenkach piasku, maleńkich fragmentach szkieletów obumarłych organizmów, a nawet pęcherzykach powietrza wytrąca się węglan wapnia, w postaci mikrokryształicznego aragonitu. Ciągły ruch jąder krystalizacji sprawia, że osadzające się na nich kryształki budują koncentryczne powłoki.



Ryc.12. Ooidy w wapieniu oolitowym

I w ten właśnie sposób powstają maleńkie kuleczki o średnicy nieprzekraczającej 1 mm. Współcześnie warunki sprzyjające tworzeniu ooidów panują między innymi przy brzegach Zatoki Perskiej, Morza Czerwonego, Wysp Bahama czy też Bermudów.

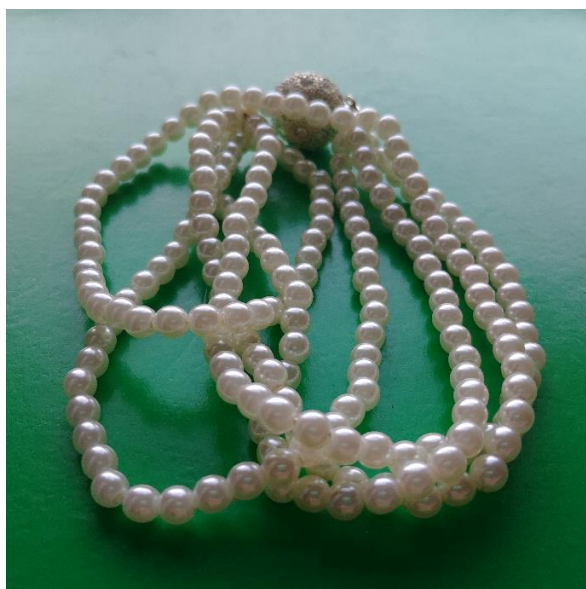
Ooidy znane są również z osadów kopalnych, np. jurajskich, z Gór Świętokrzyskich. Z nagromadzeń ooidów, które opadły na dno morza utworzyły się wapiennie oolitowe (Ryc. 12). Obecne w nich kuleczki, w odróżnieniu od powstających współcześnie, zbudowane są z kalcytu i są od nich większe. Miewają nawet kilka milimetrów średnicy.

Okazuje się jednak, że dla zadziałania takiego mechanizmu wcale nie jest konieczne morskie, słonowodne środowisko. Efektowne kulki mogą utworzyć się również w bogatej w rozpuszczony węglan wapnia wodzie słodkiej. I tam też, na jądrach krystalizacji narastać może mineralna polewa, tym razem jednak kalcytowa. Takie warunki panują w jaskiniach, występujących w skałach wapiennych, gdzie w zagłębieniach na ich dnie powstają perły jaskiniowe (Ryc. 13). I choć jest to środowisko bez porównania spokojniejsze, to sprzyjający formowaniu kulistych perł ruch generowany jest przez wodę skapującą ze stropu jaskini. Perły jaskiniowe są większe od ooidów - ich średnica może sięgać nawet kilku centymetrów.



Ryc. 13. Perły jaskiniowe

I wreszcie czas na najpiękniejsze kulki wśród prezentowanych. Cieszące się szczególnymi względami u pań – perły (Ryc. 14). Jak bowiem nie ulec urokowi tych niewielkich kuleczek o charakterystycznym, delikatnym połysku. I choć są to obiekty, które powstają przy udziale żywych organizmów to, co do zasady, ich formowanie jest dziwnie znajome. Powstawanie perł związane



Ryc. 14. Perły

jest z bólem. Bólem, który wywołuje np. ziarno piasku, gdy dostanie się pomiędzy miękką tkankę płaszczą małża, a jego muszlę. Trze, uwiera i rani. Aby się bronić organizm zaczyna produkować masę perłową, która osadza się wokół źródła dyskomfortu i ogranicza ból. Masa ta zbudowana jest z węglanu wapnia, w postaci mikrokryształów aragonitu (tak jak w ooidach!) oraz spajającej je substancji białkowej – konchioliny. Organiczne pochodzenie perł może sugerować, że są one delikatne i nietrwałe. Otóż nie. Ich twardość w dziesięciostopniowej skali Mohsa (patrz Ryc. 2 w tekście „Ołówek a geologia” - <http://mz.pan.pl/pl/olowek-a-geologia/>) wynosi od 2,5 do 4,5, podczas gdy kalcytu, z którego zbudowane są perły jaskiniowe czy kopalne ooidy, tylko 3.

Najbardziej nietrwały jest niestety ich niezwykle blask, który z upływem czasu powoli tracą. Gdzie żyją małże perłopławy? Generalnie w tych samych rejonach gdzie powstają ooidy – w płytkich, przybrzeżnych strefach ciepłych mórz m.in w Morzu Czerwonym, u wybrzeży Cejlonu, Australii, Filipin czy Haiti. Ale większość pozyskiwanych naturalnych pereł pochodzi obecnie z Zatoki Perskiej.

Niezależnie jednak od tego, który z zaprezentowanych obiektów wyda się Państwu najciekawszy czy też najładniejszy, i tak, moim zdaniem, najbardziej niezwykłą z kul jest ta:

Czyż nie?



Ryc. 15. ...

Dr Ryszard Szczęsny

Autor składa podziękowania mgr Adamowi Pielińskiemu za wyszukanie okazów do zdjęć w zbiorach Muzeum Ziemi.

Wykorzystano:

Gradziński R., Kostecka A., Radomski A., Unrug R. 1986. Zarys sedymentologii. Wydawnictwa Geologiczne, Warszawa.

Klimaszewski M. 1981. Geomorfologia. Państwowe Wydawnictwa Naukowe, Warszawa.

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

<https://encyklopedia.pwn.pl/>

<https://www.moerakiboulders.com>

<https://pl.wikipedia.org>

Ilustracje:

Ryc. 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 11, 12, 13, 14, - autor

Ryc. 8, 9, 10, 15 - Pixabay.com (public domain)

Ilustracja tytułowa – autor