

## Unikatowe minerały „meteorytowe” w skałach pirometamorficznych

Rok 2022 został ogłoszony przez IMA (International Mineralogical Association) rokiem Mineralogii. Jego obchody będą się odbywały w ramach IYBSSD (The International Year of Basic Sciences for Sustainable Development) pod patronatem UNESCO.

Nasza grupa badawcza od ponad 15 lat zajmuje się pogłębianiem wiedzy naukowej dotyczącej składu mineralnego Ziemi. Odkrywamy, badamy i opisujemy nowe minerały ze skał pirometamorficznych, które tworzą się w warunkach wysokich temperatur i wysokich ciśnień na powierzchni Ziemi lub w warunkach przypowierzchniowych. Jednym z unikatowych obiektów naszych badań są skały kompleksu Hatrurim rozciągające się wzdłuż Ryftu Morza Martwego na terytoriach Izraela, Autonomii Palestyńskiej oraz Jordanii. W ostatnich kilku latach badacze z naszego zespołu odkryli ponad 30 nowych minerałów w skałach kompleksu Hatrurim. Większość nowoodkrytych minerałów tworzyło się w warunkach utleniających charakterystycznych dla procesów pirometamorficznych zachodzących w strefie oddziaływania tlenu atmosferycznego.

W roku 2019 podczas prac terenowych na pustyni Negew w Izraelu, w skałach kompleksu Hatrurim został znaleziony kanał wybuchowy wypełniony brekcją złożoną z parawal gehlenitowych oraz fragmentów skał otaczających. W brekcji zostały rozpoznane minerały charakterystyczne dla meteorytów, takie jak: schreibersyt,  $\text{Fe}_3\text{P}$ ; andreyivanovit,  $\text{FeCrP}$ ; allabogdanit,  $\text{Fe}_2\text{P}$  (orth.); barringeryt,  $\text{Fe}_2\text{P}$  (hex.); murashkoit,  $\text{FeP}$ ; osbornit,  $\text{TiN}$ ; caswellsilveryt,  $\text{NaCrS}_2$ ; cronusit,  $\text{Ca}_{0.2}\text{CrS}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ; merrillit,  $\text{NaMgCa}_9(\text{PO}_4)_7$ ; paqueit,  $\text{Ca}_3\text{TiSi}_2(\text{Al}_2\text{Ti})\text{O}_{14}$  i inne. Wspomniany kanał wybuchowy o niewielkich rozmiarach (szerokość 4-5 m), jest unikatowym obiektem geologicznym i nie ma analogów na Ziemi.

Głównym celem projektu jest rekonstrukcja warunków i mechanizmów tworzenia się „meteorytowych” minerałów pochodzenia ziemskiego, których krystalizacja odbywała się w warunkach redukcyjnych. Osbornit jest minerałem wskaźnikowym warunków superredukcyjnych, bardzo rzadkich na Ziemi. Obecność tego minerału pozwala całkiem inaczej spojrzeć na istniejące hipotezy powstawania skał kompleksu Hatrurim. Ciekawostką jest to, że wszystkie, opisane wcześniej, znaleziska osbornitu najprawdopodobniej związane są z zanieczyszczeniem próbek przez syntetyczny  $\text{TiN}$ . Możliwe, że stwierdzenie osbornitu w skałach pirometamorficznych – minerału charakterystycznego do meteorytów, jest pierwszym znaleziskiem tego minerału na Ziemi. Identyfikacja paqueitu posiadającego strukturę typu syntetycznego langasytu w brekcji gehlenitowej zawierającej fosforki (redukcyjne asocjacje mineralne), i wcześniej znanego tylko z meteorytów, pozwala zakładać, że w utlenionych parawalach gehlenitowych, kompleksu Hatrurim, może być znaleziony  $\text{Fe}^{3+}$ -analog paqueitu. Wstępne dane z przeprowadzonych badań wskazują na obecność całej serii  $\text{Fe}^{3+}$  odpowiedników naturalnych langasytów, z których część zawiera także nietypowe dla podobnych minerałów pierwiastki tj.: Ba, Nb i Sb. Uważamy, że studium porównawcze asocjacji redukcyjnych i utlenionych w parawalach gehlenitowych przyniesie niejedno odkrycie nowych minerałów oraz pomoże rozwiązać szereg problemów genetycznych kompleksu Hatrurim.

Pomyślna realizacja tego projektu będzie zapewniona dzięki użyciu kompleksowych badań łączących prace terenowe oraz laboratoryjne, z wykorzystaniem tradycyjnych i nowoczesnych metod badawczych, takich jak: mikroskopia optyczna, skaningowa mikroskopia elektronowa, analiza składu minerałów w mikroobszarze, spektroskopia Ramana oraz w podczerwieni (IR), proszkowa dyfrakcja rentgenowska, strukturalne badania na monokryształach, częściowo również z wykorzystaniem synchrotronu.

Projekt proponowany do realizacji należy do obszaru mineralogii podstawowej. Odkrycie nowego minerału jest konkretnym osiągnięciem w naukach o Ziemi, które wpływa również na ranking polskiej mineralogii w świecie. Badania nowych minerałów poszerzają naszą wiedzę o składzie mineralnym i chemicznym Ziemi. Rezultaty badań nowych minerałów są wykorzystywane zarówno w naukach geologicznych, jak i fizyce i chemii ciała stałego oraz materiałoznawstwie. Minerały jako ciała stałe mogą być wykorzystywane jako obiekty modelowe i prototypy dla stworzenia zaawansowanych materiałów technologicznych, a informacje dotyczące nowych minerałów trafiają do mineralogicznych, fizycznych i chemicznych baz danych.