

W naturze znane są dwa stabilne **izotopy wodoru**, prot (^1H , powszechnie oznaczany po prostu H) i deuter (^2H , powszechnie oznaczany jako D). Na Ziemi stosunek D/H waha się od dziesiątek ppm w opadach nad Antarktydą do 156 ppm w wodzie oceanicznej, przy czym D/H w minerałach, wodach i solankach pozostaje w zakresie pomiędzy tymi wartościami. Wiatr słoneczny nie zawiera deuteru, podczas gdy niektóre meteoryty i planetarna atmosfera Wenus wykazują ekstremalne wzbogacenie w D, co skutkuje stosunkiem $\text{D/H} > 0,01$, a nawet do ~ 1 w gęstych obłokach molekularnych. **Frakcjonowanie izotopowe** wodoru (zmiany stosunku D/H spowodowane różnymi procesami) jest prawdopodobnie najczęstszą reakcją izotopową we wszechświecie, ponieważ wodór jest najbardziej obfitym pierwiastkiem. Wodór występujący w strukturze mineralnej jako część **grup hydroksylowych (OH)** odpowiada za obecność i krążenie fluidów w górnej części litosfery Ziemi. W **minerałach warstwowych** (takie jak muskowit, biotyt, kaolinit, talk, chloryt), które są jedną z najliczniejszych grup minerałów na Ziemi (i występują również na Marsie i innych planetach ziemskich), zawartość grupy OH jest szczególnie wysoka; dlatego minerały są te głównym materiałem dostarczającym fluidy dla procesów metamorficznych i magmowych podczas subdukcji.

Wodór może być usunięty z minerałów przez ogrzewanie, naturalnie lub w warunkach laboratoryjnych, w dwóch głównych reakcjach indukowanych termicznie: **dehydroksylacji i dehydrogenacji**. Dehydroksylacja (usunięcie grup OH) przebiega poprzez utworzenie jednej cząsteczki H_2O z dwóch grup OH, pozostawiając jeden tlen hydroksylowy w strukturze mineralnej. Dehydrogenacja (usunięcie H, a nie OH) nie obejmuje hydroksylowych atomów tlenu, ale wymaga obecności Fe(II) lub innego typowego pierwiastka redoks w strukturze minerału. Szczegółowe mechanizmy tych dwóch reakcji, dehydroksylacji i dehydrogenacji, pozostają jednak niejasne.

Częściowe usunięcie wodoru w postaci H_2O podczas odparowywania z cieczy (np. wody) powoduje wzbogacenie pozostałej (ciekłej) części wody w deuter. Podobne wzbogacenie zaobserwowano w minerałach, które zostały częściowo ogrzane w wulkanicznej komorze magmowej lub w warunkach laboratoryjnych: pozostające w strukturze grupy OH coraz bardziej wzbogacają się w D. Jednak wiedza na temat tych procesów w minerałach jest niekompletna. Rozproszone dane i niespójne wnioski z dotychczasowych badań oraz braki w danych na temat zachowania wodoru większości typów krzemianów warstwowych wymagają systematycznych badań nad ewolucją składu izotopów H podczas częściowej dehydroksylacji i dehydrogenacji w tych minerałach.

Główna hipoteza, która będzie realizowana w projekcie brzmi: prawdopodobieństwo frakcjonowania izotopowego H podczas termicznej przemiany krzemianów warstwowych zależy od rzeczywistego mechanizmu dehydrogenacji i dehydroksylacji.

Hipoteza zostanie przetestowana na specjalnie dobranych czystych próbkach krzemianów warstwowych o różnej strukturze i składzie, co odpowiada różnym mechanizmom usuwania wodoru. Próbkę zostaną częściowo zdehydroksylowane i zdehydrogenowane przy użyciu dedykowanych eksperymentów w różnych warunkach. Próbkę poddane obróbce termicznej zostaną przeanalizowane pod kątem zmian strukturalnych i stopnia utlenienia żelaza. Do określenia składu izotopów wodoru i tlenu w próbkach stałych oraz w gazach wydzielających się podczas ich ogrzewania w różnych warunkach wykorzystana zostanie nowoczesna i unikalna metodologia.

Wyniki badań posłużą do zrozumienia frakcjonacji izotopowej wodoru w minerałach, która zachodzi podczas ich migracji w kierunku płaszcza Ziemi. Sygnatura izotopowa głębokich fluidów uwalnianych z krzemianów warstwowych byłaby inna niż ich płytszych odpowiedników. Jeśli zostanie stwierdzone jako powszechna reakcja, frakcjonowanie izotopowe wodoru w krzemianach warstwowych podczas ich odgazowania przyczyniłoby się do poszerzenia wiedzy na temat budżetu izotopowego H we fluidach metamorficznych i magmowych.