

POPULARNO-NAUKOWE STRESZCZENIE PROJEKTU

Woda oznacza życie. Obecnie zużywamy ok. połowę odnawialnych zasobów wody na Ziemi. Przy prognozach demograficznych przewidujących ciągły wzrost populacji światowej do końca XXI wieku już za kilkadziesiąt lat staniemy jako cywilizacja przed kolejnym wyzwaniem, tym razem dotyczącym globalnego niedoboru wody. Już teraz, na znacznych obszarach Ziemi woda jest surowcem strategicznym. Trudności pogłębia fakt iż główne zasoby tego surowca (wody powierzchniowe i płytkie wody podziemne) są w coraz większym stopniu zanieczyszczone w wyniku działalności człowieka. W tym świetle, właściwa gospodarka zasobami wodnymi, w szczególności zasobami wód podziemnych, staje się jednym z głównych wyzwań zarówno poszczególnych krajów jak i całej społeczności świata.

Woda ciekąca z naszych kranów wygląda wszędzie tak samo. Pytani o kolor czystej wody odpowiemy że jest przezroczysta. Gdybyśmy jednak mieli możliwość obejrzenia pod odpowiednio silnym „mikroskopem” każdej cząsteczki wody z osobna, stwierdzilibyśmy że występują między nimi subtelne różnice, wynikające z faktu że pierwiastki z których składają się cząsteczki wody, tzn. wodór i tlen, mają swoje odmiany izotopowe. Stąd, w zwykłej wodzie z kranu występuje kilka odmian izotopowych molekuł wody. Najbardziej „popularne” te które zawierają „zwykły” wodór (^1H) oraz „zwykły” tlen (^{16}O). Jest to $^1\text{H}_2^{16}\text{O}$. Ale są w niej również inne molekuły: np. $^1\text{H}^2\text{H}^{16}\text{O}$, $^1\text{H}_2^{18}\text{O}$, czy też $^1\text{H}_2^{17}\text{O}$. Te dwie pierwsze były od kilkadziesiąt lat przedmiotem zainteresowania naukowców. Okazało się że mierząc ich udział w „zwykłej” wodzie można się wiele dowiedzieć o pochodzeniu tejże wody i jej historii.

Izotopy trwałego tlenu i wodoru (^2H i ^{18}O) są szeroko stosowane w hydrologii i hydrogeologii. Okazały się one bardzo użytecznym narzędziem do określania pochodzenia wód podziemnych i charakteryzowania ich różnych typów genetycznych, do identyfikacji i ilościowego opisu mieszania się różnych typów wód podziemnych, do wyznaczania obszarów zasilania wód podziemnych na terenach górzystych, czy wreszcie do badania oddziaływania między wodami podziemnymi i ekosystemami zależnymi od nich. W odniesieniu do wód powierzchniowych, znalazły one trwałe miejsce w badaniach bilansu wodnego jezior i zbiorników powierzchniowych oraz w badaniach procesów przepływu wody w zlewniach rzek. W ostatnich latach coraz większe zainteresowanie wzbudza trzecia z wymienionych wyżej molekuł: $^1\text{H}_2^{17}\text{O}$.

Proponowany projekt będzie próbą wszechstronnej oceny możliwości wykorzystania pełnego składu izotopowego wody, w szczególności tlenu ^{17}O w zastosowaniach hydrologicznych. W ramach projektu przeprowadzone zostaną szczegółowe badania dotyczące zmienności pełnego składu izotopowego wody (^2H , ^{18}O oraz ^{17}O) w wodach podziemnych o różnej genezie, obejmujące m.in. wody infiltracyjne zasilane w innych reżimach klimatycznych, reliktove wody morskie oraz wody diagenetyczne. Według najlepszej wiedzy autorów projektu będą to pierwsze tego typu badania na świecie. Wykonany zostanie bilans hydrologiczny naturalnego zbiornika wód powierzchniowych (jezioro w pobliżu Krakowa) z wykorzystaniem trzech znaczników izotopowych (^2H , ^{18}O oraz ^{17}O). Pozwoli to na wyznaczenie podziemnych elementów tego bilansu (dopływ i odpływ podziemny), bardzo trudnych do wyznaczenia klasycznymi metodami hydrologicznymi. Również tego typu zastosowanie tlenu ^{17}O nigdy dotychczas nie miało miejsca. Ponadto, w ramach realizacji projektu zastaną wyznaczone tzw. współczynniki frakcjonowania kinetycznego w procesie parowania wody dla trzech molekuł izotopowych: $^1\text{H}^2\text{H}^{16}\text{O}$, $^1\text{H}_2^{18}\text{O}$, oraz $^1\text{H}_2^{17}\text{O}$. Dane tego typu są niezbędne do ilościowego opisu efektów izotopowych stwarzanych z procesem parowania wody. Wreszcie, prowadzone będą regularne pomiary pełnego składu izotopowego opadów zbieranych na terenie Krakowa oraz na stacji wysokogórskiej na Kasprowym Wierchu w Tatrach. Pomiary te pozwolą na lepsze zrozumienie mechanizmów kontrolujących zmiany składu izotopowego opadów w czasie i przestrzeni. To z kolei ma duże znaczenie dla różnorodnych zastosowań metod izotopowych w naukach o Ziemi.

Pomiary składu izotopowego badanych typów wód podziemnych i powierzchniowych oraz opadów prowadzone będą z wykorzystaniem najnowocześniejszej technologii opartej o zróżnicowaną absorpcję światła laserowego przez różne molekuły izotopowe. Spektrometry laserowe pozwalają na pomiar pełnego składu izotopowego wody z precyzją i dokładnością przewyższającą możliwości klasycznej spektrometrii mas wykorzystywanej do tej pory do tego celu.

Mamy nadzieję, że rezultaty projektu przyczynią się do dalszego rozwoju metod znacznikowych w hydrogeologii i hydrologii, a tym samym do bardziej efektywnego gospodarowania zasobami wód podziemnych i powierzchniowych w kraju i na świecie.