

Beata Kępińska, dr hab. inż., prof. IGSMiE PAN
Instytut Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią PAN
ul. Wybickiego 7, 31-261 Kraków

Kraków, 30.06.2022 r.

Recenzja

Rozprawy doktorskiej Pani mgr inż. Anny Jagustyn pt. „Ocena potencjalnie leczniczego charakteru wód termalnych w Bańskiej Niżnej”

Podstawa wykonania recenzji

Recenzja Rozprawy doktorskiej została wykonana na podstawie pisma Pana prof. dr. hab. inż. Jacka Matyszkiewicza – Przewodniczącego Rady Dyscypliny Naukowej „Nauki o Ziemi i Środowisku” Akademii Górniczo—Hutniczej im. Stanisława Staszica w Krakowie, z dnia 09.03.2022 r.

Ogólna charakterystyka Rozprawy

Recenzowana Rozprawa została wykonana w Katedrze Hydrogeologii i Geologii Inżynierskiej Wydziału Geologii, Geofizyki i Ochrony Środowiska AGH. Należy do Dziedziny Nauk Ścisłych i Przyrodniczych, Dyscypliny Nauk o Ziemi i Środowisku.

Promotorem Rozprawy jest Pani Prof. dr hab. Ewa Kmiecik.

Rozprawa zawiera 240 stron. Są to 193 strony tekstu głównego, który rozpoczyna podanie Celu i zakresu pracy, następnie zamieszczonych jest 7 rozdziałów (w których znajduje się ok. 80 tabel, 180 rysunków (niektóre jako A-3)), Podsumowanie, 12 stron spisu literatury (ok. 240 pozycji – polskich, angielskich, niektórych w jęz. niemieckim); 8 stron spisów rysunków i tabel. Po tekście głównym zamieszczone są 3 załączniki (graficzne i tekstowe; 26 stron).

Układ pracy jest przejrzysty i poprawny. Tekst rozpoczyna przedstawienie jej celu i zakresu, rozdziały 1–3 dotyczą omówienia obecnych przepisów prawnych (krajowych, międzynarodowych) w odniesieniu do wód leczniczych i termalnych (rozd. 1), a także charakterystyki obszaru, w którym Doktorantka prowadziła badania (rozd. 2) oraz informacji nt. dotychczasowych sposobów zagospodarowania wód termalnych w Bańskiej Niżnej (rozd. 3).

Zasadnicze dla Rozprawy są rozdziały 4–7, w których zawarte jest omówienie metodyki badań wykonanych przez Autorkę (rozd. 4), a następnie ich przebiegu i wyników, w tym: Oceny stabilności składu chemicznego wód termalnych w rejonie Bańskiej Niżnej (rozd. 5), Modelowania hydrogeochemicznego i ich analizy specjacyjnej (rozd. 6), Oceny potencjalnie leczniczego charakteru badanych wód przy zastosowaniu metody deterministycznej i metody probabilistycznej (rozd. 7). Podsumowanie całości Rozprawy stanowi odrębny rozdział.

Omówienie Rozprawy

Zasadniczym celem badań Autorki była „ocena potencjalnie leczniczego charakteru wód termalnych eksploatowanych w Bańskiej Niżnej przez firmę Geotermia Podhalańska S.A.”. Wybór tego miejsca pozwolił na przeprowadzenie regularnych wieloletnich badań w różnych warunkach eksploatacyjnych. Biorąc pod uwagę analizy danych archiwalnych Doktorantka postawiła tezę, że „wody termalne w Bańskiej Niżnej zawierają składniki swoiste nadające im potencjalnie leczniczy charakter”. Tezę tę zweryfikowała dzięki przeprowadzonym w 2015–2018 r. szczegółowym badaniom składników potencjalnie swoistych (kwasu metakrzemowego, fluorków, jodków, związków siarki (II), radonu, żelaza), składników niepożądanych, innych parametrów i elementów. Składniki potencjalnie swoiste Doktorantka wytypowała na podstawie informacji i danych zawartych w wielu wcześniejszych archiwalnych dokumentacjach oraz publikacjach. Badania wykonała przy zastosowaniu nowoczesnej metodyki, programów i narzędzi, uwzględniając obowiązujące normy i przepisy.

Na uwagę zasługuje obszerny zbiór próbek pobranych w latach 2015–2018 z trzech otworów Bańska PGP1, Bańska PGP-3 i Bańska IG-1 do specjalistycznych analiz, które były podstawą pracy. Było to ponad 300 próbek (w tym wiele kontrolnych różnego typu), które poddano specjalistycznym analizom (spektrometrycznym, metodą miareczkową, innym badaniom składników swoistych).

Doktorantka brała aktywny udział w jednym z projektów badawczo-rozwojowych realizowanych m.in. przez zespół AGH WGGiOŚ, uzyskała Grant Dziekański, odbyła ponadto staż w Krajowym Urzędzie Zdrowia i Bezpieczeństwa Żywności w Monachium, co z pewnością pomogło Jej w realizacji badań, które przedstawiła w Rozprawie. Wiele analiz wykonano w akredytowanym Laboratorium Hydrogeochemicznym KHiGI WGGiOŚ AGH, a niektóre oznaczenia (radonu) w Laboratorium Katedry Geofizyki WGGiOŚ AGH. Próbkę były pobierane przez akredytowanych próbobiorców, a wszystkie procedury, tok badań, analiz, itp. były zgodne z wytycznymi norm ISO.

Praca odpowiada niejako na postulowaną od kilku lat przez niektórych naukowców potrzebę badań składu chemicznego, badań izotopowych, bakteriologicznych wód geotermalnych w Polsce (a zatem i m.in. w Bańskiej Niżnej na Podhalu), które byłyby ukierunkowane na poznanie ich przydatności i możliwości stosowania w balneologii (balneoterapii), przemyśle kosmetycznym i pokrewnych dziedzinach.

Zasadnicze dla Rozprawy rozdziały 4–7 scharakteryzowano krótko poniżej.

Rozdział czwarty starannie i szczegółowo opisuje metodykę badań wykonanych przez Autorkę, w tym opróbowania i badań laboratoryjnych (procedury poboru próbek, sposobu ich przygotowania, metody analityczne dla określenia składu chemicznego, stężeń składników potencjalnie swoistych w wodach o wysokiej temperaturze). Doktorantka podaje także sposoby weryfikacji wyników analiz (za pomocą błędu wg bilansu jonowego) i analizy statystycznej (przy zastosowaniu pakietu PS IMAGO PRO z niezbędnymi elementami), a raporty z tych analiz podaje odrębnie w jednym z załączników. Doktorantka wykonała także eksperymenty dla weryfikacji przydatności stosowanych przez laboratoria metod analiz stężeń składników potencjalnie swoistych w wodach o wysokiej temperaturze, a uzyskane wyniki potwierdziły ich przydatność i wiarygodność.

Rozdział piąty dotyczy oceny stabilności w czasie składu chemicznego badanych wód (stężeń składników głównych, potencjalnie swoistych, niepożądanych). Autorka zastosowała metodę kart kontrolnych pojedynczych pomiarów, analizę trendów zmian stężeń badanych wskaźników (stosując program GWSDAT), analizę korelacji między stężeniem poszczególnych składników i wydajnością wody wydobywanej z każdego z otworów produkcyjnych w gestii PEC Geotermia Podhalańska S.A. Rozdział zawiera też wyniki analizy korelacji między stężeniami badanych składników i wydajnością wody z każdego z otworów produkcyjnych PEC Geotermia Podhalańska S.A.

Spośród dotychczas wykonanych badania Doktorantki były najbardziej kompleksowe, obejmowały też ocenę stabilności składu chemicznego pod względem jonów głównych, potencjalnie swoistych i niepożądanych. Autorka podaje, że w wyniku tych badań potwierdziła się teza, że „badane wody charakteryzują się stabilnym składem chemicznym w zakresie składników głównych, swoistych i form ich występowania w roztworze, niezależnie od parametrów eksploatacji ujęć”.

Sporo uwagi Doktorantka poświęciła badaniom wód wydobywanych z otworów w Bańskiej Niżnej pod kątem obecności bakterii z rodzaju *Legionella* i ich wyniki. Były to ważne badania, wnioski i rekomendacje także pod względem praktycznym – m.in. z uwagi zarówno na już funkcjonujące, jak i kolejne ośrodki stosujące te wody w rekreacji, balneoterapii, in.

Rozdział szósty przedstawia wyniki modelowania hydrogeochemicznego i analizy specyficjnej badanych wód (oceny stanu równowag hydrodynamicznych układów woda – skała, z uwzględnieniem wpływu litologii skał zbiornikowych na skład chemiczny wód). Modelowanie zostało wykonane przy zastosowaniu programu PHREEQC Interactive v. 3.5.0. Autorka przyjęła trzy warianty eksploatacyjne, w zależności od wielkości produkcji wód z trzech otworów (uwarunkowanej zapotrzebowaniem na ciepło w zależności od pory roku).

Rozdział siódmy dotyczy oceny potencjalnie leczniczego charakteru wód w Bańskiej Niżnej – z uwzględnieniem wykonanych przez Doktorantkę szczegółowych analiz stężeń składników potencjalnie swoistych i składników niepożądanych. Ocena została wykonana przy zastosowaniu metody deterministycznej i kilku wariantów metody probabilistycznej. Doprowadziła ona do stwierdzenia, że „wskaźnikami, które mogą zostać uznane za potencjalnie swoiste są kwas metakrzemowy, fluorki, temperatura oraz mineralizacja”. Rezultaty tej kompleksowej oceny zawarte są w Tabeli 7.9 (s. 188), istotnej zarówno pod względem badawczym, jak i aplikacyjnym.

W trakcie badań, analizy i interpretacji wyników Doktorantka uwzględniała polskie (i międzynarodowe) przepisy prawne dotyczące wód leczniczych i termalnych, co ma duże znaczenie również dla podmiotów gospodarczych, które mogą być zainteresowane praktycznymi zagospodarowaniem wód termalnych z rejonu Bańskiej Niżnej.

Podsumowanie całości badań zawiera odrębny rozdział.

Ocena Rozprawy

Badania Pani mgr inż. Anny Jagustyn dotyczyły istotnej i aktualnej tematyki. Są kolejnym elementem w grupie prac doktorskich z zakresu wód termalnych zrealizowanych w KHiGI WGGiOŚ AGH. Jest to również jeden z efektów działalności badawczej prowadzonej przez tę Katedrę, niekiedy we współpracy z innymi jednostkami naukowymi zajmującymi się geotermią, czy też z podmiotami gospodarczymi.

Rozprawa ma dużą wartość naukową, poznawczą oraz aplikacyjną. Stanowi oryginalne rozwiązanie problemu badawczego. Odpowiada na rosnące zainteresowanie możliwościami zagospodarowania wód i energii geotermalnej w balneoterapii (balneologii), szeroko rozumianej turystyce, kosmetyce i zbliżonych dziedzinach działalności gospodarczej zarówno na Podhalu (ściślej: w Bańskiej Niżnej i w jej pobliżu), a niektóre kwestie, których dotyczy (m.in. metodyczne), będą przydatne również w przypadku wód geotermalnych z innych rejonów Polski.

Autorka dobrze sprostała wyzwaniom podjętego tematu, realizując go w sposób świadczący o umiejętności prowadzenia samodzielnej pracy naukowej, bardzo dobrym opanowaniu warsztatu badawczego, wielu specjalistycznych metod i narzędzi, przy odpowiednim podejściu do uzyskiwanych wyników. Było to podstawą interesującej i oryginalnej pracy naukowej, przedstawionej w sposób przekonujący i jasny.

Doktorantka ułatwiła niejako zadanie recenzentce (i zapewne wielu innym czytelnikom) w syntetycznym określeniu Jej pracy – gdyż na zakończenie Podsumowania wskazała, że ma ona zarówno znaczenie naukowe (zawierając zbiór wyników obszernych badań i szczegółowo opracowanych analiz wód termalnych z rejonu Bańskiej Niżnej), jak i aplikacyjne, stanowiąc „kompilację praktycznej wiedzy dotyczącej opracowania, przygotowania i prowadzenia badań wód termalnych na wszystkich etapach tego procesu (od etapu planowania, poprzez przepisy prawne, opracowanie metodyki opróbowania i analiz laboratoryjnych) po analizy statystyczne i rzetelną, obiektywną ocenę otrzymanych wyników”.

Ze względu na walory naukowe, metodyczne i aplikacyjne praca (lub jej wybrane fragmenty) powinna być opublikowana – z zamiarem, aby była dostępna jako wymienione wyżej „kompilacja” dla zainteresowanych odbiorców.

Rozprawa jest stosunkowo obszerna pod względem objętości. Wynika to m.in. z dużej liczby wykresów i tabel (związanej ze specyfiką tematu). Są one ważnym i komplementarnym elementem, starannie pod względem edytorskim, jednolite stylistycznie. Praca ma dobry poziom pod względem redakcyjnym i językowym (uchybienia są niewielkie, dotyczą głównie interpunkcji, czy też zapożyczeń składniowych z innych języków – zaznaczono je bezpośrednio w tekście).

Kwestie dyskusyjne

W odniesieniu do Rozprawy recenzentce nasunęło się kilka uwag, co do których jest ciekawa zdania czy też wyjaśnień z Doktorantką. Niektóre wymienione są poniżej.

- Autorka stwierdziła, że „badane wody charakteryzują się stabilnym składem chemicznym w zakresie składników głównych, swoistych i form ich występowania w roztworze, niezależnie od parametrów eksploatacji ujęć”. Jest to oparte na wynikach badań z lat 2015–2018. Dysponując obrazem z takiego czasu, czy i na jaki okres można przewidywać tę stabilność? Bywa, że w dłuższym czasie zachodzą zmiany składu fizykochemicznego wód podziemnych, zwłaszcza jeśli prowadzona jest ich eksploatacja (wydobywanie, zatłaczanie). Czy na podstawie wyników badań próbek pobranych w tych kilku latach można przekazać informacje o stabilności np. przedsiębiorcy zainteresowanemu długoletnią działalnością gospodarczą w sektorze lecznictwa/balneoterapii? Tym bardziej, że w Bańskiej Niżnej i poblizu planowane są kolejne otwory, których eksploatacja może wpłynąć na dotychczasowe wgłębne warunki hydrodynamiczne i hydrogeochemiczne. Ponadto – czy Autorka rozważała w swych badaniach ewentualny wpływ na stabilność składu chemicznego wód termalnych z rejonu Bańskiej Niżnej zatłaczania poprzez otwory chłonne w Białym Dunajcu? Czy ma / może mieć wpływ na stabilność składu chemicznego wód z Bańskiej Niżnej eksploatacja wód w innych fragmentach podhalańskiego systemu geotermalnego (i to bez zatłaczania)?

- W odniesieniu do wyników modelowania hydrogeochemicznego i oceny stanu równowag hydrodynamicznych układów woda–skała z uwzględnieniem wpływu litologii skał zbiornikowych warto byłoby podkreślić że określenie, wytrącania których z minerałów wskazywanych dzięki modelowaniu można się spodziewać w badanych układach, zależy głównie od składu mineralogicznego skał zbiornikowych (a także w pewnym zakresie skał obszaru zasilania i tych, przez które migrują wody podziemne do zbiornika); składu mineralogicznego, a nie ogólnie litologii. W tym celu warto jednocześnie wykonywać badania (np. rentgenograficzne) materiału mineralnego wytrąconego w żyłach, spękaniach skał zbiornikowych (i in.) w celu poznania, jakie minerały już są wtórnie wytrącone w badanym systemie, co pomoże określić, jakie mogą się wytrącać obecnie (co niektórzy autorzy wykonywali dla próbek skał zbiornikowych z badanego rejonu już wcześniej). Ponadto – skały zbiornikowe podłoża niecki podhalańskiej przeszły wieloetapową ewolucję, w wyniku czego zawierają m.in. wiele generacji wtórnych wypełnień mineralnych („żył”), stąd też należy odpowiednio podchodzić do kwestii określenia, która/które z tych generacji jest związana z wytrącaniem z wód na współczesnym etapie rozwoju podhalańskiego systemu geotermalnego.

- Powołania na niektóre pozycje literatury: właściwe będzie przywołanie oryginalnej literatury, z której pochodzą informacje podane w Rozprawie zamiast cytowania publikacji, w których autorzy odwołują się do tych podstawowych źródłowych pozycji.

4. Wniosek końcowy

Biorąc pod uwagę podstawowe aspekty i wymogi, jakie powinna spełniać rozprawa doktorska, stwierdzam, że wybór tematu był trafny, a sformułowanie tez i problemów badawczych, zastosowane metody badań – właściwe. Doktorantka zrealizowała zamierzony cel pracy.

Recenzowana Rozprawa doktorska Pani mgr inż. Anny Jagustyn pt. „Ocena potencjalnie leczniczego charakteru wód termalnych w Bańskiej Niżnej” spełnia wymogi stawiane rozprawom doktorskim przez przepisy Ustawy z dn. 14.03.2003 r. O stopniach naukowych i tytule naukowym oraz stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz.U. z 2017 r., poz. 1789 z późn. zm).

Wniosuję zatem do Rady Dyscypliny Nauki o Ziemi i Środowisku Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie o przyjęcie ww. Rozprawy doktorskiej i o dopuszczenie Pani mgr inż. Anny Jagustyn do dalszych etapów przewodu doktorskiego i do publicznej obrony.

Beata Kępińska