

**Recenzja**  
**rozprawy doktorskiej mgr Marty Toczek**  
**pt. „Hydrogeologia wód leczniczych rejonu Świeradowa-Zdroju”**

Recenzja ww. rozprawy doktorskiej została wykonana na podstawie pisma Dziekana Wydziału Geoinżynierii, Górnictwa i Geologii Politechniki Wrocławskiej z dnia 12.07.2018 r. wynikającego z uchwały Rady WGGiG z dnia 11.07.2018 r. Manuskrypt pracy otrzymałem 24.07.2018 r.

Recenzowana rozprawa doktorska jest pracą z zakresu hydrogeologii stosowanej. Dotyczy ważnego zagadnienia związanego z oceną możliwości wykorzystania wód podziemnych do celów balneologicznych. Podjęty temat wpisuje się także w nurt gospodarowania zasobami wodnymi w rejonie Świeradowa-Zdroju.

Praca Pani mgr Marty Toczek została napisana w Zakładzie Geologii i Wód Mineralnych na Wydziale Geoinżynierii, Górnictwa i Geologii Politechniki Wrocławskiej. Promotorem rozprawy jest Pan prof. dr hab. inż. Wojciech Ciężkowski. Całość recenzowanej rozprawy obejmuje 179 stron tekstu (w tym 48 rycin i 41 tabel) oraz kilkunastu załączników (łącznie prawie 50 stron). Na płycie CD załączona została dokumentacja fotograficzna wyników kartowania hydrogeologicznego oraz wyniki modelowania izotopowego wód leczniczych.

Treść pracy podzielona została na 14 rozdziałów. Praca jest dobrze udokumentowana wynikami analiz materiałów archiwalnych oraz wynikami szczegółowych badań polowych i laboratoryjnych przeprowadzonych przez Autorkę w latach 2011-2017.

Zasadniczym celem niniejszej pracy sformułowanym przez doktorantkę, było rozpoznanie systemów krążenia wód zwykłych i leczniczych w utworach krystalicznych Gór Izerskich w warunkach ich eksploatacji. Pani mgr Marta Toczek szczególną uwagę poświęciła właściwościom fizyko-chemicznym wód leczniczych i zwykłych z rejonu Świeradowa-Zdroju oraz Czerniawy-Zdrój.

Autorka wskazała strefy potencjalnego mieszania się wód zwykłych i leczniczych oraz opracowała model współwystępowania tych wód. Na podstawie uzyskanych danych wyznaczyła obszary zasilania a nowe dane izotopowe pozwoliły jej na uściślenie wieku i genezy analizowanych wód leczniczych.

Kompleksowe rozpoznanie warunków hydrogeologicznych i hydrochemicznych w wodach podziemnych tego obszaru było zadaniem niełatwym zważywszy na urozmaiconą budowę geologiczną, skomplikowane systemy krążenia wód oraz współwystępowanie wód słodkich i leczniczych. Przyjęty temat rozprawy doktorskiej oraz założenia badawcze należy uznać za istotne z punktu widzenia rozpoznania warunków hydrogeologicznych i oszacowania zasobów wód. Jest on także niezmiernie istotny ze względu na racjonalną gospodarkę wodną na tym terenie, tak aby nie zakłócić działalności uzdrowiska z wielowiekowymi tradycjami.

Zgromadzone dane (baza danych o poborach i chemizmie wód) zostały szczegółowo przeanalizowane i poddane weryfikacji przez doktorantkę. Można mieć pewne zastrzeżenia co do jakości wszystkich danych zawartych w tej bazie ale należy podkreślić, iż Autorka ma pełną tego świadomość, i w miarę możliwości przeprowadziła ich weryfikację. Doktorantka w pełni wykorzystała te dane, niejednokrotnie podchodząc krytycznie do ich zawartości.

Rozprawę otwiera wstęp, w którym po zarysowaniu problematyki analizowanej w pracy i uzasadnieniu wyboru tematyki badawczej, Autorka w rozdziale drugim omówiła cel i zakres prac oraz wskazała metodykę badań. Metodykę pracy należy ocenić pozytywnie, jest to kompleksowe podejście do tego zagadnienia. Realizacja celu pracy wymagała także przeprowadzenia szeregu własnych prac i pomiarów.

W części ogólnej (rozdziały 3-7) doktorantka omówiła terminologię oraz aspekt prawny i klasyfikacje wód leczniczych. Następnie szczegółowo i ciekawie przedstawiła historię działalności uzdrowiskowej prowadzonej od stuleci w Świeradowie-Zdroju i Czerniawie-Zdroju oraz omówiła wypływy wód leczniczych zlokalizowane po czeskiej stronie (rejon miejscowości Lázně Libverda i Nového Města pod Smrkem). Następnie dokładnie przedstawiła charakterystykę obszaru badań zarówno pod względem geograficznym jak i geologicznym.

Charakterystyka obszaru badań przedstawiona jest wystarczająco szczegółowo na potrzeby niniejszej dysertacji.

Części szczegółową pracy Autorka rozpoczęła od przedstawienia zakresu wykonanych badań. Skupiła się głównie na problematyce wód leczniczych, co jest zgodne z tematem jej dysertacji, ale jak sama zauważyła „...nie sposób było jednak pominąć współwystępujących z nimi zwykłych wód podziemnych”. W tym miejscu należy docenić i podkreślić dużą dojrzałość doktorantki związaną z jej świadomością geologiczną i badawczą. Przyczyniło się to bowiem do konieczności wykonania szeregu dodatkowych prac, które niewątpliwie pozytywnie wpłynęły na jakość dysertacji i pozwoliły Autorce na kompleksowe podejście do zagadnień hydrogeologicznych i hydrologicznych. Nie zawsze spotyka się takie podejście i dążenie dotyczące rozwiązania postawionych celów i problemów badawczych. Na uwagę zasługuje także fakt przeprowadzenia modelowania hydrogeochemicznego w oparciu o program PHREEQC oraz modelowania w celu określenia wieku wód użyciu programu FLOWPC.

W rozdziale 9 oraz 10 (łącznie 102 strony tekstu) doktorantka analizując warunki występowania wód zwykłych i leczniczych prezentuje wyniki własnych badań przeprowadzonych w terenie oraz analiz i badań modelowych. Są to szczegółowo omówione właściwości zbiornikowe skał, charakterystyka właściwości fizyko-chemicznych i hydrodynamiki oraz zasobów wód. W przypadku wód leczniczych przeprowadzona analiza została rozszerzona o ocenę „wieku” wody w świetle badań izotopowych.

Rozdział 11 poświęcony jest wzajemnym oddziaływaniom pomiędzy zwykłymi wodami podziemnymi a wodami leczniczymi w kontekście chemizmu, natomiast rozdział 12 pt. „Model warunków hydrogeologicznych w rejonie Świeradowa-Zdroju” to konkluzja tej dysertacji. Tutaj Autorka na podstawie wcześniej omówionych badań i analiz przedstawia autorski model hydrogeologiczny dla tego obszaru oraz modele konceptualne przepływu wód leczniczych dla Świeradowa-Zdroju oraz Czerniawy-Zdroju. Pracę kończy rozdział „podsumowanie i wnioski” oraz spis literatury (266 pozycji).

Doktorantka zrealizowała wszystkie zakładane cele badawcze. Przedstawiła model warunków hydrogeologicznych występowania wód leczniczych w rejonie Świeradowa-Zdroju z uwzględnieniem współwystępowania wód zwykłych. Wyniki własnych badań i analiz oraz dane archiwalne są szczegółowo opracowane pod względem statystycznym i zostały

przedstawione na załącznikach 1 - 4. Wykonana baza zawiera około 66 tys. danych. Pod względem merytorycznym praca nie budzi żadnych zastrzeżeń.

Na potrzeby niniejszej dysertacji wykonane zostały badania izotopowe. Doktorantka w 2015 r. opróbowwała ujęcia wód leczniczych pod kątem oznaczeń stężeń trytu, co pozwoliło uściślić wiek wód w rejonie Świeradowa-Zdroju. Wyniki jej badań potwierdziły iż wszystkie badane wody regionu izerskiego są pochodzenia infiltracyjnego. Na podkreślenie zasługuje fakt, że dla części ujęć próba oszacowanie „wieku” wód została wykonana po raz pierwszy (Górne I, część ujęć MCS) a dla próbek z ujęć GT-1 i Górne zb. po raz pierwszy oszacowano zawartość trytu.

Pani mgr Marta Toczek podjęła także próbę oszacowania wielkości zasobów dyspozycyjnych wód leczniczych w rejonie Świeradowa-Zdroju. Ze względu na zróżnicowane systemy obiegu, występowanie w bliskim sąsiedztwie różnych typów wód jest to zadanie trudne i przy zastosowaniu metod modelowania matematycznego mogłoby stanowić odrębną dysertację. Doktorantka podjęła próbę oszacowania zasobów uwzględniając uśrednioną wartość modułu odpływu podziemnego na rozpatrywanym obszarze. Zadanie to wykonane zostało poprawnie, a orientacyjne oszacowane przez Autorkę wielkości zasobów szczaw wykazało, iż nie ma obawy o ich przeeksploatowania. Doktorantka zwraca także uwagę, iż „...brak jednolitej metodyki oceny zasobów wód leczniczych uniemożliwia poprawną i dokładną ocenę ich zasobów dyspozycyjnych”.

Na podstawie badań własnych Autorka poddała weryfikacji i ponownie oszacowała procentowy udział wód zwykłych w ujęciach wód leczniczych Świeradowa-Zdroju i Czerniawy-Zdroju, a wyniki przedstawiła w tab. 11.1 oraz na wykresach obrazujący mieszanie się szczaw Świeradowa-Zdroju z wodami zwykłymi (ryc. 11.1 oraz 11.2). Przedstawiony i szczegółowo omówiony model systemu hydrogeologicznego oraz modele konceptualne przepływu wód leczniczych dla rejonu Świeradowa-Zdroju oraz Czerniawy-Zdroju są bardzo dobrym podsumowaniem niniejszej dysertacji.

Opiniowana rozprawa doktorska ma charakter zarówno metodyczny jak i praktyczny. Powinna być wykorzystana przez Uzdrowisko Świeradów-Czerniawa Sp. z o.o. Jest także bardzo istotna z punktu widzenia gospodarki wodnej na tym obszarze, przez co może być interesująca dla samorządów lokalnych. Wyniki badań oraz wnioski wynikające z tej pracy powinny służyć zrównoważonej racjonalnej gospodarce wodami leczniczymi i słodkimi na tym obszarze.

Napisana została jasnym, precyzyjnym językiem, co ułatwia jej czytanie. Na podkreślenie zasługuje bardzo dobrze dopracowana szata graficzna rycin i załączników.

Przy czytaniu dysertacji nasuwają się także pewne **uwagi dyskusyjne**. Ważniejsze z nich to:

- ✓ pomiary potencjału utleniająco-redukcyjnego (redox) Eh powinno się wykonywać w terenie (*in situ*) najlepiej w komorze przepływowej w warunkach ograniczonego kontaktu lub braku kontaktu z powietrzem atmosferycznym. Nie można bezkrytycznie przyjmować zadanych przez program domyślnych wartości Eh. Potencjał redoks w badaniach wód podziemnych w Polsce jest rzadko wykorzystywany, co moim zdaniem jest niestety sporym błędem. Warto aby Autorka zapoznała się z pracami D. Dobrzańskiego (2010):

Dobrzyński D. 2010. Wymóg badania potencjału redoks w wodach leczniczych z punktu widzenia hydrogeochemii. *Acta Balneologica*, 53(3):207–213

Dobrzyński D. 2010. Badania potencjału redoks na przykładzie sudeckich wód leczniczych. *Przegląd Geologiczny*, 58(1):46–53

i uwzględniła je przy ewentualnym przygotowaniu pracy do druku.

- ✓ doktorantka porusza niezwykle istotny problem wzrostu stężeń  $\text{Cl}^-$  w zespole studzien im. Marii Curie-Skłodowskiej. Moim zdaniem warto dokładniej przyjrzeć się temu zagadnieniu. Należałoby wprowadzić dodatkowe zalecenia do monitoringu tych ujęć. Warto także przyjrzeć się stężeniom jonu  $\text{Na}^+$ . Może to być dowód na wzrost antropopresji na tym obszarze, co w niedalekiej przyszłości może mieć negatywne skutki dla eksploatacji wód leczniczych.

**Uwagi redakcyjne.** Zauważyłem drobne błędy redakcyjne, jak np.:

- Str. 47, 62 – należy wyjaśnić dlaczego nie robiono bezpośrednio w terenie pomiarów Eh oraz  $\text{O}_2$
- Str. 51 – na mapie podczas przygotowania pracy do druku warto dodać kierunek północy
- Str. 53 – w pracy należy zastosować nowy obowiązujący od 2016 r. podział na jednolite części wód podziemnych (JCWPd)
- Str. 65-66 – źródło Z-39: „W źródle tym w 2015 r. zauważono także wyższe stężenia chlorków ( $3,52 \text{ mg/dm}^3$ ), co może wskazywać na okresowy dopływ ładunku

zanieczyszczeń” - Czy takie stężenie może świadczyć już o zanieczyszczeniu ? – warto wyjaśnić to zagadnienie. Może zachodzi dopływ wód z głębszych partii złoże? Jeżeli są dane należy porównać własne wyniki z innymi/archiwalnymi danymi.

- Str. 69 – „Obecność jonu chlorkowego, przeważającego w niektórych punktach nad wodorowęglanami, związana jest z działalnością człowieka” – moim zdaniem należy wskazać te miejsca i przytoczyć dane pomiarowe (czy są podstawy do takiego stwierdzenia)
- Str. 74 - „Podobnie jak w przypadku metody Wundta, w metodzie Kille’go **wyższe** wartości zasobów odnawialnych uzyskano dla okresu 2011-2014” – zapewne chodziło Autorce o zapis: „**niższe**”. Tak wynika z rycin oraz tab. 9.11.
- Str. 76, tab. 9.12. – udział w odpływie korytowym i źródlanym powinny chyba łącznie stanowić 100% (Czarny Potok)
- Str. 81 ... – „Studnia nr 2 posiada w dnie odwiert o średnicy 6” i głębokości 26,45 m, ujęcie nr 7 natomiast posiada głębokość 35 m...” – w tym kontekście lepiej użyć słowa „ma/mają”. Posiadać, to być właścicielem czegoś; mieć jakąś wiedzę, umiejętności.
- Str. 87 – „Ujęcie R-1 zlokalizowane jest w rejonie ul. Nadbrzeżnej ...” – chyba powinno być ul. Nadrzecznej
- Str. 101 – na mapie dodać kierunek północy, nieco lepiej dobrać kolory aby mapa była bardziej czytelna
- Str. 119 – warto spróbować opisać dlaczego jest tak duża różnica pomiędzy maksymalną i minimalną mineralizacją wód w przypadku ujęcia P-2. Wyjaśnić czy i jak długo było prowadzone pompowanie otworu przed ostatnim poborem próbek
- Str. 119 – ryc. 10.17 jest mało czytelna (można zastosować powiększenie dla fragmentu z lat 2012-2016)

Recenzowana praca jest ciekawa, wymagała dużego zaangażowania doktorantki w przygotowanie i weryfikację bazy danych. Widać także wkład pracy Autorki w przeprowadzone badania terenowe. Wykonała pracę z zakresu kartografii hydrogeologicznej. Pomierzyła i opróbowwała szereg studzien, piezometrów oraz źródeł. W umiejętny sposób opracowała także otrzymane wyniki pomiarów terenowych oraz prac laboratoryjnych. Praca ma aspekt użyteczny, i jest niezmiernie istotna z punktu widzenia funkcjonowania oraz racjonalnej gospodarki wodnej w rejonie Świeradowa-Zdroju. Dostrzeżone uchybienia nie umniejszają wartości naukowej omawianej dysertacji.

Moim zdaniem praca doktorska Pani Marty Toczek pt. „Hydrogeologia wód leczniczych rejonu Świeradowa-Zdroju” jest obszernym i kompletnym studium hydrogeologicznym dla tego obszaru. Zasluguje ona na wyróżnienie i dlatego z takim wnioskiem występuję do Rady Wydziału Geoinżynierii, Górnictwa i Geologii Politechniki Wrocławskiej.

### **Wniosek końcowy**

W konkluzji stwierdzam, że opiniowana rozprawa doktorska Pani mgr Marty Toczek jest oryginalnym osiągnięciem badawczym. Doktorantka osiągnęła założony cel pracy i wykazała, że posiada zdolność do samodzielnego rozwiązywania zagadnień badawczych. Dowiodła, że bardzo dobrze opanowała warsztat badawczy zarówno z zakresu hydrogeologii, hydrogeochemii jak i statystyki. Wykazała zdolność do samodzielnego rozwiązywania problemów naukowych oraz logicznego wnioskowania na podstawie uzyskanych wyników.

Jestem przekonany, że recenzowana rozprawa doktorska spełnia warunki stawiane w „Ustawie o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki” z dnia 14 marca 2003 r. (Dz.U. 2003 Nr 65 poz. 595) z późniejszymi zmianami. Wnioskuje zatem do Rady Wydziału Geoinżynierii, Górnictwa i Geologii Politechniki Wrocławskiej o dopuszczenie Pani mgr Marty Toczek do dalszych etapów przewodu doktorskiego.

*Arkadiusz*

*Krowiec*