

Warszawa, 28.08.2025

Prof. dr hab. Ewa Krogulec
Wydział Geologii
Uniwersytet Warszawski

**RECENZJA ROZPRAWY DOKTORSKIEJ
mgr. Michała Wyszomierskiego, zatytułowanej:**

"Analiza terenowych metod prospekcji hydrogeologicznej wykorzystywanych na potrzeby oceny jakości wód pierwszego poziomu wodonośnego w wybranych punktach krajowej Sieci Obserwacyjno-Badawczej Wód Podziemnych PIG-PIB"

Recenzja została sporządzona na zlecenie Rady Naukowej Państwowego Instytutu Geologicznego - Państwowego Instytutu Badawczego. Na posiedzeniu Rady zostałam powołana na recenzentkę w postępowaniu w sprawie nadania stopnia doktora mgr. Michała Wyszomierskiego. Umowa dotycząca realizacji recenzji została zawarta w 15.07.2025 roku. Temat rozprawy: „Analiza terenowych metod prospekcji hydrogeologicznej wykorzystywanych na potrzeby oceny jakości wód pierwszego poziomu wodonośnego w wybranych punktach krajowej Sieci Obserwacyjno-Badawczej Wód Podziemnych PIG-PIB”. Promotorem rozprawy jest prof. dr hab. Andrzej Sadurski.

Opinia, na wniosek Przewodniczącego Rady, zawiera analizę pracy oraz ocenę, czy rozprawa doktorska odpowiada wymaganiom ustawowym - Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. - Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2024 r. poz. 1571, z późn. zm.), m.in. prezentuje umiejętność samodzielnego prowadzenia pracy naukowej, jej przedmiotem jest oryginalne rozwiązanie problemu naukowego, oryginalne rozwiązanie w zakresie zastosowania wyników własnych badań naukowych w sferze gospodarczej lub społecznej.

WPROWADZENIE

Podstawę opracowania recenzji stanowi rozprawa doktorska pt. „Analiza terenowych metod prospekcji hydrogeologicznej wykorzystywanych na potrzeby oceny jakości wód pierwszego poziomu wodonośnego w wybranych punktach krajowej Sieci Obserwacyjno-Badawczej Wód Podziemnych PIG-PIB”, która została zrealizowana pod kierunkiem naukowym promotora prof. dr hab. Andrzeja Sadurskiego.

Przedmiotem tej rozprawy jest analiza porównawcza metod opróbowania wód podziemnych stosowanych w krajowym monitoringu hydrogeologicznym, ze szczególnym uwzględnieniem jakości próbek wód pierwszego poziomu wodonośnego. Autor koncentruje się na praktycznych konsekwencjach doboru metod i ich wpływie na wyniki badań jakościowych. Tematyka pracy jest aktualna, ma znaczenie zarówno poznawcze, jak i aplikacyjne. Wpisuje się w ramy europejskich i krajowych regulacji prawnych dotyczących monitoringu wód.

Rozprawa doktorska mgr Michała Wyszomierskiego pt. „Analiza terenowych metod prospekcji hydrogeologicznej wykorzystywanych na potrzeby oceny jakości wód pierwszego poziomu

wodonośnego w wybranych punktach krajowej Sieci Obserwacyjno-Badawczej Wód Podziemnych PIG-PIB” liczy 16 rozdziałów, obejmujących łącznie 287 stron maszynopisu.

Pracę uzupełnia:

- 19 tabel,
- 78 rycin (map, wykresów, schematów i przekrojów; spis figur na nieponumerowanych stronach),
- obszerny aneks zawierający szczegółowe zestawienia wyników i opisy zastosowanych procedur statystycznych,
- bibliografia obejmująca 247 pozycji, w tym znaczną część anglojęzycznych artykułów naukowych i raportów instytucjonalnych.

Struktura rozprawy jest klasyczna i logiczna. Obejmuje:

- a. Wprowadzenie, w którym Autor określa cel badań i ogólną tezę rozprawy.
- b. Przegląd literatury oraz regulacji prawnych dotyczących monitoringu jakości wód podziemnych.
- c. Charakterystykę metod terenowych i laboratoryjnych, wraz z ich klasyfikacją i ograniczeniami.
- d. Opis obszarów i punktów badawczych w ramach Krajowej Sieci Obserwacyjno-Badawczej PIG-PIB.
- e. Metodykę badań – ze szczegółowym opisem pięciu technik poboru próbek.
- f. Wyniki badań, prezentowane w postaci tabel, wykresów i analiz statystycznych.
- g. Dyskusję porównawczą uzyskanych rezultatów.
- h. Wnioski oraz rekomendacje aplikacyjne.

Całość cechuje się konsekwencją i przejrzystością układu. Poszczególne rozdziały są dobrze powiązane, a materiał ilustracyjny wspiera narrację. Rozprawa zawiera liczne elementy analityczne, niekiedy nadmiernie rozbudowane (zwłaszcza część statystyczna), co wpływa na objętość pracy, ale nie obniża jej wartości merytorycznej.

Główne cele i tezy pracy obejmują:

Celem rozprawy było porównanie różnych metod prospekcji hydrogeologicznej pod kątem ich reprezentatywności i wpływu na ocenę jakości chemicznej wód podziemnych. Autor przyjął hipotezę, że stosowane metody – choć formalnie uznane za równoważne – mogą generować różnice istotne statystycznie, wpływające na interpretację wyników monitoringu.

Cele szczegółowe obejmowały:

- przeprowadzenie jednoczasowych badań porównawczych pięcioma metodami,
- analizę statystyczną uzyskanych danych,
- ocenę ilościową i jakościową metod,
- opracowanie procedur kalibracyjnych i wzorów przeliczeniowych umożliwiających uzgodnienie wyników.

I) Podstawa opracowania recenzji

Celem recenzji jest stwierdzenie, czy przedłożona rozprawa doktorska spełnia wymogi zgodnie z zapisami w Ustawie o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (przepisy wprowadzające Ustawę „Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce”).

W recenzji przyjęto następujące kryteria oceny: uzasadnienie wyboru tematu i problematyki badawczej, poprawność formułowania celów i hipotez, ocena struktury rozprawy i jej zawartości merytorycznej, uwagi merytoryczne i formalne oraz wynikającą z wyżej sformułowanych kryteriów, ostateczną konkluzję.

II) Wybór tematu i określenie problematyki badawczej

Przedmiotem rozprawy jest analiza porównawcza metod opróbowania wód podziemnych stosowanych w krajowym monitoringu hydrogeologicznym, ze szczególnym uwzględnieniem jakości próbek wód pierwszego poziomu wodonośnego. Autor koncentruje się na praktycznych konsekwencjach doboru metod i ich wpływie na wyniki badań jakościowych. Tematyka pracy jest niezwykle aktualna – ma znaczenie zarówno poznawcze, jak i aplikacyjne. Wpisuje się w ramy europejskich i krajowych regulacji prawnych dotyczących monitoringu wód oraz spełnia zapotrzebowanie praktyki hydrogeologicznej.

III) Cele pracy i hipotezy badawcze

Celem rozprawy było porównanie różnych metod prospekcji hydrogeologicznej pod kątem ich reprezentatywności i wpływu na ocenę jakości chemicznej wód podziemnych. Autor przyjął hipotezę, że stosowane metody – choć formalnie uznane za równoważne – mogą generować różnice istotne statystycznie, wpływające na interpretację wyników monitoringu. Cele szczegółowe obejmowały przeprowadzenie jednoczasowych badań porównawczych z wykorzystaniem pięciu różnych metod, a następnie dokonanie analizy statystycznej uzyskanych wyników. Ważnym elementem było również opracowanie oceny ilościowej i jakościowej poszczególnych metod oraz przygotowanie procedur kalibracyjnych i wzorów przeliczeniowych, które pozwalają na wzajemne porównanie i uzgodnienie rezultatów.

Hipotezy zostały sformułowane poprawnie, ale są przedstawione raczej opisowo niż w sposób jednoznaczny. Autor zakłada, że różne metody prospekcji hydrogeologicznej mogą dawać odmienne wyniki oceny jakości wód i że należy je zestawić, ocenić statystycznie i zaproponować sposoby ujednolicenia. Teza ma charakter praktyczny, ale mogłaby być wyrażona w sposób bardziej syntetyczny. Warto w późniejszych publikacjach zaakcentować główne pytanie badawcze i jednoznacznie wskazać, że cała metodologia służy jego weryfikacji.

IV) Metoda badawcza

Badania miały charakter doświadczalny, zostały przeprowadzone w punktach Krajowej Sieci Obserwacyjno-Badawczej PIG-PIB. Autor rozprawy zastosował terenowe metody prospekcji hydrogeologicznej w pięciu wariantach poboru próbek wód podziemnych:

1. Pompowania (purging, traditional purging method) – metody klasyczne z wykorzystaniem pomp wirnikowych oraz pomp ssących, szeroko stosowane w monitoringu jakości wód, polegające na usunięciu kilku objętości zwierciadła wody przed poborem próbki.
2. Low-flow sampling – technika niskoprzepływowa, polegająca na delikatnym pompowaniu przy minimalnym zakłóceniu warunków hydrogeochemicznych.
3. No-purge sampling (metody pasywne) – próbkowanie bez wcześniejszego odpompowywania wody, przy zastosowaniu specjalistycznych urządzeń (m.in. próbników pasywnych).

4. Past-purging method – pobór próbek po częściowym oczyszczeniu otworu, metoda pośrednia między klasycznym purging a „no purge”.

Autor zastosował pełen zestaw analiz chemicznych (parametry fizykochemiczne, metale, jony główne). Wyniki poddano analizie statystycznej: modele GLM, testy wielokrotnego porównania (Tukey HSD), regresję Passinga–Babloka. Dobór metod statystycznych świadczy o wysokiej kompetencji w zakresie analizy danych. Jednak nadmiernie rozbudowane opisy procedur statystycznych obciążają narrację i mogłyby być ograniczone na rzecz interpretacji praktycznej. Zastosowane metody badawcze zostały dobrane trafnie, umożliwiły weryfikację postawionej tezy i doprowadziły do wyprowadzenia wniosków o istotnym znaczeniu aplikacyjnym. Autor wykazał się umiejętnością samodzielnego planowania i prowadzenia badań terenowych, krytycznej analizy porównawczej oraz wykorzystania narzędzi statystycznych. Uzyskane wyniki mają bezpośrednie znaczenie dla praktyki monitoringu hydrogeologicznego.

V) Struktura rozprawy, zawartość merytoryczna

Rozprawa doktorska stanowi spójne opracowanie umożliwiające realizację zamierzonego celu badawczego o jednoznacznej zawartości merytorycznej. Praca liczy 16 rozdziałów, obejmujących: wprowadzenie, przegląd regulacji prawnych, opis metod, charakterystykę punktów badawczych, przebieg testów terenowych, analizę wyników, wnioski i rekomendacje. Rozdziały są logicznie powiązane, a narracja jest konsekwentna. Autor umiejętnie łączy tło teoretyczne z wynikami własnych badań. Praca posiada bogaty materiał ilustracyjny (tabele, wykresy, schematy).

VI) Uwagi dotyczące strony merytorycznej i formalnej

Strona formalna

1. Strona warsztatowa przedłożonej rozprawy zasługuje na pozytywną ocenę. Praca stanowi nowe ujęcie tematu, cel pracy jest ważny, aplikacyjny i przydatny. Doktorant wykazał się znajomością literatury przedmiotu, umiejętnie ją prezentując i właściwie adaptując na potrzeby własnych badań. Pojęcia z zakresu hydrogeologii i pokrewnych nauk są stosowane w większości właściwie. Strony teoretyczna i empiryczna są ze sobą skorelowane. Percepcję tekstu ułatwiają informacje zamieszczone na rysunkach i w tabelach.
2. Strona redakcyjna i edytorska jest na dobrym poziomie. Jasność opisu umożliwia prześledzenie zarówno toku i zakresu badań empirycznych, jak i modelowych. Opis stosowany dla określenia procesów oraz charakterystyki zjawisk jest dobry, co ułatwia dyskusję zaprezentowaną poniżej.
3. Materiał ilustracyjny – ryciny i tabele są liczne i dobrze przygotowane, stanowią silny punkt rozprawy. Miejscami jednak ich nadmiar utrudnia odbiór (szczególnie liczne wykresy statystyczne).
4. Bibliografia – obszerna (247 pozycji), z przewagą literatury anglojęzycznej. Obejmuje najważniejsze pozycje z zakresu hydrogeologii i monitoringu wód. Brak jednak kilku nowszych raportów i rekomendacji instytucji międzynarodowych (np. USGS, EEA), które mogłyby poszerzyć tło pracy. Wymaga ujednoczenia sposobu zapisu norm (np. PN-EN ISO 5667-14:2016-11).

5. Autor we właściwy sposób samodzielnie zebrał, opracował i przeanalizował dane badawcze. Należy podkreślić, że zarówno przebieg eksperymentu, jak i obróbka wyników zostały przeprowadzone przez Doktoranta.

Strona merytoryczna

6. Aktualność i znaczenie tematu. Rozprawa dotyczy problematyki niezwykle ważnej dla monitoringu wód podziemnych i polityki wodnej w Polsce. Autor w trafny sposób powiązał swoje badania z obowiązującymi regulacjami prawnymi oraz praktyką Państwowej Służby Hydrogeologicznej.
7. Jednoznaczność tezy i hipotez badawczych. Problem badawczy został sformułowany poprawnie, ale hipotezy przedstawiono w formie celów operacyjnych, a nie precyzyjnych zdań oznajmujących.
8. Analizy statystyczne. Dobór metod (GLM, Tukey HSD, Passing–Bablok) jest poprawny i świadczy o wysokim poziomie kompetencji. Opisy procedur są miejscami nadmiernie rozbudowane, zamiast koncentrować się na interpretacji wyników, Autor szczegółowo omawia mechanizm działania poszczególnych testów. W części tych treści można by się ograniczyć, a bardziej podkreślić praktyczne konsekwencje różnic między metodami poboru próbek.
9. Interpretacja wyników. Autor jednoznacznie wykazał, że wybór metody próbkowania wpływa istotnie na uzyskane wyniki analiz chemicznych. Jednak główny wniosek nie został dostatecznie mocno wyeksponowany – ginie wśród wielu wniosków szczegółowych. Zamiast wyraźnego podsumowania problemu i jego rozwiązania, praca pozostawia czytelnika z szeregiem szczegółowych spostrzeżeń.
10. Aspekt aplikacyjny. Zaproponowane wzory transformacyjne mają dużą wartość wdrożeniową. Jednak potencjał praktyczny mógłby być lepiej wykorzystany poprzez przygotowanie jednoznacznych rekomendacji (np. „zaleca się stosowanie metody low-flow w warunkach X”, „metoda no-purge powinna być ograniczona do Y”). Obecnie czytelnik sam musi wyciągać takie wnioski z obszernej dyskusji. Prawdopodobnie będzie to przedmiotem dalszych badań naukowych.
11. Kontekst międzynarodowy – choć Autor korzysta z literatury zagranicznej, analiza porównawcza wyników z doświadczeniami innych krajów została przedstawiona skrótowo.

Rozprawa mgr Michała Wyszomierskiego jest wartościowym opracowaniem, spełniającym wymagania pracy doktorskiej. Jej mocną stroną jest staranne przeprowadzenie badań i analiza aplikacyjna, słabszą – brak jednoznacznie wyartykułowanego wniosku głównego. Uwagi formalne i redakcyjne mają charakter uzupełniający i nie podważają wysokiej merytorycznej wartości rozprawy.

Uwagi dyskusyjne, propozycja korekty w przygotowaniu publikacji:

1. Opisy metod statystycznych (GLM, testy Tukey HSD, regresja Passinga–Babloka) są miejscami zbyt obszerne i przybierają charakter podręcznikowy. W pracy doktorskiej istotniejsza od technicznego przedstawienia procedur powinna być interpretacja otrzymanych wyników oraz ich znaczenie dla praktyki hydrogeologicznej. Zbyt długie fragmenty opisowe (m.in. przegląd historyczny, szczegółowe procedury statystyczne).
2. Hipotezy badawcze zostały przedstawione opisowo, w formie celów szczegółowych.
3. Brak jednoznacznego „głównego wniosku” – praca prowadzi do istotnego rezultatu, jakim jest wykazanie, że wybór metody poboru próbek wpływa w sposób istotny

- statystycznie na ocenę jakości wód. Jednak wniosek ten nie został dostatecznie mocno wyeksponowany w zakończeniu ginie wśród licznych wniosków szczegółowych.
4. Ograniczone odniesienia do badań międzynarodowych – choć bibliografia obejmuje źródła zagraniczne, dyskusja porównawcza z wynikami badań prowadzonych w innych krajach (np. USA, Niemcy, kraje skandynawskie) mogłaby być znacznie pełniejsza. Zważywszy, że problem harmonizacji metod jest globalny, zestawienie wyników polskich z międzynarodowymi wzmocniłoby wymiar naukowy rozprawy.
 5. W przyszłości warto odnieść się do aspektu ekonomicznego i organizacyjnego uzupełniając analizę kosztów, pracochłonności, logistyki i praktycznych ograniczeń stosowania poszczególnych metod w monitoringu wód. Wniosek powyższy gwarantuje, że przeprowadzone badania naukowe mogą i powinny mieć swoją kontynuację, co potwierdza ich wartość merytoryczną.
 6. Metody pasywne (no-purge) – autor wskazuje na ograniczenia tej metody, jednak nie przedstawia jednoznacznych rekomendacji, kiedy jej stosowanie jest dopuszczalne, a kiedy należy jej unikać. Bardziej precyzyjne wskazówki zwiększyłyby użyteczność praktyczną rozprawy.
 7. Głównym celem i przedmiotem rozprawy jest analiza oraz ocena jakościowa i ilościowa metod opróbowania wód podziemnych stosowanych w monitoringu chemicznym. Należy jednak zauważyć, że w części *Podsumowanie* nie wskazano wprost aspektu „ilościowego” oceny metod, co zostało zapowiedziane we wstępie. Choć zrozumiałe jest, że w obszarze metodyki badawczej trudno jednoznacznie określić wartości ilościowe, w przyszłości warto przeprowadzić bardziej pogłębioną dyskusję, która kończyłaby się rekomendacją konkretnej metody lub, w przypadku braku możliwości, wskazania dlaczego ilościowe rozstrzygnięcie nie jest możliwe. Obecne podsumowanie ma raczej charakter ogólny i stanowi lustrzane odbicie tezy postawionej we wstępie, bez pełniejszego rozwinięcia.
 8. Liczba próbek została w rozprawie odpowiednio wskazana i podana w zestawieniach. Jednakże przy interpretacji wyników przydałoby się mocniejsze uzasadnienie, czy przyjęta liczebność jest wystarczająca dla uogólnień statystycznych, czy raczej ograniczona do badanych punktów i specyfiki obszaru badań. Wątpliwości budzi fragment: „*W celu zapewnienia wiarygodnej populacji statystycznej, wykorzystano wytyczne i rekomendacje normy PN-EN ISO 5667-14:2016-11, przewodników statystycznych EURACHEM 2019 oraz publikacji naukowych...*”. Część z przywołanych źródeł nie odnosi się do pojęcia „wiarygodnej populacji statystycznej”, a raczej do zapewnienia jakości pomiarów i próbkowania. Wskazana norma PN-EN ISO 5667-14:2016-11 dotyczy jakości wody, pobierania próbek i kontroli jakości tego procesu, nie zaś statystycznej wiarygodności populacji. Z dalszej części pracy wynika, że Autorowi prawdopodobnie chodziło o zastosowanie pojęcia „effect size” (siła efektu) – miary statystycznej służącej do oceny wielkości różnic między grupami lub siły zależności między zmiennymi. Tymczasem wskazywanie minimalnej liczby próbek na podstawie publikacji EURACHEM (2019) czy Appelo i Postma (2005) wydaje się uproszczeniem. W przywołanych źródłach nie znajdujemy jednoznacznych rekomendacji dotyczących minimalnej liczebności populacji badawczej opartej o „effect size”.

VII) Konkluzja

Całościowa analiza recenzowanej rozprawy doktorskiej mgr Michała Wyszomierskiego jest wartościowym opracowaniem, spełniającym wymagania pracy doktorskiej. Jej mocną stroną jest staranne przeprowadzenie badań i analiza aplikacyjna. Uwagi formalne i redakcyjne

mają charakter uzupełniający i nie podważają merytorycznej wartości rozprawy. Praca spełnia wymagania określone w ustawie *Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce* i uzasadnia nadanie Autorowi stopnia doktora nauk ścisłych i przyrodniczych w dyscyplinie nauki o Ziemi i środowisku. Wnoszę o dopuszczenie rozprawy do dalszych etapów przewodu doktorskiego i o nadanie mgr Michałowi Wyszomierskiemu stopnia doktora.