

Prof. dr hab. Józef Górski
Profesor Senior w
Uniwersytecie im. A. Mickiewicza
w Poznaniu

Recenzja

rozprawy doktorskiej mgr. Michała Wyszomierskiego pt. „Analiza terenowych metod prospekcji hydrogeologicznej wykorzystywanych na potrzeby ochrony jakości wód pierwszego poziomu wodonośnego w wybranych punktach krajowej sieci obserwacyjno-badawczej wód podziemnych PIG – PIB”

1. Wstęp

Jednym z istotnych problemów w procesie monitoringowych badań jakości wód podziemnych jest sposób pobierania próbek do analizy laboratoryjnej oraz realizacji badań terenowych. Problem ten przez wiele lat stanowił najstarszy element procesu monitoringowego dotyczącego małodymensyjnych otworów badawczych (piezometrów). Wynikało to przede wszystkim z braku odpowiednich urządzeń umożliwiających pobór próbek z takich otworów. Przyczyną tego był również brak uświadomienia specyfiki właściwego opróbowania wód podziemnych przez laboratoria wykonujące najczęściej analizy wód powierzchniowych czy ścieków. Sytuacja uległa jednak stopniowej poprawie do czego przyczyniły się w szczególności badania Prof. S. Witczaka z AGH w Krakowie oraz realizacja monitoringu krajowego wód podziemnych przez Państwowy Instytut Geologiczny.

Do poprawy przyczyniło się również pojawienie się na rynku różnorodnych urządzeń służących do opróbowania małodymensyjnych otworów badawczych w tym odpowiednich pomp i próbników. Pojawił się jednak problem czy zastosowanie różnych metod w tym próbników pozwala na uzyskanie wiarygodnych, porównywalnych wyników.

W tym kontekście inicjatywę Promotora Prof. dr hab. Andrzeja Sadurskiego i Doktoranta, aby sprawdzić różne metody opróbowania należy uznać za trafną i użyteczną.

2. Charakterystyka recenzowanej pracy i uwagi krytyczne.

Praca doktorska mgr. M. Wyszomierskiego jest obszerna. Obejmuje 178 stron tekstu, a w tym 55 figur, 14 tabel i 4 fotografie. Zawiera również wykaz ponoć 300 pozycji literatury i materiałów archiwalnych, a ponadto wykaz skrótów i symboli stosowanych w opracowaniu. W nośniku elektronicznym zamieszczono natomiast obszerny zbiór załączników prezentujących

między innymi wyniki analiz terenowych i laboratoryjnych, wyniki obliczeń statystycznych, wyniki modeli regresji odpornej Babloka – Passinga oraz charakterystykę otworów wykorzystanych do badań.

W rozdz. 1 autor formułuje cel i zakres pracy. Uważa, że wyniki uzyskane różnymi metodami poboru próbek mogą się różnić, a przyjmowane dotychczas założenia o równoważności różnych metod opróbowania mogą prowadzić do błędnych interpretacji wyników.

Obszerny rozdz. 2 (12 str.) zawiera informacje o historii krajowego monitoringu wód podziemnych w Polsce. W również obszernym rozdz. 3 (11 str.) omówione zostały uregulowania prawne Unii Europejskiej oraz krajowe dotyczące realizacji monitoringu wód podziemnych. Przedstawiono również poradniki UE oraz krajowe wykorzystywane w ocenie JCWPd w Polsce. Zawarta jest tu również ważna informacja, że Państwowy Instytut Geologiczny w roku 2016 uzyskał akredytację na badania i pomiary terenowe wód podziemnych.

Od rozdz. 4 Doktorant przechodzi do prezentacji własnych badań, które stanowiły podstawę oceny różnych metod opróbowania wód podziemnych. W tym celu z bazy monitoringu krajowego wytypował 24 otwory. Przy wyborze otworów uwzględnił stan techniczny otworów oraz sprawność hydrauliczną. W celu oceny sprawności technicznej dla każdego otworu wykonano pompowanie sprawnościowo-oczyszczające. Sprawdzono również czas stabilizacji zwierciadła wody po pompowaniu. Występowane otwory miały średnice $> 100\text{mm}$. Otworów o średnicy 100-110mm było 15, a 9 otworów posiadało średnicę $> 110\text{ mm}$ – maksymalnie 356mm. Głębokość otworów badawczych przedstawiona została w zał 1. Należy jednak podkreślić, że zawarte tu dane nie zawierają istotnych, pełnych informacji o konstrukcji otworów, sposobach wiercenia, uszczelnienia kolumny filtracyjnej, rodzaju filtra. Brak również danych o sposobie zabezpieczenia i uszczelniania głowicy otworu oraz jej bezpośredniego otoczenia.

W rozdz. 6 Doktorant omawia metody opróbowania wód podziemnych, zalecane według normy PN-ISO 5667 z 2021r. i stosowane w monitoringu krajowym. Porównuje tu różne metody poboru próbek i zwraca uwagę jaki wpływ na pobraną próbkę mają różne metody. Omawia również metodę poboru próbek wykorzystującą sprężony gaz/powietrze. Przedstawiona tu informacja, że pompy takie mogą być wykorzystywane do różnych potrzeb przemysłu, pomija jednak fakt, że pompy te zwane pompami Montejusa, były stosowane w monitoringu wód podziemnych. Była to bowiem jedyną metodą pompowania piezometrów przy głębokim

zaleganiu zwierciadła wody w warunkach braku pomp głębinowych o małej średnicy. Należy dodać, że pompy takie stosowane były do monitoringu wód podziemnych w krajach skandynawskich i są nadal stosowane w Danii. Aktualnie są natomiast dostępne na rynku tzw. pompy pęcherzowe, które mają wiele zalet i umożliwiają pobór próbki bez kontaktu z powietrzem.

W rozdz. 7 Doktorant prezentuje 5 metod poboru próbek, które zastosował do badań doświadczalnych. Wybór obejmuje następujące metody:

- metoda bezpompowa za pomocą dyskretnego próbnika pasywnego, oznaczona symbolem **NF**,
- metoda pompowania z minimalną wydajnością za pomocą elektrycznej pompy perystaltycznej, oznaczona symbolem **LF**
- metoda pompowania wody za pomocą pompy głębinowej, oznaczona symbolem **RP**
- metoda pompowania wody za pomocą powierzchniowej pompy ssącej, oznaczona symbolem **S**
- metoda poboru próbek za pomocą próbnika po pompowaniu oczyszczającym otworu, oznaczona symbolem **PP**.

Omawiając zasady zastosowania powyższych metod podaje, że w przypadku pompy głębinowej i powierzchniowej ssącej, doływ wody powinien znajdować się 1-1,5m poniżej zwierciadła. Jest to generalnie słuszne, jednak należy brać pod uwagę, że stóp wody nad pompą może zawierać częściowo wodę stagnującą. Aby uniknąć takiego problemu kluczowe jest opuszczenie pompy lub kosza ssącego na nieco większą głębokość w momencie kiedy pobierana jest próbka. Zwracam również uwagę, że wirnikowe pompy powierzchniowe są wrażliwe na piaszczenie i mogą napowietrzać pompowaną wodę. Wady tej są natomiast pozbawione pompy przeponowe.

W rozdz. 8 Doktorant przedstawia wykaz analizowanych parametrów, a w obszernym zał. 2 omawia przyczyny geogeniczne i antropogeniczne występowania podwyższonych stężeń analizowanych parametrów w oparciu o dane literaturowe. W zał. 3 zawarte są natomiast informacje o pakietach wskaźników jakości wód podziemnych o podwyższonych stężeniach oraz o przykładowych przyczynach ich występowania.

W obszernym rozdz. 9 (6 str.) przedstawia zasady i procedury stosowane przy pobieraniu próbek i badaniach terenowych. Powołuje się tu na uregulowania prawne i normatywne stosowane w Zespole Poboru Próbek Środowiskowych PI6-PIB. Zgodnie z wymogami normy PN-

EN ISO 5667, pobierane były próbki zerowe (terenowe i transportowe) oraz próbki i pomiary dublowane.

Wg informacji zawartej w rozdz. 10 próbki zerowe (terenowe i transportowe) pobrane zostały z 10-ciu losowo wybranych otworów. Analiza próbek zerowych wykazała, że wartości oznaczeń były mniejsze od granicy oznaczalności deklarowanej przez laboratorium co nie dało podstawy do wyznaczenia praktycznej granicy oznaczalności.

Cały obszerny rozdz. 11(47 str) zawiera ocenę wykonanych badań. Do oceny wykorzystane zostały:

- analiza średnich wartości stężeń poszczególnych parametrów
- analiza zmienności (w %) średnich wartości stężeń w stosunku do metody referencyjnej za którą przyjęto metodę poboru za pomocą pompy głębinowej [RP]
- analiza zmienności precyzji i stabilności wyników w oparciu o współczynnik zmienności CV (stosunek odchylenia standardowego do wartości średniej) [w %]
- ocena zmienności współczynnika CV w odniesieniu do metody referencyjnej RP [%].

Podsumowując powyższe oceny Doktorant stwierdza, że wiarygodność stosowanych metod opróbowania jest bardzo podobna i nie ma podstaw do odrzucenia lub preferencji żadnej z metod. W dalszej kolejności zastosowany został test Tukeya, który pozwala na ocenę, czy wyniki uzyskane różnymi metodami różnią się między sobą statystycznie, czy też nie. Wyniki testu prezentowane są na figurach dotyczących wszystkich badanych parametrów. Na figurach oprócz prezentacji testu Tukeya pokazane są również średnie wartości uzyskane dla różnych metod opróbowania. Doktorant analizuje wyniki przedstawione dla różnych parametrów i omawia możliwe przyczyny istotnych różnic pomiędzy stosowanymi metodami poboru próbek. Wskazuje w szczególności na możliwość pobrania wód stagnacyjnych w metodzie **NP** i **LF**. Wskazuje również na wpływ zaburzeń jakie mogą być związane z wykorzystaniem metod pompowych **RP** i **S** (odgazowanie, kawitacja). Doktorant nie przedstawia jednak podsumowania wyników uzyskanych za pomocą testu Tukeya.

Kolejną metodą oceny wyników opróbowania była metoda oparta na bilansie jonowym analiz chemicznych. Ocena wykazała, że najniższe błędy analizy zaznaczały się dla metod **S** i **RP**. Większe błędy dotyczyły metody **NP** i **LF**. Dla metody **NP** maksymalny błąd analizy wyniósł 12,6%.

W rozdz. 12 Doktorant opracował empiryczne wzory przeliczeniowe pozwalające na transformacje wyników uzyskanych różnymi metodami w stosunku do metody referencyjnej RP. Autor proponuje wykorzystanie tych wzorów do użytku praktycznego w celu porównania wyników uzyskanych różnymi metodami.

W rozdz. 13 Doktorant przedstawia klasyfikację jakości wód podziemnych i ich stanu chemicznego na podstawie danych pozyskanych w badanych otworach przy wykorzystaniu różnych metod opróbowania. Na podstawie uzyskanych wyników stwierdza, że stosowanie różnych metod opróbowania może mieć wpływ na zmianę klasy jakości i stanu chemicznego wód podziemnych.

W rozdz. 14 wykonana została analiza kosztów związanych z wykorzystaniem różnych metod opróbowania wód podziemnych zastosowanych w rozprawie. Analiza wykazała, że najniższe koszty generuje zastosowanie metody **NP** i **LF**. Wyższe koszty dotyczą metody **RP** i **S**, a najwyższe metody **PP**.

W rozdz. 15 Doktorant podsumowuje wynik badań i przedstawia wnioski. Oceniając zastosowane metody poboru próbek i badań terenowych uważa, że wiarygodność wykorzystanych metod jest bardzo podobna i nie widzi podstaw do odrzucenia lub preferencji poszczególnych metod. Stwierdza również, że istnieją istotne różnice statystyczne pomiędzy metodami. Oceniając przyczyny tych różnic zwraca uwagę na wpływ obróbki mechanicznej próbek, obniżenie zawartości gazów rozpuszczonych i kawitację.

3. Uwagi ogólne do treści rozprawy.

Oprócz uwag, które zamieściłem przy omawianiu treści rozprawy zwracam jeszcze uwagę na następujące problemy:

- a) Przy omawianiu pochodzenia próbki w zależności od stosowanej metody opróbowania. Doktorant zakłada jednorodność osadów w strefie zafiltrowania i związaną z tym jednorodność chemizmu pobieranej próbki. Z analizy profili otworów wynika jednak, że w strefie zafiltrowania może występować duża niejednorodność np. występowanie warstwy żwirów i piasków. W tej sytuacji wody dopływające z różnych stref filtra mogą się różnić. Może tu mieć w szczególności znaczenie przy metodach bez pompowych.

- b) Do badań wykorzystane zostały otwory o różnej średnicy. Sądzę, że mogło to mieć pewien wpływ na wyniki opróbowania i warto ocenić wpływ tego problemu, co nie zostało podjęte przez Doktoranta.
- c) Doktorant dużo uwagi poświęcił sprawności hydraulicznej otworów. Nie przedstawił jednak szczegółów dotyczących ich konstrukcji w tym uszczelnienia filtra oraz głowicy otworu. Sądzę, że to należało uwzględnić również przy wyborze otworów do badań.
- d) W rozdziale 11 zawarta jest informacja, że dla wszystkich wytypowanych otworów przeprowadzono „jednoczasowe” opróbowanie każdą z zastosowanych metod. Warto jednak było podać w jaki sposób zostało to wykonane, jaka była kolejność zastosowania poszczególnych metod oraz czy uwzględniono przerwy czasowe pomiędzy użyciem poszczególnych metod, a jeśli tak to jakie?
- e) Opisując w rozdz.7 metodę poboru próbek Doktorant nie podaje pewnych istotnych szczegółów. Chodzi w szczególności o sposób napełniania butelek (pojemników). Właściwe napełnienie butelki powinno polegać na wprowadzeniu wężyka do dna butelki i pobraniu próbki dopiero wtedy kiedy woda wypełniająca butelkę, mająca kontakt z atmosferą, zostanie wyparta (wypłynie) i butelka wypełni się świeżą wodą, która nie miała kontaktu z atmosferą. Zastosowanie powyższej zasady jest proste w przypadku metody **RP** i **S**. Nie wiadomo natomiast czy było to możliwe w metodach **NP**, **LF** i **PP**.

4. Uwagi szczegółowe

Str. 65 i 67 Zawarta jest tu informacja, że woda pompowana z otworów była odprowadzana „na większą odległość”. Ważne jest jednak jaka to była odległość od otworu biorąc pod uwagę łatwość przenikania wody do płytkiej, gruntowej warstwy wodonośnej.

Str.76 Podano tu, że anionowe próbki wody nie były utrwalane (konserwowane). Próbki te były dostarczane do laboratorium nawet po 72 godzinach. W próbkach takich nawet w temperaturze nie przekraczającej 8^oC mogły zachodzić pewne procesy biochemiczne dotyczące w szczególności przemian związków azotu. Aby zapobiec rozwojowi tych procesów niektóre laboratoria stosują prostą metodę konserwacji polegającą na dodawaniu niewielkiej ilości chloroformu. Sądzę, że warto wprowadzić tą metodę przy realizacji monitoringu krajowego.

Str. 76 Zawarta jest tu informacja, że pojemniki z próbkami różnego rodzaju były od siebie odseparowane w celu zapobieżenia kontaminacji krzyżowej. Nie podano jednak jak to zostało wykonane.

Str.77 Wspomina się tu o sączeniu próbek „in-situ”. Nie podano jednak czy i jakie próbki były sączone.

Str. 80 i 81 Na stronie 80 podano, że badania dotyczyły 52 parametrów, a na str. 81, że 54.

Str. 95, w. 9d Nie bardzo wiadomo co oznacza pojęcie „odmieszanie próbki”.

Str. 124 Na stronie tej powtórzony został fragment tekstu – 6 wierszy dolnego akapitu stanowi powtórzenie akapitu powyżej.

Str. 125, w.2g Pompa ssąca powierzchniowa została nazwana błędnie pompą zatapialną.

Str. 145, w.6d Nie bardzo wiadomo co ma oznaczać pojęcie „obciążeń analitycznych”.

5. Ocena rozprawy doktorskiej

Praca doktorska mgr. M. Wyszomierskiego dotyczy ważnego i aktualnego problemu jakim jest właściwy pobór próbek do badań laboratoryjnych w ramach realizacji monitoringu wód podziemnych. Podejmując ten problem Doktorant przyjął założenie, że wyniki uzyskiwane za pomocą różnych metod opróbowania mogą się różnić co może prowadzić do błędnej interpretacji klas jakości wód i ich stanu chemicznego. W celu udowodnienia tej tezy wykonał pobór próbek za pomocą pięciu różnych metod. Pobory próbek i badania terenowe kilku parametrów wykonane zostały na sieci 24 otworów badawczych ujmujących wody płytkiego, pierwszego poziomu wodonośnego. Do badań zostały wybrane otwory o dobrym stanie technicznym i dobrej sprawności hydraulicznej. Uzyskane wyniki opracował wykorzystując różne metody statystyczne oraz bilans jonowy na podstawie wyników badań laboratoryjnych. Wykonane badania potwierdziły założoną tezę o zróżnicowaniu wyników uzyskanych przy zastosowaniu różnych metod opróbowania. W tej sytuacji Doktorant zaproponował wzory statystyczne pozwalające na przeliczenie wyników uzyskiwanych różnymi metodami w stosunku do najpowszechniej stosowanej metody poboru próbek za pomocą pompy głębinowej. Opracowane wzory mogą być wykorzystane w praktyce do rekonyliacji wyników uzyskiwanych różnymi metodami. Wypracowana metodyka badań i oceny wyników może być natomiast

wykorzystana do rozwiązywania dalszych problemów dotyczących realizacji badań monitoringowych. Dotyczyć to może poboru próbek z głębszych otworów oraz wykorzystania również innych metod i urządzeń do poboru próbek.

Oceniając rozprawę należy podkreślić, że Doktorant wykazał się dużą wiedzą i doświadczeniem w zakresie realizacji badań monitoringowych. Doświadczenie nabył uczestnicząc w realizacji monitoringu prowadzonego przez PIG – PIB. Wielokrotnie uczestniczył również w cyklicznych badaniach biegłości w porównaniach międzylaboratoryjnych. Wykazał się ponadto dobrą znajomością problematyki hydrogeochemicznej dotyczącej monitoringu wód podziemnych. Wykazał również dobrą znajomość bardzo bogatej literatury cytowanej w pracy, a także aktów prawnych i normatywnych dotyczących badań monitoringowych wód podziemnych.

Praca napisana została dobrym językiem i zawiera niewiele drobnych błędów i literówek. Dobrze dopracowane i czytelne są również materiały ikonograficzne. Należy jednak wytknąć autorowi rozwlekłość tekstu oraz zawartość różnych informacji nie związanych bezpośrednio z wykonywanymi badaniami.

6. Wniosek końcowy

Stwierdzam, że rozprawa doktorska mgr M. Wyszomierskiego stanowi oryginalne, samodzielne osiągnięcie badawcze w zakresie monitoringu wód podziemnych i hydrogeochemii. Doktorant wykazał umiejętność samodzielnego prowadzenia badań naukowych a Jego praca stanowi istotne osiągnięcie badawcze w zakresie problematyki poboru próbek do analiz laboratoryjnych wód podziemnych oraz realizacji badań terenowych w trakcie poboru próbek.

Wyniki pracy mają również znaczenie praktyczne i mogą być wykorzystane nie tylko przy realizacji monitoringu prowadzonego przez PIG-PIB ale również przy prowadzeniu różnego typu monitoringów regionalnych i lokalnych gdzie często pobór próbek wód podziemnych do analiz laboratoryjnych prowadzony jest niewłaściwie. Sądzę również, że rozprawa doktorska Doktoranta może stanowić zaczątek poradnika dotyczącego poboru próbek do analiz laboratoryjnych, który w najbliższym czasie powinien być opracowany i wydany.

Przedstawione w recenzji uwagi krytyczne nie podważają zasadniczych osiągnięć merytorycznych rozprawy. Uważam, że spełnia ona wymagania Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r (Dz.U. z 2024 r. poz.1571, z późn.zm.)

Wnoszę zatem o dopuszczenie Doktoranta do publicznej obrony.

Janusz Górski


Poznań, 29 sierpień 2025r.