

**Recenzja rozprawy doktorskiej**

**mgr Roksany Kruć-Fijałkowskiej**

**pt. *Mikrozanieczyszczenia organiczne w wodach powierzchniowych i infiltracyjnych ujęcia Mosina-Krajkowo zaopatrującego aglomerację poznańską***

**promotorzy:**

**dr hab. Krzysztof Dragon, prof. UAM,**

**dr hab. Dariusz Drożdżyński**

**Podstawa opracowania**

Podstawą recenzji rozprawy doktorskiej mgr Roksany Kruć-Fijałkowskiej pt. *Mikrozanieczyszczenia organiczne w wodach powierzchniowych i infiltracyjnych ujęcia Mosina-Krajkowo zaopatrującego aglomerację poznańską* jest pismo Przewodniczącego Rady naukowej dyscypliny nauki o Ziemi i środowisku Uniwersytetu Adama Mickiewicza, dr hab. Grzegorza Rachlewicza, prof. UAM, z dnia 02.03.2022, przekazane mi wraz z egzemplarzem rozprawy. Oceny pracy dokonałem odnosząc się do przepisów *Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz.U. 2018 poz. 1668 z późn. zm.)*.

**Ogólna charakterystyka rozprawy**

Recenzowana rozprawa ma formę zbioru czterech powiązanych tematycznie artykułów opublikowanych w międzynarodowych czasopismach naukowych uwzględnionych w wykazie MEiN:

[1] Dragon K., Górski J., Kruć R., Drożdżyński D., Grischek T., 2018. Removal of Natural Organic Matter and Organic Micropollutants during Riverbank Filtration in Krajkowo, Poland. *Water*, 10, 1457.

(IF 2,524, pkt. MEiN 100, udział Autorki w powstaniu artykułu: 40%)

[2] Dragon K., Drożdżyński D., Górski J., Kruć R., 2019. The migration of pesticide residues in groundwater at a bank filtration site (Krajkowo well field, Poland). *Environmental Earth Sciences*, 78, 593.

(IF 2,18, pkt. MEiN 70, udział Autorki w powstaniu artykułu: 20%)

[3] Kruć R., Dragon K., Górski J., 2019. Migration of Pharmaceuticals from the Warta River to the Aquifer at a Riverbank Filtration Site in Krajkowo (Poland). *Water*, 11, 2238.

(IF 2,544, pkt. MEiN 100, udział Autorki w powstaniu artykułu: 80%)

[4] Kruć-Fijałkowska R., Dragon K., Drożdżyński D., 2022. Factors affecting the concentrations of pharmaceutical compounds in river and groundwaters: efficiency of riverbank filtration (Mosina-Krajkowo well field, Poland). *Geological Quarterly*, 66: 3.

(IF 1,35, pkt. MEiN 100, udział Autorki w powstaniu artykułu: 90%)

Udział Autorki w poszczególnych artykułach został określony i potwierdzony przez współautorów w załączonych oświadczeniach. Uśredniony udział autorki w całym cyklu publikacji wynosi 57,5%.

Artykuły poprzedzono wstępem liczącym 8 stron, w którym Autorka przedstawia ogólny kontekst swojej pracy doktorskiej, formułuje jej tezę i cele, omawia zastosowaną metodykę i zawartość poszczególnych artykułów oraz prezentuje wnioski z przeprowadzonych badań.

We wstępie Autorka stawia hipotezę badawczą o możliwości występowania mikrozanieczyszczeń organicznych w wodach rzeki Warty, które mogą migrować do studni ujęcia infiltracyjnego Mosina-Krajkowo. Następnie formułuje trzy cele badawcze, którymi są:

1. Rozpoznanie mikrozanieczyszczeń organicznych występujących w wodach rzecznych i infiltracyjnych ujęcia Mosina-Krajkowo;
2. Zidentyfikowanie czynników i procesów warunkujących migrację mikrozanieczyszczeń organicznych z rzeki do studni;
3. Wypracowanie wskazówek dla projektowania i monitoringu ujęć infiltracyjnych w kontekście nowopojawiających się mikrozanieczyszczeń.

Umieszczone na końcu części wstępnej wnioski nawiązują do przytoczonych powyżej celów pracy.

Artykuły stanowiące zasadniczą część rozprawy przedstawiono wyniki badań wykonanych na jednym obiekcie – ujęciu Mosina-Krajkowo, które zaopatruje w wodę aglomerację poznańską. Badania dotyczyły wskaźników jakościowych wody w Warcie oraz wybranych studniach ujęcia i prowadzone były w okresie 2016-2020 (w pewnym stopniu wykorzystano również wyniki wcześniejszych badań przekazane przez operatora ujęcia). Autorka koncentruje swoją uwagę na dwóch grupach zanieczyszczeń organicznych, są to farmaceutyki i pestycydy.

### **Ocena pracy**

W pracy podjęto tematykę występowania i migracji mikrozanieczyszczeń organicznych: farmaceutyków i pestycydów w wodach wybranego ujęcia infiltracyjnego. Farmaceutyki i pestycydy są zanieczyszczeniami występującymi z reguły w niewielkich stężeniach, stąd też ich oznaczenie wymaga zaawansowanych metod analizy chemicznej. Jednocześnie są one przedmiotem wzrastającego zainteresowania naukowców i administratorów systemów zaopatrzenia w wodę, ze względu na ich potencjalnie szkodliwe oddziaływanie na żywe organizmy. Temat pracy doktorskiej należy uznać za bardzo aktualny, wpisujący się w trendy nauki światowej, a jednocześnie ambitny i wymagający badań interdyscyplinarnych, na styku chemii środowiska i hydrogeologii. Dużą zaletą

pracy jest jej wyraźny wymiar praktyczny, badania przeprowadzono na ujęciu wody jednego z największych miast w Polsce.

Odnosząc się do przytoczonych wcześniej trzech celów pracy, należy stwierdzić, że niewątpliwym osiągnięciem Autorki jest przeprowadzenie szczegółowych oznaczeń chemicznych, wykazujących obecność szeregu mikrozanieczyszczeń organicznych w wodach ujęcia, oraz określenie zmienności przestrzennej i czasowej ich stężenia. Uzyskane w ten sposób wyniki mają duży walor poznawczy. Wykazano istotne zmniejszenie stężenia wielu mikrozanieczyszczeń wraz z rosnącą odległością studni od brzegu rzeki oraz znaczne zmiany stężenia w czasie, powiązane ze zmiennością opadów, natężenia przepływu w rzece oraz (w przypadku pestycydów) z kalendarzem praktyk rolniczych.

W nawiązaniu do drugiego celu badań, Autorka wskazuje, że zmniejszenie stężenia zanieczyszczeń w studniach spowodowane jest mieszaniem wód pochodzenia rzecznoego z wolną od zanieczyszczeń wodą podziemną, sorpcją oraz biodegradacją aerobową. Z kolei na stopień mieszania wód w studniach ma wpływ budowa geologiczna, przewodność warstwy wodonośnej, głębokość zafiltrowania oraz wydajność studni. Istotny udział rozcieńczania w zmniejszaniu stężenia mikrozanieczyszczeń nie ulega wątpliwości. Natomiast w przypadku sorpcji i biodegradacji Autorka wskazała na możliwość oddziaływania tych procesów na podstawie przeglądu literatury i ogólnych informacji o warunkach hydrogeologicznych na obszarze ujęcia. Mamy tu więc do czynienia raczej z hipotezami, które wymagałyby udowodnienia w toku dalszych badań, na przykład laboratoryjnych lub modelowych.

Trzeci cel pracy, czyli wypracowanie wskazówek dla projektowania i monitoringu ujęć infiltracyjnych w mniejszym stopniu znajduje odzwierciedlenie w treści rozprawy. W artykułach [1-3] wskazano, że studnie pionowe są preferowane względem studni poziomych z drenami pod dnem rzeki. Odległość studni pionowych od brzegu rzeki nie powinna być mniejsza od 60 m, zalecając odległości w przedziale 150-250 m, odpowiadające czasowi przepływu od rzeki do studni około pół roku. Wytyczne te mają jednak zastosowanie przede wszystkim do badanego ujęcia, trudno je uogólnić na inne obiekty różniące się warunkami hydrogeologicznymi. Zgodnie ze słowami Autorki ze wstępu (str. 13) "W ramach prowadzonych badań wypracowano metodykę opróbowania studni i piezometrów na ujęciach infiltracyjnych". Z dalszego tekstu wynika, że chodzi o zapewnienie, aby przed poborem próbki studnia pracowała przynajmniej tak długo, ile wynosi czas dopływu wody z rzeki do studni. To zagadnienie nie jest jednak omawiane w artykułach tworzących zasadniczą część rozprawy.

Poniżej zwracam uwagę na kilka kwestii, wymagających moim zdaniem dodatkowych wyjaśnień ze strony Autorki:

1. Na str.10 Autorka stwierdza: „W roku 2019 w ramach przedłożonej rozprawy doktorskiej pod opieką promotora opracowano metodykę jednoczesnego oznaczania pestycydów i farmaceutyków w Laboratorium Instytutu Ochrony Roślin – Państwowego Instytutu Badawczego w Poznaniu.” Należy rozumieć, że metodyka ta została wykorzystana w artykule [4], jednak w oświadczeniu dotyczącym tego artykułu Doktorantka nie wspomina o swoim udziale w opracowaniu metodyki analiz chemicznych. Wskazane byłoby wyjaśnić, czy Doktorantka uczestniczyła w opracowaniu metodyki, czy też tylko wykorzystwała ją w swoich badaniach.
2. We wszystkich artykułach zmniejszenie stężenia poszczególnych substancji określane jest jako „removal”, czyli usuwanie. Jednak przedstawione przez Autorów informacje wskazują, że

jednym z głównych procesów prowadzących do zmniejszenia stężenia jest mieszanie się wody pochodzącej z infiltracji rzecznej z wodą podziemną innego pochodzenia, dopływającą do poszczególnych studni. Bardziej szczegółową dyskusję tego zagadnienia zawarto jedynie w artykule [4], jednak i w tym przypadku analiza ma charakter bardziej jakościowy niż ilościowy. Np. oznaczone stężenia farmaceutyków konserwatywnych (nie podlegających sorpcji i degradacji) można wykorzystać do określenia proporcji wód pochodzenia rzecznej w poszczególnych studniach i porównać wyniki z przytaczanymi w artykule oszacowaniami uzyskanymi na podstawie numerycznego modelu przepływu.

3. W końcowej części wstępu Autorka, przedstawiając wnioski, stwierdza: „... porównywanie próbek wód rzecznych i infiltracyjnych pobranych w tym samym momencie może być obarczone błędem”. Zgadzam się z tym twierdzeniem, jednak należy zwrócić uwagę, że znaczna część analiz przedstawionych w rozprawie dotyczy właśnie porównywania stężeń w próbkach pobranych w różnych odległościach od rzeki w tym samym czasie. W poszczególnych artykułach Autorzy zwracają uwagę na tą kwestię tłumacząc obserwowany wzrost stężenia niektórych substancji wzdłuż drogi przepływu. Wynika to najprawdopodobniej z występowania wyższego stężenia w wodzie rzecznej w okresie wcześniejszym. Czy Autorka widzi możliwość uwzględnienia wpływu zmiennego stężenia w wodzie rzecznej, np. przy pomocy modelu numerycznego opisującego nieustaloną migrację substancji rozpuszczonej?
4. Artykuł [1], tab. 1. Autorzy porównują średnie stężenia w poszczególnych punktach poboru próbek. Biorąc pod uwagę wcześniejszy komentarz, podejście takie jest uzasadnione, jednak w tym przypadku w każdym punkcie pobrano inną liczbę próbek, inny był również okres wykonywania pomiarów. Czy ograniczenie porównania np. do okresu jednego roku w istotny sposób zmieniłoby wyniki porównania?
5. Artykuł [1]. Nie jest jasne, w jakim okresie prowadzono badania w studniach 1AL i 19L. Nie wiadomo również, do której serii próbek odnoszą się wyniki pokazane na rys. 6 i 7.
6. Artykuł [3] (str. 9, prawa kolumna nad rys. 6). Autorzy podają, że chlorotoluron występował w 2017 r. w studniach, ale nie w wodzie rzecznej, tymczasem z wcześniejszej części artykułu (str. 6 oraz rys. 5) wynika, że substancja ta występowała w wodzie rzecznej.
7. W badaniach opisanych w artykule [4] stężenia rozpuszczonego węgla organicznego (DOC) w studni poziomej i studniach pionowych są do siebie zbliżone, natomiast w artykule [1] stężenie DOC w studniach pionowych jest wyraźnie niższe niż w studni poziomej. W artykule [4] wspomniano jako możliwą przyczynę takiego stanu rzeczy różnice poziomu wody w Warcie. Czy jest to jedyny czynnik i którą sytuację należy traktować jako bardziej reprezentatywną w perspektywie długoterminowej eksploatacji ujęcia?

Rozprawa jest dobrze przygotowana od strony redakcyjnej. Jej główną część stanowią artykuły opublikowane w anglojęzycznych czasopismach naukowych, które przeszły proces recenzji naukowej i korekty redakcyjnej. Błędy są nieliczne (np. w artykule [2] w podpisie Fig. 5 podano rok 2019, z tekstu wynika, że chodzi o rok 2017; w tym samym artykule w spisie literatury podano podwójnie datę w pozycji Przybyłek i in. (2017)). Tabele i rysunki są czytelne i dobrze komponują się z tekstem.

### **Wniosek końcowy**

Moim zdaniem oceniana rozprawa doktorska spełnia wymogi określone w *Ustawie z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz.U. 2018 poz. 1668 z późn. zm.)*. Stanowi oryginalne rozwiązanie problemu naukowego, jakim jest rozpoznanie występowania mikrozanieczyszczeń organicznych na ujęciu infiltracyjnym Mosina-Krajkowo oraz czynników wpływających na ich migrację w wodach podziemnych. Wchodzące w skład rozprawy artykuły wykazują również ogólną wiedzę teoretyczną Autorki w zakresie hydrogeologii i chemii środowiska, a także umiejętność prowadzenia przez Autorkę samodzielnych badań naukowych. Wniosuję zatem o przyjęcie rozprawy i dopuszczenie Autorki do obrony.

Adam Szymkiewicz