



Poznań, 20 sierpnia 2022 r.

dr hab. Krzysztof Dragon, Prof. UAM  
Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu  
Wydział Nauk Geograficznych i Geologicznych  
Instytut Geologii  
ul. Bogumiła Krygowskiego 12  
61-680 Poznań

## Recenzja

### rozprawy doktorskiej mgr Kingi Ślósarczyk

pt.: „Występowanie farmaceutyków i środków higieny osobistej w środowisku wodnym w wybranych obszarach południowej Polski”

Promotor rozprawy: prof. dr hab. Andrzej Witkowski

Promotor pomocniczy: dr Sabina Jakóbczyk-Karpierz

## Podstawa opracowania

Podstawą formalną recenzji rozprawy doktorskiej mgr Kingi Ślósarczyk pt.: „Występowanie farmaceutyków i środków higieny osobistej w środowisku wodnym w wybranych obszarach południowej Polski” jest pismo Dziekana Wydziału Nauk Przyrodniczych Uniwersytetu Śląskiego w Katowicach. Oceny rozprawy doktorskiej dokonano w odniesieniu do przepisów Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz.U. 2021 poz.478 z późn. zm.).

## Ogólna charakterystyka rozprawy

W pracy podjęto tematykę oceny występowania farmaceutyków i środków ochrony osobistej na wybranych poligonach badawczych, zlokalizowanych na terenie południowej Polski. W ramach przeprowadzonej oceny wykonano szereg prac terenowych, które przede wszystkim obejmowały opróbowanie hydrochemiczne oraz rozpoznanie sozologiczne. Badania te były podstawą dalszych prac kameralnych, związanych z interpretacyjną uzyskanych wyników. Badania przeprowadzono dwuetapowo, w pierwszej kolejności wykonano tzw. badania pilotażowe, które objęły wytypowane siedem obszarów badawczych. Następnie prowadzono szersze badania na czterech wytypowanych obszarach: na dwóch była to kontynuacja badań pilotażowych, zaś kolejne dwa obszary włączono dodatkowo.

Prezentowane w pracy badania poprzedzone były przeglądem literatury. W pierwszej kolejności na podstawie danych literaturowych zdefiniowano i szeroko scharakteryzowano występowanie poszczególnych grup farmaceutyków i środków ochrony osobistej wraz z identyfikacją źródeł ich pochodzenia w środowisku wodnym. Następnie przeanalizowano procesy i czynniki warunkujące występowanie farmaceutyków w wodach, z uwzględnieniem procesów ich migracji w wodach podziemnych. Przeanalizowano też regulacje prawne dotyczące badań farmaceutyków.

Przedstawiona rozprawa doktorska składa się z siedmiu rozdziałów. Pierwszy rozdział stanowi „Wstęp”, w którym podjęto się uzasadnienia wyboru tematu badań oraz scharakteryzowano cel i zakres pracy. W rozdziale 2 przedstawiono przegląd literatury, w pierwszej kolejności koncentrując się na szerokiej charakterystyce poszczególnych grup farmaceutyków i środków ochrony osobistej. Następnie dogłębnie przeanalizowano potencjalne źródła występowania farmaceutyków w środowisku wodnym. Na tym tle przeprowadzono analizę występowania farmaceutyków w ściekach komunalnych, wodach powierzchniowych i podziemnych oraz wodach przeznaczonych do konsumpcji. Podkreślić należy, że przeprowadzona charakterystyka dokonana została na podstawie literatury światowej ale ze szczególnym uwzględnieniem warunków polskich. Następnie przeanalizowano procesy i czynniki wpływające na występowanie farmaceutyków w wodach z uwzględnieniem własności fizykochemicznych mikrozanieczyszczeń oraz procesów ich migracji w wodach podziemnych. W dalszej kolejności scharakteryzowano krótko techniki analityczne oznaczeń farmaceutyków oraz metody ich usuwania stosowane podczas procesów uzdatniania wód przeznaczonych do konsumpcji. Ponadto szczegółowo przeanalizowano regulacje prawne

dotyczące badań farmaceutyków, uwzględniając zarówno stan prawny w tym zakresie w Unii Europejskiej jak i regulacje prawne w Polsce. Rozdział 3 dotyczy charakterystyki badanych obszarów i obiektów. Opisy podzielono na obiekty i obszary badań pilotażowych, które scharakteryzowano bardzo krótko oraz poligony badawcze wytypowane do szerszych badań, ze stosownie szerszym opisem. W charakterystyce skoncentrowano się głównie na hydrografii terenu, opisie sposobu zagospodarowania przestrzennego terenu oraz budowie geologicznej i warunkach hydrogeologicznych. Rozdział ten jest bogato ilustrowany w postaci czytelnych map, gdzie w sposób syntetyczny skompilowano dane pochodzące z różnych źródeł (baza Corine Land Cover, Mapa Geośrodowiskowa Polski, Mapa Hydrogeologiczna Polski, czy Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski), oraz zestawień tabelarycznych dotyczących poszczególnych obiektów badań. Jednak charakterystyka poszczególnych obszarów badań, a szczególnie warunków hydrogeologicznych jest moim zdaniem zbyt zawężona, brakuje w niej bowiem analizy elementów istotnych z punktu rozpatrywanej tematyki badań. Dotyczy to szczególnie obszarów, na których prowadzone były szczegółowe badania, mające wyjaśnić genezę i procesy warunkujące występowanie i procesy migracji mikrozanieczyszczeń w wodach podziemnych. Zabrakło tu przede wszystkim bardziej szczegółowej analizy litologii poszczególnych warstw wodonośnych, ich stopnia przepuszczalności i izolacji od powierzchni terenu, a na ujęciach infiltracyjnych analizy wzajemnych stosunków wody powierzchniowe/wody podziemne. Dla ilustracji warunków hydrogeologicznych zabrakło w szczególności przekrojów hydrogeologicznych (czy syntetycznych profili geologicznych), które w sposób graficzny pomogłyby czytelnikowi analizować przedstawione w pracy wnioski. W rozdziale 4 opisano metodykę badań. Opisano tu prace kameralne, prace terenowe związane z poborem próbek wód do analiz, metodykę oznaczeń laboratoryjnych. Przy opisie zaplanowanych i realizowanych badań zabrakło informacji jakie czynniki brano pod uwagę przy wyborze punktów opróbowania na poszczególnych obiektach. Rozdział ten moim zdaniem mógłby zostać umieszczony przed charakterystyką obszarów badań, uniknięto by wtedy np. powtórzeń dotyczących okresów badań na poszczególnych obiektach. Metodykę pracy należy ocenić bardzo pozytywnie. Realizacja celu pracy wymagała bowiem zarówno przeprowadzenia własnych prac terenowych jak i pracochłonnego przeanalizowania danych archiwalnych i przygotowania poszczególnych map tematycznych, będących podstawą dalszych interpretacji. Rozdział 5 jest najobszerniejszym rozdziałem pracy, liczy bowiem aż 53 strony. Zawarto w nim opis wyników badań. Opisy podzielono na dwie części, pierwsza mniej obszerna dotyczy wyników badań pilotażowych, druga bardziej obszerna dotyczy badań na poligonach badawczych. Podkreślić należy, że wyniki badań farmaceutyków na poligonach

badawczych przedstawione są na tle ogólnego rozpoznania chemizmu wód. Dużą objętość tego rozdziału tłumaczy fakt zaprezentowania obszernych ale przejrzystych zestawień tabelarycznych oraz wykresów i map. Kolejny 6 rozdział dotyczy analizy i dyskusji wyników badań. Oprócz badań wód powierzchniowych i podziemnych analizę wzbogacono o efektywność oczyszczania ścieków w zakresie farmaceutyków, co wydaje się słuszne z uwagi na fakt, że to właśnie oczyszczone ścieki komunalne są głównym powodem zanieczyszczenia środowiska wodnego farmaceutykami. W analizie wyników badań skupiono się przede wszystkim na identyfikacji źródeł pochodzenia farmaceutyków w nawiązaniu do sposobu zagospodarowania przestrzennego terenu, przy czym interpretację wsparto wynikami ogólnego rozpoznania hydrochemicznego. Ponadto przeprowadzono też analizę zmienności stężeń farmaceutyków w czasie. Rozdział ten ilustrują bardzo przejrzyste mapy tematyczne oraz wykresy. Zabrakło jednak szerszej analizy wyników badań w aspekcie podatności wód podziemnych na zanieczyszczenie z powierzchni oraz szerszej analizy relacji wód powierzchniowych i podziemnych na ujęciach infiltracyjnych. Rozdział ten kończy całościowa analiza występowania farmaceutyków i środków ochrony osobistej dla wszystkich badanych obiektów, gdzie przeanalizowano częstotliwość wykrywania poszczególnych substancji oraz porównano wykrywane stężenia z badaniami z innych rejonów. Rozprawę doktorską kończy rozdział 7 („Podsumowanie i wnioski”), gdzie w sposób syntetyczny zawarto wnioski wynikające z przedstawionych w pracy badań. Oceniana rozprawa doktorska oprócz opisanych wyżej rozdziałów zawiera spis bogatej literatury, przejrzyste spisy treści (w tym rysunków i tabel) oraz streszczenie w języku angielskim zawarte na końcu pracy.

## Ocena rozprawy

Autorka rozprawy podjęła się zadania polegającego na analizie występowania mikrozanieczyszczeń organicznych (głównie farmaceutyków i środków ochrony osobistej) w wodach powierzchniowych i podziemnych na wybranych obszarach testowych, zlokalizowanych w południowej Polsce. Zadanie to realizowano głównie w oparciu o własne analizy hydrochemiczne, wykonane w ramach realizowanej pracy doktorskiej. W ramach pracy badano też występowanie farmaceutyków i środków ochrony osobistej w oczyszczalniach ścieków, czyli obiektach będących dostawcą analizowanych zanieczyszczeń do środowiska wodnego.

Analiza występowania farmaceutyków i środków ochrony osobistej w środowisku wodnym jest w ostatnich latach bardzo istotnym zagadnieniem badawczym, o czym świadczy chociażby ilość publikacji naukowych poświęconych temu zagadnieniu cytowana w ocenianej rozprawie doktorskiej. Szczególnie liczne są publikacje dotyczące występowaniu farmaceutyków w wodach powierzchniowych. Stosunkowo niewiele jest natomiast publikacji, które dotyczą wód podziemnych. W tym kontekście tematykę rozpatrywanej pracy doktorskiej uznać należy jako bardzo aktualną, wpisującą się w aktualne trendy w nauce światowej. Stąd moim zdaniem przedstawione w rozprawie doktorskiej badania stanowią istotny wkład w lepsze zrozumienie warunków występowania i migracji mikrozanieczyszczeń organicznych w wodach podziemnych. Znaczenie analizowanej w rozprawie problematyki w pełni uzasadnia wybór takiej tematyki rozprawy doktorskiej. Podkreślenia wymaga również fakt, że występowanie farmaceutyków w wodach przeznaczonych do picia stanowi coraz większe zainteresowanie administratorów systemów zbiorowego zaopatrzenia w wodę. Co prawda substancje te w chwili obecnej nie są badane w ramach monitoringów kontrolnych ujęć wód ale jak wykazała Autorka pracy, na poziomie UE trwają prace mające na celu włączenie tych substancji do listy substancji monitorowanych obligatoryjnie w wodach. Czynniki ten powoduje, że badania przedstawione w pracy mają użyteczny charakter.

Dużym walorem pracy jest określenie poziomu występowania mikrozanieczyszczeń organicznych na tak wielu obszarach (łącznie 9 obszarów) w rejonie południowej Polski oraz porównanie uzyskanych wyników badań z innymi rejonów Polski. Wnosi to duży wkład w rozpoznanie występowania mikrozanieczyszczeń, które do chwili obecnej badane były stosunkowo rzadko.

Oceniając rozprawę od strony redakcyjnej podkreślić należy wysoki poziom edytorski pracy. Praca pisana jest poprawnym językiem, generalnie poprawnie od strony terminologicznej (choć zdarzają się nieprecyzyjne sformułowania). Treść merytoryczną pracy Autorka potrafiła przedstawić w miarę syntetyczny sposób. Wysoko oceniam również stronę graficzną pracy. Do walorów pracy zaliczyć należy duży udział opracowań ikonograficznych w stosunku do tekstu.

## Uwagi krytyczne

Podczas analizy przedstawionego do oceny materiału nasuwają się następujące uwagi krytyczne czy zagadnienia dyskusyjne:

- w moim odczuciu w zbyt zawężony sposób przeanalizowano warunki migracji mikrozanieczyszczeń związane ze zmiennością warunków hydrogeologicznych. Brak jest na przykład powiązania procesów sorpcji czy biodegradacji ze zmiennością litologiczną osadów (szczególnie w aspekcie występowania substancji organicznej) i zmiennością przepuszczalności skał. W przypadku ujęć infiltracyjnych w bardzo ograniczonym stopniu analizowano bilans zasilania poszczególnych studni w aspekcie udziału zanieczyszczonych wód powierzchniowych w ogólnym bilansie wód dopływających do studni. Przy interpretacji danych zabrakło też uwzględnienia czasu migracji zanieczyszczeń z wód powierzchniowych do analizowanych studni,
- należy doprecyzować jakie czynniki brano pod uwagę przy selekcji punktów poboru próbek do analiz, w pracy nie podano, czy przy wyborze opróbowanych punktów brano pod uwagę reżim eksploatacji studni,
- w tabelach dotyczących charakterystyki hydrologicznej badanych rzek podano stany wód i wartości natężenia przepływu z okresu prowadzonych badań. Pomocne byłyby też wartości maksymalne i minimalne aby określić z jakim przepływem w rzekach mieliśmy do czynienia w okresach badań terenowych,
- należy doprecyzować jaką wydajność (aktualna, eksploatacyjna?) studni podano w tabelach charakteryzujących punkty poboru próbek wód do analiz fizykochemicznych, zabrakło informacji o charakterze zwierciadła wód podziemnych (swobodne/naporowe), przydatna byłaby też informacja dotycząca miąższości słaboprzepuszczalnego nadkładu,
- należy doprecyzować co znaczy pojęcie zróżnicowane warunki występowania i własności warstw wodonośnych (ZWW) na rys. 11,
- w tabeli stratygraficznej nie ma już trzeciorzędu (str. 63, 77),

Uwagi redakcyjne:

- w tytułach rycin i tabel nie powinno być kropek,
- niezręczne sformułowania, np.: „Dużą część terenu pokrywają tereny leśne” – str. 62, „los mikrozanieczyszczeń ...” – str. 45, „piaszczyste czwartorzędowe piętro wodonośne” – str. 59.

## Podsumowanie

Zakres prac prezentowanych w rozprawie doktorskiej, przeprowadzona analiza wyników badań oraz zestawienie wniosków wskazuje na prawidłowe, syntetyczne ujęcie problemu badawczego. Świadczy to o umiejętności przeprowadzenia przez Doktorantkę syntezy naukowej. Rozprawa doktorska mgr Kingi Ślósarczyk głównie dzięki wartości poznawczej ale i użytecznej stanowi ważny wkład w rozwój nauk o Ziemi i środowisku, a w tym w rozwój hydrogeologii.

## Wniosek końcowy

Przedstawiona do oceny rozprawa doktorska mgr Kingi Ślósarczyk pt.: „Występowanie farmaceutyków i środków higieny osobistej w środowisku wodnym w wybranych obszarach południowej Polski” stanowi oryginalne rozwiązanie problemu badawczego. Postawiony cel badawczy rozprawy został w pełni osiągnięty. Stwierdzam, że oceniana rozprawa doktorska spełnia wymogi w odniesieniu do przepisów Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz.U. 2021 poz.478 z późn. zm.). W związku z powyższym wnioskuję o jej przyjęcie i dopuszczenie do publicznej obrony.