



## **Politechnika Warszawska**

Wydział Instalacji Budowlanych,  
Hydrotechniki i Inżynierii Środowiska

Prof. dr hab. Małgorzata Wojtkowska  
Politechnika Warszawska  
Ul. Nowowiejska 20  
00-653 Warszawa  
[malgorzata.wojtkowska@pw.edu.pl](mailto:malgorzata.wojtkowska@pw.edu.pl)

Warszawa, 17.12.2025 r.

### **Recenzja**

rozprawy doktorskiej **mgr inż. Aliny Pohl**

pt. „**Wybrane związki organiczne stosowane do produkcji tworzyw sztucznych,  
w osadach dennych zbiorników wodnych, w warunkach antropopresji zróżnicowanej**”

#### **1. Przedmiot rozprawy**

Recenzję rozprawy doktorskiej pt. „*Wybrane związki organiczne stosowane do produkcji tworzyw sztucznych, w osadach dennych zbiorników wodnych, w warunkach antropopresji zróżnicowanej*” autorstwa Pani mgr inż. Aliny Pohl przygotowałam na wniosek Rady Naukowej Instytutu Podstaw Inżynierii Środowiska Polskiej Akademii Nauk w Zabrzu. Recenzję wykonałam zgodnie z art. 187 Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz.U. 2024 poz. 1571). Zgodnie z treścią Ustawy rozprawa doktorska powinna stanowić oryginalne rozwiązanie problemu naukowego, wykazywać szeroką wiedzę kandydatki w danej dyscyplinie naukowej i umiejętność samodzielnego prowadzenia badań naukowych. Przedstawiona recenzja odpowiada na pytanie czy i w jaki stopniu rozprawa doktorska spełnia wymagania określone w Ustawie.

Rozprawa doktorska mgr inż. Aliny Pohl przygotowana została w Instytucie Podstaw Inżynierii Środowiska Polskiej Akademii Nauk w Zabrzu pod kierunkiem promotora dr hab. inż. Macieja Kosteckiego, prof. Instytutu oraz promotor pomocniczej dr hab. inż. Malwiny Tytły, prof. Instytutu.

## 2. Ocena rozprawy doktorskiej

Przedstawiona rozprawa doktorska dotyczy bardzo ważnego zagadnienia, o istotnym znaczeniu środowiskowym: *zanieczyszczenie środowiska wodnego związkami organicznymi wykorzystywanymi w produkcji tworzyw sztucznych w odniesieniu do działalności człowieka.*

Dysertacja została przedstawiona na 227 stronach tekstu w języku polskim wraz ze streszczeniem w języku polskim i angielskim oraz 85 rysunkami, 15 tabelami, 9 wzorami, 266 pozycjami literaturowymi i 15 załącznikami. Przedłożona do oceny dysertacja obejmuje 10 rozdziałów.

W pierwszym rozdziale Doktorantka przedstawiła krótkie wprowadzenie i uzasadnienie podjętego tematu. Drugi rozdział Doktorantka zatytułowała „Hipoteza badawcza”, która brzmi: *„Zanieczyszczenie osadów dennych zbiorników antropogenicznych wybranymi związkami organicznymi, stosowanymi głównie do produkcji tworzyw sztucznych, jest konsekwencją i pozostaje w związku z charakterem użytkowania zlewni tych zbiorników oraz pełnioną przez nie funkcją.”* W mojej opinii jest to teza pracy. Hipoteza to przypuszczenie lub założenie wymagające sprawdzenia, formułowane na początku badania, by przewidzieć związek zmiennych. Teza to ostateczne stwierdzenie lub podsumowanie głównego założenia, które ma zostać udowodnione lub obalone za pomocą argumentów i dowodów, stanowiąc często wniosek z przeprowadzonych analiz badawczych. W mojej opinii Doktorantka postawiła w pracy stwierdzenie o wpływie antropogenicznego oddziaływania na środowisko wodne, a więc tezę.

W kolejnym rozdziale przedstawiony został cel i zakres pracy. Celem przedstawionej do recenzji rozprawy doktorskiej było dokonanie oceny zależności między stężeniami w osadach dennych wybranych związków organicznych, stosowanych głównie do produkcji tworzyw sztucznych, a charakterem użytkowania zlewni w warunkach antropopresji zróżnicowanej. Dodatkowo Doktorantka zdefiniowała cele pośrednie – zbadanie procesu wymywania z tworzyw sztucznych do wody wybranych związków organicznych oraz zoptymalizowanie metodyki przygotowania próbek osadów do analizy wskazanych związków organicznych metodą chromatografii gazowej sprzężonej ze spektrometrią mas. W dalszej części rozdziału omówiła dokładnie zakres prowadzonych badań.

W rozdziale czwartym Autorka dokonała przeglądu literatury. Wskazała, że tworzywa sztuczne są poważnym problemem środowiskowym. Przedstawiła krótką charakterystykę polimerycznych substancji chemicznych szeroko stosowanych w każdej gałęzi życia człowieka. Autorka wskazała i bardzo starannie scharakteryzowała związki organiczne stosowane głównie w formie dodatków w produkcji tworzyw sztucznych, poprawiających właściwości polimerów. Autorka wytypowała do badań związki organiczne wykazujące niekorzystny wpływ na stan środowiska wodnego. Do najbardziej istotnych związków organicznych, dodawanych do tworzyw sztucznych, zaliczyła ftalany, plastyfikatory nieftalanowe stanowiące zamienniki ftalanów oraz pochodne fenolu. Cenię tu przejrzystość opisu, umiejętność właściwego wyboru związków wykazujących toksyczne oddziaływanie na biocenozę wodną oraz wskazanie ich dróg migracji w układzie woda – osad denny w odniesieniu do różnych oddziaływań antropogenicznych. Doktorantka, na podstawie przeglądu literatury, wykazała niedostatek badań dotyczących zanieczyszczenia osadów dennych takimi związkami w odniesieniu do czynników antropopresji zlewni.

Rozdziały piąty i szósty w mojej opinii stanowią główna i najważniejszą część rozprawy. Autorka w rozdziale piątym badania eksperymentalne przedstawiła w dwóch etapach: jako badania wstępne i właściwe. Eksperymenty wstępne obejmowały określenie warunków pracy chromatografu gazowego sprzężonego ze spektrometrią mas, ustalenie parametrów walidacji metody, co dało pewność uzyskania powtarzalnych wyników badań. W tym etapie Doktorantka wykonała eksperymenty wymywania wybranych do badań związków organicznych z tworzyw sztucznych. Procedura testów obejmowała identyfikację wymywanych związków z powszechnie stosowanych opakowań, które podzielone zostały zgodnie z obowiązującą klasyfikacją opakowań plastikowych według kodów recyklingu. Zaprezentowany schemat postępowania analitycznego jest bardzo czytelny i właściwy do opisu stopnia ekstrakcji związków organicznych eluowanych z plastików. Chciałabym podkreślić, że jest to autorska metoda odniesienia, a nie jedynie adaptacja znanych rozwiązań analitycznych. Autorka w swoich badaniach w etapie właściwym, podjęła się opracowania metody przygotowania próbek rzeczywistych osadów dennych do oceny ekstrakcji wcześniej wybranych związków organicznych. W tych badaniach Doktorantka przeprowadziła eksperymenty ekstrakcji z użyciem czterech ekstrahentów, prowadząc badania w różnych czasach ekstrakcji. Zaproponowana metodyka pozwoliła Autorce ocenić w jakich warunkach następuje największy odzysk badanych związków ekstrahowanych z osadów dennych. Badania właściwe przeprowadziła na rzeczywistych osadach pobranych z wytypowanych zbiorników wodnych,

zlokalizowanych na terenie Górnośląskiego Okręgu Przemysłowego. Badaniami objętych zostało pięć zbiorników: Nakło-Chechł, Pławniowice, Kozłowa Góra, Rybnicki, Dzierżno Duże. Doktorantka przy wyborze obiektów badań kierowała się sposobem zagospodarowania zlewni, zróżnicowanym oddziaływaniem antropogenicznym, brakiem lub występowaniem cieków, o różnej długości i jakości wody, zasilających zbiorniki. Do badań pobierała osady denne na każdym zbiorniku w okresie czteroletnim, wyznaczając 5 stanowisk wzdłuż dłuższej osi zbiornika. Pobrane próbki osadów dennych Doktorantka badała na zawartość makroskładników: suchej masy, udziału substancji organicznych i mineralnych w suchej masie, TOC oraz oznaczyła dla tych próbek pH i potencjał redoks. Brakuje mi tu uzasadnienia, dlaczego Autorka wybrała takie wskaźniki do charakterystyki składu osadów dennych, dlatego proszę o komentarz.

W rozdziale szóstym Autorka przedstawiła i omówiła uzyskane wyniki badań. Najpierw omówiła wyniki eksperymentu wymywania do wody destylowanej dwóch grup związków: ftalanów i adypinianu bis(2-etyloheksylu) oraz sumy alkilofenoli i bisfenolu A. W tych badaniach wykazała dominującą ekstrakcję ftalanu dibutyli oraz bisfenolu A głównie z produktów wykonanych z polietylenu o dużej gęstości i z polichlorku winylu. Doktorantka w swoich badaniach uzyskała dużą zmienność w czasie, wykazując najniższe wartości ekstrakcji po 90 dniach. Jest to zaskakujący wynik dla prowadzenia procesu w tych samych warunkach. Moim zdaniem próbki do analiz w ekstrakcji czasie można było pobierać z tego samego roztworu uwzględniając zmianę objętości w przeliczonych wynikach. Tak jak zauważyła Autorka w rozdziale 6.1 proces wymywania uwarunkowany jest wieloma czynnikami (rodzajem, ilością i wiekiem próbki), a ja dodałabym jeszcze zmiany składu produkowanego polimeru nawet tego samego rodzaju. W doświadczeniu Doktorantki, gdzie zachowane były warunki przechowywania próbek, parametry otoczenia (T, światło i mieszanie) nie powinny wpływać na końcowe wyniki badań. Proszę o komentarz do tej uwagi.

W dalszej części 6 rozdziału Doktorantka wskazała niewielkie zmiany wartości pH (w zakresie środowiska obojętnego) dla osadów wszystkich zbiorników, co wskazuje, że ten parametr nie wpływał na proces wiązania badanych związków w osadach. Istotniejszy okazał się potencjał redoks, wskazujący na panujące redukcyjne warunki w badanych osadach. Udział suchej masy w osadach był największy w zamkniętym zbiorniku Nakło-Chechł. W pozostałych zbiornikach osady były silniej uwodnione. Ciekawą informacją byłoby pozyskanie wyników ekstrakcji do wody interstycjalnej w osadach. Wszystkie osady były bogate w substancje mineralne. W osadach dennych Doktorantka

analizie poddała pięć związków z grupy ftalanów i adypinianów oraz trzy z grupy ftalanów. Proces ekstrakcji wykazał zróżnicowane uwalnianie badanych związków. Ilość wyekstrahowanych związków nie musi stanowić całkowitej ich zawartości w osadach. Uważam, że w kolejnych pracach naukowych Doktorantka mogłaby zająć się właśnie oceną stopnia usuwania ich z osadów w stosunku do całkowitej masy w osadach dennych.

W kolejnym rozdziale Autorka przeprowadziła szeroką dyskusję odnosząc wyniki swoich badań do dostępnych danych literaturowych. Dokonała tu również oceny zanieczyszczenia osadów dennych w odniesieniu do kryteriów ekotoksykologicznych. Wyznaczone parametry TEC i PEC dla ftalanu dibutyli, ekstrahowanego w największym stopniu, nie przekraczały dopuszczalnych wartości. Obecność wyższych wartości odzyskiwanego ftalanu bis(2-etyloheksylu) wystąpiły w zbiornikach Pławniowice. Według uzyskanych przez Doktorantkę wyników najbardziej zanieczyszczającym związkiem był DEHP w osadach zbiorników Rybnickiego i Dzierżno Duże, dla których przekroczone zostały wartości dla wskaźników ekotoksyczności. Już na tym etapie widać, że Autorka nie ogranicza się do prostego podejścia i powielania stosowanych metod, ale proponuje własne metody analizowania i rozwiązywania istotnych problemów środowiskowych. Uzyskane wyniki badań poddała właściwej i szerokiej analizie statystycznej, potwierdzając tym samym założenie, że charakter użytkowania zlewni zbiorników wpływa na stan ich środowiska wodnego. Rozdziały piąty do siódmego uważam za najważniejsze i najbardziej wartościowe. Autorka przeprowadziła właściwie zaplanowane eksperymenty i wnikliwą analizę uzyskanych wyników. Szczegółowe analizy jakości osadów dennych, ilości ekstrahowanych związków organicznych i wpływu środowiska zlewni na stan osadów dennych jest imponujący i pokazuje zakres pracy. W tej części nasuwa się jednak kilka pytań. Czy w procesie ekstrakcji wszystkie badane związki zostały wyeluuowane i czy zastosowany eluat był właściwie dobrany? Zabrakło mi też oceny udziału analizowanych związków w masie organicznej osadów! Proszę o wyjaśnienie, co Autorka ma na myśli używając pojęcia „średnie” pH? Jakie czynniki mogą wpływać na degradację analizowanych związków organicznych w osadach dennych? Czy rekreacja ma istotny wpływ na stan środowiska wodnego zbiorników wytypowanych do badań?

Doktorantka zakończyła pracę poprawnie wyciągniętymi wnioskami końcowymi, wykazując główne rezultaty. W sposób właściwy wyeksponowała fakt, że praca wypełnia lukę w badaniach nad stopniem zanieczyszczenia zbiorników wodnych związkami uwalnianymi z tworzyw sztucznych.

Od strony edytorskiej rozprawa jest napisana bardzo starannie i czytelnie. Występują drobne niedociągnięcia, jak pojedyncze literówki i znaki interpunkcji, ale to nie obniża ogólnego pozytywnego wrażenia.

### **3. Podsumowanie oceny pracy**

Praca stanowi próbę rozwiązania problemu naukowego, który pozostaje w obszarze oceny stopnia zanieczyszczenia środowiska wód powierzchniowych. Doceniam ogrom pracy i wysoką wartość merytoryczną rozprawy. Doktorantka wykazała się bardzo dobrą znajomością tematyki, samodzielnością w formułowaniu problemów i konsekwencją w ich realizacji. Poczynione w recenzji uwagi mają charakter dyskusyjny i nie wpływają na pozytywną końcową ocenę pracy. Oczekuję, że staną się one przedmiotem przemyślanych i rzeczowych odpowiedzi Doktorantki podczas publicznej obrony pracy. Uważam, że przedstawiona do oceny rozprawa doktorska zasługuje na wyróżnienie.

### **4. Konkluzja końcowa**

Uważam, że przedstawiona do recenzji rozprawa doktorska spełnia ustawowe kryteria stawiane pracom doktorskim, zgodnie z art. Ustawy z dnia 20 lipca 2018 „Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce” (Dziennik Ustaw 2018 poz. 1668 z późniejszymi zmianami) tj. stanowi rozwiązanie problemu naukowego, a Autorka wykazała się ogólną wiedzą teoretyczną i eksperymentalną w dyscyplinie naukowej „Inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka” oraz umiejętnością samodzielnego prowadzenia pracy naukowej. W związku z powyższym wnioskuję do Rady Naukowej Instytutu Podstaw Inżynierii Środowiska Polskiej Akademii Nauk w Zabrze o dopuszczenie mgr inż. Aliny Pohl do kolejnych etapów postępowania w przewodzie doktorskim.

*prof. dr hab. Małgorzata Wojtkowska*