

RECENZJA

Rozprawy doktorskiej mgr inż. Anny Płachty pt.:

”Przestrzenne zróżnicowanie właściwości fizyko-chemicznych osadów dennych płytkich jezior miejskich”

Wprowadzenie

Podstawą opracowania niniejszej recenzji jest pismo Pana Przewodniczącego Rady Naukowej Dyscypliny Inżynieria Środowiska, Górnictwo i Energetyka Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego w Olsztynie (WG-IIiOS.53.3.2023) z dnia 11 lipca 2023 r. zawierające prośbę o wykonanie wspomnianej wyżej pracy.

Rozprawa doktorska mgr inż. Anny Płachty została wykonana w Instytucie Inżynierii i Ochrony Środowiska Wydziału Geoinżynierii Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego w Olsztynie. Promotorem rozprawy jest Pani dr hab. inż. Jolanta Grochowska, prof. UWM, a promotorem pomocniczym Pan dr inż. Michał Łopata.

Rozprawa doktorska została przekazana do dalszego postępowania kwalifikacyjnego w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych, dyscyplinie *inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka*.

Ocena problematyki badawczej pracy

Przedstawiona do recenzji praca mgr inż. Anny Płachty dotyczy niezwykle istotnej części ekosystemów jeziornych jaką są osady denne. Narastająca od ponad 100 lat intensyfikacja produkcji przemysłowej, rolnej i zwierzęcej oraz dynamiczny wzrost liczby ludności na świecie przyczyniły się do rozproszenia w środowisku nadmiernych ilości pierwiastków niezbędnych do życia i rozwoju wszystkich organizmów. W małych ekosystemach jeziornych skutki tego rozpraszania są porównywalne do procesów geologicznych i geochemicznych trwających tysiące lat. Historia zmian i procesów

zachodzących w zlewni w znacznym stopniu zapisana jest w osadach dennych. Najbardziej dynamiczne zmiany i potrzeba ich naprawy obserwowane są w jeziorach miejskich, których zlewnie poddawane są ciągłym, bardzo intensywnym oddziaływaniom antropogenicznym, prowadzącym do przyspieszonej eutrofizacji. Nie ma uniwersalnych metod rekultywacji zdegradowanych zbiorników wodnych, ale za najbardziej kontrowersyjną metodę uważa się usuwanie osadów dennych. Z punktu widzenia ograniczenia tempa eutrofizacji przynosi ona najbardziej spektakularny skutek, ale jednocześnie niesie za sobą silną ingerencję w ekosystem wodny, wysokie koszty i problemy z zagospodarowaniem powstającego odpadu.

Ograniczeniem negatywnych skutków tej metody może być precyzyjne usuwanie osadów w miejscach, które stanowią największe potencjalne źródło uwalniania biogenów. W jeziorach głębokich są to zazwyczaj głęboczki, natomiast w przypadku płytkich polimiktycznych zbiorników wodnych morfologia zbiornika może nie być kluczowa w tym zakresie. Dlatego cel ocenianej pracy jakim jest określenie przestrzennej zmienności właściwości fizycznych, składu chemicznego i struktury osadów dennych płytkich zbiorników miejskich o odmiennych warunkach zlewniowych uważam za w pełni uzasadniony.

W mojej opinii temat pracy jest bardzo aktualny, gdyż oprócz istotnego znaczenia osadów dennych w magazynowaniu i autochtonicznym uwalnianiu związków biogenych (zwłaszcza fosforu) do toni wodnej, przy obecnym rozwoju techniki pozwalającym na bardzo precyzyjne usuwanie dowolnej warstwy osadów dennych, te same osady mogą być źródłem cennych składników nawozowych. Z uwagi na degradację gleb oraz zagrażające ludzkości wyczerpanie ekonomicznie opłacalnych źródeł fosforu obserwuje się wzrost zainteresowania możliwościami rolniczego wykorzystania urobku.

Formalna analiza rozprawy

Przedstawiona do recenzji rozprawa napisana jest w języku polskim w formie manuskryptu monografii naukowej w sposób typowy dla naukowych prac eksperymentalnych. Praca obejmuje 150 stron maszynopisu, w tym 104 strony zasadniczego tekstu, 15 stron bibliografii, a pozostałych 31 stron stanowią spisy rysunków i tabel, streszczenia w języku polskim i angielskim oraz załączniki. Tekst zasadniczy podzielony został na dziewięć rozdziałów obejmujących *Wprowadzenie*, *Aktualny stan wiedzy*, *Cel i hipotezy badawcze pracy*, *Material badawczy*, *Metodykę badań*, *Wyniki badań* oraz ich

Dyskusję. Autorka podsumowuje rezultaty swojej pracy w dwóch rozdziałach *Podsumowanie* oraz *Wnioski*, według mnie wystarczyłyby tylko rozdział *Wnioski* i ewentualnie stwierdzenia, natomiast bardzo ciekawy, napisany z odwołaniami do literatury, rozdział *Podsumowanie* świetnie wzbogaciłoby dyskusję. *Załączniki* stanowią 22 tabele zawierające wyniki badań własnych syntetycznie opracowane i omówione w opisie wyników badań.

Wykorzystana w przygotowaniu opracowania bibliografia obejmuje 186 pozycji, które w większości zostały poprawnie zacytowane, pewne wątpliwości budzi umieszczenie w tym rozdziale pakietów Statistica i Excel. Zgromadzona literatura to głównie publikacje w języku polskim, stanowią one około 80% cytowanych pozycji. Prawie połowę literatury stanowią pozycje starsze, pochodzące z ubiegłego wieku i z pierwszej dekady tego wieku, większość z nich była niezbędna dla prawidłowego scharakteryzowania badanych jezior oraz interpretacji uzyskanych wyników badań.

Pod względem formalnym opracowanie nie wzbudza zastrzeżeń, jest napisane w sposób poprawny językowo i na pochwałę zasługuje fakt, że przy tak dużej objętości zawiera tylko pojedyncze błędy stylistyczne i edytorskie. Tekst zasadniczy zawiera 10 tabel, w których zestawiono informacje na temat badanych jezior oraz 57 rysunków, które prezentują wyniki badań. Do wszystkich tabel i rysunków znajdują się prawidłowe odniesienia w tekście. Sposób zestawienia wyników badań świadczy o tym, że Autorka potrafi dojrzałe i trafnie weryfikować informacje naukowe. Przedstawienie najważniejszych wyników w postaci wykresów pozwala czytelnikowi na szybką i łatwą ich analizę co często bywa utrudnione w przypadku zestawień tabelarycznych.

Merytoryczna ocena pracy

Rozprawa doktorska Pani mgr inż. Anny Płachty jest obszernym studium obejmującym fizyko-chemiczne badania osadów dennych płytkich (3,2 - 5,3 m), miejskich zbiorników wodnych o charakterze polimiktycznym. Tytuł pracy jest adekwatny do treści maszynopisu.

Opis badań własnych poprzedzony jest wprowadzeniem i przeglądem literatury dotyczącym eutrofizacji zbiorników wodnych z uwzględnieniem zbiorników o charakterze miejskim. Autorka podkreśla rolę osadów dennych w procesie eutrofizacji oraz charakteryzuje metodę ograniczania tego procesu przez usuwanie osadów dennych, rozdział

kończy podstawami prawnymi uzasadniającymi celowość i ograniczenia tego typu działań rekultywacyjnych.

Autorka poruszając kolejne zagadnienia w sposób właściwy uzasadnia cel podjętych badań i formułuje hipotezy badawcze:

- „Struktura i właściwości fizyko-chemiczne osadów dennych płytkich i silnie zdegradowanych jezior są istotnie zróżnicowane w układzie horyzontalnym i wertykalnym dna.
- Poprawa warunków środowiskowych w zbiorniku nie wymaga usunięcia całości współczesnych osadów ściekowych”.

Hipotezy te są weryfikowane w pracy w oparciu o prawidłowo zaplanowane badania własne osadów dennych i ich wód interstycjalnych, które zostały równomiernie pobrane na całej powierzchni dna (aż do skały macierzystej) z trzech jezior miejskich.

W pracy znajduje się bardzo szczegółowy opis wszystkich badanych jezior obejmujący ich morfometrię, charakterystykę zlewni, stan troficzny, warunki środowiskowe oraz obciążenie ładunkami biogennymi. Autorka przeprowadziła kompleksowe badania, które objęły pobór 46 rdzeni osadów dennych, ilość pobranych próbek pozwala sądzić, że uzyskane wyniki są wiarygodne i reprezentatywne dla poszczególnych obiektów. Do analiz laboratoryjnych rdzenie osadów zostały podzielone na 30-centymetrowe odcinki, w których Autorka prowadziła badania zarówno wody interstycjalnej, w której oznaczyła stężenia podstawowych form azotu i fosforu oraz ogólne stężenie żelaza i manganu, jak i osadów dennych, w których określiła ich podstawowy skład chemiczny, przeprowadziła analizę specyficzną fosforu oraz zbadała powinowactwo sorpcyjne tego pierwiastka do osadów w dwóch temperaturach (4 i 20°C) i przy trzech wartościach pH (5, 7, 9). Zastosowane w pracy metody badań potwierdzone w krajowej i światowej literaturze świadczą o właściwym opanowaniu przez Doktorantkę warsztatu technicznego.

Autorka czytelnie przedstawia wyniki przeprowadzonych badań odwołując się częściowo do tabel zamieszczonych w załączniku co nieco utrudnia czytanie pracy. Wyniki badań potwierdzają, że skład chemiczny zarówno osadów dennych jak i wód interstycjalnych jest zróżnicowany w układzie horyzontalnym. W przypadku osadów udział wszystkich składników z wyjątkiem krzemionki zmniejsza się wraz z głębokością osadu. Nieco odwrotną sytuację Autorka przedstawia w wodach interstycjalnych, w których stężenie azotu ogólnego i ogólnego węgla organicznego zwiększa się wraz z głębokością osadu. Duża część badań w pracy dotyczy fosforu na przykładzie którego są charakteryzowane zdolności sorpcyjne

osadów dennych. Wyniki badań bardzo rozbudowanego eksperymentu laboratoryjnego zostały w profesjonalny sposób opisane trzema izotermami adsorpcji: Freundlicha, Langmuira i BET, i wykazały, że jest to adsorpcja wielowarstwowa. Pojemność sorpcyjna osadów zwiększa się wraz ze wzrostem ich głębokości, adsorpcja jest mniejsza w wyższej temperaturze, a odczyn roztworu wpływa istotnie na ten proces tylko w powierzchniowych warstwach osadu.

W rozdziale *Wnioski* Autorka zestawił 16 wniosków, które potwierdzają, że rozprawa doktorska mgr inż. Anny Płachty wnosi do dyscypliny naukowej *inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka* nie tylko elementy poznawcze lecz także możliwości aplikacyjne. Na szczególną uwagę w tym zakresie zasługują następujące stwierdzenia:

- miąższość osadów najbardziej obciążonych ładunkiem zanieczyszczeń uzależniona jest od presji antropogenicznej;
- maksymalna grubość osadów predysponowanych do wydobycia sięga 90 cm.

Biorąc pod uwagę aktualność tematyki badań oraz ciągłą potrzebę poprawy jakości wód powierzchniowych można stwierdzić, że rozprawa stanowi oryginalny wkład w badania jakości osadów dennych płytkich jezior miejskich, a przedstawione wyniki badań mogą stanowić podstawę przy projektowaniu i realizacji działań rekultywacyjnych tego typu zbiorników wodnych.

Uwagi do rozprawy doktorskiej

Z obowiązku recenzenta przedstawiam swoje uwagi dotyczące pracy, mając jednocześnie nadzieję, że posłużą one jeszcze lepszemu przygotowaniu publikacji naukowych.

Strona 15 – cytowane Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 9 września 2002 roku w sprawie standardów jakości gleb oraz standardów jakości ziemi zostało już uchylone.

Strona 16 - w zakresie prac zbyt mało precyzyjnie sformułowano punkt 7, w którym zaplanowane jest „wskazanie najbardziej optymalnego wariantu przeprowadzenia działań rekultywacyjnych”. Nie wiadomo, czy Autorce chodziło o dobór metody rekultywacji czy o optymalizację działań mających na celu usunięcie osadów.

Strona 36 - Podrozdział 5.8 *Opracowanie wyników* nie w pełni opisuje stosowane metody, gdyż podano w nim tylko oprogramowanie z jakiego korzystano do opracowania wyników

badania, a powinien on określać metody matematyczne i statystyczne wraz z poziomem istotności obliczeń, przy czym należy zauważyć, że matematyczny sposób opracowania niektórych wyników badań (np. dotyczących właściwości sorpcyjnych osadów) został szczegółowo opisany w innej części rozdziału *Metody badań* (5.7).

Strona 75 - analizę wpływu temperatury i pH na proces adsorpcji przeprowadzono przez porównanie średnich ilości fosforu zaadsorbowanego przy różnych stężeniach początkowych adsorbentu (tabela 8). Zastanawiające jest w jakim celu liczone te średnie, skoro wcześniej wyniki adsorpcji dla każdego układu były skrupulatnie modelowane i dlatego do oceny sorpcji nie użyto obliczonych wartości parametrów izotermy adsorpcji, które znacznie lepiej charakteryzują dany układ niż wyżej opisane średnie. Jak wygląda interpretacja wartości stałych w izotermy Freundlicha, która najlepiej opisywała badane układy?

Strony 8 i 84 - podano te same informacje, że wprowadzenie 1kg fosforu do wód powierzchniowych generuje tonę biomasy glonów planktonowych powołując się na różne pozycje literaturowe Kajak 2001 i Kajak 1979

Strona 87 - jest ca powinno być Ca;

Strona 89 - przesunięty wiersz w połowie zdania;

Strona 32 - napisano nie precyzyjnie „w trzech różnych zakresach odczynu 5, 7 i 9 pH” nie mamy zakresów odczynu, ale zakresy wartości pH dla danego odczynu, a w tym przypadku mierzono przy trzech wartościach pH: 5, 7 i 9.

Strona 98 - Autorka informuje, że podczas badania sorpcji i desorpcji fosforu na osadach dennych, aby wyeliminować czynniki biologiczne, do próbek dodano chloroform, nie ma takiej informacji przy opisie doświadczenia na stronie 32 w rozdziale *Metody badań*, nie wiadomo ile dodano tego chloroformu, gdyż nigdzie Autorka nie powołuje się na stosowną literaturę dotyczącą wybranej metody badań. Proszę o uzupełnienie brakujących informacji.

Strona 100 – opracowanie zależności matematycznych opisujących wpływ obciążenia zewnętrznego związkami biogennymi, stanu troficznego oraz warunków morfometrycznych i zlewniowych na miąższość osadów dennych wymaga uzupełnienia. Wyniki korelacji między tymi czynnikami zostały częściowo zaprezentowane na końcu dyskusji (rys. 57) oraz w załączniku (tabela 32). O ile w pracy podane są szczegółowe wyniki badań miąższości osadów i głębokości analizowanych punktów pomiarowych (tabela 7), to metody pomiaru i wyniki badań pozostałych czynników, dla których poszukiwano zależności nie zostały podane

w pracy, nie podano także wartości n dla obliczanych zależności. Oczywiście powyższa uwaga nie obniża wartości całej pracy, gdyż cel główny pracy jakim było określenie przestrzennej zmienności właściwości fizycznych, składu chemicznego i struktury osadów dennych płytkich zbiorników miejskich o odmiennych warunkach zlewniowych został osiągnięty.

Strona 119 – w pozycji 180 podano dwa razy rok publikacji.

Strony 146 i 147 – w dwóch tabelach 28 i 29 podane są takie same dane.

Proszę, żeby Doktorantka odniosła się na publicznej obronie do uwag dyskusyjnych.

Wniosek końcowy

Podsumowując stwierdzam, że przedłożona do oceny rozprawa naukowa pt. „Przestrzenne zróżnicowanie właściwości fizyko-chemicznych osadów dennych płytkich jezior miejskich” przygotowana przez mgr inż. Annę Płachtę stanowi oryginalne osiągnięcie naukowe o dużym znaczeniu poznawczym i aplikacyjnym. Sprecyzowane tezy, cele, zakres, zastosowane metody oraz interpretacja wyników badań wskazują, że Autorka posiada niezbędną wiedzę teoretyczną, potrafi planować eksperymenty naukowe, opanowała techniki laboratoryjne oraz umiejętność samodzielnego prowadzenia pracy badawczej w dyscyplinie *inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka* spełniając tym samym wymagania stawiane pracom doktorskim, określone w art. 187 Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. – Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz.U. z 2018 r. poz. 1668; z późniejszymi zmianami). Wnoszę zatem o dopuszczenia Pani mgr inż. Anny Płachty do dalszego postępowania kwalifikacyjnego w sprawie nadania stopnia doktora w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych w dyscyplinie inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka.



dr hab. inż. Hanna Siwek, prof. ZUT