

Recenzja rozprawy doktorskiej
mgr inż. Justyny Łożyńskiej
„Zastosowanie kruszyw mineralnych do usuwania fosforu z wód
hypolimnionu odprowadzanych do wód płynących”

1.0 Podstawa opracowania

Formalną podstawą przygotowania niniejszej recenzji jest pismo, WNoŚ-DZ.53.7.2018 z dnia 20 grudnia 2018r, Pani dr hab. inż. Ewy Paturej prof. UWM Dziekana Wydziału Nauk o Środowisku Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego w Olsztynie, powołującej mnie na recenzenta rozprawy doktorskiej mgr inż. Justyny Łożyńskiej.

Merytoryczną podstawą opracowania jest rozprawa doktorska w formie oprawionego manuskryptu, składająca się z 121 stron tekstu.

2.0 Umieszczenie tematyki badawczej

Związki fosforu są podstawowym czynnikiem powodującym wzrost trofii wód powierzchniowych. Konsekwencją ich długotrwałego doprowadzania do zbiornika wodnego jest jego eutrofizacja. Związki fosforu doprowadzane do zbiorników wodnych gromadzą się w osadach dennych i mają tendencje do uwalniania się do strefy hypolimnionu a następnie podczas miksji stężenia związków fosforu wyrównują się w całej toni wodnej powodując zakwity. Bardzo dobrym i sprawdzonym sposobem postępowania w celu poprawy stanu takiego zbiornika jest usuwanie wód hypolimnionu, które zawierają wysokie stężenia związków fosforu. Istotnym mankamentem tej metody rekultywacji jest problem z zagospodarowaniem usuwanych wód, które są najczęściej odprowadzane do małych cieków powodując ich zanieczyszczenie i obniżenie jakości. Dodatkowo wody te często zawierają relatywnie wysokie stężenia związków fosforu , nawet do 8 mg/dm³dla J. Klasztornego. Z drugiej strony zasoby fosforu w środowisku są ograniczone i szacuje się, że ulegną wyczerpaniu w kolejnych 30 latach. Zatem podjęta przez Doktorantkę tematyka badawcza jest bardzo aktualna i może przyczynić się do poprawy stanu środowiska przyrodniczego w wielu jego aspektach m.in (i) poprawa stanu akwenów, (ii) odzysk surowców. Jednocześnie cenne są

wyniki badań i opracowanie technologii mogącej przyczynić się do usuwania fosforu z odprowadzanych wód hypolimnionu i w dalszej kolejności jego odzysku. Wybraną przez Doktorantkę tematykę badawczą oceniam jako bardzo potrzebną i o dużym potencjalnie aplikacyjnym. Jest to tematyka badawcza, która dodatkowo doskonale wpisuje zarówno się w zadania (i) Ramowej Dyrektywy Wodnej 2000/60/WE oraz (ii) w nowo wprowadzany pakiet gospodarki o obiegu zamkniętym.

3.0 Charakterystyka i ocena pracy

Oceniana rozprawa posiada bardzo logiczny układ typowy dla prac badawczych. Składa się z 9 ponumerowanych rozdziałów i 4 nieponumerowanych co łącznie stanowi 121 ponumerowanych stron maszynopisu. Nieponumerowane rozdziały to „Wykaz skrótów” (na początku), Spis tabel i rysunków oraz Streszczenia w j. polskim i angielskim, zamieszczone na końcu manuskryptu. Natomiast sześć ponumerowanych rozdziałów to odpowiednio: 1- Wprowadzenie; 2-Założenia pracy, następnie dwa rozdziały (3 i 4) stanowiące przegląd literatury związanej z tematyką badawczą. Rozdział 5 to „Materiał i metodyka”, w rozdziale 6 podano wyniki badań a w 7 ich omówienie (Dyskusja). Podsumowanie i wnioski zawarto w rozdziale 8. Pozycji literatury wymieniono 239 co oceniam jako wystarczającą a wręcz bardzo dobrą liczbę. Literatura została właściwie dostosowana do tematyki, większość to pozycje z ostatnich 20 lat a udział pozycji bibliograficznych w języku polskim nie przekracza 50%.

W rozdziale 1 zatytułowanym „Wprowadzenie” (stanowiącym nieco ponad dwie strony) Doktorantka w sposób zwięzły i wystarczający uzasadnia znaczenie podjętego zadania badawczego oraz wskazuje możliwości rozwiązania problemów technologicznych i środowiskowych, do których mogą przyczynić się wyniki prowadzonych przez nią badań.

W pracy wyznaczono zarówno cel naukowy jak i cel praktyczny (rozdział 2). Celem naukowym pracy była ocena możliwości zastosowania kruszyw mineralnych do usuwania związków fosforu z wód hypolimnionu odprowadzanych do wód płynących. Natomiast celem praktycznym było przedstawienie potencjalnych rozwiązań wspomagających proces podczyszczania wód płynących, będących odbiornikiem wody odprowadzanej z hypolimnionu.

W pracy postawiono dwie tezy: (1) Kruszywa krzemianowe i węglanowe efektywnie usuwają fosfor z wód hypolimnionu, (2) Efektywność usuwania fosforu zależy od składu wypełnienia sorpcyjnego oraz warunków hydraulicznych i parametrów złoża sorpcyjnego. Weryfikację postawionych tez oraz wypełnienie zaplanowanych celów zrealizowano zarówno w badaniach statycznych jak i dynamicznych poprzez m.in. (i) wyznaczenie teoretycznej maksymalnej pojemności sorpcyjnej kruszyw w roztworze wzorcowym i wodzie hypolimnionu, (ii) określenie wpływu warunków hydraulicznych i parametrów złoża sorpcyjnego na czas i efektywność usuwania ortofosforanów, (iii) określenie wpływu składu wypełnienia złoża sorpcyjnego na czas i efektywność usuwania ortofosforanów, (iv) określenie wpływu kruszyw na właściwości fizyko-chemiczne wody hypolimnionu. Sformułowane tezy oraz postawione cele

są poprawne i nie budzą zastrzeżeń natomiast zaplanowany zakres prac w pełni pozwala na odpowiednią ich weryfikację i wypełnienie. W kolejnych dwóch rozdziałach, które stanowią mniej niż 20 stron ocenianego maszynopisu przedstawiono zwięźle, ale w sposób wystarczający, odpowiednio: podstawy teoretyczne zastosowania kruszyw (węglanowych i krzemianowych) oraz fosfor i jego znaczenie w ekosystemach wodnych. Następnie w rozdziale 5 na kolejnych 15 stronach opisano materiał badawczy oraz badania eksperymentalne prowadzone w warunkach statycznych oraz dynamicznych z podziałem na etapy. Do badań jako sorbenty wybrano powszechnie dostępne na rynku kruszywa mineralne z grupy glinokrzemianów (keramzyt, zeolit) i węglanów (dolomit, wapień) o uziarnieniu 10 – 30 mm.

W badaniach eksperymentalnych stosowano roztwór wzorcowy oraz wodę hypolimnionu Jeziora Kortowskiego, w celu określenia efektywności usuwania ortofosforanów w warunkach modelowych i rzeczywistych. Badania z wodą hypolimnionu prowadzono w okresie letnim, gdy w J. Korowskim występuje stratyfikacja a zatem stężenie fosforanów jest w tej wodzie najwyższe. Dla obu materiałów w warunkach statycznych wyznaczono czas równowagi stężeń, teoretyczną maksymalną pojemność sorpcyjną oraz określono dawkę i wpływ odczynu pH i temperatury wody na efektywność usuwania ortofosforanów. Natomiast w warunkach dynamicznych prowadzono badania mające na celu określenie efektywności usuwania ortofosforanów z roztworu wzorcowego lub wody hypolimnionu w zależności od warunków hydraulicznych (zakres od 0,6 do 18,0 m/h) i parametrów złoża oraz składu jego wypełnienia (dla różnych proporcji objętościowych badanych materiałów w wypełnieniu złoża). Badania prowadzono w trzech etapach. W etapie I określono wpływ warunków hydraulicznych i parametrów złoża sorpcyjnego na czas i efektywność usuwania ortofosforanów, następnie określono wpływ składu wypełnienia złoża sorpcyjnego na czas i efektywność usuwania ortofosforanów oraz w ostatnim III etapie badano wpływ kruszyw na właściwości fizyczno-chemiczne wody hypolimnionu.

Zaplanowany zakres badań nie budzi wątpliwości jednak stwierdzam brak opisu oraz schematu (lub zdjęcia) stanowiska do badań w warunkach przepływowych, bez czego trudno jest zweryfikować dane podane w tabeli 8 str. 40 oraz wyobrazić sobie cały przebieg doświadczenia. Istotna jest tu konstrukcja złoża, w tym szczególnie w jaki sposób zmieniano powierzchnię, prędkość przepływu i czas kontaktu? Czy badania wykonywano na jednym modelu czy na kilku? Proszę o wyjaśnienie celu stosowania szybkości usuwania fosforu z jednostki powierzchni – wzór strona 39? Czy pojemność sorpcyjna nie jest lepszym wskaźnikiem?

W rozdziale 6, na stronach 44-78 przedstawiono wyniki badań w kolejności tak jak zostały zaplanowane i omówione w poprzednim rozdziale. Taki sposób prezentacji wyników jest bardzo przejrzysty.

Rozdział 7 prezentowany na stronach 79-96 to dyskusja otrzymanych wyników. Tu również znalazł się podrozdział poświęcony aplikacji złóż keramzytowo-wapiennych w podczyszczaniu wód odprowadzanych z hypolimnionu. Pani mgr inż. Justyna Łozińska wykonała wariantowe

obliczenia wymiarów złóż w zależności od stężenia początkowego w wodach hypolimnionu odprowadzanych ze zbiornika (zakres stężeń od 0,2 do 1,0 mg/dm³) oraz dla czterech rodzajów wypełnienia złoża. Dodatkowo Doktorantka na podstawie wyników swoich badań oraz przeglądu literatury zaproponowała pięć wariantów ułożenia gabionów wypełnianych kruszywami keramzytowo-wapiennymi, opisując jednocześnie wady i zalety oraz warunki stosowania każdego wariantu. Ten cały rozdział uważam za najbardziej cenny w pracy. W rozdziale 8 Doktorantka zwięźle posumowała wyniki i osiągnięcia swojej pracy oraz sformułowała 7 nieponumerowanych wniosków. Wnioski zostały w całości sformułowane na podstawie analizy wyników przeprowadzonych badań.

Na uwagę zasługuje dość nietypowy, ale interesujący sposób sformułowania wniosków polegający, na krótkim sformułowaniu wniosku w odniesieniu do postawionego celu lub tezy i uzasadnianiu go na poddawanie wyników badań.

4.0 Uwagi dotyczące pracy

Pani mgr inż. Justyna Łozińska zaplanowała i zrealizowała szeroki zakres badań zarówno badań doświadczalnych w warunkach statycznych i dynamicznych w kilku etapach. Do badań wytypowała dwa kruszywa oraz prowadziła badania na wodach syntetycznych oraz wodach hypolimnionu w szerokim zakresie zmiennych obciążeń i w różnych konfiguracjach wypełnienia złóż. Tak szeroki zakres badań wiązał się z dużą liczbą pobranych próbek i wykonanych oznaczeń. Otrzymane wyniki i ich interpretacja pozwoliły na osiągnięcie zaplanowanego celu zarówno naukowego jaki praktycznego, oraz pozytywną weryfikację postawionych tez.

Największe zastrzeżenia, jak już wspomniałam, budzi rozdział 5.0 (Materiał i Metody) nie są to jednak zastrzeżenia merytoryczne a jedynie zastrzeżenia co do sposobu wprowadzenia czytelnika w zaplanowany zakres doświadczeń, szczególnie w warunkach dynamicznych.

Oprócz sformułowanych powyżej pytań chciałabym również prosić o odpowiedzi na następujące pytania:

- wniosek 2 – Pojemność sorpcyjna obydwu kruszyw była nieznacznie wyższa w wodzie hypolimnionu aniżeli w roztworze wzorcowym. Proszę o podanie bardziej dokładnej analizy tego zjawiska, gdyż z badań prowadzonych w innych ośrodkach wynika nieco odmienna zależność? Czy może to być prawdziwe tylko dla wód hypolimnionu z J. Kortowskiego?
 - Jaki wariant ułożenia gabionów należałoby zastosować w przypadku J. Korowskiego i rzeki Korówki?
 - Jaki jest proponowany sposób zagospodarowania materiału po wyczerpaniu jego pojemności sorpcyjnej? Czy istnieje możliwość odzysku fosforu z wyczerpanych wypełnień gabionów?
- Praca napisana jest w sposób bardzo poprawny pod względem językowym z niewielką liczbą literówek. Należy podkreślić, że układ pracy oraz jej zawartość jest bardzo dobrze przemyślana

i „nieprzegadana”. Opracowanie graficzne pracy jest jej dodatkowym walorem- rysunki są czytelne nawet jeśli w większości są czarno-białe.

5.0 Walory poznawcze pracy

Oceniana dysertacja stanowi istotny wkład w badania polegające na poszukiwaniu skutecznych metod rekultywacji zeutrofizowanych wód. Na uznanie zasługuje szeroki zakres prac pozwalający na ustalenie optymalnych warunków prowadzenia procesu sorpcji związków fosforu w warunkach dynamicznych z zastosowaniem kruszyw mineralnych. Zatem bardzo wysoko oceniam dążenie Doktorantki do opracowania i zoptymalizowania technologii mogącej przyczynić się do poprawy jakości wód powierzchniowych, a opracowanie różnych konfiguracji ułożenia gabionów z kruszywami jest bardzo cenne z praktycznego punktu widzenia.

Za najbardziej istotne dokonania Doktorantki uważam:

- badania w warunkach statycznych i ich weryfikację w warunkach dynamicznych
- wyznaczenie wszystkich istotnych parametrów procesu sorpcji fosforu – pH, temperatura, obciążenie hydrauliczne, czas kontaktu, i optymalny skład mieszanki kruszyw węglanowych i krzemianowych
- bardzo cenna jest analiza wpływu kruszyw na właściwości oczyszczanych wód (przeprowadzony przez Doktorantkę bilans jonowy)
- opracowanie pięciu wariantów rozmieszczenia gabionów z wypełnieniem mieszanką kruszyw węglanowych i krzemianowych

6.0 Wniosek końcowy

Recenzowana rozprawa doktorska mgr inż. Justyny Łożyńskiej „Zastosowanie kruszyw mineralnych do usuwania fosforu z wód hypolimnionu odprowadzanych do wód płynących” prezentuje interesujące i cenne wyniki badań o walorach poznawczych i dużym potencjale aplikacyjnym. Mimo podanych uwag krytycznych cała praca - zarówno wybrana tematyka, warsztat pracy Doktorantki, w tym opracowanie metod analitycznych, zaplanowany i przeprowadzany zakres doświadczeń, ich opis oraz wnioski są poprawne i na bardzo dobrym poziomie merytorycznym.

Podsumowując moją recenzję stwierdzam, że oceniana rozprawa spełnia wymogi osiągnięcia naukowego, o którym mowa w art. 13 Ustawy o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. 2003, Nr 65, poz. 595, z późn. zm.) stawiane rozprawom doktorskim oraz Ustawy z dnia 3 lipca 2018 r. Przepisy wprowadzające ustawę – Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz.U.2018 poz. 1669).

Wnioskuje o dopuszczenie Pani mgr inż. Justyny Łożyńskiej do publicznej obrony rozprawy doktorskiej. Recenzowana praca jest na bardzo wysokim poziomie merytorycznym, opracowanie edytorskie również bez zastrzeżeń o charakterze krytycznym, zatem w zależności od przebiegu publicznej obrony rozważam wniosek o wyróżnienie rozprawy.

M. Gajdosz