

Rzeszów, 29.07.2021r

Prof. dr hab. inż. Piotr Koszelnik,
Politechniki Rzeszowskiej im. I. Łukasiewicza
Wydział Budownictwa, Inżynierii Środowiska i Architektury
Katedra Inżynierii i Chemii Środowiska

Recenzja

rozprawy doktorskiej mgr inż. Magdaleny Matuli pt.: „Wpływ form fosforu występujących w wodzie i osadach dennych w zbiornikach i ciekach wodnych na proces eutrofizacji na przykładzie Potoku Służewieckiego”,
napisanej pod promotorstwem dr. hab. inż. Małgorzaty Wojtkowskiej

Recenzję wykonano na zlecenie przewodniczącego rady dyscypliny naukowej inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka w Politechnice Warszawskiej prof. dr. hab. inż. Tomasza Wiśniewskiego zgodnie z pismem nr RND-IŚGiE-37/2021 z dnia 25 maja 2021 r..

Ocena celowości podjętej tematyki

Rozprawa odnosi się do istotnego zagadnienia, jakim jest ochroną przed eutrofizacją ekosystemów wód powierzchniowych. Eutrofizacja jest zjawiskiem ewolucyjnym, które występowało w środowisku zawsze i prowadziło w konsekwencji do powstawania niektórych rodzajów torfowisk. Wzrastająca w ciągu ostatnich dekad antropopresja powoduje przyspieszenie tego procesu, czego następstwem jest pogorszenie się jakości wód wielu jezior i innych ekosystemów wodnych. To z kolei przynosi duże straty zarówno gospodarcze jak i społeczne. Działania techniczne związane z zatrzymywaniem i oczyszczaniem ścieków oraz wdrażanie prawidłowych praktyk rolniczych skutkują ograniczeniem dostawy do wód związków azotu i fosforu ze zlewni, nie mogą jednak cofnąć wieloletnich zaniedbań, dlatego też dla wielu ekosystemów przyczyną wzmożonej eutrofizacji są wewnętrzne biogenów ładunki, czyli wydzielanie m.in. fosforu z osadów dennych. Istotne jest, że badane obiekty znajdują się w obszarze zlewni ekstremalnie zurbanizowanych, gdzie ładunki zanieczyszczeń biogenych mogą zmieniać się w bardzo szerokich granicach, a dodatkowo wody obciążane są wieloma innymi zanieczyszczeniami. Najważniejszym wyróżnikiem tej pracy jest analiza

procesu eutrofizacji w ekosystemach wód płynących, które do nie dawana były uważane za niepodatne na wzrost trofii, co niestety zmienia się bardzo szybko

Ocena formalna i merytoryczna

Przedstawiona do recenzji rozprawa posiada klasyczną budowę, tj. składa się z trzynastu ponumerowanych rozdziałów w tym spisów i załącznika graficznego. Zamyka się w objętości 183 stron i zawiera w części zasadniczej 79 rysunków (dodatkowych 17 w załączniku) oraz 11 tabel. W pracy zamieszczono osobne zestawienia tabel i rysunków. Nie zestawiono spisu skrótów, który stanowi czasem pewne ułatwienie dla czytelników. Spis literatury zawiera 139 pozycji, głównie artykułów z czasopism, ale także monografii, norm i opracowań zbiorczych. Są to pozycje opublikowane głównie w ostatnich latach. Przed spisem treści zamieszczono streszczenia w j. polskim i w j. angielskim, w sposób właściwy syntezujące zagadnienia będące tematem doktoratu.

Założenia pracy przedstawiono na stronach 7-10. Uzasadniono w nich potrzebę przeprowadzonych badań oraz zaprezentowano cele, tezy i zakres pracy. Recenzent nie wnosi uwag merytorycznych, choć kolejność wymienionych sześciu celów szczegółowych może budzić zastrzeżenia. Np. cel 2 zrealizowany może być wykonaniu niemal całego zakresu pracy i powinien być zgodnie z logiką wymieniony nieco później.

Aktualny stan wiedzy dotyczącej prowadzonych badań zawarto w czterech rozdziałach: 2. Wody powierzchniowe na terenie aglomeracji; 3. Wybrane procesy kształtujące chemizm wód powierzchniowych; 4. Charakterystyka procesu eutrofizacji; 5. Specjacyjne formy fosforu w wodzie i osadach dennych (strony 11-45). Pierwszy z nich (3.) jest bardzo ciekawy. Przedstawiono w nim problematykę zarządzania i ochrony ekosystemów wodnych w zlewniach silnie zurbanizowanych. Postępujący rozwój miast, skutkuje najczęściej regulacją i degradacją naturalnych ekosystemów na tych obszarach. Jest to proces trudny do powstrzymania, zatem wymagający wypracowania dobrych narzędzi zarządzania takimi ekosystemami. Zatem informacje zebrane w tym rozdziale należy uznać za cenne i potrzebne nie tylko w kontekście tematyki pracy. Kolejny rozdział (4.) jest bardzo ogólny. Przedstawiono w nim podstawowe informacje dotyczące procesów kształtujących chemizm wód powierzchniowych i osadów dennych. Rozdział następny (4.) zawiera charakterystykę procesu eutrofizacji opis jej przyczyn, przebiegu i skutków, wraz z wybranymi sposobami oceny stanu troficznego. W rozdziale 5. opisano formy specjacyjne fosforu wraz metodykami specjacji

Rozdziały te zostały napisane na podstawie zebranej literatury w większości anglojęzycznej. Doktorantka omówiła zebrany materiał w sposób syntetyczny, umożliwiający

czytelnikowi zrozumienie dlaczego podjęty problem jest ważny, dodatkowo wyjaśniając intencje wyboru metodyki badawczej. Można się zastanowić, czy rozdział 4., zawierający bardzo podstawowe, wręcz podręcznikowe informacje jest niezbędny w pracy doktorskiej, ale recenzent uznaje prawo doktorantki do samodzielnego budowania narracji części teoretycznej własnej rozprawy doktorskiej.

Recenzent nie wnosi krytycznych uwag do tych rozdziałów. Informacje zawarte w poszczególnych rozdziałach świadczą o właściwym rozpoznaniu aktualnego stanu wiedzy w analizowanym zagadnieniu badawczym, co jest obowiązkiem doktoranta.

Metodykę prowadzonych badań zawarto w jednym rozdziale na stronach 46-66 pracy. Najpierw dokonano szczegółowej charakterystyki badanych potoków, zbiorników i stawów. Dalej opisano strategię i sposób poboru próbek oraz, bardzo szczegółowo zakres i metodyki badań fizyko-chemicznych wód i osadów dennych w tym analiz specjacyjnych oraz wykorzystanych metod modelowania. Według recenzenta rozdział ten powinien być podzielony na dwa rozdziały: objekty badawcze i metodyki. Ponadto w niektórych miejscach jest zbyt szczegółowy np. na str 58 opisano mechanizm mineralizacji fosforu. Niemniej jednak rozdział ten jest bardzo wartościowym elementem pracy.

Wyniki badań przedstawiono i omówiono w jednym rozdziale składającym się z siedmiu podrozdziałów, na stronach 67-145. Wszystkie wyniki zaprezentowano w formie tabelarycznej lub rysunkowej. Scharakteryzowano kolejno: (i) jakość badanych wód i osadów dennych w odniesieniu do obowiązujących regulacji i norm; (ii) sezonowość zmian wybranych parametrów wód i osadów dennych; (iii) wyniki analizy specjacyjnej fosforu zawartego w wodach i osadach dennych; (iv) ocenę stopnia eutrofizacji badanych wód; (v) ocenę zależności pomiędzy zidentyfikowanymi formami fosforu w badanych punktach pomiarowych. Obszerność tego rozdziału daje wyobrażenie o skali pracy badawczej wykonanej przez doktorantkę. W trakcie okresu badawczego dokonano setek analiz laboratoryjnych, a następnie merytorycznych. Należy podkreślić, że doktorantka, chcąc osiągnąć zakładane cele wykorzystwała szeroki zakres badań. Nie koncentrowała się na najpowszechniejszych metodach, ale starała się uzupełnić je innymi, chcąc poszerzyć pola wiedzy na potrzeby interpretacji. Dlatego też obok tradycyjnego wskaźnika eutrofizacji – TSI, pojawia się zintegrowany wskaźnik ITS, zaś analiza osadów dennych została poszerzona o badania zawartości stabilnych izotopów węgla. Praca ta jest imponująca i zasługuje na uznanie. Rozdział „Wyniki badań” można podzielić na dwie grupy tematyczne. Pierwsze podrozdziały to przedstawienie i omówienie uzyskanych wyników, zaś kolejne to wyniki analiz prowadzonych na podstawie uzyskanych wyników, stanowiące znakomite wprowadzenie do dalszego podsumowania. Na

szczególne podkreślenie zasługuje zaproponowany cykl krążenia fosforu w płytkich zbiornikach polimiktycznych wynikający z badań własnych wykonanych w trakcie tej pracy, co zdaniem recenzenta jest najważniejszym osiągnięciem naukowym doktorantki.

Bardzo proszę o odpowiedź w trakcie obrony na poniższe uwagi do tego rozdziału:

1. Proszę wyjaśnić jaki wpływ ma wysokie stężenie związków fosforowych w wodzie na udział fosforu w analizowanych frakcjach w osadach.
2. Jakiej informacji uzyskuje się znając zawartości izotopowego węgla $\delta^{13}\text{C}$ w osadach dennych?

Dyskusję wyników wraz z podsumowaniem zawarto na stronach 146-157. Jest ona ciekawa i została przeprowadzona w odniesieniu do licznych danych z literatury w tym także dotyczących badanych obiektów. Z dyskusji tej wynika aż siedemnaście wniosków zawartych na stronach 158-160. Wnioski są uporządkowane w kolejności logicznej od prostych dotyczących interpretacji stanu wód po ogólne dotyczące interpretacji czy wykorzystane metodyki pozwalają odpowiedzieć na pytania badawcze leżące u podstaw prowadzonych badań. Pierwsza grupa ma charakter praktyczny, druga zaś naukowy. Część nich (np. 14) ma charakter zaleceń dla kierunków dalszych badań. Są napisane bardzo dobrze i zwięźle.

Uwagi ogólne

Doktorantka wykazała się umiejętnością zaprojektowania i przeprowadzenia badań naukowych. W bardzo dobrym stopniu opanowała współczesne narzędzia i techniki badawcze wykorzystując je do przeprowadzenia kompleksowych analiz w założonym zakresie. Prowadziła badania terenowe laboratoryjne, których wyniki wykorzystano w procesie modelowania cyklu fosforu w płytkich zbiornikach polimiktycznych. Dostosowywała przebieg kolejnych doświadczeń na podstawie wyciąganych wniosków z poprzednich badań. Praca ta stanowi kompleksowe omówienie zagadnienia od prostej interpretacji jakości wód i osadów dennych, po analizę wpływu tych stanów na intensywność i przebieg eutrofizacji.

Rozprawa została napisana w poprawnym języku polskim. Zwięzłym, inżynierskim stylem. Bardzo starannie wykonano zarówno tabele jak i rysunki. Kilka powyższych i poniższych uwag nie obniża jakości pracy. Zamieszczam je, jako rady nieco bardziej doświadczonego kolegi, z nadzieją że zostaną przyjęte przychylnie.

- Praca jest obszerna i autorce nie udało się uniknąć kilku błędów edycyjnych. Szczególnie często pojawia się tekst zawieszony (np. na str. 11, 23), literówek itp. Nie widzę potrzeby, aby wymieniać je w recenzji. Radzę w przyszłości zwracać uwagę na tego typu niedociągnięcia.

- Warto w pracy doktorskiej zamieszczać, po wnioskach, wskazania co do przyszłych badań w tym zakresie. Praca zawiera takie elementy, ale mogły by być uporządkowane.

Podsumowanie

Uważam, że przedłożona mi do recenzji rozprawa doktorska mgr. inż. Magdaleny Matuli pt.: „Wpływ form fosforu występujących w wodzie i osadach dennych w zbiornikach i ciekach wodnych na proces eutrofizacji na przykładzie Potoku Służewieckiego” prezentuje interesujące i nowatorskie wyniki badań. Jest oryginalnym rozwiązaniem problemu naukowego, zaś doktorantka wykazała się ogólną wiedzę teoretyczną w dyscyplinie naukowej inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka oraz umiejętnością samodzielnego prowadzenia pracy naukowej. Uzyskane rezultaty mają charakter zarówno teoretyczny jak i praktyczny, wobec tego stanowią dobrą bazę do dalszych działań. Systematyka opisu eksperymentów, analiza i dyskusja wyników oraz wnioskowanie są prawidłowe. Powyżej wyszczególnione uwagi nie obniżają merytorycznej wartości pracy. Stwierdzam zatem, że rozprawa doktorska Magdaleny Matuli pt.: „Wpływ form fosforu występujących w wodzie i osadach dennych w zbiornikach i ciekach wodnych na proces eutrofizacji na przykładzie Potoku Służewieckiego” spełnia wymogi stawiane ustawowo rozprawom doktorskim, dlatego też **wnioskuję o dopuszczenie** mgr. inż. Magdaleny Matuli do dalszych etapów przewodu doktorskiego.

