

Krosno, 13 stycznia 2019 r.

Prof. dr hab. inż. Daniel Słyś

Katedra Infrastruktury i Gospodarki Wodnej

Wydział Budownictwa, Inżynierii Środowiska i Architektury

Politechnika Rzeszowska im. I. Łukasiewicza

**Recenzja rozprawy doktorskiej mgra inż. Michała Preisnera
nt. „Wpływ technologii oczyszczania na redukcję potencjału eutrofizującego
ścieków komunalnych”**

1. Podstawa formalna opracowania recenzji

Formalną podstawą wykonania recenzji jest pismo Dziekana Wydziału Geodezji Górniczej i Inżynierii Środowiska Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie (znak: WGGiIŚ/434-2/18) oraz egzemplarz rozprawy doktorskiej mgra inż. Michała Preisnera nt. „Wpływ technologii oczyszczania na redukcję potencjału eutrofizującego ścieków komunalnych”.

2. Przedmiot i zawartość rozprawy

Przedmiotem recenzji jest rozprawa doktorska mgra inż. Michała Preisnera nt. „Wpływ technologii oczyszczania na redukcję potencjału eutrofizującego ścieków komunalnych”. Składa się ona z 9 rozdziałów merytorycznych, bibliografii, spisów, streszczenia oraz 4 załączników.

Na początku pracy znajduje się wprowadzenie, które w sposób ogólny przedstawia tło zagadnień podejmowanych w pracy doktorskiej. W dalszej części Autor przedstawia cel i zakres pracy oraz jej tezy. Następnie, przechodzi do przedstawienia metodologii badań.

W **pierwszym numerowanym rozdziale** rozprawy, który składa się z dwóch podrozdziałów zostaje scharakteryzowany proces eutrofizacji, mechanizm jego powstawania, dynamika, przyczyny i konsekwencje. Przedstawiono rolę ścieków bytowo-gospodarczych i przemysłowych oraz opadowych jako czynnika wywołującego eutrofizację pochodzenia antropogenicznego.

W **rozdziale drugim** Autor dokonał charakterystyki substancji biogenych wraz z określeniem ich udziału w procesach biochemicznych. Szczegółowo została opisana rola fosforu, obieg tego pierwiastka w przyrodzie, wpływ jego formy na bioprzyswajalność przez roślinność wodną. W dalszej części rozdziału Autor przedstawił rolę i obieg azotu

w przyrodzie oraz jego udział w procesie eutrofizacji. Biorąc pod uwagę istotny wpływ formy pierwiastków biogennych na proces użyźniania wód Autor słusznie zaproponował wprowadzenie definicji „potencjału eutrofizującego ścieków”, czyli parametru opisującego udział mineralnych form azotu i fosforu w ściekach oczyszczonych wprowadzanych do cieków i wpływających na rozwój procesów eutrofizacyjnych. Dokonano klasyfikacji bioprzyswajalnych form azotu i fosforu.

W **rozdziale trzecim** uwaga Autora ogniskuje się na regulacjach prawnych związanych z wprowadzaniem ścieków do wód powierzchniowych stojących i płynących. Doktorant dokonuje charakterystyki prawa obowiązującego na terenie Unii Europejskiej oraz jej transpozycji do aktów prawnych w krajach członkowskich: Polski, Niemiec, Francji i Szwecji. W pracy przedstawiono również uwarunkowania prawne odprowadzania ścieków w krajach spoza Unii Europejskiej: Rosji, Ukrainy, Białorusi, Chin, Stanów Zjednoczonych i Kanady. Bazując na szerokim przeglądzie rozwiązań prawnych w wyżej wymienionych krajach dokonano analizy metodologii ustalania warunków wprowadzania ścieków do wód powierzchniowych i pokazano różnice w stosowanych podejściach. Doktorant wskazuje również kierunki porządane jego zdaniem zmiany w regulacjach prawnych.

Rozdział czwarty stanowi kompendium wiedzy w zakresie sposobów usuwania związków azotu i fosforu ze ścieków. Autor dokonał charakterystyki metod fizyko-chemicznych i biologicznych eliminacji pierwiastków biogennych. Przedstawił najważniejsze układy technologiczne stosowane na oczyszczalniach ścieków w Polsce i za granicą, ilustrując całość zrozumiałymi schematami układów.

W **rozdziale piątym** zawarto analizę kosztów procesów biologicznego oczyszczania ścieków na oczyszczalniach. Scharakteryzowano strukturę kosztów, określając czynniki mające zasadniczy wpływ na ich wysokość. Analizę dopełniają odpowiednio dobrane przykłady literaturowe struktury i wysokości kosztów na wybranych oczyszczalniach przy jednoczesnym uwzględnieniu stosowanych technologii oczyszczania ścieków.

Z kolei w **rozdziale szóstym** dokonano analizy potencjału eutrofizującego ścieków oczyszczonych z wykorzystaniem pozyskanych wyników wieloletnich pomiarów parametrów jakości ścieków w wybranych oczyszczalniach zlokalizowanych w Europie i Ameryce Północnej. Autor przedstawił metodologię badań oraz bazy danych pomiarowych. Zostały scharakteryzowane obiekty oczyszczalni pod względem lokalizacji, wielkości oraz realizowanych w nich procesów oczyszczania. Przedstawiono także stosowane układy technologiczne. Bardzo istotną częścią tego rozdziału jest przeprowadzona analiza zawartości bioprzyswajalnych form substancji biogennych w ściekach surowych i oczyszczonych w aspekcie stosowanych technologii ich oczyszczania.

Rozdział siódmy pracy poświęcono badaniom symulacyjnym potencjału eutrofizującego ścieków oczyszczonych. Na wstępie, dokonano przeglądu dostępnego na świecie oprogramowania do prowadzenia symulacji procesów, które są realizowane na oczyszczalniach oraz ich oceny pod względem przydatności do przewidzianych w ramach tej

pracy badań. Następnie, przedstawiono program badań symulacyjnych. Dalsza część rozdziału poświęcona jest prezentacji wyników symulacji komputerowych, które przeprowadzono w dwóch etapach. W pierwszym, badano efektywność usuwania związków biogennych w dziesięciu najczęściej stosowanych układach biologicznego oczyszczania ścieków. Natomiast w drugim, analizy rozszerzono o badania uwzględniające wspomaganie chemiczne procesów oczyszczania. Na tej podstawie dokonano przeprowadzono szacunku kosztów usuwania fosforu w wybranych układach technologicznych dla przypadku studyjnego.

Pracę kończą nienumerowane rozdziały *Podsumowanie i wnioski* oraz *Dalsze kierunki badań*.

Bibliografia liczy 151 cytowanych w pracy pozycji literaturowych, z czego zdecydowaną większość stanowią źródła zagraniczne.

3. Ocena merytoryczna rozprawy

3.1. Ocena doboru tematu i celów rozprawy

Postępująca eutrofizacja wód śródlądowych oraz mórz i oceanów jest problemem globalnym, który coraz mocniej wpływa na funkcjonowanie ekosystemów wodnych, stan jakości wód, możliwości ich użytkowania i rozwoju obszarów. Ma on również bardzo istotny aspekt ekonomiczny i stanowi znaczące obciążenie finansowe gospodarki narodowej, związane m.in. z zachowaniem przyjętych prawnie parametrów jakościowych oczyszczania ścieków oraz kosztów uzdatniania wody. Równocześnie, jak wykazano w pracy istnieją potencjalne możliwości bardziej racjonalnego i „elastycznego” podejścia do standardów oczyszczania ścieków, co może być istotne z punktu widzenia finansów, przy równoczesnym założonym braku negatywnego wpływu na jakość wód odbiorników. W pracy zaprezentowano nowe podejście do problemu normowania jakości ścieków oczyszczonych, w którym uwzględnia się oddziaływanie formy związków biogennych na proces użyźniania wód. Zapropionowane rozwiązanie zostało poparte racjonalnymi argumentami badawczymi.

Temat rozprawy doktorskiej uważam za bardzo istotny i aktualny. Zaprezentowane w pracy propozycje zmierzające do realnego rozwiązania problemu użyźniania wód i wkład Autora w rozwój metodologii oceny wpływu ścieków na stan jakości wód mają znaczenie praktyczne i uniwersalne. Warto podkreślić, iż podejście to jest możliwe do aplikacji nie tylko w Polsce ale i innych krajach, borykających się z problemem nadmiaru substancji biogennych w odbiornikach ścieków oczyszczonych.

Cel rozprawy, ogniskujący się na problemie doboru układów technologicznych usuwania związków biogennych, które zapewniłyby minimalny potencjał eutrofizujący ścieków oczyszczonych, został określony w sposób jasny i w pełni zrealizowany.

3.2. Tezy pracy

Na potrzeby realizacji rozprawy doktorskiej sformułowano dwie tezy w obszarze badawczym, który zdaniem Doktoranta wymaga opracowania nowego podejścia i weryfikacji dotychczas stosowanych metodologii oceny procesów eutrofizacji i oczyszczania ścieków.

Obie tezy pracy zostały sformułowane poprawnie i nie budzą zastrzeżeń. Zrealizowany zakres badań, dobór narzędzi badawczych i metod był adekwatny do postawionego celu i umożliwił w pełni potwierdzenie postawionych tez pracy.

3.3. Ocena metodologii badawczej

Przyjęta do realizacji metodologia badań obejmowała następujące metody badawcze: i) analizy teoretyczne, ii) analizy statystyczne oraz iii) symulacje komputerowe.

Z punktu widzenia założonych celów i zakresu badań metody badawcze zostały dobrane właściwie i umożliwiły realizację postawionych celów badawczych. Na podkreślenie zasługuje szeroki zakres pozyskanych przez Doktoranta danych pomiarowych wykorzystanych w badaniach, który umożliwił realizację pracy w szerokim zakresie problemu oraz formułowanie wniosków o charakterze użytkowym.

3.4. Ocena naukowej wartości rozprawy

Na podstawie przedłożonej do recenzji rozprawy doktorskiej za najważniejsze osiągnięcia naukowe mgr inż. Michała Preisnera uznają kwestie przedstawione w punktach.

1. Krytyczną analizę istniejącego obecnie podejścia w zakresie ograniczania procesów eutrofizacji w wyniku odprowadzania do odbiorników ścieków oczyszczonych, które nie uwzględnia kwestii bioprzyswajalności pierwiastków biogennych.
2. Sformułowanie definicji „potencjał eutrofizujący ścieków”.
3. Dokonanie syntetycznego przeglądu regulacji prawnych w zakresie jakości ścieków wprowadzanych do środowiska wodnego, w różnych krajach z określeniem różnic w tych podejściach.
4. Wykonanie szerokiej analizy zawartości bioprzyswajalnych form substancji biogennych w ściekach oczyszczonych w 18 badanych oczyszczalniach zlokalizowanych w 5 krajach.
5. Opracowanie oryginalnego programu badań obejmujących analizy statystyczne, a przede wszystkim badania symulacyjne procesów technologicznych oczyszczalni w aspekcie potencjału eutrofizującego wprowadzanych do odbiornika ścieków z uwzględnieniem pierwiastka ekonomicznego.
6. Wykonanie szacunkowej analizy jednostkowych kosztów oczyszczania ścieków w wybranych technologiach o różnym poziomie złożoności, która pozwoliła na określenie najbardziej korzystnej finansowo technologii zapewniającej spełnienie prawnych kryteriów jakości ścieków.

4. Uwagi krytyczne i dyskusyjne

Przedmiotowa praca doktorska jest napisana poprawnym językiem polskim. Posiada prawidłową strukturę i podział treści. Na etapie lektury rozprawy sformułowałem następujące uwagi krytyczne i dyskusyjne, które wymieniam w punktach.

1. Zastrzeżenia budzi sposób numeracji (lub jej braku) niektórych rozdziałów i podrozdziałów, który moim zdaniem wprowadza pewne nieuporządkowanie i niekonsekwencje. Praca rozpoczyna się rozdziałem pt. *Wprowadzenie*, i jest to rozdział nienumerowany. W tym przypadku jest to jednak zupełnie dopuszczalne i ogólnie przyjęte. Następnie, znajdują się rozdziały: *Cel pracy*, *Zakres pracy*, *Tezy pracy*, *Metodologia badań* i *Podziękowania* jako części pracy nienumerowane. Kolejno zamieszczono rozdział numerowany *1. Eutrofizacja....*. Jaki był cel pominięcia tych rozdziałów w numerowaniu? Dlaczego pominięto je również w spisie treści? W spisie tym jednak ujęto rozdział *Podsumowanie i wnioski*, który również w tekście pracy jest nienumerowany.
2. Rozdział *Metodologia badań*, ogranicza się krótkiej i bardzo lakonicznej informacji o metodach badawczych. W przypadku podjęcia decyzji o publikacji książkowej pracy, co ze względu na jej wartość naukową i aplikacyjną uważam za bardzo pożądane, sugeruję rozwinięcie tej części pracy i szczegółowe przedstawienie algorytmu całego procesu dochodzenia do wyników i wniosków z badań.
3. Analizując pracę uważam, że jest ona napisana zrozumiałym językiem naukowym, użyte sformułowania i definicje są poprawne. Sugeruję jednak, aby w dalszych dociekaniaach naukowych używać sformułowania *nakłady inwestycyjne* zamiast *kosztów inwestycyjnych* zgodnie z przyjętą nazewnictwem, natomiast koszty mogą odnosić się do kosztów całkowitych LCC, kosztów eksploatacyjnych, kosztów operacyjnych itp.
4. Wartości symulacyjne stężeń przedstawione na rysunkach 7.2-7.21 są określone dla przyjętych dawek koagulantów, zatem są one danymi dyskretnymi. Moim zdaniem właściwe byłoby przedstawienie ich wartości jako wykresu punktowego lub ewentualnie w celu pokazania tendencji wykresu liniowego, koniecznie z wartościami punktowymi, a nie w postaci funkcji ciągłej. To samo zastrzeżenie odnosi się do rysunku 5.3 przedstawiającego koszty eksploatacyjne oczyszczalni.
5. W treści pracy brakuje odniesienia do Załącznika 3 oraz Załącznika 4. Przygotowanie i obróbka danych statystycznych oraz ich interpretacja była istotną częścią badań. Uważam, że Autor powinien mniej skromnie traktować wykonaną przez siebie pracę, „chwaląc się” nią w pozytywnym tego słowa znaczeniu.
6. W pracy znajdują się pojedyncze, drobne błędy redakcyjne, których lokalizację przekazano Autorowi, w celu eliminacji przy ewentualnej dalszej publikacji pracy.

Pomimo przedstawionych wcześniej drobnych niedociągnięć uważam, że praca jest przygotowana na wysokim poziomie redakcyjnym i naukowym. Dane i wyniki obliczeń zostały przedstawione w sposób interesujący i łatwy do zapoznania się oraz weryfikacji.

Wykorzystane formy graficzne, np. w postaci: map ciepła, wykresów pudełkowych, dendrogramów są rozwiązaniami oryginalnymi i atrakcyjnymi dla czytelnika pracy.

5. Podsumowanie i wniosek końcowy

Na podstawie analizy przedstawionej mi do oceny rozprawy doktorskiej, a w szczególności postawionych przez Doktoranta celów, zakresu, tez, zastosowanych narzędzi badawczych, zrealizowanych badań, analizy i dyskusji otrzymanych wyników stwierdzam, że mgr inż. Michał Preisner rozwiązał zadanie naukowe posiadające duże znaczenie praktyczne, a podnoszona w pracy problematyka jest aktualna i ważna.

Zaprezentowany przez Doktoranta warsztat badawczy, sposób wnioskowania naukowego i oryginalne podejście do tematu potwierdzają w dużym stopniu jego dojrzałość oraz predyspozycje do pracy naukowej.

Uzyskane wyniki mają znaczenie aplikacyjne i rozwijają teorię związaną z ważnym ogólnosiątkowym problemem środowiskowym oraz technologicznym, dotyczącym wpływu ścieków odprowadzanych z oczyszczalni na środowisko wodne.

Autor rozprawy wykazał się umiejętnością planowania, przygotowania i realizacji badań, a także analizy wyników i formułowania wniosków.

Reasumując, uważam że przedstawiona mi do recenzji rozprawa doktorska posiada istotne walory naukowe oraz aplikacyjne. Została zrealizowana na wysokim poziomie badawczym, a osiągnięte wyniki stanowią oryginalny wkład Autora do racjonalizacji metod oceny wpływu ścieków oczyszczonych na stan troficzny wód powierzchniowych.

Biorąc pod uwagę powyższe stwierdzam, że recenzowana rozprawa doktorska autorstwa mgra inż. Michała Preisnera nt. „Wpływ technologii oczyszczania na redukcję potencjału eutrofizującego ścieków komunalnych” spełnia wymagania stawiane pracom doktorskim określone w Ustawie z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz.U. 2003 Nr 65 poz. 595 wraz z późn. zm.). W związku z tym, stawiam wniosek o przyjęcie rozprawy doktorskiej i dopuszczenie jej do publicznej obrony.

Uwzględniając oryginalność przeprowadzonych badań, ich zakres, a także wykorzystane przez Doktoranta narzędzia badawcze oraz wagę problematyki, nie tylko w skali krajowej, ale również i międzynarodowej wnioskuję o wyróżnienie ocenianej pracy doktorskiej.

