

Kraków, dnia 26.04.2019 r.

dr hab. Krzysztof Chmielowski, prof. UR  
Uniwersytet Rolniczy w Krakowie  
Wydział Inżynierii Środowiska i Geodezji  
Katedra Inżynierii Sanitarnej i Gospodarki Wodnej  
Al. Mickiewicza 24/28, 30-059 Kraków  
tel. 698-611-964  
e-mail: [k.chmielowski@ur.krakow.pl](mailto:k.chmielowski@ur.krakow.pl)

## RECENZJA

rozprawy doktorskiej mgr inż. Aleksandry Sowińskiej  
pt. „Wpływ zredukowanych związków siarki na nityfikację i denityfikację w  
procesie osadu czynnego”

### 1. Podstawa opracowania

Zlecenie Dziekana Wydziału Budownictwa, Architektury i Inżynierii Środowiska Uniwersytetu Zielonogórskiego – Pana dr. hab. inż. Andrzeja Greinerta, prof. UZ, nr WI-P/53/2019 z dnia 27.02.2019 r.

### 2. Ogólne omówienie rozprawy

Podczas bytowania człowieka, w wyniku zużycia wody powstają ścieki bytowe, które nie oczyszczone mogą stanowić poważne zagrożenie dla środowiska naturalnego. Polska znajduje się w basenie morza Bałtyckiego i odprowadzanie nadmiernej ilości zanieczyszczeń do wód płynących może spowodować zagrożenie dla życia i funkcjonowania tamtejszego ekosystemu. Dlatego w Polsce na ogromną skalę buduje się nowe oczyszczalnie ścieków lub modernizuje istniejące. Najbardziej rozpowszechnioną technologią oczyszczania ścieków bytowych jest osad czynny. Istotnymi procesami podczas oczyszczania ścieków bytowych są nityfikacja i denityfikacje. Na te procesy wpływa wiele czynników a jednym z nich mogą być związki siarki.

W ramach recenzowanej rozprawy doktorskiej Autorka określiła wpływ zredukowanych związków siarki na nityfikację i denityfikację w procesie osadu czynnego. Doktorantka dokonała analizy wpływu związków siarki na ważne procesy oczyszczania ścieków (nityfikację i denityfikację) w reaktorach ze zmiennym napowietrzaniem. Autorka określiła wpływ fazy tlenowej na procesy biochemiczne zachodzące w obecności zredukowanych związków siarki w reaktorze przepływowym o zmiennych warunkach. Ponadto określiła możliwość występowania denityfikacji autotroficznej podczas dawkowania związków siarki.

Praca doktorska Pani mgr inż. Aleksandry Sowinskiej została podzielona na 7 zasadniczych rozdziałów (plus spis literatury, spis tabel, spis rycin). Po spisie treści Autorka zamieściła spis ważniejszych skrótów. W mojej ocenie spis ten mógłby być rozszerzony o inne skróty, które występują w pracy doktorskiej (np.  $WO$ ,  $\mu_N$ ,  $\mu_{max}$ ,  $q_c$ ,  $q_N$ , itp.).

Pierwszy rozdział „Wprowadzenie” stanowi ponad stronicowe wprowadzenie czytelnika we właściwą tematykę. Drugi rozdział stanowi swoisty przegląd literaturowy dotyczący poruszanej przez Doktorantkę tematyki. Rozdział ten został podzielony przez Autorkę na osiem podrozdziałów, w których odpowiednio opisuje zagadnienia dotyczące podstaw związanych z obiegiem siarki w środowisku, mineralizacji białek, nitryfikacji, denitryfikacji, redukcji siarczanów, związków siarki w warunkach tlenowych oraz mikroorganizmów osadu czynnego. Układ tego rozdziału jest poprawny i logiczny. W znacznej części tego rozdziału Autorka powołuje się na literaturę zagraniczną oraz krajową. Rozdział ten jest dość obszerny i zajmuje 28 stron maszynopisu, co stanowi około 24% całej pracy. Bogata literatura wykorzystana przez Autorkę rozprawy doktorskiej świadczy o jej zaangażowaniu w poszukiwaniu dostępnych źródeł, co z kolei pozwoliło na przejrzyste nakreślenie problemu, który zamierza rozwiązać.

Rozdział trzeci dotyczy celu i hipotez badawczych. Jest to rozdział (2 strony), w którym Doktorantka precyzyjnie przedstawił, co zamierza zrobić i w jakim celu. Zasadniczym celem naukowym pracy doktorskiej było określenie wpływu związków siarki na przebieg procesu utleniania i redukcji związków azotu oraz na właściwości biomasy biorącej udział w przemianach. Autorka sformułował hipotezę badawczą, która brzmi: Zredukowane związki siarki mają pozytywny wpływ na nitryfikację i denitryfikację w reaktorach ze zmiennym napowietrzaniem.

Ponadto Doktorantka sformułowała cztery cele naukowe:

- określenie wpływu fazy tlenowej na procesy biochemiczne zachodzące w obecności zredukowanych związków siarki w reaktorze przepływowym o zmiennych warunkach tlenowych,
- określenie możliwości występowania denitryfikacji autotroficznej podczas dawkowania zredukowanych związków siarki w reaktorze przepływowym o zmiennych warunkach tlenowych,
- określenie relacji pomiędzy długością fazy tlenowej a stężeniem związków organicznych w celu ograniczenia procesu utleniania w strefie tlenowej,

- określenie wpływu siarki na biomasę biorącą udział w przemianach biochemicznych w reaktorze przepływowym o zmiennych warunkach tlenowych.

Dodatkowo Doktorantka w rozdziale tym, przedstawiła zakres pracy doktorskiej.

W kolejnym, czwartym rozdziale Autorka przedstawiła materiał i metodykę badań. Rozdział ten został bardzo starannie przygotowany, jego układ jest czytelny i nie budzi wątpliwości. Metodyka badań przedstawiona w pracy jest odpowiednia i pozwoliła Autorce na zrealizowanie postawionych celów badawczych. Rozdział ten składa się z 7 zasadniczych części dotyczących: charakterystyki modelu badawczego, przebiegu badań i warunków technologicznych, metod analiz fizyko-chemicznych, obliczenia parametrów technologicznych oraz analizy statystycznej wyników badań. Na stronie 46 Autorka przedstawia w szczegółowy sposób charakterystykę modelu badawczego użytego do przeprowadzenia eksperymentu badawczego. Doktorantka skonstruowała dwa równoległe działające układy przepływowe z osadem czynnym. Jest to dobre podejście do realizacji eksperymentu badawczego. Badania zostały podzielone na dwa etapy (badany i kontrolny). Metodyka badawcza została opisana i przedstawiona poprawnie. Rozdział składa się z 13 stron, co stanowi około 11% objętości pracy.

Rozdział piąty (wyniki badań), jest najważniejszym rozdziałem w rozprawie doktorskiej i stanowi on o wartości naukowej pracy. W moim odczuciu rozdział ten powinien się nazywać wyniki badań i ich analiza ponieważ, Doktorantka dokonuje w nim swoistej analizy zebranego materiału. Rozdział ten składa się z 55 stron maszynopisu, co stanowi ponad 46% objętości pracy. Takie proporcje są poprawne i świadczą dobrze o podejściu Autorki do pisania pracy naukowej. Rozdział piąty został podzielony na sześć podrozdziałów, w których Autorka przedstawiła wykonane badania oraz dokonuje interpretacji uzyskanych wyników. Rozdział jest napisany z dużą starannością i pozwala Doktorantce na rozwiązanie problemów postawionych w celu pracy. W pierwszym z podrozdziałów, dotyczących charakterystyki ścieków surowych, Doktorantka w sposób szczegółowy (tabela 5.1) przedstawiła uzyskane wyniki. W drugim podrozdziale Autorka przedstawiła wyniki z pierwszego etapu badań. Etap ten został rozpisany na kolejnych podrozdziałach, w których Autorka opisuje wyniki poszczególnych wskaźników zanieczyszczenia ścieków. Na uwagę zasługują liczne ryciny i tabel, które poprawiają wartość estetyczną i czytelność pracy. Jest to szczególnie ważne w przypadku dużej ilości danych do przedstawienia. Każdy ze wskaźników był określany dla reaktora badanego oraz dla reaktora kontrolnego. Autorka poddała analizę następujące wskaźniki zanieczyszczenia ścieków. Azot amonowy, azot azotynowy, azot azotanowy, jon siarczkowy, siarkę siarczanową, siarkę siarczynową, oraz związki organiczne (BZT<sub>5</sub> i

ChZT<sub>Cr</sub>). Dodatkowo Doktorantka przedstawiła biomasę ogólną i organiczną. Dokonała również analizy procesów biochemicznych. Pierwszy etap kończy podsumowanie, w którym Autorka w szczegółowy sposób zebrała i przedstawiła wyniki dotychczasowej pracy.

Drugi etap badań został przedstawiony w podrozdziale 5.4 i ma podobny układ do podrozdziału 5.2.

W szóstym, przedostatnim ponumerowanym rozdziale Doktorantka dokonała swojego podsumowania i dyskusji nad wynikami uzyskanymi w wyniku przeprowadzenia eksperymentów badawczych. Rozdział ten składa się z 4 stron i zawiera najważniejsze informacje uzyskane przez Autorkę podczas realizacji rozprawy doktorskiej. Podsumowanie jest zrobione w sposób odpowiedni, dzięki czemu potencjalny czytelnik może w przejrzysty sposób uzyskać informacje dotyczące najważniejszych dokonań Doktorantki. Przeprowadzone i opisane w pracy badania potwierdziły hipotezę postawioną w rozdziale trzecim, że zredukowane związki siarki mają wpływ na nityfikację i denityfikację w reaktorach ze zmiennym napowietrzaniem.

Doktorantka wykazała możliwość wystąpienia denityfikacji autotroficznej w warunkach zmiennego napowietrzania. Autorka wykazała, że efektywność i rodzaj denityfikacji zależały od długości fazy tlenowej i stężenia tlenu w reaktorze (korzystne jest stężenie tlenu poniżej 1 mg O<sub>2</sub>/dm<sup>3</sup>). Ponadto Doktorantka określiła wpływ długości fazy tlenowej na efekt usuwania poszczególnych składników ze ścieków, wyrażający się w różnicach stężeń i szybkości przebiegu procesów. Autorka wykazała, że w pierwszym etapie badań szybkość usuwania azotu amonowego ( $q_N$ ) była wyższa w reaktorze badanym w dwóch seriach badań (V i VI seria), a szybkość usuwania związków organicznych ( $q_c$ ) była wyższa w reaktorze badanym w jednej serii badań (VI seria). Natomiast w drugim etapie badań Doktorantka wykazała, że szybkość usuwania azotu amonowego i związków organicznych była wyższa w reaktorze badanym w całym okresie badań. Ponadto w drugim etapie badań Doktorantka opisała wpływ związków siarki na biomasę biorącą udział w przemianach biochemicznych w reaktorach ze zmiennym napowietrzaniem. Stwierdziła, że zredukowane związki siarki nie wpływają negatywnie na kondycję biomasy.

Ostatni siódmy rozdział stanowią wnioski, które zostały sformułowane przez Autorkę pracy na podstawie przeprowadzonych badań. Na podstawie sformułowanych wniosków Autorka rozprawy doktorskiej odpowiedziała na problem postawiony w celu pracy.

Rozprawa doktorska obejmuje 118 stron spójnego tekstu oraz 14 stron, na których zawarto spis literatury, spis rycin i spis tabel. W tekście rozprawy doktorskiej znajduje się 26 tabel i

56 rysunków. Literatura obejmuje 85 pozycji, z których 71 pozycji stanowi prace obcojęzyczne (głównie w j. angielskim).

Doktorantka, na podstawie przeprowadzonej analizy zebranego materiału wykazała, że:

- długość trwania fazy tlenowej determinuje kierunek przemian biochemicznych zachodzących w obecności zredukowanych związków siarki,
- w fazie tlenowej następuje symultaniczne utlenianie jonu siarczkowego, związków organicznych i azotu amonowego tlenem rozpuszczonym,
- odpowiednio krótka faza tlenowa (ograniczony dopływ i niskie stężenie tlenu) umożliwia denitryfikację autotroficzną w warunkach beztlenowych,
- zmienne warunki tlenowe panujące w reaktorze badanym umożliwiły utlenianie dawkowanych związków siarki w formie siarczków do siarki siarczanowej. Siarka siarczanowa może wspomagać proces utleniania azotu amonowego - pełni rolę akceptora elektronów,
- niskie stężenie tlenu w reaktorze badanym umożliwiło utlenianie azotu amonowego z jednoczesną redukcją siarki siarczanowej,
- krótka faza tlenowa i dawkowane związki siarki stymulowały przyrost biomasy; reaktor badany charakteryzował się wyższym stężeniem biomasy znajdującej się w układzie,
- dawkowane związki siarki i wydłużona faza tlenowa spowodowały rozdrobnienie kłaczków osadu czynnego i wymywanie ich poza układ; reaktor badany charakteryzował się niższym stężeniem biomasy znajdującej się w układzie.

Na podstawie przeprowadzonych badań Doktorantka w sposób poprawny odpowiedziała na problem postawiony w celu pracy. Wnioski są rzetelne i wynikają z przeprowadzonych prac badawczych. Należy dążyć do kontynuowania badań w tym zakresie w skali półtechnicznej lub technicznej, co pozwoli w przyszłości wykorzystać wyniki w praktyce.

### **3. Uwagi krytyczne i dyskusyjne o charakterze merytorycznym i edytorskim**

Recenzent po zapoznaniu się z rozprawą doktorską ma następujące uwagi:

1. Zbędne puste strony występujące na początku pracy. Chodzi o puste kartki po stronie tytułowej, podziękowaniach, streszczeniu w języku polskim i streszczeniu w języku angielskim. W moim odczuciu należy te kartki usunąć co poprawi czytelność pracy.
2. W pracy na końcu wierszy zdarzają się tzw. „sieroty i wdowy” uważam, że docelowo należy je pousuwać.

3. W podrozdziałach od 5.2.1.1 do 5.2.1.7 występują w tytułach niepotrzebne powtórzenia sformułowania „w pierwszym etapie badań” oraz w rozdziałach od 5.4.1.1 do 5.4.1.7 sformułowania „w drugim etapie badań”.
4. Numerowanie rozdziałów spis literatury, spis tabel i spis rycin jest niepotrzebne.
5. Spis skrótów powinien być rozszerzony o występujące w całej pracy skróty i symbole.
6. Brak tabulacji przy niektórych akapitach.
7. Na stronie 19 w ostatnim akapicie Autorka pisze „Ostatnio publikowane prace ...” a nie powołuje się w tym miejscu na literaturę.
8. W mojej ocenie wzory powinny być wyśrodkowane co znacznie poprawiło by czytelność pracy.
9. Na stronie 37 w wierszu 7 jest „sposób jego wykorzystanie” a powinno być „sposób jego wykorzystania”.
10. Proponuję poprawić jakość czcionki na rycinie nr 4.1 na stronie 46 co podniesie wartość estetyczną tej ryciny.
11. W spisie literatury w pozycji 74 jest zapis drukowanymi literami a powinien być tak jak w pozostałej części tego spisu.

Powyższe uwagi mają charakter edycyjny i nie wpływają znacząco na merytoryczną wartość pracy, którą oceniam wysoko.

W tym miejscu chciałem zadać Pani Doktorantce pytanie w jaki sposób zamierza przenieść wyniki badań uzyskane w trakcie realizacji pracy doktorskiej do skali technicznej. Również chciałem zapytać jak by sformułował warunki eksploatacyjne do potencjalnych eksploatorów oczyszczalni w terenie.

#### **4. Wniosek końcowy**

Według opinii Recenzenta, rozprawa doktorska mgr inż. Aleksandry Sowinskiej jest bardzo wnikliwym i cennym opracowaniem podjętego problemu badawczego. Doktorantka osiągnęła zamierzony cel pracy, a założone tezy badawcze zostały przez Nią udowodnione. Autorka rozprawy doktorskiej wykazała się odpowiednim przygotowaniem teoretycznym i praktycznym. Wykazał się znajomością współczesnej literatury dotyczącej tematu pracy oraz umiejętnością planowania i prowadzenia badań naukowych. Autorka pokazał, że potrafi właściwie wykonać zamierzone cele badawcze oraz prawidłowo i wnikliwie zinterpretować uzyskane wyniki badań.

Biorąc po uwagę zaprezentowaną powyżej pozytywną ocenę osiągnięć Doktorantki stwierdzam, że Jej praca pt. „Wpływ zredukowanych związków siarki na nityfikację i denityfikację w procesie osadu czynnego” spełnia warunki obowiązującej ustawy o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki z dnia 14 marca 2003 r. (Dz. U. Nr 65, poz. 595). Dlatego wnioskuję o jej przyjęcie jako rozprawy doktorskiej i dopuszczenie mgr inż. Aleksandry Sowinskiej do publicznej obrony przed Radą Wydziału Budownictwa, Architektury i Inżynierii Środowiska Uniwersytetu Zielonogórskiego.

Kraków, dnia 26.04.2019 r.

  
.....  
*dr hab. inż. Krzysztof Chmielowski, prof. UR*