

**prof. dr hab. inż. Krzysztof Kuczewski**

54-129 Wrocław

Ul. Drzewieckiego 56/12

## RECENZJA

rozprawy doktorskiej mgr inż. Pauliny Śliz

pt. „Skuteczność oczyszczania ścieków w modelu reaktora przepływowego ze złożem ruchomym”

### Podstawa opracowania

Podstawą opracowania recenzji i rozprawy doktorskiej było zlecenie prof. dr hab. inż. Krzysztofa Gawrońskiego, Dziekana Wydziału Inżynierii Środowiska i Geodezji Uniwersytetu Rolniczego w Krakowie z dnia 15.12.2016 r. (DI-520-7/2014-2017).

### Charakterystyka pracy doktorskiej z komentarzem

Przedstawiona do recenzji rozprawa jest zwartym opracowaniem składającym się z 168 stron, w skład którego wchodzi 46 rysunków, 10 fotografii oraz 73 tabele. Wykaz piśmiennictwa, na który Autorka powołuje się w rozprawie doktorskiej obejmuje 177 pozycji literatury, w tym 107 pozycji w językach obcych (głównie w języku angielskim) oraz 70 napisanych w języku polskim.

Zdecydowana przewaga piśmiennictwa, na którą powołuje się Autorka pochodzi z ostatnich kilku lat. Rozprawa składała się z ośmiu głównych rozdziałów.

### Wstęp

W krótkim, dwustronicowym wstępie Autorka podkreśla potrzebę poszukiwania nowych wysoko skutecznych metod oczyszczania ścieków, w szczególności odnoszących się do małych ilości ścieków. Jedną z takich metod jest możliwość zastosowania na szeroką skalę nowej technologii, zwanej „złożami ruchomymi”.

**W rozdziale drugim** o nazwie „Cel, tezy i zakres pracy”, Autorka przedstawiła zakres pracy doktorskiej oraz próbę zweryfikowania pięciu tez badawczych. Obiektami badawczymi były modele komór złoż ruchomych zawieszonych przepływowych, w których wymiar pionowy wykonano w skali 1:1 w stosunku do rzeczywistego złoża, a poziomy stanowił wycinek obiektu rzeczywistego. Badania składały się z dwóch etapów.

W pierwszym etapie był model o nazwie „R1”, który składał się z pojedynczych komór, a drugi „R2”, stanowił pięciokomorowy przepływowy reaktor ze złożem ruchomym. Badania wykonano w pomieszczeniach Katedry Inżynierii Sanitarnej i Gospodarki Wodnej.

Oceniając ten punkt, nasuwa się pytanie czy tego typu badania były potrzebne? I czy wcześniej w innych ośrodkach badawczych nie były prowadzone?

Potrzeba przeprowadzenia tego typu badań wynikałaby, gdyby wcześniej znalazł się punkt omawiający przegląd literatury naukowej w tym zakresie.

Przedstawiając zakres pracy należało podać jakie wskaźniki zanieczyszczeń ścieków poddane będą analizie, jaka będzie stosowana intensywność napowietrzania i wielkości hydrauliczne obciążenia złóż ściekami oraz w jakich warunkach termicznych prowadzone będą badania.

**Rozdział trzeci** rozprawy o nazwie „Przegląd literatury” wg recenzenta powinien znajdować się przed rozdziałem „Cel, tezy i zakres pracy”

W tym punkcie Autorka w sposób przejrzysty opisała dotychczasowe wyniki badań różnych badaczy (polskich i zagranicznych), dotyczące reaktorów przepływowych ze złożami ruchomymi typu MBBR i MBSBBR. Zwróciła uwagę na to, że jest to nowa technologia oczyszczania ścieków, i w Polsce stosunkowo mało znana. Z analizy przeglądu cytowanej literatury wynika, że Autorce rozprawy doktorskiej doskonale znane są osiągnięcia badawcze polskich i zagranicznych badaczy, dotyczące tej technologii oczyszczania małych ilości ścieków.

**Rozdział czwarty** pracy dotyczy opisu wybudowanych obiektów badań. Dwa obiekty badawcze reaktorów z ruchomym złożem wykonane były w skali laboratoryjnej. Pięć reaktorów w modelu „R1” o średnicy wewnętrznej 140 mm i całkowitej wysokości 2000 mm, wykonane były ze szkła akrylowego (PLEXI). Cztery z nich wypełnione były kształtkami będącymi nośnikami biomasy, Reaktor K1 zawierał kształtki o objętości czynnej 70%, K2 – 60%, K3 – 40%, K4 – 20%, a reaktor K5 pozostał bez wypełnienia kształtkami. Ścieki do poszczególnych reaktorów dopływały z dwukomorowego osadnika gnilnego, znajdującego się w pomieszczeniach Katedry. Układ reaktorów względem siebie był równoległy. Autorka pracy pisząc o wypełnieniu reaktorów kształtkami powinna podać, czy było to wypełnienie nasypowe czy też objętościowe,

Model „R2”, traktowany jako docelowy, stanowiło pięć reaktorów o wymiarach, jak w modelu „R1”, połączonych względem siebie szeregowo. Reaktor „K1”, do którego dopływały ścieki z osadnika gnilnego posiadał wypełnienie kształtkami 20%, K2 – 40%, K3 – 60%, K4 – 60%, K5 – 70%.

Opis stanowisk badawczych jest czytelny, poparty licznymi rysunkami i fotografiami stanowisk badawczych. Aparatura jaką użyto do badań przedmiotowych nie budzi zastrzeżeń i należy zaliczyć do nowoczesnej.

**Rozdział piąty** rozprawy o nazwie „Metodyka badań”, opisuje sposób wykonywania analiz chemicznych ścieków dla badanych wskaźników zanieczyszczeń.

Recenzent zapytuje, co było powodem, że w ściekach oczyszczonych badano tylko azot amonowy, a nie inne formy azotu?

W pracy brak też informacji, jakie były warunki termiczne panujące w reaktorach w trakcie prowadzenia badań. Temperatura jest parametrem istotnym, mającym wpływ na końcowy efekt oczyszczania ścieków.

W rozdziale tym i poprzednim, nie znalazłem pełnego uzasadnienia dlaczego w modelu „R2” zastosowano takie, a nie inne wypełnienie poszczególnych kolumn kształtkami. Połączenie poszczególnych reaktorów względem siebie było szeregowo. Skład ścieków dopływających do następnego reaktora zmieniał się i dodatkowo zmieniało się jego wypełnienie. Trudno jednoznacznie określić jak ilość komór wpływa na końcowy efekt oczyszczania ścieków.

Błędnie na stronie 47 pisze Autorka, że model „R2” stanowiło pięć komór reaktora przepływowego, które połączono ze sobą w układzie równoległym. Układ był szeregowy, a nie równoległy. W punkcie tym brak jest informacji jak długo trwał okres wpracowywania się złóż oraz w jakich odstępach czasowych pobierane były próbki ścieków.

Do oceny skuteczności oczyszczania ścieków i wpływu na nią zmiennej intensywności napowietrzania oraz zmiennego obciążenia hydraulicznego ściekami złóż zastosowała nie budzące zastrzeżeń metody matematyczne. Poziom istotności dla tego typu badań został przyjęty prawidłowo.

**Rozdział szósty** „Wyniki badań i ich analiza” dotyczył analizy stężeń ścieków oczyszczonych oraz skuteczności oczyszczania z badanych wskaźników zanieczyszczeń w modelu „R1”, a także wpływu napowietrzania i zmiennego obciążenia hydraulicznego na efekt oczyszczania. Recenzent analizując dane zawarte w tabeli 10 z danymi w tabeli 11 i rys. 13, stwierdził, że uzyska się inne efekty oczyszczania niż podane w tabeli 11 i na rys. 13. To samo dotyczy innych analizowanych wskaźników zanieczyszczeń.

Autorka pracy, analizując wyniki badań na modelu „R2” – Rozdział 6.3, który jest „sercem” pracy doktorskiej nie podała w jakich okresach stosowano zmienne obciążenia hydrauliczne i jakie stosowano wydatki napowietrzania. Dane w tabeli 42 i rys. 18-22 ukazują przebieg zmian BZT5 w okresie badawczym, ale nie wiadomo kiedy i jakie stosowano obciążenie hydrauliczne oraz natężenie natlenienia. Dopiero na stronie 133 i w tabeli 72 w sposób pośredni można znaleźć informacje, jak długo w modelu „R2” stosowano intensywność napowietrzania  $3,0 \text{ dm}^3/\text{min}$ . oraz  $5,0 \text{ dm}^3/\text{min}$ . Brak tych informacji utrudniało analizę wpływu napowietrzania na inne badane parametry.

Strona 133, tabela 72 Autorka zbyt lakonicznie wyjaśnia przyczyny większego natężenia tlenu ściekami w reaktorach K1, K2, K3, K4, K5 przy mniejszym natężeniu napowietrzania niż przy wyższej intensywności.

Podsumowując ten Rozdział mogę stwierdzić, że założone cele badawcze i hipotezy zostały zrealizowane w oparciu o właściwe metody badawcze,

**Rozdział siódmy** „Podsumowanie” jest wypunktowanym przedstawieniem wyników badań i zweryfikowanych hipotez badawczych w stosunku do modelu wykonanego „R1” i „R2”

**W Rozdziale ósmym** przedstawiono pięć ogólnych wniosków z przeprowadzonych badań na modelach w warunkach laboratoryjnych.

Sądzę, że powinien znaleźć się także wniosek do przeprowadzenia podobnych badań, ale w skali póltechnicznej z podaniem uzasadnienia.

### **Konkluzja recenzji.**

Po dokładnym zapoznaniu się z rozprawą doktorską mg inż. Pauliny Śliz, stwierdzam, że stanowi ona samodzielne rozwiązanie zagadnienia naukowego, jaki postawiła w celu pracy. Wykazała się też niezbędną wiedzą teoretyczną do rozwiązania założonego celu badawczego, czego dowodem jest część teoretyczna rozprawy oraz dyskusja wyników badań wsparta najnowszą literaturą krajową i zagraniczną. Temat rozprawy został właściwie dobrany do aktualnych problemów związanych z ochroną środowiska. Oprócz zrealizowanego celu poznawczego (naukowego)

prezentowana rozprawa może mieć duże znaczenie dla praktyki inżynierskiej związanej z szeroko pojętą inżynierią i ochrona środowiska.

Należy zaznaczyć, że założone przez Autorkę hipotezy badawcze zostały sprawdzone przy pomocy właściwych metod pomiarowych odpowiadających współczesnemu poziomowi nauki.

Uważam, że Autorka rozprawy posiada właściwy stopień wiedzy w zakresie dyscypliny naukowej, która była tematem pracy doktorskiej. Uwagi krytyczne, które nasunęły się mnie podczas dogłębnego studiowania rozprawy nie umniejszają wartości pracy i sądzę, że będą wykorzystane w przygotowaniu tekstu do publikacji.

Praca doktorska, w jakiej została przedstawiona do recenzji, nie wymaga uzupełnień.

**Stwierdzam, że rozprawa doktorska mgr inż. Pauliny Śliz, pt. „Skuteczność oczyszczania ścieków w modelu reaktora przepływowego ze złożem ruchomym”, odpowiada wymogom stawianym pracom doktorskim, które określono w Ustawie o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz stopniach i tytule w zakresie sztuki i wnoszę o dopuszczenie mgr inż. Paulinę Śliz do publicznej obrony pracy doktorskiej.**

prof. dr hab. inż. Krzysztof Kuczewski

