

**Dr hab. inż. Piotr Bugajski**  
Katedra Inżynierii Sanitarnej i Gospodarki Wodnej  
Wydział Inżynierii Środowiska i Geodezji  
Uniwersytet Rolniczy im. Hugona Kołłątaja w Krakowie  
30-059 Kraków, Al. Mickiewicza 24/28  
Tel. (012) 632-40-39, e-mail: p.bugajski@urk.edu.pl

## **RECENZJA ROZPRAWY DOKTORSKIEJ**

**mgr inż. Anety Pytki-Woszczyło**

**pt.:**

### **„Efektywność usuwania fosforu ogólnego ze ścieków bytowych w filtrach ze skały węglanowo-krzemionkowej”**

#### **1. Podstawa opracowania recenzji**

Recenzję opracowano na podstawie zlecenia Dziekana Wydziału Inżynierii Produkcji Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie Pana Profesora dr hab. inż. Andrzeja Marczuka z dnia 30 kwietnia 2019 roku.

#### **2. Krótki opis pracy**

Rozprawa doktorska liczy łącznie 180 stron i zawiera 6 rozdziałów głównych wraz z szeregiem podrozdziałów oraz 4 rozdziały końcowe, w których umieszczono wykaz literatury, spis tabel, spis rycin oraz streszczenie w języku polskim i języku angielskim. Praca zawiera łącznie 36 tabel oraz 67 rycin, w tym 15 fotografii autorstwa doktorantki.

Pierwszy z rozdziałów, liczący 4 strony, zawiera informacje wprowadzające w tematykę związaną z aktualnymi problemami odnośnie wprowadzania do środowiska nadmiernej ilości związków fosforu w ściekach, co wpływa na proces nadmiernej eutrofizacji wód.

W rozdziale 2, który liczy 26 stron Autorka szczegółowo opisuje rolę, jaką fosfor i jego związki odgrywają w środowisku naturalnym. W dalszej części tego rozdziału scharakteryzowano szczegółowo procesy usuwania fosforu w stosowanych technologiach oczyszczania ścieków. W rozdziale tym Autorka podaje wiele przykładów usuwania związków fosforu ze ścieków powołując się na literaturę polskojęzyczną oraz obcojęzyczną, co świadczy o dogłębnym zapoznaniu się doniesieniami naukowymi (publikacyjnymi) odnośnie podjętego tematu.

W rozdziale 3 sformułowano problem badawczy w postaci pytania: *jaka jest efektywność usuwania fosforu ogólnego ze ścieków bytowych w warstwie filtracyjnej wykonanej ze skały węglanowo-krzemionkowej (opoki) – tzw. P-filtrze?*, ponadto w tej części dysertacji określono główny cel naukowy wraz z podaniem celów szczegółowych oraz

sformułowano 3 tezy badawcze. W rozdziale 4 „Zakres i metodyka badań” szczegółowo scharakteryzowano materiał badawczy, czyli opokę podając jej skład chemiczny. W rozdziale tym opisano dokładnie stanowiska badawcze oraz wykorzystane modele w badaniach laboratoryjnych oraz scharakteryzowano obiekty terenowe, na których przeprowadzono eksperyment. Cennym uzupełnieniem tego rozdziału jest dokumentacja fotograficzna pozwalająca czytelnikowi na szczegółowe zapoznanie się ze stanowiskami i modelami eksperymentu. Metodyka badań laboratoryjnych, terenowych oraz zaproponowana analiza statystyczna jest opisana szczegółowo i nie budzi zastrzeżeń. Rozdział 5, dotyczący wyników badań i ich analiz jest najobszerniejszą częścią pracy, liczącą łącznie 89 stron, czyli stanowiącą około 50% tekstu całej rozprawy doktorskiej. Rozdział ten jest podzielony na 2 główne podrozdziały, w których Autorka bardzo wnikliwie i szczegółowo analizuje efektywność usuwania fosforu ze ścieków w warunkach laboratoryjnych, a następnie w warunkach terenowych (rzeczywistych) w wybranych oczyszczalniach ścieków.

W ostatnim z głównych rozdziałów dysertacji, czyli 6, Doktorantka opracowała krótkie podsumowanie wyników badań oraz sformułowała 14 wniosków, wynikających bezpośrednio z poszczególnych etapów analizy badawczej. W pracy wykorzystano 330 pozycji bibliograficznych polsko i obcojęzycznych, cytowanych w rozprawie.

### **3. Omówienie układu pracy**

Z merytorycznego punktu widzenia układ rozprawy doktorskiej mgr inż. Anety Pytki-Woszczyło, uważam za właściwy i prawidłowy. Rozprawa doktorska stanowi ciąg logicznie występujących po sobie rozdziałów. Praca zawiera wszystkie wymagane elementy rozprawy doktorskiej, ma charakter naukowo-badawczy, a także aplikacyjny. Na szczególną uwagę zasługuje jej wdrożeniowy oraz użytkowy charakter. Przejrzysty i logiczny układ pracy, prezentacja wyników w formie tabel oraz rycin oraz dyskusja wyników sprawiają, że mimo drobnych uchybień językowych, czytający śledzi wywody Autorki z pełnym zrozumieniem. W części analitycznej w każdym z podrozdziałów Doktorantka opisuje najważniejsze rezultaty poddając je dyskusji z doniesieniami z literatury. Taka, godna pochwały, forma analizy i dyskusji wyników powoduje, że czytający w każdym momencie wie, jakie są wymierne rezultaty danej analizy i nie musi ich szukać dopiero w podsumowaniu lub wnioskach końcowych. Świadczy to o tym, że Autorka dysertacji posiada odpowiednią wiedzę teoretyczną oraz doświadczenie w zakresie dyscypliny naukowej, której dotyczy tematyka badawcza, a także dysponuje odpowiednimi umiejętnościami umożliwiającymi opracowywanie oraz poprawną analizę uzyskanych wyników. Potrafi Ona poprawnie zaplanować badania, zrealizować postawione cele naukowe oraz poprawnie zinterpretować uzyskane wyniki.

Pewną, drobną wątpliwość budzi ostatni akapit na str. 8 w rozdziale „Wstęp”, w którym Autorka podaje cel pracy. Jest to niejako powtórzenie celu głównego oraz celów szczegółowych podanych w rozdziale 3. Ponadto za niezbyt „szczęśliwy” uważam tytuł rozdziału 5.1.1. *„Efekty usuwania fosforu ogólnego przy różnych temperaturach wypalenia opoki i przy różnym czasie retencji ścieków”*, który powinien raczej brzmieć *„Skuteczność usuwania fosforu ogólnego ze ścieków w aspekcie zmiennej temperatury wypalenia opoki oraz zmiennym czasie retencji ścieków”*. Ponadto Autorka podaje tytuł rozdziału 5.2.3. *„Analiza statystyczna wybranych czynników wpływających na skład ścieków oczyszczonych w obiektach terenowych”* a przecież analizowany jest tylko jeden składnik, jakim jest fosfor ogólny. Tytuł tego rozdziału sugeruje, że analizie poddane zostały także inne parametry określające wielkość zanieczyszczeń w ściekach. Uwagi zawarte w tej części recenzji są dyskusyjne i nie wpływają, jak wspomniano na właściwy i logiczny układ dysertacji.

#### **4. Ocena merytoryczna rozprawy**

Problem naukowy w punkcie 3 rozprawy doktorskiej, który Autorka sformułowała w postaci pytania i w części analitycznej na niego odpowiedziała jest ważny z punktu widzenia aktualnych potrzeb udoskonalania (optymalizacji) sposobów unieszkodliwiania związków biogennych w przydomowych oczyszczalniach ścieków stosowanych na terenach nieurbanizowanych. Mimo, że w rozprawie doktorskiej poddano analizie ścieki po oczyszczeniu biologicznym w złożach hydrofitowych uzyskane rezultaty eksperymentu są uniwersalne i można je odnieść do ścieków po biologicznym oczyszczeniu w innych rodzajach reaktorów biologicznych stosowanych w przydomowych oczyszczalniach.

Przyjęty w dysertacji cel zasadniczy oraz cele szczegółowe są dobrane trafnie i w części analitycznej udzielono na nie właściwych i wyczerpujących odpowiedzi.

Autorka w dysertacji stawia 3 słuszne hipotezy badawcze. W tym akapicie dalej pisze „tezy” – dlaczego? Uważam, że analizie naukowej stawiamy hipotezy, które w wyniku weryfikacji są udowodnienie lub są negowane.

Przyjęty przez Autorkę zakres badań oraz pomiarów daje możliwości poprawnego wnioskowania. Przeprowadzony w pracy przegląd literatury, obejmujący doniesienia z poligonów badawczych z terenu Polski oraz innych regionów świata wskazuje, że Doktorantka posiadała ugruntowaną i wyczerpującą wiedzę z zakresu tematyki rozprawy oraz w obszarze dyscypliny naukowej, której dotyczy rozprawa. Przyjęta w pracy metodologia badawcza jest pełni poprawna oraz spełnia wymogi współczesnego naukowego warsztatu badawczego.

W dysertacji na pochwałę zasługuje część analityczna, gdzie Autorka w pierwszej kolejności wykonała szereg eksperymentów w warunkach laboratoryjnych a następnie dokonała weryfikacji uzyskanych wyników w warunkach terenowych. Tak przeprowadzona

analiza jest warta podkreślenia, gdyż warunki laboratoryjne w badaniach naukowych często nie oddają warunków rzeczywistych (terenowych), a w tym przypadku zostały te warunki ze sobą porównane.

Do najważniejszych osiągnięć naukowych Autorki dysertacji należy zaliczyć:

1. Podjęcie i szczegółowe opracowanie ważnego tematu badawczego dotyczącego możliwości usuwania związków fosforu ze ścieków oczyszczonych w przydomowych oczyszczalniach. Temat jest aktualny, gdyż obecnie trwa dyskusja w środowisku naukowym odnośnie wprowadzania limitu stężeń wskaźników biogenych w ściekach odpływających z oczyszczalni przydomowych, którego w aktualnie obowiązujących aktach prawnych nie ma.
2. Określenie wpływu skał węglanowo-krzemionkowych (opoki) na efektywność unieszkodliwiania związków fosforu. Opracowanie tego typu zależności ma wymiar praktyczny szczególnie na obszarach chronionych, gdzie w szczególności powinno się zapobiegać zjawisku eutrofizacji wód.
3. Określenie zależności pomiędzy ilością oczyszczanych ścieków a efektywnością usuwania fosforu ze ścieków. Zależność ta ma wymiar praktyczny i uniwersalny dla przyszłych użytkowników tego typu obiektów.
4. Wykazanie wpływu temperatury wypalenia opoki na skuteczność pochłaniania (sorpcji) związków fosforu. Ta zależność jest bardzo istotna w aspekcie ekonomicznym, gdyż pozwala producentom tego typu materiału na optymalizację kosztów produkcji.

Przy ocenie rozprawy nasuwa się kilka bardziej szczegółowych uwag i pytań:

1. W rozdziale 5.1.1.1 cennym uzupełnieniem analizy statystycznej było by określenie zależności korelacyjnej pomiędzy zmiennymi, zaprezentowanymi na rycinach 34 i 35. Równania opisujące linię trendu oraz siła związków czasu trwania eksperymentu na skuteczność usuwania fosforu pozwoliłaby określić zdolność sorbcyjną opoki.
2. Autorka w pracy zmienność uzyskanych wyników opisuje współczynnikiem zmienności  $V_s$ , ale nie podaje w metodyce badań lub też w analizie na jakiej podstawie interpretuje wyniki. Brak podanej skali odnośnie interpretacji współczynnika zmienności.
3. Na rycinach od 64 do 67 należało podać równia linii trendu, z których można odczytać wpływ czasu trwania eksperymentu (podanego w miesiącach) na efektywność usuwania fosforu. Tego typu równania pozwalają prognozować również opisaną zależność.
4. Uważam, że w rozdziale „Podsumowanie i wnioski” treść zawarta od wiersza 1 do 24 jest niepotrzebna, gdyż stanowi powtórzenie celu pracy oraz w pewne fragmenty metodyki badań. Rozdział ten powinien być nazwany „wnioski”, w którym powinno się je umieścić.

5. Czym kierowała się Autorka dysertacji przyjmując obciążenie hydrauliczne w wariancie I i wariancie II? Czy jest to typowe obciążenie hydrauliczne dla przydomowych oczyszczalni ścieków?

Omówione niedociągnięcia, drobne potknięcia edycyjne oraz uwagi dyskusyjne nie umniejszają jednak merytorycznej wartości pracy, którą generalnie oceniam wysoko. Uwzględnienie przez Doktorantkę wymienionych w niniejszej recenzji uwag pozwoli na udoskonalenie warsztatu pisarskiego oraz pozwoli na uniknięcie różnych uchybień i niedociągnięć na etapie przygotowania publikacji, bądź referatów konferencyjnych.

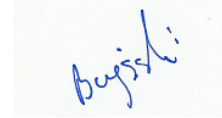
Pomimo wymienionych uwag, uzyskane wyniki badań, ich opracowanie analityczne oraz wnioskowanie pozwalają na stwierdzenie, że Aneta Pytka-Woszczyło zrealizowała postawione w rozprawie cele naukowe, a użyta metodologia pomiarowa i analityczna była właściwa i odpowiadała aktualnemu stanowi wiedzy naukowej i technicznej. Uzyskane w pracy rezultaty są ważne dla praktyki. Przedstawione w zakończeniu rozprawy wnioski dają odpowiedź na postawione tezy badawcze oraz cel pracy. Oceniana praca posiada istotne walory naukowe i aplikacyjne.

Na pochwałę zasługuje bardzo szeroki zakres zaplanowanych i zrealizowanych badań, zarówno terenowych jak i laboratoryjnych. Wskazuje to na dużą pracowitość Doktorantki oraz jej dążenie do jak najbardziej kompletnego i wnikliwego przeanalizowania problemu badawczego. Zarazem uzyskane wyniki przedstawiono w przemyślanej i przystępnej formie tabel i wykresów, przez co są czytelnie i klarownie zaprezentowane.

## **5. Ocena końcowa**

Recenzowana rozprawa doktorska rozwiązuje ważny problem naukowy jak też praktyczny związany z usuwaniem fosforu w oczyszczalniach ścieków. Dysertacja jest oryginalnym opracowaniem i cechuje ją znaczny stopień przydatności w aspekcie praktycznego wykorzystania. Mgr inż. Aneta Pytka-Woszczyło wykazała się odpowiednią wiedzą teoretyczną oraz praktyczną w swojej dyscyplinie oraz wysokimi umiejętnościami samodzielnego planowania, realizacji badań naukowych oraz w umiejętnym opracowaniu monografii (maszynopisu), w której zaprezentowano wyniki badań.

**Biorąc pod uwagę walory naukowe, poznawcze oraz aplikacyjne recenzowanej rozprawy doktorskiej stwierdzam, że spełnia ona wszystkie wymagania stawiane rozprawom doktorskim zawarte w Ustawie z dnia 14 marca 2003 roku o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. Nr 65 poz. 595) i wnioskuję o dopuszczenie mgr inż. Anety Pytki-Woszczyło do publicznej obrony przed Radą Wydziału Inżynierii Produkcji Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie.**



*Kraków, dnia 20 maja 2019r.*

.....  
*Dr hab. inż. Piotr Bugajski*