

**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. +48 12 632-40-39, e-mail: p.bugajski@urk.edu.pl

## **RECENZJA ROZPRAWY DOKTORSKIEJ**

**Mgr inż. Aleksandry Bawiec**

pt.:

**„Wpływ wybranych czynników środowiskowych na skuteczność usuwania azotu i fosforu ze ścieków oczyszczanych w systemie hydroponicznym”**

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

Recenzję opracowano na podstawie zlecenia Dziekana Wydziału Inżynierii Kształtowania Środowiska i Geodezji Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu Pana Profesora dr hab. inż. Bernarda Kontnego z dnia 28 stycznia 2019 roku.

### **2. Formalna charakterystyka pracy**

Rozprawa doktorska Pani mgr inż. Aleksandry Bawiec została opracowana zgodnie z wytycznymi wynikającymi ze znowelizowanej Ustawy o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz stopniach i tytule w zakresie sztuki z dnia 14 marca 2003 r. z późniejszymi zmianami.

Przedłożona do recenzji rozprawa doktorska pt. **„Wpływ wybranych czynników środowiskowych na skuteczność usuwania azotu i fosforu ze ścieków oczyszczanych w systemie hydroponicznym”** obejmuje dwie podstawowe części oraz dodatkowo zawiera informacje o pozostałym dorobku naukowym, organizacyjnym oraz dydaktycznym. Część pierwszą, o objętości 32 stron, stanowi autoreferat, który obejmuje, wstęp, wymieniony spójny tematycznie zbiór artykułów naukowych, hipotezy badawcze, cel pracy, opis metodyki badawczej, krótki opis uzyskanych wyników zakończony ich podsumowaniem oraz wnioski i wykaz wybranych pozycji piśmiennictwa w liczbie 42. Ponadto zwarto w tej części pracy krótkie streszczenia w języku polskim i w języku angielskim. Drugą część rozprawy stanowi cykl czterech, tematycznie spójnych, oryginalnych artykułów naukowych opublikowanych w czasopiśmie z listy JCR (lista A wg Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego) w latach 2017-2018:

1. **Bawiec Aleksandra.** *Efficiency of nitrogen and phosphorus compounds removal in hydroponic wastewater treatment plant.* (2018). *Environmental Technology*, (25 pkt.; IF 1,666)
2. **Bawiec Aleksandra, Pawęska Katarzyna, Pulikowski Krzysztof, Kajewska-Szkudlarek Joanna.** (2018). *Influence of insolation on the efficiency of NO<sub>3</sub> removal from wastewater treated in the hydroponic system.* *Water Air & Soil Pollution*, 229:232. (25 pkt.; IF 1,769; udział doktorantki - 70%)
3. **Bawiec Aleksandra, Pawęska Katarzyna, Pulikowski Krzysztof.** (2018). *LED light use for the improvement of wastewater treatment in the hydroponic system.* *Environmental Technology*, (25 pkt.; IF 1,666; udział doktorantki - 60%)
4. **Bawiec Aleksandra, Pawęska Katarzyna, Pulikowski Krzysztof.** (2017). *Analysis of granulometric composition of algal suspensions in wastewater treated with hydroponic method.* *Water Air & Soil Pollution*, 228:366. (25 pkt.; IF 1,769; udział doktorantki - 80%)

Całość rozprawy doktorskiej mgr inż. Aleksandry Bawiec uzupełniają informacje odnośnie pozostałego dorobku naukowego tj. udział w międzynarodowych i krajowych konferencjach naukowych, staży i szkoleń naukowych, wykonanych ekspertyz oraz recenzji publikacji naukowych. Jak zaprezentowano w tej części rozprawy Doktorantka prowadziła zajęcia dydaktyczne w języku polskim oraz języku angielskim, co świadczy o tym, że oprócz zaangażowania w pracę naukową jest dobrym dydaktykiem. Należy podkreślić, że dobry nauczyciel akademicki (pracownik naukowo-dydaktyczny) prowadzący zajęcia dydaktyczne ze studentami powinien posiadać doświadczenie praktyczne i tak właśnie jest w przypadku Doktorantki mgr inż. Aleksandry Bawiec. Za swoją działalność naukową i organizacyjną Doktorantka otrzymała Nagrodę Rektora Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu oraz zwiększony dodatek do wynagrodzenia.

### 3. Merytoryczna ocena rozprawy doktorskiej

Rozprawa doktorska mgr inż. Aleksandry Bawiec pt. „**Wpływ wybranych czynników środowiskowych na skuteczność usuwania azotu i fosforu ze ścieków oczyszczanych w systemie hydroponicznym**” stanowi spójny tematycznie ciąg 4 publikacji opublikowanych w periodykach naukowych o zasięgu międzynarodowym. Zasadniczym osiągnięciem Doktorantki jest opublikowanie tych prac w czasopiśmie z listy JCR posiadającym miernik siły oddziaływania i prestiżu czasopisma tzw. Impact Factor. Autorka dysertacji jest w jednej publikacji jedynym autorem, a w pozostałych trzech jej udział wynosi od 60% do 80%. Bardzo istotną i ważną kwestią jest to, że Autorka w publikacjach opracowanych wraz innymi autorami jest pierwszym autorem publikacji, jest pomysłodawczynią koncepcji prac, zbierała dane, wykonywała badania, opracowała metodykę badań, wykonywała analizy statystyczne wraz z interpretacją uzyskanych



wyników. Ponadto przygotowała manuskrypty wraz z tłumaczeniem do druku. Informacje te są potwierdzone w oświadczeniach z podpisami pozostałych współautorów.

Autorka w rozdziale 3 dysertacji sformułowała dwie słuszne hipotezy badawcze, które powinny być umieszczone po celu pracy, czyli w rozdziale 4. Hipotezy badawcze oddają sens zawartego w nich twierdzenia, lecz powinny być moim zdaniem bardziej precyzyjnie sformułowane. Hipotezy powinny brzmieć:

1. Hydroponiczne systemy doczyszczania ścieków komunalnych stosowane w klimacie umiarkowanym zapewniają obniżenie stężenia związków azotu i fosforu w ściekach odprowadzanych do odbiornika.
2. Doświetlanie makrofitów światłem LED oraz wzbogacanie ścieków CO<sub>2</sub> wpływa na zwiększenie skuteczności usuwania związków azotu i fosforu ze ścieków.

W rozdziale 4, który zatytułowano „**Cel pracy**” informacje od wiersza 1 do połowy wiersza 8 nie są celem pracy a informacjami, które powinny być zawarte raczej w rozdziale „**Wprowadzenie**”. Właściwy cel pracy zawarty jest w ostatnim zdaniu pierwszego akapitu w tym punkcie rozprawy. Sformułowany cel pracy jest de facto powtórzeniem tytułu pracy a uważam, że powinien zawierać więcej szczegółów. Powinno się określić w tym miejscu dokładnie jakie „*wybrane czynniki...*” mają wpływ na skuteczność usuwania azotu i fosforu ze ścieków. W dalszej części tego rozdziału Autorka podaje właściwie sformułowane 4 cele szczegółowe.

W rozdziale 5 pt. „**Materiały i metody**”, który opracowany jest starannie, lecz występują pewne braki i nieścisłości wymagające wyjaśnienia:

- Ile wynosi średnia dobowa przepustowość projektowana oczyszczalni ścieków (podano tylko maksymalną przepustowość)?
- Co to znaczy „Próbki do badań pobierano w godzinach porannych”?
- Ile próbek ścieków i z jakim interwałem czasowym pobierano próbki do badań?
- Czy próbki ścieków surowych pobierane były wyłącznie przy pogodzie bezdeszczowej? W aspekcie kanalizacji ogólnospławnej ma to duże znaczenie w odniesieniu do stężeń zanieczyszczeń biogenych w ściekach dopływających!

Rozdział 6 „**Wyniki i dyskusja**”, w którym Autorka dysertacji syntetycznie prezentuje wyniki badań zawartych w 4 spójnie tematycznych publikacjach jest opracowany prawidłowo i stanowi logiczną ciągłość i całość.

W publikacji **AI** wykonano analizę porównawczą skuteczności usuwania związków azotu i fosforu w dwóch układach technologicznych: II-stopniowym i III-stopniowym z laguną hydroponiczną. Na podstawie analizy wyników badań stwierdzono, że średnia sprawność usuwania azotu ogólnego, azotu amonowego oraz azotu azotynowego była na poziomie zbliżonym w obu układach technologicznych. Na podstawie uzyskanych wyników stwierdzono, że zastosowanie doczyszczania ścieków w lagunie hydroponicznej nie wpłynęło

na zwiększenie skuteczności usuwania trzech form azotu w układzie z zastosowaniem laguny hydroponicznej. Autorka w tej części pracy charakteryzuje dokładnie skuteczność usuwania związków azotu obrazując to również na rysunkach 5, 6 i 7. W tym miejscu nasuwa się Pytanie: Dlaczego w podobny sposób nie przedstawiono analizy odnośnie usuwania związków fosforu (fosfor ogólny oraz fosforany)?, skoro w publikacji **AI** jest to wykonane również w podobny i właściwy sposób.

Można przyjąć, że wnioski wynikające z badań przeprowadzonych w publikacji **AI** stanowią podstawę do dalszych badań, co Autorka wskazała w autoreferacie.

W publikacji **AII** prawidłowo określono cel badań a następnie szczegółowo wykonano analizę statystyczną odnośnie wpływu usłonecznienia w klimacie umiarkowanym na skuteczność pobierania azotu azotanowego ze ścieków przepływających przez lagunę hydroponiczną zainstalowaną w zbiorczej oczyszczalni ścieków. W wyniku przeprowadzonych badań, które poparto wnikliwą dyskusją stwierdzono, że nasłonecznienie nie ma wpływu na skuteczność eliminacji azotanów.

Jak podaje Autorka, badania przeprowadzone na obiekcie rzeczywistym skłoniły ją do przeprowadzenia dalszych eksperymentów związanych doświetlaniem makrofitów, czyli roślin wodnych zasiedlających laguny hydroponiczne światłem LED w skali laboratoryjnej.

W publikacji **AIII** zaprezentowano wyniki doświadczenia (eksperymentu) polegającego na doświetlaniu statycznym systemu hydroponicznego światłem niebieskim i czerwonym emitowanym przez diody LED. Badania prowadzono przy napowietrzaniu ścieków, oraz w warunkach nasycania ścieków dwutlenkiem węgla. Eksperyment badawczy zaplanowano i zrealizowano właściwie pod względem metodycznym, merytorycznym a analizę statystyczną wykonano poprawnie. Na podstawie uzyskanych wyników stwierdzono, że statystycznie istotne różnice w skuteczności usuwania zanieczyszczeń z użyciem doświetlania światłem LED i bez użycia światła (doświetlania), wystąpiły jedynie w przypadku azotu ogólnego, azotu amonowego oraz azotu azotanowego.

W publikacji **IV** z poddano analizie wpływ doświetlania ścieków oczyszczanych w systemie hydroponicznym na zmiany składu granulometrycznego zawiesin występujących w ściekach odpływających. Jako najważniejszy wniosek z przeprowadzonych badań należy uznać: w ściekach doświetlanych cząstki charakteryzowały się większą powierzchnią aktywną, a co za tym idzie – lepszymi właściwościami sorpcyjnymi, niż zawiesiny w ściekach niedoświetlanych. Zarówno w zbiornikach z doświetlaniem jak i bez doświetlania dominowały jednak cząstki o średnicach większych niż 10  $\mu\text{m}$ , co wskazuje na ich niewielkie zdolności katalityczne i słabą reaktywność. Idea eksperymentu, jego realizacja oraz wnioski są prawidłowe i wskazują na progres wiedzy Autorki odnośnie działania systemów hydroponicznych oczyszczania ścieków.



Do najważniejszych osiągnięć naukowych Doktorantki wynikających z przeprowadzonych badań należą:

1. Stosowanie lagun hydroponicznych w warunkach klimatycznych Polski nie przynosi zakładanych rezultatów, czyli zwiększenia skuteczności usuwania ze ścieków zanieczyszczeń biogennych.
2. Stosowanie doświetlania systemu hydroponicznego w porze nocnej pozytywnie wpływa na usuwanie azotu ogólnego i azotu amonowego, obniżając ich średnie stężenia w procesie oczyszczania. Doświetlanie nie jednak ma wpływu na zwiększenie skuteczności usuwania związków fosforu.
3. W systemach hydroponicznych możliwe jest zwiększenie skuteczności usuwania zanieczyszczeń poprzez dodawanie (suplementacja) dwutlenku węgla.

Na dużą pochwałę mgr inż. Aleksandry Bawiec zasługuje pomysł oraz zakres zaplanowanych a następnie zrealizowanych badań, zarówno terenowych jak i laboratoryjnych. Wskazuje to na dużą pracowitość i dojrzałość naukową Doktorantki oraz jej dążenie do jak najbardziej kompletnego i wnikliwego przeanalizowania problemu badawczego. Przedstawione w recenzji uwagi odnoszą się głównie do błędów stylistycznych, pewnych skrótów myślowych Doktorantki i formy redakcji rozprawy. Nie umniejszają one jednak mojej wysokiej oceny recenzowanej rozprawy doktorskiej.

Pewną kwestią do dyskusji jest charakterystyka najważniejszych informacji z 4 jednotematycznych publikacji zawarta w pierwszej części rozprawy doktorskiej. Czy potrzebne było umieszczanie wybranych wykresów (rycin) w opisie każdej publikacji? Autorka nie umieściła wszystkich rycin znajdujących się w publikacjach. Uważam, że w tej części pracy należało podać krótką – syntetyczną charakterystykę najważniejszych osiągnięć naukowych, bez umieszczania wykresów, z którymi można się zapoznać w publikacjach stanowiących załącznik do rozprawy doktorskiej.

#### **4. Wnioski końcowe**

Recenzowana rozprawa doktorska rozwiązuje ważny problem naukowy jak też praktyczny związany z unieszkodliwianiem związków biogennych w oczyszczalniach ścieków. Dysertacja jest oryginalnym opracowaniem i cechuje ją znaczny stopień przydatności w aspekcie praktycznego wykorzystania. Mgr inż. Aleksandra Bawiec wykazała się odpowiednią wiedzą teoretyczną oraz praktyczną w swojej dyscyplinie oraz wysokimi umiejętnościami samodzielnego planowania, realizacji badań naukowych oraz w umiejętnym opracowaniu publikacji, w których 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**