

Poznań, 25.09.2019 r.

Dr hab. inż. Joanna Jeż-Walkowiak  
Instytut Inżynierii Środowiska  
Politechniki Poznańskiej

## **RECENZJA**

### **ROZPRAWY DOKTORSKIEJ**

**mgr inż. Thanh Hung Nguyen**

**pt. TREATMENT AND REUSE OF GREYWATER FOR RYE-GRASS  
IRRIGATION**

**OCZYSZCZANIE I PONOWNE WYKORZYSTANIE ŚCIEKÓW  
SZARYCH DO NAWADNIANIA ŻYCICY TRWAŁEJ**

Recenzowana rozprawa doktorska została wykonana na Wydziale Inżynierii Środowiska Gospodarki Przestrzennej Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu. Promotorem pracy jest prof. dr hab. inż. Ryszard Błazejewski, a promotorem pomocniczym dr hab. Marcin Spychała.

### **PODSTAWA FORMALNA RECENZJI**

Recenzję opracowano na podstawie zlecenia Dziekana Wydziału Inżynierii Środowiska i Gospodarki Przestrzennej Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu prof. UPP dr hab. inż. Jerzego Bykowskiego (Pismo z dnia 11.09.2019).

## TREŚĆ ROZPRAWY

Recenzowana praca doktorska napisana jest w języku angielskim i dotyczy interesującego z naukowego punktu widzenia i bardzo aktualnego w aspekcie zastosowań praktycznych problemu wykorzystania ścieków szarych. W rozprawie, na podstawie badań własnych, Doktorant ocenił wpływ nawadniania mieszaniną wody wodociągowej, ścieków szarych surowych i ścieków szarych oczyszczonych na plon suchej masy życicy trwałej oraz na glebę. Tematyka pracy jest aktualna i wpisuje się w dążenia do racjonalnej gospodarki wodnej i zrównoważonego rozwoju.

Przedłożona do recenzji rozprawa składa się z 133 stron maszynopisu, z czego 111 stron to zasadnicza część pracy, pozostałe 22 strony to załączniki. W części zasadniczej pracy zamieszczono 54 rysunki i 26 tabel.

Pracę podzielono na sześć głównych części: „Wprowadzenie”, „Przegląd literatury”, „Cel, zakres i metodyka badań”, „Wyniki badań”, „Dyskusja” i „Wnioski i kierunki dalszych badań”. Ponadto na początku rozprawy zamieszczono streszczenie w języku polskim i angielskim oraz spis rysunków, tabel i wykaz ważniejszych oznaczeń. Na końcu rozprawy zamieszczono bibliografię liczącą 95 pozycji oraz załączniki.

W pierwszej części Autor przedstawia genezę podjęcia tematu rozprawy poświęconej wykorzystaniu ścieków szarych do nawadniania uprawy życicy trwałej z punktu widzenia ochrony zasobów wodnych i środowiska. We wprowadzeniu Doktorant przedstawił także definicje pojęć związanych z tematem oraz zasady zrównoważonej gospodarki wodnej. Doktorant podkreślił, że użycie ścieków szarych do nawadniania traw umożliwi stworzenie cyklu zamkniętego obiegu wody u źródła powstawania ścieków. Ocenia również, że takie podejście jest interesujące zarówno w Polsce jak i w Wietnamie skąd pochodzi Doktorant.

W przeglądzie literatury, sporządzonym na podstawie analizy głównie pozycji zagranicznych, Autor przedstawia w syntetycznym ujęciu charakterystykę ilościową i jakościową ścieków szarych. Doktorant przedstawił również metody i procesy technologiczne służące do oczyszczania ścieków szarych. W dalszej części przeglądu literatury Autor przedstawił analizę możliwości wykorzystania ścieków szarych do nawadniania w aspekcie ich jakości i ilości oraz dostępnych systemów nawadniania. W pracy zamieszczono również ciekawe zestawienie wytycznych i przepisów dotyczących ponownego użycia ścieków szarych do irygacji. Doktorant ocenił ewentualny wpływ ścieków szarych wykorzystanych do nawadniania na zdrowie człowieka, jakość gleby i wód podziemnych oraz na plony.

Przegląd publikacji naukowych pozwolił wskazać Doktorantowi obszary badań nieopisanych dotychczas w literaturze. Analiza literatury stała się podstawą do sformułowania celu pracy i hipotez.

W rozdziale drugim (Cel, zakres i metodyka badań) Autor przedstawił cel pracy, którym była ocena wpływu nawadniania mieszaniną wody wodociągowej, ścieków szarych surowych (z pralni, wanny i umywalki) i ścieków szarych oczyszczonych na plon suchej masy żyłocy trwałey oraz na glebę. Jako cele cząstkowe Autor wskazał:

- określenie efektów oczyszczania ścieków szarych w skali laboratoryjnej na instalacji składającej się osadnika wielostrumieniowego i filtra,
- określenie pływu ilości i udziału składników mieszaniny nawadniającej na plon suchej masy żyłocy trwałey i charakterystykę gleby.

Eksperyment badawczy zaplanowano i zrealizowano jako pełne doświadczenie wieloczynnikowe dla dwóch poziomów nawadniania dla trzech czynników.

W rozdziale czwartym zebrano wyniki badań wstępnych (etap I) oraz kolejnych dwóch etapów doświadczeń dla dwóch wariantów: bez nawożenia (etap II) i z nawożeniem (etap III). Wyniki badań prowadzonych w skali laboratoryjnej poddano analizie statystycznej, której wyniki szczegółowo omówiono.

W rozdziale piątym Autor przeprowadził dyskusję wyników badań i analizy statystycznej. Dyskusję przeprowadzono w rzeczowy sposób interpretując wyniki, popierając przemyślenia własną wiedzą i aktualnym stanem wiedzy w temacie.

Przeprowadzona w rozdziale piątym dyskusja wyników doprowadziła do sformułowania 7 wniosków, które Doktorant zamieścił w rozdziale szóstym. Wnioski potwierdzają postawione wcześniej hipotezy badawcze.

Dysertację kończą proponowane kierunki dalszych badań w większej skali prowadzące do optymalizacji ilości i jakości ścieków szarych pod kątem zachowania jakości gleby i pozyskiwania składników odżywczych.

Zamieszczony na końcu rozprawy spis literatury jest dobrze dobrany do zakresu pracy i zawiera prawie wyłącznie publikacje angielskojęzyczne z ostatnich dziesięciu lat.

## OCENA MERYTORYCZNA ROZPRAWY

Praca doktorska mgr inż. Thanh Hung Nguyen jest wynikiem wnikliwych studiów literaturowych oraz starannie zaplanowanych i zrealizowanych badań doświadczalnych nad wpływem nawadniania mieszaniną wody wodociągowej, ścieków szarych surowych i ścieków szarych oczyszczonych na plon suchej masy życicy trwałej oraz na glebę. Tematyka wykorzystania ścieków szarych u źródła ich powstania jest nadal aktualna i cieszy się zainteresowaniem zespołów badawczych na świecie. Świadczy o tym duża liczba opublikowanych i wciąż pojawiających się prac naukowych.

Studia literaturowe pozwoliły Autorowi uzasadnić wybór tematu i jasno formułować cele badawcze pracy leżące w obszarze dotąd nie przebadanym. Hipotezy badawcze zostały prawidłowo sformułowane.

Rozprawę cechuje poprawność metodologiczna. Badania zaplanowano w zakresie umożliwiającym osiągnięcie celów badawczych. Zebrane wyniki badań zostały poddane analizie statystycznej za pomocą programu R (wersja 3.5.1). Istotne różnice w wynikach weryfikacji hipotez badawczych zostały ocenione za pomocą analizy wariancji (ANOVA) i testu Tukey-HSD.

Wyniki badań i analizy statystycznej wykazały, że wszystkie główne czynniki (woda wodociągowa, ścieki szare surowe i ścieki szare oczyszczone) istotnie wpływały na całkowity plon życicy po trzech i sześciu zbiorach w II etapie badań. Najistotniejszym czynnikiem wpływającym na plon życicy były oczyszczone ścieki szare. Ponadto wszystkie oddziaływania między dwoma czynnikami miały istotny wpływ na plon, z wyjątkiem oddziaływania między ściekami szarymi oczyszczonymi a ściekami szarymi surowymi po sześciu zbiorach. Doświadczenie II etapu wykazało, że woda wodociągowa, ścieki szare oczyszczone i ich wzajemne oddziaływanie miały istotny wpływ na pH gleby; podobnie wszystkie czynniki i ich wzajemne oddziaływanie miały wpływ na przewodność elektryczną gleby. Ścieki szare oczyszczone były najistotniejszym czynnikiem wpływającym na pH gleby, natomiast woda wodociągowa miała decydujące znaczenie dla przewodności elektrycznej gleby.

W III etapie doświadczenia nie stwierdzono istotnego wpływu poszczególnych czynników i ich wzajemnych oddziaływań na plon życicy po trzech zbiorach. Jednak oddziaływania między wodą wodociągową i ściekami szarymi surowymi oraz między

ściekami szarymi oczyszczonymi i ściekami szarymi surowymi miały istotny wpływ na plon po sześciu zbiorach. Oddziaływanie między wodą wodociągową a surowymi ściekami szarymi miało istotny wpływ na odczyn gleby, natomiast wszystkie główne czynniki oraz interakcje między wodą wodociągową i ściekami szarymi surowymi miały wpływ na przewodność elektryczną gleby, a najistotniejszym czynnikiem okazała się woda wodociągowa. Ponadto jakość odcieku uległa poprawie po 51 dniach wzrostu życicy i utrzymywała się do końca etapu II, co wskazuje na dużą skuteczność doczyszczania ścieków szarych w strefie korzeniowej.

Zamykające rozprawę wnioski nawiązują i potwierdzają słuszność postawionych hipotez badawczych.

Struktura recenzowanej rozprawy tworzy zwartą i powiązaną logicznie całość.

Do mocnych stron pracy należy zaliczyć:

- Rzetelny przegląd piśmiennictwa, będący cennym źródłem aktualnej wiedzy na temat wykorzystania ścieków szarych. Wykazanie na podstawie przeglądu piśmiennictwa obszarów badawczych dotąd nie przebadanych, będących podstawą do postawienia celu pracy.
- Szeroki zakres badań obejmujący plon życicy trwałej, wpływ sposobu nawadniania na jakość zastosowanej gleby oraz jakość odcieku z uprawy.
- Poddanie wnikliwej analizie statystycznej wyników badań za pomocą programu R (wersja 3.5.1). Istotne różnice w wynikach weryfikacji hipotez badawczych zostały ocenione za pomocą analizy wariancji (ANOVA) i testu Tukey-HSD.
- Dbłość o porównanie wyników swojej pracy z literaturą światową. W dyskusji uzyskanych rezultatów badań Autor swoje wyniki odnosi do wartości raportowanych przez innych naukowców, uzyskując wyniki zbieżne z nimi lub inne zestawy wartości. Podwyższa to wiarygodność uzyskanych wyników oraz ich użyteczność i potwierdza wartość naukową rozprawy.

Uwagi do pracy o charakterze dyskusyjnym, zostały przedstawione poniżej:

- Zamieszczony na początku pracy wykaz ważniejszych symboli i oznaczeń jest wybiórczy i niepełny. Znalazły się w nim niepotrzebne objaśnienia powszechnie stosowanych oznaczeń np. COD czy WHO, a termin „treated graywater” ma dwa skróty.

- W pracy zabrakło dokładnego opisu instalacji podczyszczającej ścieki i wartości parametrów procesowych, takich jak wysokość złóż filtracyjnych, parametry granulometryczne materiału filtracyjnego czy prędkość filtracji.
- Charakterystyka ścieków mogłaby być poszerzona o stężenie związków powierzchniowo-czynnych, których obecność wpłynąć może na wielkość plonu, jakość odcieku i środowisko naturalne.
- W pracy nie przedstawiono uzasadnienia (spełnienie warunków) dla zastosowania analizy wariancji ANOVA dla weryfikacji hipotez.
- Zabrakło w pracy wniosków użytkowych, wskazujących możliwość zastosowania wyników badań w praktyce.

Praca doktorska mgr inż. Thanh Hung Nguyen jest napisana zrozumiałym, przejrzystym językiem. Układ pracy dobrze odzwierciedla zamysł Autora i konsekwentną realizację poszczególnych zadań badawczych.

Reasumując, ogólna ocena merytoryczna przedstawionej do recenzji rozprawy jest bardzo pozytywna. Mgr inż. Thanh Hung Nguyen wykazał się dużą wiedzą, umiejętnością postawienia problemu badawczego i zaplanowania cyklu badań potrzebnych do jego rozwiązania. Zamieszczone w pracy przeprowadzone przez Doktoranta studium literaturowe jest cennym źródłem wiedzy na temat możliwości wykorzystania ścieków szarych do nawadniania terenów zielonych. Uzyskane w części badawczej wyniki są wiarygodne i wartościowe zarówno w aspekcie poznawczym jak i w odniesieniu do zastosowań praktycznych oraz zawierają elementy nowości i oryginalności.

## WNIOSEK KOŃCOWY

Rozprawa doktorska mgr inż. Thanh Hung Nguyen pt. „Treatment and reuse of greywater for rye-grass irrigation” jest pracą o charakterze poznawczym i aplikacyjnym, stojącą na wysokim poziomie naukowym. Zawiera ciekawe i oryginalne wyniki badań. Doktorant wykazał w niej dużą wiedzę w zakresie tematyki poruszanej w rozprawie oraz umiejętność samodzielnego prowadzenia badań i interpretacji uzyskiwanych wyników.

Moim zdaniem **rozprawa ta w pełni spełnia wymagania stawiane rozprawom doktorskim** określone w Ustawie z dn. 14.03.2003r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz.U. nr 65, poz. 595 z późniejszymi zmianami).

Upoważnia mnie to do zaproponowania **przyjęcia rozprawy doktorskiej mgr inż. Thanh Hung Nguyen przez Radę Wydziału Inżynierii Środowiska i Gospodarki Przestrzennej Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu i dopuszczenie jej do publicznej obrony.**

*Joanna J. Waliszewska*