

Poznań, dn. 16 czerwca 2014 r.

Dr hab. inż. Jacek Dach  
Instytut Inżynierii Biosystemów  
Wydział Rolnictwa i Bioinżynierii  
Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu

## **RECENZJA**

**rozprawy doktorskiej mgr inż. Magdaleny Gizińskiej  
pt. „Efektywność hybrydowych oczyszczalni gruntowo-roślinnych”,  
wykonanej w Katedrze Inżynierii Kształtowania Środowiska i Geodezji,  
na Wydziale Inżynierii Produkcji  
Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie  
pod kierunkiem dra hab. Krzysztofa Józwiakowskiego**

### **OCENA FORMALNA PRACY**

Recenzję rozprawy doktorskiej wykonałem na zlecenie Dziekana Wydziału Inżynierii Produkcji Pana prof. dra hab. inż. Andrzeja Marczyka, zgodnie z uchwałą Rady Wydziału z dn. 15.05.2014 r. o powołaniu mnie na recenzenta.

Promotorem pracy jest pan dr hab. Krzysztof Józwiakowski, a promotorem pomocniczym dr Michał Marzec.

Rozprawa zawiera łącznie 184 strony, w tym 75 rysunków, 41 tabel, 16 fotografii oraz a 520 pozycji literaturowych, wśród których przeważa literatura obcojęzyczna (270 pozycji). Tak niezwykle szerokie cytowanie literatury, zwłaszcza światowej jest korzystne ponieważ podnosi wartości naukową pracy, a także świadczy o bardzo głębokiej analizie piśmiennictwa przeprowadzonej w badanym temacie przez Doktorantkę.

Praca została napisana poprawnym, zrozumiałym językiem, a układ rozdziałów jest właściwy i typowy dla pracy o charakterze naukowym. W przedstawionej mi dysertacji Doktorantka wyróżniła łącznie 10 rozdziałów, wśród których największy (72 strony) stanowią

**Wyniki badań i ich omówienie.** Jest to najbardziej znaczący rozdział stanowiący blisko połowę całej rozprawy, który świadczy o wysokiej jej wartości naukowej.

## **SZCZEGÓŁOWA OCENA PRACY**

Praca podejmuje ważny temat racjonalnej gospodarki wodnej w zakresie efektywności oczyszczania ścieków dzięki zastosowaniu innowacyjnych hybrydowych oczyszczalni gruntowo-roślinnych. Należy podkreślić, że gospodarka wodno-ściekowa w kraju jest ważnym elementem rozwoju gospodarczego z uwagi na fakt, że Polska dysponuje małymi zasobami wodnymi w porównaniu do średniej europejskiej. Należy też pamiętać o katastrofalnym stanie polskich wód jeszcze ćwierć wieku temu i mimo ogromnej poprawy w stosunku do stanu z przełomu lat 80. i 90. – wciąż jeszcze potrzebne są bardzo duże inwestycje w poprawę gospodarki wodno-ściekowej. Tradycyjne systemy odprowadzania ścieków wdrażane na terenach mało zurbanizowanych są jednak coraz bardziej kosztochłonne. Stąd proponowana w ocenianej pracy koncepcja hybrydowych gruntowo-roślinnych oczyszczalni ścieków może być innowacyjnym i znacząco tańszym we wdrożeniu rozwiązaniem.

Tytuł dysertacji wiąże się zarówno ze sformułowanym w pracy problemem naukowym, jak i zakresem realizowanych badań.

**Wstęp** rozprawy zawiera obszernie wprowadzenie do podejmowanego tematu z podstawowymi informacjami związanymi z sytuacją wodno-ściekową scharakteryzowaną w skali województwa lubelskiego, Polski ale też z odniesieniami do danych z innych krajów europejskich. W sposób zwięzły wyjaśnia też dlaczego Doktorantka zainteresowała się problematyką przydomowych oczyszczalni ścieków, a zwłaszcza instalacjami gruntowo-roślinnymi. Wspomniała również, że powszechnie w Europie stosowane są w takich oczyszczalniach głównie wierzba i trzcina, a niewiele jest danych dotyczących skuteczności stosowania innych roślin. Stąd narodziła się koncepcja zastosowania roślin energetycznych typu miskant olbrzymi i topinambur, które (jak podkreśliła Doktorantka) mogą być dodatkowo wykorzystane jako biopaliwa stałe. Ze swej strony mógłbym jeszcze dodać, że rośliny te charakteryzują się również bardzo dużymi przyrostami masy, co może zwiększać ich potencjał do pobierania różnych związków z ładunku zanieczyszczeń zawartego w ściekach.

W **Przeglądzie piśmiennictwa** Doktorantka skupiła się na opisanu dotychczas występujących rozwiązań technologicznych, typowych dla hydrofitowych oczyszczalni ścieków. 17-stronicowy fragment opisujący stosowane technologie wraz z kolejnymi rozdziałami opisującymi wykorzystanie w nich roślin oraz wyjaśniające procesy usuwania zanieczyszczeń, wsparte bardzo szeroką analizą literaturową, licznymi schematami i danymi tabelarycznymi są cennym i kompleksowym źródłem informacji. Z mojej strony sugeruję wykorzystanie tego materiału w przyszłości jako bazy do podręcznika dla studentów oraz specjalistów z branży. W razie przeznaczenia pracy dla szerszego grona odbiorców sugerowałbym jednak dodanie wykazu ważniejszych oznaczeń (nie ma go w otrzymanej przeze mnie pracy).

Za cenny fragment uważam podrozdział **Główne kierunki badań nad zastosowaniem hydrofitowych oczyszczalni ścieków**, zawierający bardzo głęboką analizę obecnie prowadzonych badań w omawianym zakresie, który sam w sobie – po niewielkich poprawkach redakcyjnych – mógłby stanowić materiał do artykułu przeglądowego.

W rozdziale trzecim (**Problem naukowy i hipotezy pracy**) pani mgr inż. Magdalena Gizińska sformułowała (kluczowy dla oceny pracy doktorskiej) problem naukowy, jaki podjęła się rozwiązać – w postaci dwóch pytań:

- 1) jaka jest efektywność usuwania zanieczyszczeń w hybrydowych gruntowo-roślinnych oczyszczalniach ścieków,
- 2) jaka jest efektywność produkcji biomasy roślin zastosowanych w analizowanych systemach?

Następnie pokrótce scharakteryzowała dwa obiekty badawcze (system hybrydowy dwu i czterostopniowy) i sformułowała trzy hipotezy badawcze: 1) hybrydowe systemy gruntowo-roślinne pozwalają na osiągnięcie wysokiej efektywności oczyszczania ścieków, 2) hybrydowe systemy gruntowo-roślinne w warunkach zimowych w minimalnym stopniu pogarszają swoją efektywność w odniesieniu do podstawowych wskaźników zanieczyszczeń, jakimi są zawiesina ogólna, BZT<sub>5</sub> i ChZT, 3) efektywność produkcji biomasy roślin w hybrydowych systemach gruntowo-roślinnych jest porównywalna do uzyskiwanej na plantacjach energetycznych. Jak widać, dwie z hipotez dotyczą problemów oczyszczania ścieków, a trzecia jest związana z produkcją biomasy na badanych obiektach. Obiekty te zostały szczegółowo opisane (w zakresie lokalizacji i sposobu działania) w kolejnym rozdziale (**Metodyka i zakres badań**). Na str. 48 Doktorantka podaje, iż „*Funkcjonowanie gruntowo-*

*roślinnych oczyszczalni ścieków w dużym stopniu zależy od warunków klimatycznych i meteorologicznych występujących w danym regionie”, nie rozwija jednak tego wątku.*

*W związku z tym chciałbym zapytać, jak warunki meteorologiczne wpływają na analizowane obiekty i czy w znaczący sposób mogą zakłócić ich funkcjonowanie?*

*Chciałbym również wiedzieć, jakie były kryteria doboru wybranych roślin do kolejności nasadzeń w poszczególnych złożach opisywanych oczyszczalni – czy kierowano się np. skutecznością akumulacji pierwiastków albo odpornością na toksyczne działanie ścieków, czy też kolejność występowania roślin była przypadkowa?*

W kolejnym, najbardziej rozbudowanym rozdziale (**Wyniki badań i ich omówienie**) Doktorantka podaje wyniki przeprowadzonych badań opatrzone komentarzami oraz wyjaśnieniami w zakresie mierzonych parametrów, podpierając się przy tym licznymi cytowaniami. W charakterystyce badanych surowych ścieków w obu obiektach (tab. 24), moją uwagę przykuła duża różnica w wartości ChZT i BZT<sub>5</sub>.

*Chciałbym poznać opinię Doktorantki, co mogło być przyczyną wyższego poziomu tych wskaźników w obiekcie 2 biorąc pod uwagę, że pozostałe parametry są dość zbliżone?*

Z kolei w części wyników dotyczących produkcji biomasy moją uwagę przykuło stwierdzenie, że „nie była ona uzależniona od stężenia zanieczyszczeń w ściekach dopływających” (str. 147, str. 150). Z kolei z moich doświadczeń związanych z produkcją połową roślin energetycznych wynika, że jednym z podstawowych czynników wpływających na zwiększenie plonu jest dawka azotu.

*Chciałbym więc uzyskać odpowiedź na pytanie – czy zmiana stężeń związków azotowych w ściekach nie wpływa w decydujący sposób na dynamikę przyrostu biomasy uprawianej na złożach?*

Doktorantka w swoich badaniach dowiodła, że mimo zmiennych w skali roku temperatur, analizowane obiekty skutecznie eliminują zanieczyszczenia niezależnie od temperatury powietrza, w tym również w temperaturach poniżej 0°C. Jest to ważna informacja praktyczna gdyż oznacza to, że oczyszczalnie gruntowo-roślinne mogą być z powodzeniem stosowane w okresie całego roku. Również ważnym rezultatem uzyskanym w badaniach jest stwierdzenie, że w przypadku usuwania zanieczyszczeń mikrobiologicznych jest to, że złoża z przepływem poziomym (HF) zapewniają niższą skuteczność w porównaniu do złożów z przepływem pionowym (VF). Z kolei brakuje mi usystematyzowanych informacji

dotyczących wpływu zastosowanych gatunków roślin na efektywność procesu sanitacji ścieków w poszczególnych złożach.

*Stąd chciałbym zapytać Doktorantkę jakie rośliny zastosowane w badanych obiektach są wg Niej najskuteczniejsze w eliminacji zanieczyszczeń mikrobiologicznych?*

Część badawczą pracy kończy rozdział **Podsumowanie i wnioski**, w którym Doktorantka w skrócie podsumowała uzyskane wyniki i podała 12 wniosków o charakterze naukowym i utylitarnym, zawierających jednocześnie rozwiązanie postawionego problemu naukowego. Doktorantka stwierdziła w pierwszym wniosku, że w badanych hybrydowych oczyszczalniach ścieków uzyskała ponad 96% efekty eliminacji zanieczyszczeń organicznych (BZT<sub>5</sub> i ChZT) oraz usuwania zawiesin ogólnych, a średnie wielkości badanych wskaźników zanieczyszczeń w ściekach oczyszczonych były kilkakrotnie niższe od wartości dopuszczalnych określonych w rozporządzeniu ministra środowiska. Dodatkowo o bardzo dobrych efektach pracy obu obiektów świadczy uzyskanie redukcji zanieczyszczeń mikrobiologicznych w tak wysokim stopniu, że ilość badanych grup bakterii w ściekach oczyszczonych były niższe, niż w typowych wodach powierzchniowych w Polsce.

W mojej ocenie cenne (oraz perspektywicznie dla dalszych badań) są także wnioski dotyczące ilości i jakości produkowanej na oczyszczalniach biomasy. Uzyskane wyniki dają bowiem podstawy do twierdzenia, że intensywna produkcja roślin energetycznych w gminnym, rozbudowanym systemie indywidualnych oczyszczalni może być znaczącym źródłem surowców do produkcji biopaliw (biogazu lub biopaliw stałych do bezpośredniego spalania). Temat ten wymaga jednakże dalszych, pogłębionych badań i analiz – szczególnie dotyczących wartości energetycznej plonów oraz logistyki ich dostaw np. do gminnej biogazowni komunalnej, a zwłaszcza opłacalności transportu związanego z kryterium odległości i wydajności biogazowej lub wartości opałowej danego substratu. Z uwagi na podwyższoną zawartość suchej masy w produkowanych roślinach sądzę, że ich transport mógłby być znacząco bardziej opłacalny w porównaniu np. do odchodów zwierzęcych, gdzie dominującym składnikiem jest woda (w przypadku gnojowicy z reguły uwodnienie przekracza 95-97%). Wątek ten powinien być jednak rozwijany w innych badaniach realizowanych w przyszłości.

Z uwag krytycznych na końcu należy wspomnieć o nielicznych, drobnych błędach stylistycznych czy edytorskich interpunkcyjnych, na które zdarzało mi się natrafić w trakcie recenzji pracy doktorskiej. Należały do nich np. brak jednostek w tab. 29, brak dodatkowego

wyjaśnienia, że zawartość procentowa składników liczona jest w suchej masie, sporadycznie brak przecinków, czy wymaganych spacji. Należy jednak podkreślić bardzo wysoki poziom językowy dysertacji.

## **WNIOSKI KOŃCOWE**

Przedstawiona mi do recenzji praca podejmuje ważny problem związany z jakością oczyszczania ścieków bytowych w hybrydowych oczyszczalniach gruntowo-roślinnych z wykorzystaniem do nasadzeń w złożach roślin energetycznych. Na podstawie uzyskanych przez panią mgr inż. Magdalenę Gizińską rezultatów stwierdzam bardzo wysoki poziom przeprowadzonych badań i dużą wartość uzyskanych wyników zarówno z punktu widzenia naukowego, jak i aplikacyjnego. Stąd sugeruję rozpowszechnienie wyników uzyskanych w pracy nie tylko poprzez publikacje naukowe w renomowanych czasopismach, ale także w prasie branżowej i samorządowej. Uzyskane wyniki dowodzą bowiem, że istnieje bardzo skuteczna i tańsza alternatywa dla kosztownej rozbudowy sieci kanalizacyjnych na terenach mniej zurbanizowanych w postaci badanych w ramach pracy doktorskiej autonomicznych hybrydowych oczyszczalni gruntowo-roślinnych. Przekonanie władz samorządowych (zwłaszcza gminnych) do takiej koncepcji w wielu wypadkach pozwoliłoby z jednej strony na znaczne obniżenie kosztów inwestycyjnych, a z drugiej (w przypadku wykorzystania na złożach roślin energetycznych) mogłoby stworzyć dodatkowe źródło tanich substratów dla gminnych biogazowni. Trzeba bowiem podkreślić, że mimo braku ustawy o OZE rząd nie wycofał się z uchwalonego w 2010 r. programu budowy ponad 2000 instalacji w Polsce (zwanego popularnie programem „biogazownia w każdej gminie”).

Reasumując stwierdzam, że rozprawa doktorska przedłożona przez mgr inż. Magdalenę Gizińską spełniła ustawowe wymagania do ubiegania się o stopień naukowy doktora, zawarte w Ustawie o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki z dn. 14 marca 2003 r. (Dz. U. Nr 65, poz. 595, z późn. zm.). Drobne, nieliczne błędy czy niedociągnięcia popełnione przez Doktorantkę w żaden znaczący sposób nie pomniejszają wartości przedłożonej mi do recenzji pracy. Na tej podstawie kieruję wniosek do Rady Wydziału Inżynierii Produkcji Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie o dopuszczenie mgr inż. Magdaleny Gizińskiej do dalszych etapów przewodu doktorskiego.

Ponadto poziom prowadzonych przez Doktorantkę badań, ich bardzo szeroki zakres, duża wartość uzyskanych wyników wraz z ich wnikliwą analizą opartą na bardzo szerokim wykorzystaniu piśmiennictwa krajowego i zagranicznego, prowadząca w efekcie do rozwiązania problemu naukowego wpłynęła na wysoką ocenę przedłożonej mi do recenzji dysertacji. Na tej podstawie wnoszę o jej stosowne wyróżnienie.

*Jack Doda*