

dr hab. inż. Tadeusz Siwiec, prof. SGGW  
Zakład Wodociągów i Kanalizacji  
Katedra Inżynierii Budowlanej  
Wydział Budownictwa i Inżynierii Środowiska  
Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie  
ul. Nowoursynowska 159  
02-776 Warszawa

Warszawa 2014-06-10

## **RECENZJA**

rozprawy doktorskiej **mgr inż. Magdaleny Gizińskiej**  
pt. „**Efektywność hybrydowych oczyszczalni gruntowo-roślinnych**”

### **Podstawa opracowania**

Zlecenie Dziekana Wydziału Inżynierii Produkcji Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie Pana Prof. dr. hab. inż. Andrzeja Marczuka, nr TDz.531/os/13-14

### **Ogólne omówienie rozprawy**

Oczyszczanie ścieków w obiektach gruntowo-roślinnych jest procesem dość skomplikowanym, w którym zachodzą różnego rodzaju procesy biologiczne, chemiczne, fizyczne, a wyszczególniając bardziej precyzyjnie będą to biologiczne procesy rozkładu substancji organicznych, przemiany związków azotowych i fosforowych, procesy sorpcji, wymiany jonowej, sedymentacji, flotacji itp. Ponieważ modelowanie takich procesów jest wyjątkowo trudne ogromną rolę odgrywają badania eksperymentalne, które w konsekwencji pozwalają oszacować efekt działania analizowanego obiektu. Ze względu na wszechstronność i stopień trudności obliczanie, projektowanie i przewidywanie efektywności pracy zarówno latem, zimą, jak i w okresach pośrednich stanowią znaczące wyzwanie dla naukowców i inżynierów. O stopniu skomplikowania mówi olbrzymia liczba publikacji naukowych będących efektami prowadzonych badań zarówno w skali małej (dla pojedynczych gospodarstw), jak i większej (dla grupy zabudowań).

Badaniom efektywności oczyszczania ścieków w oczyszczalniach gruntowo-roślinnych zestawianych w połączenia szeregowo o różnych konfiguracjach została poświęcona rozprawa doktorska mgr inż. Magdaleny Gizińskiej.

Merytoryczną część pracy stanowi 6 dużych rozdziałów, z których pierwszy jest wprowadzeniem czytelnika we właściwą tematykę, a drugi stanowi przegląd wcześniejszych

publikacji. Ten rozdział zatytułowany „Przegląd piśmiennictwa” został skonstruowany niemal wzorcowo, o czym świadczy wszechstronność opisu oraz bardzo bogate piśmiennictwo jakie zostało wykorzystane do tego celu.

Od rozdziału 3 rozpoczyna się właściwa, naukowa część pracy, w którym sformułowano problem badawczy oraz 3 hipotezy badawcze. Rozdział 4 obejmujący około 40 stron zawiera opis lokalizacji obiektów badawczych, wraz z charakterystyką klimatyczną, bardzo szczegółowym i wnikliwym opisem poszczególnych obiektów, charakterystyką wykorzystywanych roślin, a także metodykami badań ścieków i wykorzystywanych roślin. Rozdział 5 bardzo obszerny, bo obejmujący ponad 70 stron jest najważniejszą częścią pracy, gdyż zawiera wyniki badań i szczegółowe ich omówienie. Rozdział 6 jest podsumowaniem i zestawieniem ogólnych wniosków końcowych.

Rozprawa obejmuje 158 stron spójnego tekstu oraz 21 stron, na których zawarto spis piśmiennictwa. W tekście spójnym znajduje się 41 tabel, 75 rysunków, jako wykresy i schematy oraz 16 fotografii. Literatura obejmuje gigantyczną liczbę 520 pozycji, z których 268 to pozycje angielskojęzyczne, 218 polskojęzycznych, 7 niemieckojęzycznych oraz 27 norm.

Główny cel pracy i hipotezy badawcze skierowane były na uzasadnienie celowości stosowania hybrydowych oczyszczalni gruntowo-roślinnych, jako obiektów o wysokiej efektywności oczyszczania ścieków zarówno w okresie zimowym, jak i letnim, oraz że produkcja biomasy roślin w tych obiektach jest na tyle duża, że można ją porównać do uzyskiwanej w plantacjach energetycznych.

Wykonane przez Doktorantkę badania mogą wzbudzać uznanie patrząc na ich wszechstronność i wnikliwość, szczególnie w zakresie analizowania wzajemnych powiązań parametrów procesowych. W swoich badaniach wykazała, że oczyszczalnie gruntowo-roślinne połączone w zestawy są obiektami bardzo skutecznymi i pracującymi bardzo stabilnie bez względu na wahania temperatury powietrza oraz zmienność parametrów ścieków surowych.

Do najważniejszych osiągnięć Doktorantki zaliczam:

1. Przełamanie bariery zbyt prymitywnego myślenia, że wystarczy prosty obiekt typu osadnik gnilny – drenaż rozsączający lub inny podobny układ, aby uzyskać samospokojenie, że ścieki opuszczające taki zestaw urządzeń są oczyszczone i nie zagrażają stanowi jakościowemu środowiska.
2. Wykazanie, że pojedyncze stopnie oczyszczania (po osadniku gnilnym) nie zawsze są skuteczne i zastosowanie takiego prostego rozwiązania może mieć negatywny wpływ

na środowisko. Szczególnie jeśli w danej miejscowości będzie wiele takich rozwiązań. Doktorantka pokazała, że jeśli chcemy chronić środowisko należy zastosować technicznie bardziej zaawansowane rozwiązania, a szczególnie starać się budować układy hybrydowe zestawione z obiektów wykorzystujących różne technologie. Przekonanie decydentów i społeczeństwa o wysokiej skuteczności takich rozwiązań może pozwolić na stosowanie ich na obszarach szczególnie chronionych.

3. Wykazanie, że rozwiązania wielostopniowe ze studzienkami pośrednimi dają możliwość łatwego kontrolowania pracy obiektu jako całości, oraz poszczególnych stopni, co umożliwi stawianie diagnozy o przyczynach ewentualnego pogorszenia efektów pracy i podejmowania decyzji o zastosowaniu działań zaradczych.
4. Wykazanie, że proces rozkładu związków organicznych charakteryzowanych przez BZT<sub>5</sub> i ChZT jest bardzo wysoki, bo sięgający 96%, oraz, mimo iż należy się liczyć ze znacząco niższą efektywnością usuwania biogenów to poprzez odpowiednie konfiguracje układów hybrydowych oraz ewentualne dodawanie chemikaliów można tę efektywność podwyższyć.
5. Potwierdzenie wcześniejszych doniesień literaturowych o mało istotnym wpływie temperatury na skuteczność pracy tego typu oczyszczalni oraz wysokiej, bo rzędu 99,99 - procentowej skuteczności zatrzymywania bakterii grupy Coli, bakterii fekalnych i enterokoków.
6. Wykazanie, że produkcja biomasy roślinnej jest na tyle duża, że może być wartościowym uzupełnieniem zasobu paliw w celach energetycznych.

#### **Uwagi krytyczne i dyskusyjne o charakterze merytorycznym i edytorskim**

- Zastanawiający jest brak jakiejś korelacji między czasem przepływu ścieków przez osadniki wstępne oraz liczbą komór, a ich skutecznością usuwania zanieczyszczeń. W cytowaniach literaturowych stwierdzono, że zwiększanie liczby komór wpływa na poprawę skuteczności zatrzymywania zanieczyszczeń, natomiast w badaniach zawartych w rozprawie nie potwierdziły się te stwierdzenia. W obiekcie nr 1 dopływ ścieków oszacowano na 0,8 m<sup>3</sup>/db, sumaryczna objętość 2 komór osadnika wynosi 4,6 m<sup>3</sup>, natomiast w obiekcie nr 2 odpowiednie wielkości są następujące: 0,9 m<sup>3</sup>/db, 4 komory, 10,7 m<sup>3</sup>. Czy jest racjonalne wytłumaczenie niższej skuteczności obiektu nr 2 w stosunku do obiektu nr 1?
- Rys. 31, Rys. 37, Rys. 43 itp. – Na tych wykresach przedstawiono skuteczności usuwania odpowiednich składników. Jednak myślę, że bardziej poprawnie byłoby

obliczanie efektywność jako wartości skumulowanej w odniesieniu do ścieków surowych. Czyli pierwszy słupek miałby wysokość wynikającą z zastosowania wzoru 3 (str. 81) wstawiając stężenie danego parametru w ściekach surowych i po pierwszym urządzeniu, następny w ściekach surowych i po drugim urządzeniu itd. Na obecnych wykresach każde z urządzeń jest traktowane oddzielnie i stąd w wielu miejscach występują ujemne efektywności, co myślę że w wielu sytuacjach wynika z nieuchronnego błędu pomiarowego. Należy pamiętać, że po drugim, czy trzecim stopniu stężenia niektórych parametrów są tak małe, że niewielki błąd pomiaru pokazuje ujemną skuteczność kilkunasto-, czy więcej procentową. Ten tok rozumowania przytoczony przeze mnie powyżej został częściowo potwierdzony w drugim akapicie od góry na str. 109.

- Zawarty na stronach 122 – 128 opis efektywności usuwania różnych form azotu, mimo że pod względem formalnym jest prawidłowy może budzić pewne wątpliwości. Stwierdzenia np. „Skuteczność usuwania azotu amonowego...” nie precyzują, co się z tym azotem stało. „Usuwanie” podpowiada, że został z układu oczyszczalni usunięty, ale w rzeczywistości mógł się zamienić w azot azotanowy poprzez nitryfikację, lub być wbudowany w komórki organizmów żywych i mógł stać się azotem organicznym. Jako azot nie zniknął układu, lecz zmienił postać, chociaż formalnie jako azot amonowy zmniejszył swoje stężenie. Nie kwestionuję wykonania badań poszczególnych form azotu, wyniki te pozwalają na wyciągnięcie bardzo cennych innych wniosków, lecz czy nie lepiej byłoby analizować efektywność usuwania azotu wspólnie, czyli razem wszystkie jego formy?
- Jak wyjaśnić niską skuteczność usuwania zawieszin pokazaną na rys. 31 w złożu nr 2 w obiekcie 1?
- Wydaje się, że obliczony czas przetrzymania ścieków w poszczególnych komorach osadnika wstępnego podany w tabeli 14 nie jest poprawny. Stosunek objętości czynnych większej komory do mniejszej wynosi ok. 1,5 natomiast stosunek czasów przetrzymania ok. 3,0. Ponieważ komory pracują szeregowo, to ta sama ilość ścieków przepływa przez każdą z nich.
- W kilku miejscach (tabelach) np. str. 86, tabela 24 podawane były wyniki jako „min.”, „max.” „średnia” i „odchylenie standardowe”. Warto w takich sytuacjach dodać wskaźnik obrazujący skupienie wyników – wokół średniej, w górnym zakresie, lub w dolnym. Takim prostym przybliżeniem może być podawanie mediany. Na szczęście

mediany zostały podane na wykresach pokazujących „rozkłady pomiarów...”, więc po części można domyślić się jak wygląda rozkład wyników

- Str. 89, tabela 25. Przy ocenie właściwych stosunków  $BZT_5/ChZT$ ,  $BZT_5/Nog$  oraz  $BZT_5/Pog$  nie powinno się dzielić średnich, lecz obliczać średnią ze stosunków wyników z konkretnych próbek ścieków. Wówczas wnioskowanie będzie bardziej poprawne. O tym, czy proces będzie zachodził efektywnie, czy nie świadczy właściwy stosunek stężeń analizowanych parametrów w ściekach danego dnia w danej próbce, natomiast w przypadku średnich wartości wniosków może być nieprawdziwy, gdyż rozkład danego parametru nie musi być identyczny jak innego.
- Rys. 26 (str. 61). Jeśli „b” oznacza widok z góry to „a” nie jest przekrojem tylko rozwinięciem „po linii przepływu ścieków”.
- Str. 91. – Podtytuł. Cyt. „**Ładunki zanieczyszczeń w ściekach surowych**”. Na podstawie średnich wartości wskaźników zanieczyszczeń w ściekach dopływających do oczyszczalni (tab. 26)” – powinno być (tab. 24), natomiast str. 92 cyt. „Z danych przedstawionych w tab. 24 wynika, że średnie jednostkowe ładunki zawiesiny...” – powinno być tab. 26.
- Tytuł rozdziału „Piśmiennictwo” znajduje się na samym dole str. 163, a powinien być na górze str. 164.
- Str. 24 – podana OLM – obliczeniowa liczba mieszkańców nie została zdefiniowana. Czy jest to to samo co RLM?
- Str. 29 – 14 wiersz od góry – jest „Na wskutek...”, powinno być „Na skutek....” lub „Wskutek...”
- Str. 34 11 wiersz od góry – jest rys. 16 powinno być rys. 17.
- Str. 104, w tekście jest skierowanie do Rys. 36, a powinno być do Rys. 34.
- Str. 105, w tekście jest skierowanie do Rys. 37, a powinno być do Rys. 35.

### **Wniosek końcowy**

Rozprawę doktorską mgr inż. Magdaleny Gizińskiej uznaję za bardzo sumienne, wnikliwe i konsekwentnie przeprowadzone opracowanie podjętego problemu badawczego. Cel pracy został osiągnięty, a tezy badawcze udowodnione. Doktorantka wykazała należyte przygotowanie teoretyczne i praktyczne, znajomość współczesnej literatury dotyczącej tematu pracy oraz umiejętność zaplanowania i przeprowadzenia badań. Autorka pokazała, że potrafi

zręcznie zrealizować badania eksperymentalne oraz potrafi prawidłowo i wnikliwie zinterpretować uzyskane wyniki.

Tematyka pracy jest ściśle powiązana z ważnym problemem społeczno-gospodarczym dotyczącym pracy lokalnych oczyszczalni ścieków i dlatego należy ją zaliczyć do grupy badań stosowanych.

Mając zatem na uwadze podaną wyżej pozytywną ocenę osiągnięć Autorki rozprawy stwierdzam, że praca pt. „Efektywność hybrydowych oczyszczalni gruntowo-roślinnych” spełnia warunki obowiązującej ustawy o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki z dnia 14 marca 2003 r. (Dz. U. Nr 65, poz. 595), dlatego wnioskuję o jej przyjęcie jako rozprawy doktorskiej i dopuszczenie mgr inż. Magdaleny Gizińskiej do publicznej obrony przed Radą Wydziału Inżynierii Produkcji Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie

Ze względu na to, iż praca jako dzieło jest bardzo dobra i wyróżnia się jakością badań i osiągnięć naukowych oraz uwypukla bardzo dobre przygotowanie do Pracy zawodowej mgr inż. Magdaleny Gizińskiej wnioskuję o wyróżnienie recenzowanej rozprawy.

dr hab. inż. Tadeusz Siwiec, prof. SGGW