

Politechnika Śląska
Wydział Inżynierii Środowiska i Energetyki
Katedra Technologii i Urządzeń Zagospodarowania Odpadów
ul. Konarskiego 18,
44-100 Gliwice

Recenzja

**Rozprawy doktorskiej mgr inż. Weroniki Wójcik
pt. „Racjonalizacja procesu wermikompostowania odpadów
biodegradowalnych w kierunku otrzymania nawozu organicznego”**

1. Informacje ogólne

Przedmiotem recenzji jest rozprawa doktorska mgr inż. Weroniki Wójcik, zatytułowana „Racjonalizacja procesu wermikompostowania odpadów biodegradowalnych w kierunku otrzymania nawozu organicznego”. Opiniowana praca przygotowana została w Politechnice Krakowskiej (Wydział Inżynierii Środowiska) pod kierunkiem naukowym Dr hab. inż. Agnieszki Generowicz, Prof. nzw. w Politechnice Krakowskiej. Recenzję przygotowano na zlecenie Dziekana Wydziału Inżynierii Środowiska, Dr hab. inż. Stanisława M. Rybickiego (pismo nr 50mm-520-390/17 z dnia 27.02.2017) działającego w oparciu o uchwałę Rady Wydziału z dnia 15.02.2017.

2. Zasadność tematyki

Główną przesłanką podjęcia tematyki racjonalizacji biochemicznych procesów przetwarzania i unieszkodliwiania odpadów w sektorach gospodarki komunalnymi osadami ściekowymi oraz odpadami komunalnymi w kontekście wytwarzania nawozów organicznych, była szczegółowa analiza potrzeb rynku w tym zakresie oraz regulacji prawnych, wprowadzających obowiązek ograniczenia składowania komunalnych odpadów ulegających biodegradacji. Wynika to z art. 5 dyrektywy rady 1999/31/WE z dnia 26 kwietnia 1999 r. w sprawie składowania odpadów (Dz. Urz. WE L 182 z 16.07.1999, str. 1 i L 284 z 31.10.2003,

str. 1), zgodnie z którym Polska zobowiązana jest osiągnąć poziom ograniczenia składowania komunalnych odpadów ulegających biodegradacji w 2010 r. do 75%, w 2013 r. do 50%, natomiast w 2020 r. do 35% w stosunku do masy tych odpadów wytworzonych w 1995 r. Przepisy ww. dyrektywy zostały transponowane do prawa polskiego przepisami ustawy z dnia 13 września 1996 r. o utrzymaniu czystości i porządku w gminach (Dz. U z 2013 r., poz. 1399, z późn. zm.). Przedmiotowy obowiązek został zapisany w art. 3c ust. 1, jako jedno z obowiązkowych zadań własnych gmin oraz w art. 9g jako obowiązek dla podmiotów odbierających odpady komunalne od właścicieli nieruchomości.

Procesu powstawania odpadów nie da się powstrzymać, dlatego należy dążyć do stosowania metod stabilizacji i optymalizacji procesów rozkładu substancji organicznych z wykorzystaniem wermikultury, zaproponowanych przez Autorkę pracy i metod analitycznych pozwalających na precyzyjną ocenę parametrów, determinujących przebieg procesu w złożu oraz przygotowania optymalnego wsadu w kontekście wytwarzania nawozów organicznych, spełniających obowiązujące normy.

Autorka pracy zaproponowała rozwiązanie, obejmujące metodę stabilizacji i optymalizacji składu substratów do procesu wermikompostowania w celu ich przetworzenia metodami biologicznymi i otrzymania materiału o jak najkorzystniejszych właściwościach nawozowych, przy uwzględnieniu ograniczeń nałożonych na zmienne decyzyjne zadania optymalizacyjnego, opierając się na dostępnej wiedzy i metodach analitycznych.

Bardzo dobra znajomość tematyki przedmiotu podjętej tematyki badawczej, stała się podstawą do zaproponowania autorskiej metody racjonalizacji, tj.: wieloparametrowej optymalizacji procesu wermikompostowania odpadów ulegających biodegradacji w systemach gospodarki odpadami komunalnymi i osadami ściekowymi.

Z całą pewnością rozwiązanie proponowane przez mgr inż. Weronikę Wójcik może stanowić cenny wkład w rozwój zaawansowanych metod biologicznych w zarządzaniu gospodarki odpadami biodegradowalnymi. Systemy te pozwolą docelowo przejść z dotychczasowej biernej pozycji zarządzania odpadami do bardziej aktywnej, ułatwiającej podjęcie decyzji podczas rozwiązywania problemów planistycznych związanych z dokładnym rozpoznaniem ilości i jakości odpadów wytwarzanych w rozproszonych źródłach, z organizacją systemu

logistyki, dystrybucji oraz z rozwiązywaniem problemów związanych z lokalizacją nowych obiektów przekształcania tej grupy odpadów.

Mając powyższe na uwadze, należy stwierdzić, że złożona tematyka badawcza podjęta przez Autorkę pracy jest w pełni uzasadniona i będzie jednym z elementów stymulujących rozwój tzw. miast inteligentnych (SMART Cities) w zakresie zapewnienia bezpieczeństwa zdrowia i życia mieszkańców oraz ograniczenia negatywnych zmian we wszystkich komponentach środowiska.

3. Układ pracy

Praca została podzielona na dwie logiczne części (teoretyczną i metodyczną) obejmujące łącznie 6 rozdziałów. W części teoretycznej (rozdziały 1 i 2) został przeanalizowany aktualny system gospodarki odpadami biodegradowalnymi w Polsce, ze szczególnym uwzględnieniem aspektów formalno-prawnych i praktycznych. Celem tej części rozprawy było określenie aktualnych ram gospodarki odpadami biodegradowalnymi w Polsce i UE, wskazanie źródeł zagrożeń, przedstawienie stosowanych technologii i aktualnych metod badawczych, jako tła porównawczego dla proponowanej przez Doktorantkę metody stabilizacji i optymalizacji składu substratów do procesu wermikompostowania w celu ich przetworzenia metodami biologicznymi i otrzymania materiału o jak najkorzystniejszych właściwościach nawozowych. W części metodycznej (rozdziały 3 – 5) pracy Doktorantka właściwie sformułowała tezy, precyzujące:

1. możliwość opracowania racjonalnego składu substratów kompostowanych odpadów biodegradowalnych w celu przetworzenia ich i otrzymania materiału do wykorzystania jako nawóz organiczny, realizując cele gospodarki cyrkulacyjnej.
2. możliwość prowadzenia procesu wermikompostowania strumienia odpadów biodegradowalnych, w tym: komunalnych osadów ściekowych w celu jak największej redukcji ilości odpadów biodegradowalnych oraz poprawy stanu środowiska.
3. możliwość prowadzenia pełnego recyklingu organicznego w niewielkich jednostkach osadniczych, pozwalającego na redukcję strumienia odpadów biodegradowalnych.

Zdefiniowane cele badawcze (rozdział 3), zostały sformułowane na podstawie wnikliwej analizy literatury przedmiotu oraz analizą badań przeprowadzonych w Zakładzie Usług Komunalnych w Ostrowie, potwierdzających wstępne założenia dotyczące parametrów

procesu kompostowania oraz wermikompostowania frakcji podsitowej odpadów komunalnych.

Kolejne elementy rozpatrywane w dalszych rozdziałach pracy to zadania związane z planowaniem badań, opracowaniem metodologii badawczej, przygotowaniem stanowisk badawczych oraz wykonaniem badań w skali laboratoryjnej, obejmujących:

1. Badania nad możliwością unieszkodliwiania osadów ściekowych w procesie wermikompostowania,
2. Badania umożliwiające ocenę możliwości wykorzystania zeolitów w procesie wermikompostowania osadów ściekowych,
3. Badania unieszkodliwiania osadów ściekowych przy użyciu wermikompostowania z wykorzystaniem zeolitów,
4. Analiza zmian stężeń metali ciężkich,
5. Ocena parametrów sanitarno – higienicznych,
6. Ocena przydatności kompostu.

Kluczowymi rozdziałami w pracy są punkty 4 i 5, gdzie zaproponowano autorskie metody analizy procesu wermikompostowania osadów ściekowych oraz frakcji odpadów komunalnych - biodegradowalnych. Zdecydowanie najbardziej wartościową pod względem naukowym, jest zaproponowana w rozdziale 5 metodyka wieloparametrowej optymalizacji parametrów procesu technologicznego w kontekście wytwarzania nawozów organicznych do zastosowania w sektorze rolniczym.

Zaproponowana metodyka badań, stanowi kompleksowe podejście do problematyki przetwarzania i unieszkodliwiania odpadów biodegradowalnych w sektorze gospodarki wodno – ściekowej i odpadami komunalnymi, w ujęciu systemowym, determinując dalszy rozwój metod optymalizacji procesów biologicznych w obszarze technologicznym podjętego przez Doktorantkę tematyki pracy.

4. Elementy oryginalności pracy

Za najważniejsze walory naukowe pracy w aspekcie naukowym i użytecznym uważam:

- opracowanie modelu optymalizacji składu substratów do procesu wermikompostowania w celu ich przetworzenia metodami biologicznymi i otrzymania materiału o jak

najkorzystniejszych właściwościach nawozowych, przy uwzględnieniu ograniczeń nałożonych na zmienne decyzyjne zadania optymalizacyjnego.

- opracowanie metod pozwalających na wykorzystanie komunalnych osadów ściekowych w procesie technologicznym wermikompostowania w celu redukcji strumienia osadów ściekowych w oczyszczalniach ścieków komunalnych lub w jednostkach osadniczych.
- wykorzystanie zeolitów w procesie wermikompostowania w celu optymalizacji warunków prowadzenia technologii oraz poprawy jakości otrzymanego kompostu.
- opracowanie bilansu redukcji strumienia odpadów organicznych w wybranej jednostce osadniczej oraz poprawy stanu środowiska w wyniku wprowadzonej technologii.

5. Poziom warsztatowy

Przedstawiona praca jest wynikiem bardzo trudnych i złożonych analiz wykorzystujących wiedzę z zakresu biotechnologii oraz zagadnień związanych z optymalizacją procesów, jak również procesów technologicznych przetwarzania oraz unieszkodliwiania odpadów, w tym szczególnie biodegradowalnych.

Bardzo cennym pozostaje fakt podjęcia przez Doktorantkę próby prowadzenia badań w skali półtechnicznej. Podjęcie współpracy z przedsiębiorcami i zbudowanie technologii w takiej skali to duże wyzwanie świadczące o dojrzałości Doktorantki i umiejętności przeniesienia badań ze skali laboratoryjnej na większą.

Tematyka podjęta przez Doktorantkę mieści się w dyscyplinie inżynieria środowiska i na uwagę zasługuje bogaty warsztat badawczy pozwalający na samodzielne formułowanie problemu badawczego, definiowaniu tez i wyciąganiu logicznych wniosków.

W szczególności podkreślam swobodę w posługiwaniu się zróżnicowaną metodologią badawczą w rozwiązywaniu postawionego problemu badawczego.

6. Uwagi dyskusyjne

Generalnie opiniowana rozprawa doktorska zyskuje moją zdecydowanie pozytywną ocenę. W odniesieniu do każdej pracy można jednak sformułować pewne uwagi dyskusyjne, które w przypadku opiniowanej pracy nie umniejszą w najmniejszym stopniu jej wartości naukowej. Dokonując oceny szczegółowej sformułowałem następujące uwagi o charakterze dyskusyjnym:

1. W jakim stopniu zaproponowane rozwiązania prowadzenia procesu technologicznego są zaprojektowane dla konkretnych warunków technicznych i technologicznych, a które z elementów są rozwiązaniami uniwersalnymi, możliwymi do przeniesienia i adaptacji w innych warunkach środowiskowych i klimatycznych ?
2. Czy według autorki istnieje możliwość opracowania uniwersalnego modelu matematycznego, który mógłby być stosowany do weryfikacji możliwości otrzymania nawozu organicznego z danej partii odpadów biodegradowalnych?
3. Jakie działania należy podjąć, bądź jakich zmian należy dokonać w procesie technologicznym, aby zagwarantować osiągnięcie pożądanego stanu sanitarno – higienicznego, czyli przede wszystkim wyeliminować bakterie z rodzaju *Salmonella Spp.*?
4. W pracy zamieszczono wyniki badań w zakresie oceny klasy kompostu oraz właściwości nawozowych, na każdym z etapów prowadzonego procesu. Jest to oczywiście niezbędne do pełnej oceny i weryfikacji przeprowadzonego procesu. Proszę doprecyzować, jakie badania będą prowadzone w poszczególnych etapach prowadzonego procesu, w przypadku wdrożenia zaproponowanej technologii.
5. Jak będą zachowywały się zeolity po wprowadzeniu ich do ziemi wraz z wermikompostem. Czy występuje ryzyko przedostania się metali ciężki z zeolitów do środowiska wodno-gruntowego?
6. Czy analizowane były wskaźniki efektywności ekonomicznej badanej instalacji i ewentualnie porównywane z klasycznymi technologiami procesu kompostowania?

Pragnę zwrócić uwagę i jednocześnie podkreślić, że zdecydowana większość moich uwag ma charakter dyskusyjny i nie mają wpływu na wysoka wartość naukową opiniowanej pracy.

7. Wniosek końcowy

Podsumowując całość recenzji stwierdzam, że tematyka rozprawy doktorskiej mgr inż. Weroniki Wójcik, zatytułowanej „Racjonalizacja procesu wermikompostowania odpadów biodegradowalnych w kierunku otrzymania nawozu organicznego” mieści się w nurcie współczesnych badań związanych z zastosowaniem zaawansowanych metod wieloparametrowej optymalizacji złożonych procesów biochemicznych w unieszkodliwianiu frakcji organicznej, wydzielonej ze strumienia odpadów komunalnych.

Problem naukowy został postawiony poprawnie oraz rozwinięty za pośrednictwem sformułowanych tez rozprawy. Zarówno cel i zakres pracy adekwatnie wynikają z przeprowadzonej analizy literatury przedmiotu oraz postawionego przez Autorkę problemu badawczego.

Przedstawiona do oceny rozprawa doktorska zawiera rozwiązanie ważnego zadania naukowego, jakim jest analiza zagrożeń w kluczowych obszarach gospodarki odpadami komunalnymi – biodegradowalnymi oraz gospodarki komunalnymi osadami ściekowymi. Jej poziom merytoryczny uważam za bardzo dobry. Rozprawa dowodzi dojrzałości naukowej Doktorantki, przejawiającej się w doborze tematu, prawidłowym i czytelnym postawieniu problemu, doborze właściwej metodologii badań, a także opanowaniu warsztatu naukowego w zakresie samodzielności i zdolności logicznego formułowania wniosków.

Oceniana rozprawa doktorska spełnia wymagania stawiane przez obowiązującą Ustawę o stopniach i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki, tj. odpowiada warunkom w art. 13 ust. 1 Ustawy z dnia 14.03.2003 r. Wobec powyższego wnioskuję, by Wysoka Rada Wydziału Inżynierii Środowiska Politechniki Krakowskiej dopuściła mgr inż. Weronikę Wójcik do publicznej obrony.

Jednocześnie składam wniosek do Wysockiej Rady o przyznanie wyróżnienia rozprawy doktorskiej Pani mgr inż. Weroniki Wójcik.

Krzysztof Gąsła