

Prof. dr hab. Małgorzata Pawłowska
Wydział Inżynierii Środowiska
Politechnika Lubelska
Ul. Nadbystrzycka 40B
20-618 Lublin

Lublin, dnia 10.09.2019 r.

Recenzja
rozprawy doktorskiej mgr inż. Anny Kamińskiej
**pt.: „Efektywność części biologicznej systemu mechaniczno-
biologicznego przetwarzania odpadów komunalnych”**

1. Podstawy formalne sporządzenia recenzji

Oceny rozprawy doktorskiej mgr inż. Anny Kamińskiej dokonano na zlecenie Dziekana Wydziału Nauk o Środowisku Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego w Olsztynie, Pani dr hab. inż. Ewy Paturej, prof. UWM (pismo z dn. 18.07.2019 r.), na podstawie przedłożonego maszynopisu rozprawy doktorskiej.

Podstawę oceny stanowiły wymogi stawiane rozprawom doktorskim zawarte w Ustawie z dn. 14 marca 2003 o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz.U. 2003 nr 65 poz. 595, z późn. zm.) oraz Rozporządzeniu MNiSW z dnia 19 stycznia 2018 w sprawie szczegółowego trybu i warunków przeprowadzania czynności w przewodzie doktorskim, w postępowaniu habilitacyjnym oraz w postępowaniu o nadanie tytułu profesora (Dz.U. 2018, poz. 261).

2. Trafność wyboru tematyki pracy

Racjonalne gospodarowanie odpadami stało się w ostatnich latach priorytetem, zarówno w polityce środowiskowej, jak i gospodarczej Unii Europejskiej. Recykling i odzysk odpadów, to oprócz zapobiegania ich powstawaniu, działania stanowiące fundamentalne zasady gospodarki odpadami oraz podstawa funkcjonowania gospodarki cyrkularnej, w której silny nacisk kładzie się na „zamknięcie obiegów” cyklu życia produktów, m.in. w sektorze tworzyw sztucznych, materiałów budowlanych, produktów spożywczych i biomasy.

Nie da się skutecznie wdrażać licznych i coraz bardziej restrykcyjnych zapisów prawnych w zakresie gospodarowania odpadami bez dobrze zorganizowanych systemów rozdziału strumieni odpadów, różniących się składem i właściwościami, jak również bez właściwego doboru metod postępowania z tak przygotowanymi odpadami. Te działania nie są zaś możliwe bez prawidłowo funkcjonujących instalacji mechaniczno-biologicznego

przetwarzania (MBP) odpadów komunalnych. W obiektach tych, dzięki zastosowaniu wieloetapowej obróbki odpadów, uzyskać można materiały nadające się do recyklingu materiałowego lub odzysku energetycznego, jak również pozostałości, które po zmianie właściwości mogą być skierowane do unieszkodliwienia. Końcowy efekt działania tych instalacji jest wypadkową wielu czynników, które decydują o przebiegu procesów na poszczególnych etapach przetwarzania odpadów. Najistotniejszym, z punktu widzenia końcowego zagospodarowania, jest etap stabilizacji biologicznej odpadów, którego głównym celem jest redukcja zawartości związków organicznych w przetwarzanym materiale. Uzyskanie odpowiedniego stężenia tych związków jest warunkiem dopuszczenia stabilizatów do składowania, jak również oceny stabilności kompostów uzyskiwanych z bioodpadów. Obowiązujące przepisy prawne wymuszają stopniowe ograniczanie deponowania odpadów biodegradowalnych na składowiskach, z czym wiąże się potrzeba intensyfikacji działań umożliwiających skuteczne i przyjazne dla środowiska ich zagospodarowanie.

W tym kontekście poruszone w recenzowanej rozprawie doktorskiej mgr inż. Anny Kamińskiej, zagadnienia dotyczące zwiększania efektywności procesów biologicznej tlenowej stabilizacji odpadów biodegradowalnych w działającej w skali technicznej instalacji MBP wpisują się w najbardziej aktualne problemy, przed jakimi staje dziś sektor gospodarki odpadami w Polsce.

3. Ocena strony formalnej struktury pracy

Recenzowana praca doktorska liczy 95 strony. Jej układ odpowiada powszechnie przyjętemu schematowi rozpraw doktorskich, w którym po przeglądzie literatury zostaje przedstawiony cel i zakres pracy, opis metodyki prowadzenia badań, a następnie omówienie uzyskanych wyników, ich dyskusja oraz podsumowanie, w którym zawarte są również najważniejsze wnioski płynące z badań. Końcowe elementy pracy stanowią: streszczenia w języku polskim i angielskim, spis piśmiennictwa oraz rysunków i tabel.

Praca podzielona jest na 6 rozdziałów oraz 5 części nienumerowanych.

W rozdziale 1. zatytułowanym „Wstęp” wydzielono jeden podrozdział „Część teoretyczna”. Już samo wydzielenie jednego paragrafu w rozdziale nie jest uzasadnione. Tym bardziej błędne jest umieszczenie w strukturze „Wstępu” przeglądu literatury, który pełni w pracy zupełnie inną funkcję. Część teoretyczna powinna więc stanowić odrębny rozdział. Przegląd literatury zawarty jest na 14 stronach (15% objętości pracy) i stanowi jednolity tekst, bez wewnętrznych podziałów.

W rozdziale 2. przedstawiono cel pracy oraz zakres przeprowadzonych badań.

Rozdział 3. obejmuje opis badanego obiektu i instalacji biologicznej stabilizacji tlenowej, opis procedury badań, metodyki badań morfologii i składu granulometrycznego

odpadów oraz metod analitycznych, jak również obliczeniowych i statystycznych użytych do uzyskania lub opracowania wyników.

W rozdziale 4., który został podzielony na sześć podrozdziałów, omówiono wyniki uzyskane w trakcie badań. Brzmienie tytułu podrozdziału 4.4 nie w pełni odpowiada treści, zaś treść paragrafu 4.6 powinna być rozdzielona i włączona do par. 4.2 i rozdziału 5.

Rozdział 5. to dyskusja wyników zawarta na 11 stronach, zaś rozdział 6 to dwustronicowe podsumowanie, które zawiera również najważniejsze wnioski z badań.

Omówienie wyników badań i dyskusja stanowią łącznie ok. 50% całości opracowania.

Spis literatury liczy 98 ponumerowanych pozycji ułożonych w kolejności alfabetycznej, z wyjątkiem ostatniej, która zaburzyła przyjęty porządek.

4. Ocena merytoryczna

W pracy omówiono wyniki badań zmian składu morfologicznego i uziarnienia frakcji podsitowej (<80 mm) wydzielonej podczas mechanicznego przetwarzania odpadów komunalnych oraz efektywności procesu biologicznej tlenowej stabilizacji tej frakcji, prowadzonej w zróżnicowanych warunkach operacyjnych. Ponadto analizowano przebieg i efektywność przemian zachodzących w selektywnie zebranych bioodpadach (będących mieszaniną odpadów kuchennych i zielonych) poddawanych procesowi kompostowania w takich warunkach technologicznych, w jakich prowadzona jest stabilizacja frakcji podsitowej (<80mm) w ZUO w Elblągu, który stanowił obiekt badawczy.

W części teoretycznej pracy Doktorantka przedstawia problematykę gospodarki odpadami ulegającymi biodegradacji, w tym bioodpadami, charakteryzując je pod względem ilościowym i jakościowym oraz wskazując na strukturę ich zagospodarowania w Polsce w ostatnich latach. Dużo miejsca poświęciła mechaniczno-biologicznemu przetwarzaniu odpadów, w tym kryteriom oceny jego wydajności i efektywności na różnych etapach, szczególnie zaś skupiła się na procesach stabilizacji tlenowej. Sporo miejsca poświęciła również omówieniu aktualnego stanu prawnego regulującego gospodarkę odpadami w Polsce i Unii Europejskiej, zwracając uwagę na konsekwencje wydania przez Komisję UE Decyzji Wykonawczej 2018/1147, ustanawiającej konkluzje dotyczące najlepszych dostępnych technik (BAT) w odniesieniu do przetwarzania odpadów.

Część teoretyczna pracy ściśle wiąże się z przedmiotem badań Doktorantki, jednak w wielu miejscach tekst robi wrażenie nieuporządkowanego. Główną tego przyczyną jest brak wydzielonych paragrafów, który znacznie utrudnia czytającemu śledzenie informacji zawartych w tej części pracy.

Celem sporządzania przeglądu literatury jest, oprócz pokazania aktualnego stanu wiedzy na poruszany temat, ujawnienie istniejących luk badawczych, które wymagają

bardziej pogłębionej analizie. Niestety, w przedstawionym przeglądzie literatury zabrakło tego istotnego elementu, co być może spowodowało, że Doktorantka nie skupiła wystarczającej uwagi na sprecyzowaniu celu swojej pracy.

Podany w pracy cel, którym jest „Ocena efektywności biologicznej stabilizacji frakcji <80 mm wydzielonej z resztkowych odpadów komunalnych oraz kompostowania odpadów kuchennych i zielonych zebranych selektywnie, w warunkach technicznych instalacji ZUO Elbląg” ma charakter zbyt utylitarny. Odnosi się do oceny działania konkretnej instalacji w określonych warunkach. Natomiast cel naukowy nie został jasno sformułowany, choć nie oznacza to, że w pracy go nie ma. Z postawionych hipotez badawczych, dyskusji i podsumowania wynika, że głównym celem badawczym była ocena wpływu warunków technologicznych, takich jak intensywność napowietrzania, ilość wody zużytej do nawadniania i czas trwania procesu na efektywność stabilizacji frakcji podsitowej (<80mm) wydzielonej ze zmieszanych odpadów komunalnych w warunkach tlenowych, w technologii Biodegma. I tak sformułowany cel można uznać za osiągnięty.

Badania prowadzono na obiekcie pracującym w skali technicznej. Do badań pobierano próby odpadów na różnych etapach stabilizacji tlenowej przebiegającej przy zmiennych warunkach operacyjnych, takich jak ilość stopni procesu (I - w module intensywnej stabilizacji, II - w pryzmach pod przykryciem, III- na plac dojrzewania końcowego), czas trwania procesu (I - 3-8 tyg., II - 0-4 tyg., III- 0-3 tyg.), intensywność napowietrzania (zmiennie: czas pracy wentylatorów, długość przerwy w napowietrzaniu, częstotliwość pracy wentylatora), liczba przerzuceń pryzmy (0-2) i ilość wody użytej do nawadniania odpadów (12-36 m³). Przebieg procesu kontrolowano na pomocą pomiaru temperatury na dwóch głębokościach (0,5, 1,5 m) pryzm.

Badano 4 warianty technologiczne stabilizacji frakcji podsitowej (<80mm) wydzielonej z odpadów zmieszanych oraz jeden wariant kompostownia odpadów kuchennych i zielonych (15:1 mas.) zebranych selektywnie. Ten ostatni, w celu oceny przydatności standardowej metody stabilizacji przyjętej w badanym obiekcie dla frakcji podsitowej, w stosunku do w/w bioodpadów.

Ponadto, badano skład granulometryczny (w podziale na 4 frakcje) i morfologiczny (w obrębie trzech frakcji, z wyłączeniem frakcji <10mm) frakcji podsitowej odpadów zmieszanych (< 80 mm) wprowadzanych do modułu stabilizacji oraz ustabilizowanych (w standardowych warunkach operacyjnych pracy instalacji MBP). Analizy prowadzono w oparciu o metodę PN-Z-1500:1993, którą zmodyfikowano zwiększając liczbę frakcji i kategorii morfologicznych. Wprowadzono podział na szkło opakowaniowe i techniczne, metale żelazne, nieżelazne i folię aluminiową oraz podział na 6 podkategorii tworzyw sztucznych. Opis przygotowania prób laboratoryjnych do badań jest nieprecyzyjny. Nie wynika z niego jasno jaka była masa prób laboratoryjnych poddawanych badaniom.

Zakres przeprowadzonych badań analitycznych był wystarczający do uzyskania zamierzonego celu, czyli oceny efektywności stabilizacji, która zgodnie z powszechnie przyjętymi kryteriami opiera się o wartość AT_4 , wartość strat prażenia i zawartość węgla organicznego. Ponadto analizowano właściwości powstających odcieków, wyznaczając stężenie TOC, ChZT i $N-NH_4^+$. W pracy pojawia się pewna niespójność. Wiele miejsc w dyskusji poświęcono na omówienie problematyki emisji zanieczyszczeń gazowych z obiektów części biologicznej systemu stabilizacji, choć zagadnienie to nie było przedmiotem analiz.

W części metodycznej nie wyjaśniono na jakiej podstawie przyjęto założenia do obliczeń nominalnej przepustowości instalacji Biodegma. Ponadto, wyliczone wartości nie zostały wykorzystane w dyskusji. Nie nawiązano do nich również w podsumowaniu. Nie wyjaśniono także czym się kierowano dobierając warunki procesowe w poszczególnych wariantach badawczych. Z opisu metodyki wynika, że ze względu na niejednorodność materiału badania prowadzono przynajmniej w trzech równoległe pracujących modułach (słusznie zresztą), dlaczego więc wyniki nie były podawane jako wartość średnia z odchyleniem standardowym? Proszę o odpowiedź na powyższe pytania.

Ponadto proszę o odniesienie się do następujących kwestii poruszonych w części badawczej:

- Czy w przypadku intensywnego nawadniania odpadów obserwowano powstawanie odcieków w modułach?
- Czy zdolność retencji wodnej w odpadach może mieć wpływ na efektywność procesu stabilizacji tlenowej?
- Czy niska wartość AT_4 w stabilizatach, które były przetrucane lub intensywnie napowietrzane na pewno świadczy o wysokiej efektywności stabilizacji?
- Czy można ocenić wpływ przetrucania materiału na efektywność stabilizacji, biorąc jako podstawę oceny wartość AT_4 , bez uwzględnienia wpływu wilgotności?
- Jakie są słabe i mocne strony zastosowania testu AT_4 jako wskaźnika stabilności kompostu czy stabilizatu?

Inna uwaga dotyczy precyzji języka pracy. W pracach naukowych konieczne jest stosowanie terminów we właściwym znaczeniu i precyzyjne wyrażanie myśli. A oto kilka przykładów, które świadczą o zbyt małym przywiązaniu Doktorantki do szczegółów:

- W wielu miejscach w pracy pojęcie „frakcja” użyte jest w niewłaściwym kontekście, np. „frakcja szkła”, „frakcja o kodzie 190501”. Pojęcie to w przypadku odpadów odnosi się do zróżnicowania wielkościowego, a nie morfologicznego. Szkło, metale to nie frakcje, ale kategorie, czy składniki materiałowe. Tak jak i odpady o konkretnym kodzie sześciocyfrowym również nie mogą być nazwane frakcją, tylko rodzajem.

- Stwierdzono, że stopień redukcji substancji organicznej może być mniejszy od 10 mg O₂/g s.m. Stopień redukcji to wskaźnik spadku, a nie wartość parametru, którą ten osiągnie po zmianie.
- Na jakiej podstawie stwierdzono, że nie obserwowano różnic wartości AT₄ w seriach 3.1. i 3.2 skoro nie robiono analizy istotności różnic średnich, a wartości wynosiły 19,5 raz 16,5 mg O₂/g s.m.
- Określenie „spadek substancji lotnej” nie jest precyzyjne. Obniżyć może się wartość parametru, a nie parametr.
- Akronim MSW odnosi się do „Municipal Solid Waste” i oznacza odpady komunalne” a nie tylko odpady resztkowe, jak podano w pracy (str. 10).

Pomimo uwag uważam, że przedstawiona do oceny praca doktorska poszerza istniejący zasób wiedzy na temat procesów tlenowej stabilizacji odpadów komunalnych przetwarzanych w instalacjach MBP, a uzyskane wyniki posiadają potencjał aplikacyjny.

Za najważniejsze pod względem naukowym i utylitarnym kwestie przedstawione w pracy uważam:

- Wyznaczenie parametrów kinetycznych rozkładu tlenowego substancji zawartych w odpadach stabilizowanych w systemie Biodegma, w różnych warunkach operacyjnych prowadzenia procesu.
- Dokonanie oceny wpływu warunków napowietrzania na skład frakcyjny i morfologiczny ustabilizowanych odpadów frakcji podsitowej (< 80 mm).
- Przeprowadzenie wielosezonowych badań składu granulometrycznego i morfologicznych odpadów kierowanych do stabilizacji i ustabilizowanych w warunkach tlenowych, co jest istotne ze względu na brak wystarczającej liczby danych na temat właściwości odpadów uzyskiwanych w wyniku obróbki mechanicznej, a tym bardziej na temat charakterystyki uzyskiwanych stabilizatów.
- Przeprowadzenie oceny przydatności systemu 2-stopniowej stabilizacji stosowanej w warunkach przyjętych dla frakcji podsitowej odpadów komunalnych do wykorzystania w procesie kompostowania bioodpadów.

5. Uwagi redakcyjne i formalne

Praca jest wyraźnie niedopracowana pod względem redakcyjnym. Ilość błędów interpunkcyjnych, typograficznych i składniowych jest tak duża, że wymienienie ich wszystkich zajęłoby zbyt dużo miejsca. Szczególny pośpiech daje się zauważyć przy przygotowywaniu przeglądu literatury, choć również w pozostałych rozdziałach tekst nie został poddany należytej korekcie językowej.

Natomiast wykresy i tabele zostały przygotowane starannie, właściwie opisane i cytowane w tekście. Podobnie, spis piśmiennictwa jest przygotowany z należytą starannością.

6. Podsumowanie i wniosek końcowy

Podsumowując, stwierdzam, że mgr inż. Anna Kamińska spełnia kryteria określone w Ustawie o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz.U. 2003 nr 65 poz. 595, z późn. zm.) dla kandydatów ubiegających się o nadanie stopnia naukowego doktora. Doktorantka przedstawiła oryginalne rozwiązanie problemu naukowego i wykazała się ogólną wiedzę teoretyczną w zakresie związanym z problematyką pracy. **Wnioskuje zatem do Rady Wydziału Nauk o Środowisku Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego w Olsztynie o dopuszczenie mgr inż. Anny Kamińskiej do dalszych etapów postępowania kwalifikacyjnego o nadanie, zgodnie z obowiązującą klasyfikacją (Rozporządzenie MNiSW z dnia 20 września 2018 r. w sprawie dziedzin nauki i dyscyplin naukowych oraz dyscyplin artystycznych, Dz.U. 2018, poz.1818) stopnia naukowego doktora w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych, w dyscyplinie inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka.**

Matgorzata Pawłowska