

Szczecin, 05. październik 2022 r.

Dr hab. inż. Anna Głowacka, prof. ZUT
ZUT w Szczecinie
Wydział Budownictwa i Inżynierii Środowiska
Katedra Inżynierii Środowiska

RECENZJA

rozprawy doktorskiej mgr inż. Roksany Królak

p.t.

„Wpływ dodatku modyfikatora obniżającego wartość ilorazu C/N na proces humifikacji podczas kompostowania”

1. Przedmiot recenzji

Niniejsza recenzja została sporządzona na zlecenie dr hab. inż. Danuty Zawadzkiej, prof. PK, Rektora Politechniki Koszalińskiej z dnia 09.09.2022 r. Rozprawa doktorska mgr inż. Roksany Królak poświęcona jest wyznaczeniu związku pomiędzy ilością dodawanego suplementu (osady ściekowe, słoma, zrębki i inoculum) i intensywnością procesu kompostowania, wyrażoną zmianą parametrów fizykochemicznych. Badania prowadzone były na terenie przedsiębiorstwa Goleniowskie Wodociągi i Kanalizacja.

Opiniowana rozprawa liczy 107 stron (wraz z załącznikami), 30 tabel, 62 rysunków i składa się z ośmiu głównych rozdziałów, bibliografii, spisu rysunków, spisu tabel oraz dwóch załączników. Wykaz literatury zawiera 133 pozycje, w większości opublikowane w recenzowanych czasopismach naukowych o międzynarodowym zasięgu.

2. Ocena merytoryczna

2.1. Ocena ogólna

Badania, które podjęła Doktorantka, mają zarówno walor poznawczy jak i praktyczny.

Trudności w zagospodarowaniu lub unieszkodliwianiu komunalnych osadów ściekowych z oczyszczalni ścieków są problemem o dużym znaczeniu. W żadnym kraju dotychczas nie opracowano uniwersalnej metody, która w sposób jednoznaczny go rozwiązuje. Właściwości osadów ściekowych są tak różne, że sposoby ostatecznego ich unieszkodliwiania muszą być rozpatrywane indywidualnie z uwzględnieniem wszystkich możliwych aspektów.

Do metod ostatecznego unieszkodliwiania komunalnych osadów ściekowych zalicza się: zagospodarowanie przyrodnicze, (w tym rolnicze), kompostowanie, unieszkodliwianie metodami termicznymi, (w tym piroliza), spalanie, przetwarzanie na paliwo lub materiały budowlane.

Osady ściekowe można kompostować bez dodatku komponentów, jednak najczęściej dodaje się różne substancje organiczne, które spełniają szereg różnych funkcji. Można przyjąć, że celem stosowania dodatków jest zwiększenie przewiewności masy osadu (dodatek materiałów strukturalnych), ułatwienie uzyskania optymalnej wilgotności w granicach 50-60% (dodatek suchych trocin bądź siewki ze słomy do nadmiernie wilgotnych osadów), wzbogacenie kompostowanej masy w dostępne dla mikroorganizmów źródło węgla (ważne przy osadach silnie stabilizowanych), zapewnienie optymalnego stosunku C:N. Właściwy stosunek C:N jest między innymi warunkiem uzyskania wyższych temperatur procesu i efektu higienizacji. Jako komponenty w tym celu stosuje się: biodegradowalne frakcje odpadów komunalnych, rozdrobnione gałęzie, wióry i trociny, odpady zieleni miejskiej, korę, rozdrobnioną słomę, torf oraz frakcje wcześniej przygotowanego kompostu.

2.2.Ocena szczegółowa

Rozprawa ma typowy układ pracy eksperymentalnej i obejmuje osiem podstawowych części: „Wprowadzenie”, „Przegląd literatury przedmiotu” (I), „Hipoteza badawcza” (II), „Cel pracy” (III), „Metodyka badawcza” (IV), „Wyniki badań” (V), „Analiza wyników badań” (VI), „Podsumowanie” (VII) i „Wnioski” (VIII).

Wprowadzenie

We wprowadzeniu w stosunkowo prosty i klarowny sposób Autorka pracy wskazuje, że badania pod kątem zmniejszenia udziału słomy we wsadzie mieszanki kompostowej są wskazane. Badania te są niezbędne i przydatne dla przedsiębiorstw stosujących technologię kompostowania w ramach zagospodarowania osadów ściekowych. Rozprawa doktorska stanowi narzędzie służące do optymalizacji procesu kompostowania oraz osiągnięcia wydajnej i skutecznej produkcji kompostu.

Przegląd literatury przedmiotu (I)

W części literaturowej autorka pracy opisała proces kompostowania osadów ściekowych. Szczegółowo nakreśliła warunki procesu kompostowania wraz ze wskazaniem

parametrów: prawidłowo przebiegającego procesu oraz wskaźniki fizykochemiczne (wilgotność, stężenie O₂, odczyn, temperatura, mikroorganizmy, wielkość cząstek i wolne przestrzenie powietrzne). Opisywała również proces humifikacji, który ma ogromne znaczenie przy wykorzystaniu materiału po procesie kompostowania jako produktu poprawiającego właściwości gleby, tzw. polepszacza glebowego.

Współczesny stan wiedzy/badań dotyczący procesu kompostowania osadów ściekowych bez i z dodatkiem materiałów strukturotwórczych jest coraz szerszy, choć potrzebne są kolejne badania umożliwiające opracowanie składu wsadu kompostowego w zależności od technologii procesu kompostowania.

Zakres tej części pracy jest w mojej ocenie adekwatny do tematu badań własnych Doktorantki. Rozdział ten obejmuje strony 8÷23.

Uwagi do części literaturowej:

Przegląd literatury jest obszerny – stanowi około 14% całości pracy. W celu łatwiejszego opisu literatury przedmiotu i przekazania informacji Doktorantka podzieliła ten rozdział na cztery podrozdziały. Dzięki temu ta część pracy staje się bardziej czytelna i zrozumiała.

W przeglądzie literatury brak jest jednak opisu literatury na temat procesu rozkładu hemicelulozy, ligniny i celulozy w procesie kompostowania.

Hipoteza badawcza (II)

Rozdział ten mgr inż. Roksana Królak rozpoczyna od przedstawienia problemu badawczego związanego ze zmniejszeniem kosztów produkcji kompostów przez przedsiębiorstwa wykorzystujące metodę biologicznego przetwarzania osadów ściekowych w warunkach tlenowych.

W dalszej części rozdziału przedstawia Doktorantka hipotezę badawczą: *„ograniczenie suplementacji, w przypadku kompostowania osadów ściekowych charakteryzujących się wysoką koncentracją azotu ogólnego, polegającej na dodawaniu materiału o dużej zawartości węgla organicznego, którego dodatek zwiększa wartość parametru C/N do wartości określonej w literaturze jako optymalna, nie wpływa niekorzystnie na prawidłowy przebieg kompostowania.*

Uwagi do części hipoteza badawcza:

Hipoteza badawcza jest prawidłowo skonstruowana, i zgodna z założeniem rozprawy doktorskiej.

Cel pracy (III)

Jako główny cel pracy doktorantka wskazuje wyznaczenie związku między masą dodawanych komponentów i intensywnością procesu kompostowania wyrażoną zmianą parametrów fizykochemicznych. Jako główny składnik modyfikujący skład mieszaniny poszczególnych komponentów, tworzących wsad do procesu kompostowania, była słoma jęczmienna.

Metodyka badawcza (IV)

Wszystkie stosowane w badaniach techniki zostały przez mgr inż. Roksanę Królak bardzo starannie opisane w rozdziale „*Metodyka badawcza*”, obejmującym 12 stron maszynopisu, oraz opatrzone są często komentarzem i rysunkami podającymi zasadę działania stosowanej techniki. Jest to bardzo ważne i pomocne, zwłaszcza dla osób zamierzających daną metodę wykorzystać w swojej pracy.

Uwagi do części Metodyka badawcza:

Bardzo dużą wartością rozprawy doktorskiej jest fakt, że proces kompostowania prowadzony był w warunkach terenowych/rzeczywistych. Badania zostały przeprowadzone w skali technicznej, w dwóch terminach: w latach 2018/2019 (część I) oraz w latach 2020/2021 (część II). W części badawczej pierwszej proces kompostowania prowadzony był w dwóch seriach trwających po 20 tygodni – dla każdej serii po 2 przyzmy. Natomiast w części drugiej proces prowadzony był przez 9 miesięcy w dwóch seriach, ale po jednej przyźmie.

Miejscem prowadzenia badań terenowych był obiekt kompostowni zlokalizowanej na terenie oczyszczalni ścieków komunalnych należącej do Przedsiębiorstwa Goleniowskie Wodociągi i Kanalizacja Sp. z o.o.

Na pochwałę zasługuje przedstawienie na rys. 4, str. 25, „*Schemat badań terenowych*”. Schemat ten jest bardzo czytelny i przedstawia terminy oraz wsad do przyzm kompostowych.

1. Str. 25: cyt. „*W serii nr 1 stosunek mas pomiędzy składnikami tworzącymi mieszankę kompostową wynosił odpowiednio 4:1:(0.5+0.5)...*” – czy materiały dodawane do stworzenia mieszanki kompostowej były przeliczane na suchą czy świeżą masę.

2. Str. 25 – opis przyzmy kompostowej – wskazane byłoby narysowanie przyzmy kompostowej z jej wymiarami.
3. Str. 27 – cyt. „Z różnych miejsc przyzmy pobrano sześć próbek kompostu o masie ok. 10 kg” – jak wyznaczono miejsca poboru próbek pierwotnych w celu utworzenia próbki średniej?
4. Str. 28 – cyt. „Proces kompostowania w drugiej części został przetestowany na nowej instalacji” – w pracy brak jest informacji na temat wielkości przyzm i opisu technologii.
5. Dlaczego w procesie badawczym jako wsad używana była tylko słoma jęczmienna, która charakteryzuje się najmniejszą zawartością hemicelulozy i największą potasu.

Wyniki badań (V)

Rozdział ten liczy 21 stron, co stanowi około 20% pracy.

Dobrze zaplanowany i konsekwentnie wykonywane przez mgr inż. Roksanę Królak zakres badań pozwolił na pełne zrealizowanie wytyczonej hipotezy badawczej i celu badań. Otrzymane wyniki zostały opracowane i przedstawione na 14 rycinach oraz zebrane w 14 tabelach.

Przedstawione w rozdziale wyniki badań własnych na chwilę obecną nie są nowatorskie, ponieważ wiele jednostek badawczych w Polsce i na świecie zajmuje się podobną tematyką badawczą. Przedstawione w pracy wyniki badań poszerzają dotychczasową wiedzę na temat technologii procesu kompostowania komunalnych osadów ściekowych z dodatkiem materiałów strukturotwórczych oraz stopnia zmian parametrów fizykochemicznych zachodzących podczas procesu kompostowania

Uwagi do części Wyniki badań:

Dane przedstawione na rycinach są bardzo czytelne łatwo jest odczytać wskaźniki fizykochemiczne w próbkach kompostów w poszczególnych terminach pobierania prób. Zbędne jest natomiast przedstawienie tych samych wyników w tabelach.

1. Str. 37, tab. 4 – dlaczego w ostatnim terminie pobierania próbek do badań (133 doba) wzrosła zawartość azotu całkowitego o 0,5 % s.m. w porównaniu z trzecią dobą trwania procesu,
2. Str. 38, rys.14 na osiach Y powtarzane są opisy: % s.m.
3. Str. 38, tab. 5 – brak jednostki dla temperatury.

4. Str. 39, tab. 6 w opisie tabeli zamiast wartość powinna być – zawartość, brak jest jednostek.,
5. Str. 41, rys. 17 na osiach Y powtarzane są opisy: % s.m.
6. Str. 43, tab. 9, brak jest jednostek. Dlaczego w wyniku procesu kompostowania zmniejsza się zawartość ligniny i celulozy?
7. Str. 46, rys. 22 na osiach Y powtarzane są opisy: % s.m.
8. Str. 45, tab. 11 i str. 47 tab. 13 – Czym należy tłumaczyć fakt, że już w pierwszej dobie procesu kompostowania temperatura przyzmy osiągnęła już 80°C.
9. Str. 48 „Opis wyników badań” – wskazane byłoby, aby wyniki badań wraz z dyskusją opisywane były bezpośrednio pod tabelami i wykresami przedstawiającymi te wyniki.

Analiza wyników badań (VI)

W rozdziale tym Doktorantka poddała analizie statystycznej – analizie korelacji - wszystkie uzyskane wyniki badań. Przeanalizowanie statystyczne wyników badań wskazuje na pewien trend w seriach badawczych. Przedstawienie w tabeli 18 wskaźników korelacji dla wybranych zmiennych (analiz badań) jest mało czytelne. Wskazane byłoby, aby na wykresach zależności współczynnika korelacji pomiędzy poszczególnymi zmiennymi wstawić równania regresji. Takie przedstawienie wyników wraz z opisem każdego wykresu i dyskusją wyników wniosłaby dużą wartość poznawczą do pracy. Wyniki przedstawione w obecnej formie są mało czytelne i w celu zapoznania się z nimi należy analizować kolejno tabele z załącznika nr 2 i poszczególne rysunki.

Podsumowanie (VII)

W rozdziale siódmym Pani mgr inż. Roksana Królak przedstawiła podsumowanie wyników badań osiągniętych dla hipotezy badawczej. Autorka stwierdza, że *„Wyniki badań, uzyskane w trakcie realizacji pracy doktorskiej, potwierdziły hipotezę badawczą, która zakładała możliwość przebiegu procesu kompostowania w warunkach zwiększonej koncentracji azotu.”* W dalszej części rozdziału Doktorantka przeprowadza dyskusję uzyskanych wyników w porównaniu z literaturą.

Rozdział ten może stanowić integralną część omówienia wyników.

Podsumowanie zakończone jest kierunkiem dalszych badań. Jest to bardzo cenne, że Doktorantka już podczas badań i pisania rozprawy doktorskiej zauważyła, że badania należy kontynuować i skupić się na przemianach związków azotu w procesie kompostowania.

Wnioski (VIII)

Praca zakończona jest siedmioma wnioskami, które wskazują na uzyskany cel badań.

Uwagi do części Wnioski:

Str. 80, wniosek 4, cyt. „ *W przypadku technologii kompostowania osadów ściekowych wykorzystującej przykrycia membraną półprzepuszczalną nie zaleca się suplementacji polegającej...* ”. Jest to chyba zbyt dalece postawiony wniosek, jeśli badania przeprowadzone były tylko w dwóch seriach. Wskazane jest powtórzenie tych badań i sprawdzenie, czy faktycznie wyniki będą się powtarzały.

Literatura

Spis literatury jest bardzo bogaty, obejmuje 133 prace i wskazuje na bardzo dobrą znajomość literatury tematu Doktorantki. W ponad 70% jest to literatura anglojęzyczna z ostatnich 10 lat.

Uwagi redakcyjne

Praca jest opracowana bardzo starannie i klarownie.

Terminologia użyta w pracy nie budzi zastrzeżeń, oprócz konsekwentnego nadużywania powtórzeń przy opisie poszczególnych wyników badań.

Liczba błędów czysto redakcyjnych jest bardzo mała.

Podsumowanie

Rozprawa stoi na bardzo dobrym poziomie naukowym. Moje nieliczne szczegółowe uwagi zamieszczone na poprzednich stronach recenzji wartości pracy nie obniżają, mają bowiem głównie charakter dyskusyjny bądź redakcyjny. Doktorantka wykazała się bardzo dobrą znajomością literatury przedmiotu i dokonała wnikliwej jej analizy. Praca charakteryzuje się dużą ilością badań, co świadczy o dużej samodzielności naukowej Autorki. Doktorantka poprzez wykonanie tak wielu analiz chemicznych swobodnie porusza się w zagadnieniach analitycznych oraz technologii odpadów. Umiejętnie rozwiązuje problemy związane z procesem kompostowania. W pracy wykazała się dużą pracowitością i rzetelnością badawczą. Przeprowadzone badania mają nie tylko charakter poznawczy, ale również użyteczny. Wysoko oceniam procedury badawcze, zarówno plan badań jak i zaproponowane układy technologiczne, a przede wszystkim kompleksowość badań. Jednocześnie należy zwrócić

uwagę na fakt, że wszystkie prace badawcze prowadzone były w warunkach in situ całkowicie odzwierciedlających rzeczywiste warunki w instalacjach tego typu.

Rozprawa wpisuje się w zasady zrównoważonego rozwoju i gospodarki o obiegu zamkniętym. Podsumowując, oceniana rozprawa spełnia wszystkie kryteria stawiane pracom doktorskimi może stanowić podstawę do nadania jej Autorce stopnia naukowego doktora w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych, w dyscyplinie inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka. Mogę stwierdzić, że Pani mgr inż. Roksana Królak spełniła wszystkie wymagania zdefiniowane w Ustawie z dnia 3 lipca 2018 r. Przepisy wprowadzające ustawę – Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz.U. poz. 16669) oraz Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. – Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz.U. z 2022 r. poz. 574 ze zm.), wobec czego stawiam wniosek o przyjęcie rozprawy doktorskiej oraz o dopuszczenie Pani mgr inż. Roksany Królak do dalszych etapów postępowania w przewodzie doktorskim.

Anna Chojedla