

Białystok, 30.09.2022 r.

dr hab. inż. Dariusz Boruszko, prof. P.B.
Katedra Technologii w Inżynierii Środowiska
Wydział Budownictwa i Nauk o Środowisku
Politechnika Białostocka

RECENZJA

**rozprawy doktorskiej mgr inż. Roksany Królak
pt.: „Wpływ dodatku modyfikatora obniżającego wartość ilorazu C/N
na proces humifikacji podczas kompostowania”
Promotor: prof. dr hab. inż. Robert Sidelko.**

Podstawa formalna recenzji: pismo Pani Rektor dr hab. Danuty Zawadzkiej, prof. Politechniki Koszalińskiej z dnia 09.09.2022 r. oraz Uchwała Komisji do przeprowadzenia czynności w postępowaniu w sprawie nadania stopnia doktora w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych w dyscyplinie Inżynieria Środowiska, Górnictwo i Energetyka z dnia 06.09.2022 r. w sprawie wyznaczenia dr hab. inż. Dariusza Boruszko, prof. Politechniki Białostockiej na recenzenta w postępowaniu w sprawie nadania stopnia doktora Pani mgr inż. Roksanie Królak pt.: „Wpływ dodatku modyfikatora obniżającego wartość ilorazu C/N na proces humifikacji podczas kompostowania”.

Rozprawa, która jest przedmiotem recenzji została przygotowana na Wydziale Inżynierii Lądowej, Środowiska i Geodezji Politechniki Koszalińskiej, w dziedzinie: nauk inżynieryjno-technicznych, w dyscyplinie: inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka. Przedmiotem recenzji jest szczegółowa ocena, czy rozprawa doktorska spełnia warunki określone w: art. 187 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. 2018, poz. 1668; z późn. zm.). Wymogiem ww. artykułu jest, aby rozprawa doktorska spełniała następujące warunki: stanowiła oryginalne rozwiązanie problemu naukowego lub oryginalne dokonanie artystyczne oraz wykazywała ogólną wiedzę teoretyczną kandydata w danej dyscyplinie naukowej lub artystycznej, a także pokazała umiejętność samodzielnego prowadzenia pracy naukowej lub artystycznej. Recenzja została napisana pod kątem sprawdzenia powyższych wymogów Ustawy.

1. Celowość podjęcia tematu

Sposób zagospodarowania osadów ściekowych w Polsce w ostatnich latach uległ głębokim zmianom. Dzięki regulacjom prawnym zdecydowanie zmalała ilość osadów ściekowych magazynowana na składowiskach odpadów i na terenach oczyszczalni. Aktualnie w Polsce potencjały energetyczne i nawozowe osadów są mocno niedocenione i niewykorzystane w stosunku do obecnych możliwości technologicznych oraz stanu wiedzy i nauki. Podstawowym problemem gospodarki osadowej jest bardzo negatywne postrzeganie osadów jako olbrzymiego zagrożenia dla naszego zdrowia i życia.

Podejście bazujące na wykorzystaniu metody produktowej uwzględniającej analizę ryzyka stosowania osadów obserwowane jest w wielu krajach o dużych potencjałach badawczo-rozwojowych, takich jak: USA, Wielka Brytania, Francja, Dania, Hiszpania i inne. Tam zazwyczaj potencjały nawozowe są bardziej wykorzystywane niż termiczne. Planowane w krajach UE strategie zmierzają do utrzymania wysokiego poziomu wykorzystania potencjału nawozowego osadów w rolnictwie, przy jednoczesnym zwiększeniu znaczenia procesów stabilizacji i higienizacji.

Kompostowanie jest jedną z najstarszych metod przekształcania i unieszkodliwiania odpadów organicznych. Samo kompostowanie będące procesem biologicznym jest oparte na zachodzących jednocześnie procesach biochemicznych i mikrobiologicznych (mineralizacja i humifikacja), w wyniku których zachodzi transformacja materii organicznej i zmiany właściwości fizyczno-chemicznych kompostowanych materiałów.

Kompostowanie jako proces technologiczny wymaga określonych czynników warunkujących prawidłowy przebieg procesu. W celu zapewnienia odpowiedniej efektywności procesu i osiągnięcia dobrej jakości kompostu wszystkie czynniki powinny być pod stałą kontrolą.

Stąd też uważam, że podjęcie tematu badawczego nad wyznaczeniem związku pomiędzy ilością dodawanego suplementu i intensywnością procesu kompostowania, wyrażoną zmianą wartości określonych parametrów fizykochemicznych za aktualne i celowe.

Zapotrzebowanie na tego typu badania jest duże. Ważny jest także aspekt praktyczny. Przedstawione w dysertacji wyniki badań potwierdziły możliwość przebiegu procesu kompostowania osadów ściekowych w warunkach zwiększonej koncentracji azotu., co umożliwia wdrożenie opracowanej metody w ciąg technologiczny przeróbki osadów ściekowych obiektów rzeczywistych.

3. Informacje wstępne – struktura formalna dysertacji

Przedstawiona do recenzji rozprawa obejmuje 108 stron, łącznie z 30 tabelami i 52 rysunkami. Pracę podzielono na 8 rozdziałów z licznymi podrozdziałami oraz spis literatury, wszystko w prawie klasycznym układzie. Bibliografia obejmuje 134 pozycji literaturowych w języku polskim i angielskim. Zdecydowana część została

napisana w języku angielskim. Również większość cytowanych prac powstała po roku 2000, natomiast z ostatnich 5 lat pochodzi 11 pozycji. Zestawienie obejmuje zarówno uznane czasopisma naukowe (polskie i zagraniczne), jak i raporty naukowe bądź dokumenty oraz rozporządzenia polskie i Unii Europejskiej. Wykorzystana literatura jest zróżnicowana tematycznie i związana z treścią pracy. Zasadniczą część pracy stanowią: streszczenie, wprowadzenie, część teoretyczna, hipoteza badawcza, cel pracy, metodyka badawcza, wyniki badań i ich analiza oraz podsumowanie i wnioski końcowe.

4. Ocena merytoryczna rozprawy

Recenzowana rozprawa posiada znaczną wartość naukową, poznawczą oraz praktyczną. Dotyczy ważnego zagadnienia możliwości przebiegu procesu kompostowania w warunkach zwiększonej koncentracji azotu i zmniejszenia udziału masowego materiałów o wysokiej koncentracji węgla organicznego.

Ogólnie w mojej opinii układ pracy jest prawidłowy – zachowuje właściwe proporcje pomiędzy poszczególnymi częściami zgodnie z ogólnie przyjętymi standardami.

Wprowadzenie jest nakreślonym ogólnie uzasadnieniem podjęcia tematu badań. Wprowadza w problematykę kompostowania osadów ściekowych i stosowania suplementów strukturalnych wymaganych do prawidłowego przebiegu procesu kompostowania.

W przeglądzie literatury (rozdział I), stanowiącej część teoretyczną – studium rozprawy Doktorantka w sposób bardzo syntetyczny omówiła proces kompostowania, jego definicję i poszczególne fazy. Następnie dokonała charakterystyki poszczególnych najważniejszych parametrów procesu tj. temperatury, wilgotności, zawartości tlenu, odczynu, porowatości, proporcji C/N oraz roli mikroorganizmów. Kolejny punkt rozprawy dotyczy zagadnień stabilności i dojrzałości kompostów. Doktorantka słusznie zauważa, że substancje humusowe są najważniejszą frakcją odpowiedzialną za funkcje żyzności organicznej w glebie, ponieważ są to frakcje najbardziej odporne na degradację mikrobiologiczną. Zatem ocena stopnia humifikacji podczas procesu kompostowania jest agronomicznym kryterium jakości kompostu. Na zakończenie przeglądu literatury stwierdzono, że stosunek C/N można uznać za najważniejszy czynnik wpływających na proces kompostowania i jakość kompostu. Uważam, że przegląd literatury jest co prawda bardzo syntetyczny, ale zarazem staranny i w pełni charakteryzujący aktualny stan wiedzy przedmiotu rozprawy doktorskiej.

W rozdziale II przedstawiono hipotezę badawczą wynikającą z przeglądu literatury oraz konieczności zmniejszania kosztów produkcji kompostu:

- „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”.

W rozdziale III główny cel pracy:

- „Celem pracy było wyznaczenie związku pomiędzy ilością dodawanego suplementu i intensywnością procesu kompostowania wyrażoną zmianą wartości określonych parametrów fizykochemicznych. Głównym składnikiem modyfikującym skład mieszaniny poszczególnych komponentów, tworzących wsad do procesu kompostowania, była słoma jęczmienna”.

Oraz cele dwa cząstkowe:

1. Ocena wpływu zmniejszonej suplementacji na transformację materii organicznej w kierunku swoistych związków próchnicznych.
2. Ocena wpływu zmniejszonej zawartości słomy, jako źródła węgla organicznego zmniejszającego wartość parametru C/N, na intensywność przemian biochemicznych w trakcie kompostowania osadów ściekowych.

W rozdziale IV – Metodyka badawcza - omówiono obiekt badań i przedstawiono metodykę prowadzonych badań technologicznych i analitycznych. Przeprowadzone badania technologiczne dotyczyły przebiegu procesu kompostowania. Badania zostały przeprowadzone w skali technicznej, w dwóch częściach. Miejscem prowadzenia badań terenowych był obiekt kompostowni zlokalizowanej na terenie oczyszczalni ścieków komunalnych należącej do Przedsiębiorstwa Goleniowskie Wodociągi i Kanalizacja Sp. z o.o. Pierwsza część badań przeprowadzona w 2018/2019 roku obejmowała dwa etapy, których czas trwania wynosił po ok. 5 miesięcy. Każdy etap składał się z dwóch serii, w których zastosowano odmienną proporcję pomiędzy wykorzystywanymi komponentami, którymi były: odwodnione mechanicznie osady ściekowe, słoma jęczmienna, zrębki drzewne i kompost dojrzały (inoculum). Drugą część badań prowadzono na przełomie 2020/2021 roku. Badania składały się z dwóch niezależnych serii i trwały po około 9 tygodni. Proces kompostowania w drugiej części został przetestowany na nowej instalacji, w której nie jest planowane stosowanie dodatkowego źródła węgla.

W pkt. 4.2. Doktorantka przedstawiła zakres analiz fizyczno-chemicznych. W pkt. 4.3. natomiast zakres zastosowania statystycznej analizy wyników.

W rozdziale V Doktorantka przedstawiła uzyskane wyniki badań. Wyniki badań zostały zestawione w postaci tabel natomiast graficznie na wykresach zilustrowano zależności pomiędzy poszczególnymi parametrami fizykochemicznymi w czasie kompostowania. Początkowo były to wyniki z serii badawczych z różnymi proporcjami pomiędzy surowcami zastosowanymi do przygotowania wsadu z I części badań prowadzonych w latach 2018/2019. Następnie wyniki z dwóch serii badawczych z 0% i 25% udziałem słomy w kompostowaniu pod osłoną półprzepuszczalnej membrany w warunkach intensywnego, wymuszonego przepływu powietrza z II części badań prowadzonych w latach 2020/2021. Doktorantka następnie w punkcie 5.3. dokładnie opisała i omówiła uzyskane wyniki badań. Kolejną część rozdziału badawczego poświęcona została przedstawieniu wyników substancji humusowych. W postaci

tabel zestawiono uzyskane wyniki badań a następnie graficznie na wykresach pokazano zależności pomiędzy zawartością substancji humusowych i wartości indeksów humusowych podczas procesu kompostowania dla poszczególnych serii badawczych.

Kolejność przedstawienia i omawiania wyników badań jest analogiczna do metodyki badań. Doktorantka postarała się w sposób jasny i czytelny przedstawić dużą ilość obliczeń i wyników tak, aby przy całej różnorodności analiz i wielowątkowości pracy pokazać wyniki jako pewien monolit.

W rozdziale VI podjęto się analizy wyników badań. Wszystkie uzyskane wyniki badań poddano analizie korelacji, natomiast w tabeli 18 zestawiono tylko te korelacje, które w kolejnych seriach układały się w pewien trend. Następnie na rysunkach przedstawiono współczynniki korelacji pomiędzy poszczególnymi zmiennymi oraz krzywe regresji dotyczące zmian ich zawartości w trakcie procesu kompostowania osobno dla poszczególnych przym.

Wyniki przeprowadzonych badań były podstawą do przeprowadzenia dyskusji i podsumowania – rozdział VII. Dyskusja wyników stanowi istotną część rozpraw naukowych jak i ma ogromny wpływ, na jakość i wartość naukową i praktyczną rozprawy. Poprzez konfrontację własnych rezultatów z danymi cytowanymi z literatury Autorka mogła też krytycznie odnieść się do uzyskanych wyników, a także wskazać wynikające z tej oceny kierunki dalszej pracy badawczej. Porównanie wyników uzyskanych przez Autorkę, z rezultatami zbliżonych badań innych autorów, pomogło również w prawidłowym sformułowaniu wniosków.

Rozdział VIII to wynikające z treści całej rozprawy wnioski. Zmniejszenie kosztów produkcji kompostu było podstawową przesłanką podjętych badań nad wpływem zmniejszonej suplementacji, włącznie z jej eliminacją, na przebieg procesu kompostowania osadów ściekowych. Analiza wniosków potwierdza, iż Autorka osiągnęła postawione sobie cel zasadniczy i dwa cele cząstkowe oraz potwierdziła postawioną hipotezę badawczą. Wyniki badań, uzyskane w trakcie realizacji pracy doktorskiej, potwierdziły hipotezę badawczą, która zakładała możliwość przebiegu procesu kompostowania w warunkach zwiększonej koncentracji azotu. Konsekwencją relatywnie wysokiego stężenia azotu stanowiącego pierwiastek biogeny, niezbędny dla wzrostu i funkcjonowania mikroorganizmów biorących udział w rozkładzie materii organicznej, jest zmniejszenie wartości parametru C/N.

Uwagi szczegółowe do pracy:

Ad. I Przegląd literatury

- część teoretyczna rozprawy jest stosunkowo nieduża i obejmuje 15 stron. Pewnym uzasadnieniem tak syntetycznego przeglądu literatury jest oczywiście zakres dysertacji i podejmowanych w niej zagadnień;
- część rysunkowa zamieszczona w tym rozdziale jest bardzo niewielka, zawiera jedynie 3 rysunki, ponadto. rys. 1 str. 9, jest mało czytelny - wynika to prawdopodobnie ze słabej rozdzielczości kopiowanego schematu, korzystniej byłoby go samodzielnie edytować;
- praca zawiera nieliczne błędy edytorskie i stylistyczne, np.: str. 9 wiersz 7, jest „mikrorganizmy”, powinno być „mikroorganizmy”; str. 19 wiersz 16, jest ” organiczny-węgiel powinno być „organiczny węgiel”; str. 18, wiersz 20, jest „niehumusowych,, powinno być „nie humusowych”, tabela nr 3 w wierszach 7 i 10 błędnie podano proporcje C/N;

Ad. II Hipoteza badawcza

- w mojej ocenie hipoteza pracy jest zbyt długa i przez to mało czytelna i mogłaby zostać skrócona, na następujące brzmienie:
„ograniczenie suplementacji materiału o dużej zawartości węgla organicznego do osadów ściekowych nie wpływa niekorzystnie na prawidłowy przebieg jego kompostowania”

Ad. III Cel pracy

- w mojej ocenie w celu pracy „Celem pracy było wyznaczenie związku pomiędzy ilością dodawanego suplementu i intensywnością procesu kompostowania wyrażoną zmianą wartości określonych parametrów fizykochemicznych. Głównym składnikiem modyfikującym skład mieszaniny poszczególnych komponentów, tworzących wsad do procesu kompostowania, była słoma jęczmienna.” Drugie zdanie jest zbędne i powinno zostać zamieszczone w rozdziale 4 – Metodyka badawcza;
- w mojej ocenie pierwszy cel cząstkowy „Ocena wpływu zmniejszonej suplementacji na transformację materii organicznej w kierunku swoistych związków próchnicznych” powinien precyzować o suplementację czego? Tak naprawdę chodzi. I powinien brzmieć – „Ocena wpływu zmniejszonej suplementacji materiału o dużej zawartości węgla organicznego na transformację materii organicznej w kierunku swoistych związków próchnicznych”.

Ad. IV. Metodyka badawcza

- badania terenowe prowadzone były na obiektach rzeczywistych w dwóch częściach (etapach), etap I na przełomie lat 2018/2019 przez około 5 miesięcy i etap II na przełomie lat 2020/2021. Wyjaśnienia wymaga dlaczego zdecydowano się na badania procesu kompostowania tylko w miesiącach jesienno-zimowych, a nie

wiosenno-lętnich kiedy mamy do czynienia z innymi (bardziej korzystnymi) dla prowadzenia procesu warunkami;

- na str. 25 podano „Proces kompostowania odbywał się w zadaszonych, okresowo toczonych przyzmach o objętości ok. 50 m³ każda. Przyzmy miały przekrój trapezu o wymiarach: długość ok. 70 m...”, natomiast poniżej na str. 26 podano „Parametry formowanych przyzm przedstawiały się następująco:

- maksymalna długość przyzmy to 54 m” – wymaga to wyjaśnienia;

- na str. 27 napisano, że dla badań w etapie I „Po wymieszaniu pobranego materiału wyodrębniono próbkę reprezentatywną o masie ok. 1 kg.”, natomiast na str.30 podano, że dla badań w etapie II „Następnie, po wymieszaniu, wydzielano próbkę o masie ok. 0.5 kg” – wymaga to wyjaśnienia, z czego wynikała różna masa reprezentatywnych próbek przekazywanych do badań w etapie I i etapie II i jaki to ma wpływ na uzyskane wyniki badań analitycznych.

- w mojej ocenie rysunki 11-12 są zbędne. Zazwyczaj w pracach doktorskich zamieszcza się fotografie lub schematy wytworzonych układów badawczych, a nie urządzeń pomiarowych, czy szkła laboratoryjnego użytego w badaniach. Wydają się, że wystarczające jest podanie informacji o: nazwie, rodzaju, symbolu użytych urządzeń pomiarowych.

Ad. V. Wyniki badań

- w rozdziale V gdzie przedstawiono i opisano uzyskane wyniki badań użyto bardzo dużej liczby skrótów i oznaczeń. Moim zdaniem znacznym ułatwieniem w ocenie tych wyników i ich interpretacji byłoby sporządzenie wykazu tych skrótów i oznaczeń i umieszczenie go np. na początku dysertacji

- w mojej ocenie umieszczanie legendy w centralnej części rysunków (wykresów zależności) zmniejsza ich czytelność;

- w mojej ocenie należy w poszczególnych tabelach i opisie ujednoczyć dokładność uzyskanych wyników badań do tej samej liczby miejsc znaczących po przecinku

- nie ustrzeżono się kilku drobnych błędów edycyjnych,

Ad. VI. Analiza wyników badań.

Doktorantka wszystkie uzyskane wyniki badań poddała analizie korelacji. Na rysunkach przedstawiła współczynniki korelacji pomiędzy parami zmiennych oraz krzywe regresji.

Moim zdaniem w celu zbadania współzależności dla badanych cech kompostów można było zastosować dodatkowo różne metody opisu i analizy statystycznej. W celu zbadania, czy nastąpiła istotna statystycznie zmiana można było zastosować dla poszczególnych par obserwacji test Wilcozona. Do zbadania zależności między parametrami ilościowymi i do opisu siły korelacji można było zastosować współczynnik korelacji rang Spearmana.

Przedstawione uwagi głównie natury formalnej i redakcyjnej nie wpływają na końcową ocenę merytoryczną pracy. Dysertację oceniam pozytywnie. Przedstawione uwagi mają w większości charakter dyskusyjny co wynika ze złożoności podjętej tematyki badawczej. Wskazane niedociągnięcia wynikają w dużym stopniu z tego, że rozprawa obejmowała bardzo szeroki zakres badań. Ilość włożonej pracy w czasie wykonywania badań, prowadzenia eksperymentu, opracowywaniu wyników i pisaniu pracy robi bardzo pozytywne wrażenie.

5. Końcowa ocena rozprawy

Przedstawiona powyżej charakterystyka i analiza rozprawy doktorskiej upoważnia mnie do pozytywnej oceny, zarówno wybranej tematyki, jak i sposobu zrealizowania postawionego zadania. Koncepcja i zakres pracy w bardzo dobrym stopniu wpisują się w dyscyplinę naukową inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka. Moim zdaniem praca stanowi oryginalne rozwiązanie jasno sprecyzowanego problemu naukowego. Oceniana rozprawa świadczy o dużych umiejętnościach Doktorantki w organizowaniu badań, opanowaniu metod badawczych oraz możliwości samodzielnego rozwiązania postawionego celu badawczego i właściwego wnioskowania na podstawie dużej ilości wyników. Z analizy rozprawy widać wyraźnie, że w: prowadzenie doświadczenia, przeprowadzenie analiz badawczych, zebranie i opracowanie wyników, włożono bardzo dużo pracy. Stąd też wyrażam głębokie przekonanie, że przedstawiony Mi do recenzji materiał ma duży potencjał i stanowi wartościową rozprawę naukową.

Należy zauważyć, że praca bazuje na obszernym, starannie dobranym materiale źródłowym krajowym i zagranicznym, co świadczy o dobrym rozeznaniu Doktorantki w przedmiocie badań.

Chciałbym podkreślić, że recenzowana rozprawa charakteryzuje się aktualnością tematu, oparta jest na nowoczesnej wiedzy, a jej wyniki mają duże znaczenie dla praktyki w dyscyplinie inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka.

Przedłożona do oceny rozprawa pt. „Wpływ dodatku modyfikatora obniżającego wartość ilorazu C/N na proces humifikacji podczas kompostowania” w pełni odpowiada wymogom określonym w art. 187 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. 2018, poz. 1668; z późn. zm.).

Podsumowując, wnioskuję do Komisji do przeprowadzenia czynności w postępowaniu w sprawie nadania stopnia doktora w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych w dyscyplinie Inżynieria Środowiska, Górnictwo i Energetyka na Wydziale Inżynierii Łądowej, Środowiska i Geodezji Politechniki Koszalińskiej o przyjęcie rozprawy Pani mgr inż. Roksanie Królak pt.: „Wpływ dodatku modyfikatora obniżającego wartość ilorazu C/N na proces humifikacji podczas kompostowania”. oraz dopuszczenie Autorki do publicznej obrony rozprawy doktorskiej.

dr hab. inż. Dariusz Boruszko, prof. PB

