

Wrocław, 08.04.2026

Prof. dr hab. inż. Wojciech Golimowski
Uniwersytet Ekonomiczny we Wrocławiu
Wydział Inżynierii Produkcji

RECENZJA

rozprawa doktorska pt.

„Optymalizacja składu mieszanek biomasy i biomasy odpadowej dla procesu spalania w kotle instalacji energetycznej małej mocy”

Pan mgr inż. Łukasz Ściubak

Uchwałą Rady Naukowej nr X/16/2026 Instytutu Biotechnologii Przemysłu Rolno-Spożywczego im. Profesora Wacława Dąbrowskiego – PIB w Warszawie z dnia 9.12.2025 zostałem wyznaczony na recenzenta rozprawy doktorskiej mgr inż. Łukasza Ściubaka, pt. „Optymalizacja składu mieszanek biomasy i biomasy odpadowej dla procesu spalania w kotle instalacji energetycznej małej mocy”.

Ogólny opis przedłożonej do recenzji pracy doktorskiej

Przedłożona do recenzji praca doktorska pt.: „Optymalizacja składu mieszanek biomasy i biomasy odpadowej dla procesu spalania w kotle instalacji energetycznej małej mocy” została napisana na 220 stronach maszynopisu. Zawiera stronę tytułową, oświadczenia Promotora o przyjęciu rozprawy doktorskiej, opiekuna pomocniczego i Autora rozprawy doktorskiej. Streszczenie w języku polskim oraz angielskim, spis treści, spisy: literatury, rysunków oraz tabel. Właściwa część pracy została podzielona na dziewięć numerowanych rozdziałów i wstęp przedstawiający genezę pracy. Doktorant zachował klasyczny układ pracy, pierwsze dwa rozdziały opisują obecny stan wiedzy w omawianym zagadnieniu, następnie cel pracy i hipotezy badawcze, materiały i metodyka badań, w kolejnych trzech rozdziałach omówił rezultaty pracy i zakończył rozprawę stwierdzeniami, wnioskami i podsumowaniem.

Tematyka pracy jest związana z wykorzystaniem biomasy do celów energetycznych w procesie produkcji alkoholu. Wpisuje się w aktualną problematykę energochłonnych procesów produkcji żywności oraz tematykę gospodarki obiegu zamkniętego. Wykorzystanie produktów ubocznych w postaci biomasy rolniczej na cele energetyczne, a następnie wykorzystanie popiołów na cele nawozowe z ukierunkowaniem na wzrost plonowania zbóż, uważam za

oryginalne podejście do rozwiązania problemu. W pełni zgadzam się, że zastępowanie paliw kopalnych biomasą w przemyśle spożywczym istotnie wpłynie na redukcję kosztów, w szczególności kosztów środowiskowych.

Omówienie recenzowanej pracy

Oprawa graficzna pracy, formatowanie tekstu oraz jej układ jest poprawny. Duża objętość pracy niestety nie wynika z ilości w niej zawartych informacji tylko licznych powtórzeń zwrotów oraz wielokrotnie przytaczanych definicji. Praca nie jest pozbawiona wad edycyjnych, niepoprawnych zwrotów i sformułowań. Autor stosuje dużo skrótów myślowych, co powoduje duże trudności w zrozumieniu tekstu.

We wstępie Doktorant przedstawia genezę pracy odwołując się do istotnych faktów i zmian zachodzących w gospodarce. W pełni zgadzam się z tymi argumentami, natomiast takie sformułowanie, wielokrotnie przytaczane, „biomasa energetyczna” w mojej ocenie jest niepoprawne. Biomasa to masa organiczna, która może zostać wykorzystana do produkcji energii. Innym przykładem jest „mieszanka paliw biomasowych”, tutaj paliwo również ma swoją definicję i nie zgodzę się ze stwierdzeniem, że biomasa i paliwo to jest to samo. Ostatnim przytoczonym z wielu przykładów jest sformułowanie „Dążeniem niniejszej rozprawy doktorskiej jest ocena...” nasuwa się pytanie to jaka jest rola doktoranta? Niestety stosunkowo duża ilość wyżej przytoczonych przykładów utrudnia zrozumienie tekstu.

Doktorant w rozdziałach poświęconych omówieniu stanu wiedzy dotyczącej obszaru badanego realizowanych badań przytoczył bardzo dużo ciekawych informacji. Uzasadził tym samym jak istotnego problemu rozwiązania się podjął. Podkreślił rolę biomasy i jej wykorzystanie na cele energetyczne jako rozwiązanie pozwalające zredukować nadmierną emisję CO₂ do atmosfery. Dokładnie opisał ideę całego procesu energetycznego, bazującego na paliwach powstających z biomasy. Dokonał krytycznej analizy tej koncepcji wskazując na problemy techniczne, wynikające z serwisowania kotłów opalanych biomasą. Przedstawił sposoby oraz możliwości spalania lub współspalania biomasy w kotłach. **Użył sformułowania „Wielopaliwowe spalanie biomasy roślinnej” którego znaczenia nie jestem w stanie zrozumieć, mogę się jedynie domyślać. Proszę o wyjaśnienie.** W kolejnym podrozdziale przytacza znane metody konwersji biomasy na energię. Omówił procesy biologiczne jak również termochemiczne. Zabrakło w tym rozdziale istotnej informacji, tzn. opisu dedykowanej biomasy do poszczególnych procesów. Przytoczył również obecne uwarunkowania prawne i środowiskowe, które są nieodłącznym elementem w rozważaniach

nad wytwarzaniem energii. W rozdziale 1.4. poświęconemu uwarunkowaniom środowiskowym, połowa rozdziału jest poświęcona charakterystyce obiektu, w którym wykonano badania. W mojej ocenie zawarte na trzech stronach informacje powinny być przeniesione do rozdziału czwartego. W rozdziale 1.5 bardzo szczegółowo opisał kierunek zagospodarowania produktów po spalaniu biomasy ze wskazaniem na niezwykle wartościowe właściwości popiołów i kierunki ich zagospodarowania. Wszystkie podrozdziały zawierają podsumowanie Doktoranta nt. przytoczonych informacji z literatury co uważam za dowód dobrej orientacji w obszarze badań.

Rozdział 2, poświęcony rynkowi biomasy tematycznie został połączony z metodyczną częścią pracy. Z jednej strony Doktorant przedstawia klasyfikację odpadów rolniczych oraz źródło ich powstawania omawiając kody odpadowe a zarazem dokonuje oceny możliwości zagospodarowania jej przez Polmos Żyrardów Sp z o.o. Moim zdaniem ten rozdział powinien być przeredagowany, a informacje odpowiednio ulokowane w pozostałych rozdziałach pracy. **Wyjaśnienia wymaga tabela nr 6, kolumna „bez obróbki wstępnej” i pozostałe kolumny zatytułowane procesami dotyczącymi obróbki wstępnej. Proszę wyjaśnić klucz, według którego dokonano selekcji biomasy, ponieważ część zaznaczonych komórek wyklucza się nawzajem. W tabeli 7, zatytułowanej biomasa w województwie łódzkim i mazowieckim, są informacje np. powstaje tylko 31 ton odpadów z gospodarstw leśnych? Pozostałe dane są również mało prawdopodobne. Proszę o omówienie tej tabeli.**

Rozdział poświęcony celowi pracy i hipotezom jest istotnym elementem rozprawy doktorskiej. Cel pracy koresponduje z tytułem rozprawy doktorskiej, ponadto zawiera praktyczne kierunki zastosowania wyników badań. **Proszę wyjaśnić, dlaczego jest to cel podstawowy i jak są zdefiniowane inne cele.** Doktorant w następnej części rozdziału opisuje zakres badań, który zawarł w czterech punktach. Praca badawcza rozpoczyna się od zdefiniowania optymalnego strumienia mieszaniny biomasy a następnie wskazanie optymalnego składu paliwa, gwarantującego stabilną pracę kotła parowego, produkującego parę w zakładzie produkującym alkohol. Punkt trzeci, który jest poświęcony sposobowi magazynowania, mieszania i automatycznego podawania biomasy, uważam, że nie koresponduje z tytułem i celem badań. Bardzo ważnym aspektem pracy jest wskazanie kierunku zagospodarowania produktów po spalaniu, gdyż ich skład istotnie koresponduje ze składem paliwa. Doktorant podaje cztery hipotezy. Hipoteza pierwsza i trzecia to są fakty, z tego względu nie mogą być poddawane konfirmacji, ponadto w pracy nie wykonano analiz środowiskowych lub finansowych, aby można dostarczyć dowody na powyższe tezy. Z treścią

pozostałych hipotez zgadzam się, jednak w mojej ocenie powinny być bardziej doprecyzowane, co ułatwiłoby zaplanować poprawnie badania empiryczne.

Rozdział poświęcony materiałom badawczym i metodom zawiera informacje o sposobie oceny jakości biomasy oraz materiałach użytych w badaniach. Jakość biomasy została zdefiniowana parametrami: wartością opałową, ilością powstających popiołów, wilgotnością całkowitą i wilgotnością biomasy, ocenionej w trzech stanach: roboczym, analitycznym i suchym. **Pytanie czy stan suchy jest równoznaczny z suchą masą? Mało precyzyjne stwierdzenie „niemal całkowicie pozbawiona wilgoci” czyli jaki próg wilgoci jest dopuszczalny w tym stanie?** Doktorant zaproponował podział planu badawczego na badania dotyczące charakterystyki i kierunku zastosowania popiołów i na biomasę stanowiącą paliwo do zasilania kotła. W tym miejscu brakuje schematu badawczego, który przedstawiałby plan badań. **Proszę wyjaśnić, dlaczego różna biomasa została omawiana na różnych etapach rozprawy doktorskiej.** Doktorant precyzyjnie wskazał wystandaryzowane metody analiz biomasy natomiast na końcu rozdziału wstawił metodę przygotowania próby żyta do badań nie wskazując powiązania tego opisu z metodyczną częścią pracy. Uważam, że część poświęcona metodyce badań jest przygotowana bardzo słabo.

Rozdział piąty, poświęcony prezentacji wyników badań zawierał informacje o: Spółce Polmos Żyrardów, stosowanych paliwach referencyjnych, parametrach kotła na biomasę, konstrukcji podajnika, sposobie spalania paliwa w dedykowanym kotle, wykorzystaniu produktów ubocznych z przemysłu rolno-spożywczego w systemach multipaliwowych itd. jest rozdziałem bardzo trudnym do zrozumienia i zarazem najbardziej wartościowym. Zawarte w nim informacje dotyczą części metodycznej, czyli opisu obiektu badawczego w tym paliw referencyjnych (5.1-5.3) z elementami wiedzy literaturowej definiującej sposób pracy kotła (str.80-83). W podrozdziale 5.4 przedstawiono wykorzystanie produktów ubocznych z Sp. Polmos Żyrardów w systemie multipaliwowym. Doktorant na wstępie informuje o wdrożeniu idei wykorzystania innych paliw z biomasy, **czyli jakich**, na cele energetyczne. Następnie odwołuje się do wiedzy literaturowej nt. metod wykorzystania biomasy, przytacza korzyści z zastosowania systemu multipaliwowego odnosząc się do etanolu i wywaru gorzelnianego a następnie informuje, że Sp. Polmos Żyrardów przeszła długą drogę transformacji energetycznej. **Proszę uzasadnić jak przedstawione informacje korespondują z tytułem rozprawy doktorskiej oraz które z informacji wynikają z własnego doświadczenia, a które są zaczerpnięte z literatury.** Informacje o rozwiązaniach technicznych modernizacji kotła parowego zasilanego początkowo gazem ziemnym i montażu komory suszarniczo-

karbonizującej do produkcji karbonizatu z wywaru gorzelnianego jest wątkiem, który nie został ujęty w celu pracy i metodyce badań. **Proszę omówić w jaki sposób wpisuje się w Pana badania.** Z kolei rozdział 5.5 dotyczy analizy jakościowej paliw z biomasy zgodny z przyjętą metodyką badań. **Proszę uzasadnić jednostkę „% s.m.” w tabeli 11, dla przykładu wilgotność całkowita do ilości wody w badanym materiale a nie w suchej masie. Jak do tego się ma „s.m.”?** To nie może być udział suchej masy. Pozostałe parametry też są dyskusyjne a co gorsze mogą być błędnie interpretowane. Doktorant, poza prawdopodobnie błędną jednostką w tabeli, rzetelnie omówił uzyskane wyniki w odniesieniu do obecnego stanu wiedzy.

Rozdział szósty jest poświęcony wdrożeniu wyników badań. Zawiera informacje o metodzie selekcji mieszanin paliwowych, magazynowaniu biomasy oraz parametrach przebiegu procesu spalania wyselekcjonowanych mieszanin w kotle Sp. Polmos Żyrardów. Na podstawie parametrów paliwa referencyjnego określono referencyjny zakres parametrów, które biomasa stanowiąca potencjalne paliwo musi spełnić. Dla sześciu rodzajów biomasy określono wybrane parametry, a ich wartość zaprezentowane w tabeli nr 12 w postaci średnich i odchyłeń standardowych wartość zmierzonych. W tabeli 13 przedstawiono wyniki analizy i na ich podstawie stwierdzono, że tylko zrębki drzewne mieszaniny 1 i 2 spełniają kryteria paliw referencyjnych. W dalszej części rozdziału przedstawiono już rodzaj biopaliw ze wskazaniem tylko na wartość opałową stanu suchego i mokrego oraz wilgotność. **Dlaczego w omawianym rozdziale są różne rodzaje biomasy, najpierw mieszanina zrębek drzewnych 1 i 2 oraz rdzenie kolby kukurydzy, a w dalszej części zrębki leśne, agro, przemysłowe, rdzenie kolby kukurydzy oraz pelet z łusek słonecznika, wcześniej nie omawiany na żadnym etapie pracy?** Ponadto przedstawiono biopaliwa w postaci mieszaniny zrębek leśnych z pozostałymi rodzajami biomasy w proporcji 4 do 1. Wartościową informację jest autorska tabela tworzenia paliw z mieszanin biomasy na podstawie wilgotności surowca. W rozdziałach od 6.2 do 6.4, zawartych na stronach od 113-135 Doktorant zaprezentował magazyn biomasy wraz z suwnicą szczegółowo opisując jej budowę i funkcjonowanie. **Proszę o wyjaśnienie, jaki to ma związek z tytułem pracy i jej celem.** W rozdziale 6.5 Doktorant przedstawia i omawia rejestrowane parametry pracy kotła w odniesieniu do strumienia i wartości opałowej podawanego paliwa w okresie niepełnego miesiąca. Zamieszczone w pracy wykresy 13-23 zawierają dużą ilości informacji i w obecnym formacie są mało czytelne. Wyniki zaprezentowane na rysunkach oraz ich omówienie są dowodem na poprawne wdrożenie innowacyjnej technologii wytwarzania ciepła w Spółce Polmos Żyrardów. Szkoda, że na

podstawie dużej ilości zgromadzonych punktów pomiarowych w postaci rejestrów z systemu monitorującego kocioł Doktorant nie przeanalizował przebiegu procesu statystycznie wykazując chociażby korelację między prezentowanymi zmiennymi.

W rozdziale siódmym opisano wpływ popiołu ze spalania biomasy na właściwości gleby i plonowanie żyta. W mojej ocenie zagospodarowanie popiołów po spaleniu biomasy na cele nawozowe jest niezwykle ważnym zagadnieniem, kluczowym dla całego przedmiotu prezentowanych badań. Doktorant dokonał wnikliwej analizy składu pierwiastkowego uzyskanego popiołu, zmiany jakości i udział składników gleby, zrealizował badania wazonowe pod kątem plonowania oraz przedstawił wyniki wykorzystania żyta do produkcji alkoholu. W tym rozdziale prezentował dużą ilość danych i bardzo szczegółowo je omówił w odniesieniu do aktualnego stanu wiedzy i obowiązujących przepisów prawa. Nie ukrywam, że ten rozdział burzy układ całej pracy, ponieważ może być uznany za zupełnie osobne badania. Rozdział zawiera genezę badań, metodykę realizacji, sformułowany cel i zakres pracy. **Dlaczego część metodyczna nie znalazła się w rozdziale czwartym a część dotycząca celu badań i opisu zakresu wykonanych badań nie została umieszczona w rozdziale trzecim?** Analizując uzyskane wyniki badań wazonowych wykazano zwiększenie plonowania nawet o 40%, co jest bardzo interesujące. **Proszę odpowiedzieć na pytanie, czy spodziewa się Pan podobnych rezultatów w wyniku badań poletkowych oraz podobnego efektu po wprowadzeniu tych popiołów do uprawy?** Czy uzyskane wyniki na podstawie Pana badań można traktować za wiarygodne, z uwagi na brak powtórzeń.

Ocena Pracy

Przedłożona do recenzji rozprawa doktorska stanowi pracę pisemną w postaci monografii zawierającej streszczenia w języku polskim i angielskim. Tematyka pracy doktorskiej w sposób oryginalny wpisuje się w dyscyplinę technologii żywności i żywienia. Doktorant w wyniku zrealizowanych badań dostarczył wiedzę i rozwiązał oryginalny problem badawczy w zakresie produkcji żywności. W ramach zrealizowanych badań dowiódł, że wykorzystanie produktów ubocznych z produkcji rolniczej pod kątem produkcji alkoholu może wpłynąć pozytywnie na redukcję kosztów, a przede wszystkim na redukcję obciążenia środowiskowego. Dostarczył dowodów na efektywne wykorzystanie powstających w wyniku produkcji alkoholu popiołów do ponownej produkcji surowca. Pomimo szeregu nieścisłości i braku spójności pracy należy podkreślić, że Doktorant dowiódł możliwość zastosowania gospodarki obiegu zamkniętego w przemyśle. Bez wątplenia Doktorant posiada wiedzę teoretyczną w dyscyplinie technologii żywności i żywienia oraz umiejętności prowadzenia prac

naukowych. Na podstawie własnych badań rozwiązał oryginalny problem badawczy, dotyczący wysokich kosztów produkcji żywności i negatywnego oddziaływania na środowisko naturalne. Dostarczył oryginalne rozwiązanie i, co najważniejsze, zaaplikował je w sferze gospodarczej. W mojej ocenie rozprawa doktorska jest wykonana poprawnie.

Wniosek końcowy

Na podstawie przedłożonej do oceny rozprawy doktorskiej pt. „Optymalizacja składu mieszanek biomasy i biomasy odpadowej dla procesu spalania w kotle instalacji energetycznej małej mocy” stwierdzam, że rozprawa doktorska Pana mgr inż. Łukasza Ściubaka spełnia wymagania i kryteria określone w Ustawie z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce art. 187 pkt 1-4 (Dz.U. z 2024r., poz. 1571 z późn. zmianami). Rozprawa doktorska zawiera opis teoretycznej wiedzy Doktoranta w dyscyplinie technologia żywności i żywienia oraz jest dowodem na samodzielne prowadzenie pracy naukowej. Jest oryginalnym rozwiązaniem problemu badawczego, stanowi monograficzną pracę pisemną, zawierającą streszczenie w języku angielskim i polskim.

Stwierdzam, że przedłożona do recenzji rozprawa doktorska Pana mgr inż. Łukasza Ściubaka spełnia wszystkie wymagania stawiane rozprawom doktorskim i wnoszę do Rady Naukowej Instytutu Biotechnologii Przemysłu Rolno-Spożywczego im. Prof. Wacława Dądrzowskiego PIB **wniosek o dopuszczenie** Pana mgr inż. Łukasz Ściubaka do dalszego etapu postępowania doktorskiego.

Przedłożona do recenzji rozprawa doktorska dotyczy przede wszystkim badań przemysłowych, których rezultat został wdrożony do gospodarki. Na wyróżnienie zasługuje rozwiązanie problemu w całym ciągu technologicznym, a uzyskane wyniki są istotnym wkładem w naukę. Na tej podstawie wnoszę do Rady Naukowej Instytutu Biotechnologii Przemysłu Rolno-Spożywczego im. Prof. Wacława Dądrzowskiego PIB **wniosek o wyróżnienie** rozprawy doktorskiej Pana mgr inż. Łukasza Ściubaka.

Prof. dr hab. inż. Wojciech Golimowski