

dr hab. inż. Grzegorz Zając, prof. uczelni  
Katedra Energetyki i Środków Transportu  
Wydział Inżynierii Produkcji  
Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie  
ul. Głęboka 28, 20-612 Lublin

Lublin, dn. 28.06.2021 r.

## RECENZJA

rozprawy doktorskiej mgr inż. Patryka Matkowskiego

na temat

*„Modelowanie i optymalizacja procesu wytwarzania peletów przeznaczonych  
na ściółkę”*

Promotor pracy: **Prof. dr. hab. inż. Aleksander Lisowski**

Promotor pomocniczy: **Dr. inż. Adam Świętochowski**

### 1. Podstawa opracowania recenzji

Podstawę opracowania stanowi pismo nr IIM.5100.2.2020 z dnia 27.04.2021 r. Przewodniczącego Rady Dyscypliny Inżynieria Mechaniczna Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie dr. hab. Tomasza Nurka, prof. SGGW.

Recenzja została opracowana na podstawie dostarczonych materiałów:

1) Manuskryptu rozprawy doktorskiej pt. „Modelowanie i optymalizacja procesu wytwarzania peletów przeznaczonych na ściółkę” stanowiący spójne omówienie tematyki poruszanej w załączonych trzech publikacjach.

2) Kopie trzech tematycznie powiązanych ze sobą prac naukowych.

### 2. OCENA FORMALNA

Przedłożona do recenzji rozprawa doktorska stanowi spójny tematycznie zbiór trzech oryginalnych prac naukowych, które składają się na oryginalne rozwiązanie problemu badawczego. W skład cyklu wchodzi publikacje opublikowane w roku 2020, są to:

1. Matkowski P., Lisowski A., Świętochowski A. Pelletising pure wheat straw and blends of straw with calcium carbonate or cassava starch at different moisture, temperature, and die

- height values: Modelling and optimisation. Journal of Cleaner Production. 2020; 272: 1-11. doi: 10.1016/j.jclepro.2020.122955.
2. Matkowski P., Lisowski A., Świętochowski A. Characterisation of Wheat Straw Pellets Individually and in Combination with Cassava Starch or Calcium Carbonate under Various Compaction Conditions: Determination of Pellet Strength and Water Absorption Capacity. Materials. 2020;13(19):1-15. doi:10.3390/ma13194375
  3. Matkowski P., Lisowski A., Świętochowski A. Effect of compacted dose of pure straw and blends of straw with calcium carbonate or cassava starch on pelletising process and pellet quality. Journal of Cleaner Production. 2020; 277:1-12. doi: 10.1016/j.jclepro.2020.124006.

Suma punktów według aktualnego wykazu list czasopism MNiSW wynosi 420 pkt. Wszystkie prace opublikowano w czasopismach indeksowanych w Journal Citation Reports, dla których sumaryczny współczynnik wpływu IF wynosi 17,464. Należy podkreślić, że Doktorant jest pierwszym Autorem wymienionych prac, a jego wkład w powstanie poszczególnych prac zgodnie z dołączonymi oświadczeniami współautorów wyniósł we wszystkich pracach 90%.

Opracowanie zawierające omówienie wyż. wym. cyklu publikacji liczy 46 stron, ma klarowną i prawidłową strukturę, na którą składają się następujące elementy: streszczenie w języku angielskim, streszczenie w języku polskim, wykaz publikacji, spis treści, wstęp, cel pracy, materiały i metody badawcze, syntetyczne omówienie publikacji, wnioski, bibliografię i kopie publikacji wchodzących w skład osiągnięcia naukowego (w formie załączników).

### **3. Ocena celowości podjęcia tematu**

Poszukiwanie alternatywnych w stosunku do wiórów drzewnych materiałów na ściółkę w przemyśle drobiarskim stało się genezą do podjęcia badań przez Doktoranta. Na podstawie przeglądu stanu wiedzy stwierdził, że interesującym materiałem na ściółkę w hodowali drobiu może być słoma pszenna w formie peletów. Aby takie pelety mogły być pełnowartościowym materiałem należy jednak zoptymalizować proces produkcji oraz dobrać dodatki które będą poprawiały parametry jakościowe otrzymanych peletów. Stąd za cel rozprawy doktorskiej Doktorant postawił sobie poznanie wpływu termicznej obróbki rozdrobnionej słomy z dodatkiem mąki maniokowej lub węgla wapnia podczas aglomeracji ciśnieniowej na właściwości i cechy użytkowe podłoża stosowanego w produkcji drobiu.

Badania Doktoranta mogą znacząco przyczynić się do rozwoju wiedzy w tym obszarze. Dlatego wybór tematu i celu rozprawy uważam za uzasadniony zarówno ze względów naukowych, jak i użytecznych.

#### **4. OCENA MERYTORYCZNA**

Podjęta przez Doktoranta w rozprawie tematyka jest aktualna. Do rozwiązania problemu naukowego niezbędna była wiedza teoretyczna i praktyczna oraz umiejętności planowania i prowadzenia badań mieszczące się w dziedzinie nauk technicznych, dyscyplinie inżynieria mechaniczna.

Rozdział 1 opracowania zatytułowany „Wstęp” stanowi skrótowe wprowadzenie w tematykę poruszanych zagadnień i w ogólnym zarysie przedstawia jej zawartość, a także celowość podjęcia badań. Wskazuje na lukę badawczą i wytyczne do formułowania celu badawczego, metodyki badań i wnioskowania.

Cel i hipotezy badawcze zostały zawarte w rozdziale 2. Cel badań, przedstawiony przez Autora powstał w wyniku przeprowadzonego przeglądu dotychczasowych badań i zakłada poznanie wpływu termicznej obróbki rozdrobnionej słomy z wybranymi dodatkami podczas ciśnieniowej obróbki aglomeracji na cechy użytkowe podłoża stosowanego w hodowali drobiu.

Autor przedstawił dwie hipotezy badawcze:

H1: Termiczna obróbka związków lignocelulozowych podczas wytwarzania peletów jest korzystna tylko przy określonej wilgotności i temperaturze procesu dla danego materiału roślinnego.

H2: Podłoże przygotowane z peletów wytworzonych w optymalnych warunkach powinno być bardziej miękkie i sprężyste oraz o lepszej zdolności absorpcyjnej cieczy niż słoma.

W rozdziale tym przedstawiono również koncepcje pracy obejmującej:

- wyznaczenie charakterystyki słomy pszenicznej obejmującą wilgotność i wskaźniki rozkładu wymiarów cząstek;
- wytworzenie peletów z dodatkiem węgla wapnia i skrobi maniokowej przy zróżnicowanym udziale dodatków oraz stosując różne parametry procesowe.
- wyznaczenie gęstości pojedynczych peletów, wyznaczenie parametrów wytrzymałościowych podczas ściskania pelotu oraz wyznaczenie zdolności absorpcyjnych całych i zgniecionych peletów.

Zakresy badań zostały przedstawione w poszczególnych pracach.

W Rozdziale 3. „Materiał i metody badawcze” Autor przedstawił charakterystykę materiału badawczego i szczegółowo opisał metody badawcze, aparaty i urządzenia jakie wykorzystał w trakcie badań.

W rozdziale 4. pt. „Syntetyczne omówienie publikacji wchodzących w skład rozprawy doktorskiej” przedstawił omówienie trzech publikacji stanowiących cykl.

#### **Publikacja 1**

Matkowski P., Lisowski A., Świętochowski A. Pelletising pure wheat straw and blends of straw with calcium carbonate or cassava starch at different moisture, temperature, and die height values: Modelling and optimisation. *Journal of Cleaner Production*. 2020; 272: 1-11. doi: 10.1016/j.jclepro.2020.122955

W publikacji tej za cel Autor postawił sobie zbadanie procesu peletowania słomy pszennej czystej oraz z dodatkami w postaci węglanu wapnia i skrobi maniokowej.

Zbadano wpływ takich czynników jak wilgotność i temperatura materiału, wysokość matrycy oraz procentowa zawartość dodatków na przemieszczenie tłoka podczas formowania peletu, przesunięcie gotowego peletu w matrycy, pracę jednostkową peletowania i przesunięcia peletu w matrycy oraz na gęstość peletów. Wyniki badań i analiz statystycznych pozwoliły na ocenę wpływ każdego czynnika na wskaźniki kryterialne procesu oraz wzięto pod uwagę interakcję tych czynników. Opracowano modele matematyczne dla parametrów zagęszczania i gęstości pojedynczych peletów, a na ich podstawie zestawiono optymalne wartości zmiennych sterujących. W konkluzji Doktorant podaje szczegółowe wartości parametrów procesu peletowania dla osiągnięcia optymalnej gęstości peletów.

#### **Publikacja 2**

Matkowski P., Lisowski A., Świętochowski A. Characterisation of Wheat Straw Pellets Individually and in Combination with Cassava Starch or Calcium Carbonate under Various Compaction Conditions: Determination of Pellet Strength and Water Absorption Capacity. *Materials*. 2020; 13(19): 1-15. doi: 10.3390/ma13194375

Celem drugiej publikacji było wyznaczenie najkorzystniejszej kombinacji parametrów zagęszczania czystej słomy pszennej oraz zmieszanej z węglanem wapnia lub skrobią maniokową mających wpływ na maksymalizację wytrzymałości peletów na ściskanie i absorpcję

wody przez pelety zgniecione. Parametrami które Autor wybrał do charakteryzowania wytrzymałości peletów były jednostkowa praca ściskania, moduł sprężystości i maksymalne naprężenia ściskające. Dodatkowo dla oceny przydatności peletów jako materiału na ściółkę oceniono absorpcje wody przez pelety. Uzyskane wyniki szeroko omówione posłużyły wraz z analizami statystycznymi do opracowania modeli matematycznych parametrów wytrzymałościowych i absorpcji wody. Na podstawie uzyskanych modeli Autor zaproponował optymalne wartości zmiennych sterujących procesem peletowania. Uzyskane wyniki posłużyły do zredagowania wniosków.

### **Publikacja 3**

Matkowski P., Lisowski A., Świętochowski A. Effect of compacted dose of pure straw and blends of straw with calcium carbonate or cassava starch on pelletising process and pellet quality. *Journal of Cleaner Production*. 2020;27(7): 1-12. doi: 10.1016/j.jclepro.2020.124006

W publikacji 3 Autor skoncentrował się na (1) wyznaczeniu charakterystyk rozmiarów cząstek rozdrobnionej słomy pszennej oraz jej mieszanek węglanem wapnia i skrobią maniokową, (2) przeprowadzeniu badań procesu zagęszczania tych materiałów o różnej pojedynczej dawce, (3) wyznaczeniu gęstości peletów i parametrów wytrzymałościowych.

Autor szczegółowo przedstawił charakterystyki wykorzystanego materiału zarówno czystego jaki i z dodatkami i omawiał czynniki warunkujące uzyskane wartości. Scharakteryzował przebiegi krzywych zagęszczania dla badanych materiałów i objaśnił mechanizmy działające podczas zagęszczania. Zgodnie z założeniami przeanalizował 12 parametrów opisujących peletowanie i na tej podstawie ocenił proces. Jak również przeanalizował parametry wytrzymałościowe uzyskanych peletów i absorpcję wody przez pelety zgniecione.

W rozdziale 5 zatytułowanym „Wnioski” Autor przedstawił 7 najważniejszych wniosków z badań zaznaczając, że szczegółowe wnioski znajdują się w się w poszczególnych artykułach w języku angielskim.

Podsumowując stronę merytoryczną przedstawionej rozprawy stwierdzam, że:

- Tematyka pracy została trafnie dobrana.
- Właściwie dobrano zakres badań i metodykę badawczą.
- Prezentacja wyników badań oraz przeprowadzone analizy wskazują na umiejętność prowadzenia badań naukowych.
- Strona formalno-redakcyjna nie budzi zastrzeżeń.

## 5. UWAGI SZCZEGÓŁOWE

Oceniana praca stanowi oryginalne i samodzielne dzieło twórcze. Rezultaty badań uzyskane przez Autora odzwierciedlają temat niniejszego osiągnięcia naukowego stanowiącego rozprawę doktorską, a przyjęty sposób prezentowania rozważań jest poprawny.

Należy szczególnie podkreślić, że Doktorant jest pierwszym Autorem prac wchodzących w skład rozprawy doktorskiej, a wkład w ich powstanie jest znaczący, co znajduje odzwierciedlenie w udziale procentowym w tworzeniu tych publikacji. Co prawda Autor nie dołączył oświadczeń współautorów jednak w dwóch artykułach jest opisany wkład Autorów w publikacje. Wynika z nich jasno, że podczas prac nad każdą publikacją Doktorant aktywnie uczestniczył w tworzeniu koncepcji pracy i sformułowaniu problemu badawczego, opracowania metodyki badań, analizie i interpretacji wyników oraz redakcji tekstu.

Przedstawione do oceny publikacje zostały już wcześniej pozytywnie ocenione przez niezależnych recenzentów czasopism naukowych, co potwierdza, że podjęte badania były uzasadnione, prawidłowo zaplanowane i właściwie zrealizowane. Metodyka i wyniki zawarte w pracach, składających się na cykl rozprawy doktorskiej, pod względem merytorycznym i formalnym nie budzą jakichkolwiek zastrzeżeń. W przypadku rozprawy doktorskiej, składającej się z cyklu artykułów, może pojawić się obawa braku spójności i kompletności przedstawionych badań. Jednak moim zdaniem w zaprezentowanym cyklu artykuły wiążą się ze sobą spójną tematyką i uzupełniającymi się badaniami.

Studiując przedstawiony cykl publikacji, łatwo można zaobserwować, z jednej strony dobrze zdefiniowany zamysł całości badań, z drugiej rozwój koncepcji. Temat jest potraktowany w sposób całościowy i komplementarny, a jakość cyklu artykułów, składających się na rozprawę, jest wyższa niż suma jakości pojedynczych publikacji.

W pracy zabrakło pewnych elementów porządkujących część metodyczno-badawczą pomimo, że przedstawiono zakres badań, to zabrakło planu badań z wyraźnie zaznaczonymi etapami badań zaprezentowanymi w poszczególnych publikacjach zwłaszcza w odniesieniu do celi i postawionych hipotez.

Doktorant sformułował cel główny pracy, szkoda, że nie sformułowano celów szczegółowych które pozwoliły by uporządkować przeprowadzone badania w odniesieniu do konkretnych publikacji i wniosków które z nich wypłynęły. Doktorant stwierdza, że celem pracy „było poznanie wpływu termicznej obróbki rozdrobnionej słomy ... podczas aglomeracji ciśnieniowej...”. W przedstawionych publikacjach temperatura materiału jest jedną ze zmiennych procesowych, obok stosunku dodatków, wilgotności materiału i wysokości matrycy. Do tych

zmiennych Autor odnosi się w poszczególnych publikacjach. Stad moje pytanie czy zamiarem Autora była obróbka termiczna materiału przed procesem peletowania czy określenie optymalnej temperatury procesu?

Pewien niedosyt budzą również zawarte w rozdziale Wnioski, gdyż Doktorant odsyła do konkluzji szczegółowych znajdujących się w poszczególnych pracach, a zaprezentowane wnioski są w zasadzie powtórzeniem stwierdzeń prezentowanych w rozdziale dotyczącym omówienia publikacji. Po tak bogatym materiale badawczym i szczegółowym opracowaniu wyników spodziewałem się wniosków spinających w całość zebrane wyniki.

Brakuje również odniesienia do hipotez sformułowanych i przedstawionych w rozprawie. Autor pozostawia czytelnikowi konieczność odpowiedzenia na to czy hipotezy zostały zweryfikowane pozytywnie. Oczywiście po lekturze prac i wniosków nie jest to trudne, jednak korzystnie byłoby, gdyby autor przedstawił wprost swoją opinię.

Po lekturze przedstawianej rozprawy i publikacji nasunęły się pewne pytania i proszę Doktoranta o odpowiedzi na nie podczas publicznej obrony:

1. We wstępie wyjaśnione jest na podstawie literatury, dlaczego został wybrany jako dodatek węglan wapnia. Czym kierował się Doktorant przy wyborze skrobi maniokowej?

2. Temperatury zagęszczanego materiału przyjęto 78°C, 93°C, 108°C. Czym było to podyktowane?.

3. We wnioskach publikacji 3 Doktorat stwierdza „Dodanie CC lub CS do biomasy zwiększa koszty materiałowe i operacyjne, co wymaga dalszych badań ekonomicznych”. Proszę przybliżyć stronę ekonomiczną zaproponowanych przez Doktoranta rozwiązań.

## **6. PODSUMOWANIE I WNIOSEK KOŃCOWY**

Pracę doktorską mgr inż. Patryka Matkowskiego oceniam pozytywnie. Tematyka rozprawy jest aktualna i ważna, zarówno pod względem teoretycznym jak i praktycznym. Doktorant wykazał się umiejętnością podjęcia zadania badawczego, przeprowadzenia eksperymentu, przeprowadzenia dyskusji naukowej i poprawnego wnioskowania. W sposób adekwatny dobrał metody do rozwiązania postawionego problemu badawczego, a wnioski sformułowane na podstawie uzyskanych wyników badań zaprezentowane w poszczególnych publikacjach świadczą o umiejętności analize. Rozprawa zatem spełnia wymóg oryginalnego rozwiązania przez Autora zagadnienia naukowego, a Doktorant wykazał się zdolnością do samodzielnej pracy badawczej.

Biorąc powyższe pod uwagę uważam, że rozprawa doktorska mgr inż. Patryka Matkowskiego nosząca tytuł: „Modelowanie i optymalizacja procesu wytwarzania peletów przeznaczonych na ściółkę”, spełnia wymagania stawiane tego typu pracom , w rozumieniu:

1. Ustawy z dnia 3 lipca 2018 r. Przepisy wprowadzające ustawę - Prawo o szkolnictwie w wyższym i nauce (Dz.U. 2018, poz. 1669);

2. Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. 2020 r. poz. 85),

3. Regulaminu przeprowadzania postępowań w sprawie nadania stopnia doktora Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie stanowiący załącznik do uchwał) nr 8 - 2019/2020 z dnia 23 września 2019 r. Senatu Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie (z późn zm.)

W związku z tym wnioskuję do Rady Dyscypliny Inżynieria Mechaniczna SGGW w Warszawie o dopuszczenie Pana mgr inż. Patryka Matkowskiego do dalszych etapów przewodu doktorskiego.

