

Dr hab. inż. Szymon Głowacki, prof. SGGW
Instytut Inżynierii Mechanicznej
SGGW w Warszawie
Ul. Nowoursynowska 164
02-787 Warszawa

Warszawa 08.04.2025r.

Recenzja
rozprawy doktorskiej mgr inż. Filipa Jasiczka
pt. „System logistyki dostaw surowca a efektywność wykorzystania linii technologicznej do produkcji peletów”, wykonanej w Katedrze Inżynierii Produkcji, Logistyki i Informatyki Stosowanej, Wydziału Inżynierii Produkcji i Energetyki Uniwersytetu Rolniczego im. Hugona Kołłątaja w Krakowie, pod kierunkiem dr hab. inż. Dariusza Kwaśniewskiego, prof. UR.

Recenzja została wykonana na zlecenie Przewodniczącego Rady Dyscypliny Inżynieria Mechaniczna Uniwersytetu Rolniczego im. Hugona Kołłątaja w Krakowie.

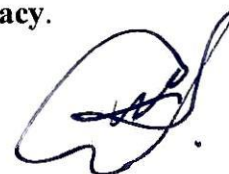
Podstawa prawna: Ustawa z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz.U. z 2023 r. poz. 742).

1. Ogólna charakterystyka pracy

Praca zawiera 142 stron maszynopisu formatu A4, łącznie ze spisem treści oraz spisem tabel i rysunków. Praca spełnia wymogi formalne stawiane naukowym pracom eksperymentalnym. Składa się z 11 głównych rozdziałów, w których występują liczne podrozdziały. Bibliografia zawiera 159 pozycji literaturowych łącznie z przytoczonymi PN. Należy zwrócić uwagę, że około 30% pozycji jest obcojęzyczna, a ok. 24% pochodzi z ostatnich 10 lat. Można zatem uznać, że podjęta tematyka badawcza oraz zawarte w pracy zagadnienia problemowe są nadal aktualne.

Recenzowana rozprawa składa się z następujących rozdziałów:

Wstęp (obj. 41 str.) zawiera ogólne informacje dotyczące wykorzystania biomasy roślinnej jako OZE oraz naświetla wpływ technologii jej przetwarzania na jakość uzyskanego paliwa. Autor przedstawia w nim również zagadnienia związane z efektywnością wykorzystania linii technologicznej do produkcji biopaliw stałych wraz z systemem logistyki dostaw surowca. Rozdział zakończony jest podpunktem **Cel i zakres pracy**.



Metodyka pracy (obj. 18 str.) zapoznaje czytelnika przede wszystkim z charakterystyką metod obliczeniowych zastosowanych w pracy. Są to: metoda wskaźnikowa, analizy wymiarowej i AHP.

Przedmiot badań (obj. 14 str.) zawiera szczegółowy opis przedsiębiorstwa, na bazie którego zostały wykonane badania. Został w nim również zamieszczony szczegółowy opis działania linii technologicznej do produkcji peletów.

Wyniki badań (obj. 21 str.) przedstawiają charakterystykę środków transportowych wykorzystywanych do przewożenia surowca oraz organizację tychże dostaw. Rozdział ten zawiera również analizę danych związanych z zasobami i zużyciem słomy do produkcji peletów. Ta część pracy zakończona jest oceną efektywności wykorzystania linii technologicznej do produkcji paliwa stałego od 2018 do 2021 roku.

Optymalizacja dostaw surowca (obj. 32 str.) obejmuje szczegółową analizę dostaw surowca oraz efektywność pracy linii technologicznej w oparciu o przedstawione w **Metodyce** matematyczne sposoby oceny funkcjonowania logistyki dostaw w przedsiębiorstwie.

Dyskusja wyników (obj. 3 str) zawiera konfrontację zawartych w pracy informacji z innymi badaczami zajmującymi się optymalizacją procesów logistycznych.

Stwierdzenia i wnioski (obj. 2 str.) obejmują zbiór czterech stwierdzeń wraz z ośmioma sformułowanymi wnioskami.

Pracę zamykają rozdziały: **Literatura**, **Spis tabel**, **Spis rysunków** oraz **Streszczenie**.

2. Merytoryczna ocena pracy

Przedstawiona do recenzji rozprawa dotyczy oceny uwarunkowań zewnętrznych dostaw surowca w kontekście efektywności wykorzystania linii technologicznej do produkcji peletów, w wybranym przedsiębiorstwie znajdującym się w woj. lubelskim.

Uważam, że wybór tematyki rozprawy można uznać za poprawny i odpowiadający wymaganiom wcześniejszej dyscypliny **Inżynieria Rolnicza**, która to została włączona do dyscypliny **Inżynieria Mechaniczna** znajdującej się w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych.

Wykorzystanie biomasy na cele energetyczne wpływa niewątpliwie korzystnie na środowisko oraz jest alternatywą dla paliw kopalnianych. Jednak korzystanie z tego rodzaju paliw stałych ma także wady m.in.:

- stosunkowo niskie i zróżnicowane ciepło spalania, przez różnorodną gęstość,
- trudności w utrzymaniu jakości peletu na tym samym poziomie,
- koszty pozyskiwania jednostki masy,



- odpowiednie technologie i rozwiązania dla indywidualnego użytkownika,
- problemy związane z transportem surowca do przetwarzania na paliwo stałe,
- niestabilność uzyskiwanego peletu,
- utrudniony handel transgraniczny biomasą (wymogi sanitarne, certyfikacja biomasy),
- problemy z uwierzytelnianiem pochodzenia biomasy i spełniania jej cech jakościowo – wymiarowych.

Powyższe uwagi oraz informacje zawarte przez Autora we wstępie i przeglądzie literatury pozwalają stwierdzić, że każde działanie mające na celu rozwijanie technologii wytwarzania peletu, bądź zabezpieczenie dostaw materiału biomasowego jest celowe i wartościowe. W analizie literatury Autor wykazał, że problematyka procesu zagęszczania, oraz efektywność linii technologicznej służącej do wytwarzania paliwa stałego pod postacią peletu, jest wysoce istotna. Jest ona uzależniona przede wszystkim, od odpowiednio przygotowanego łańcucha dostaw materiału wykorzystywanego do aglomeracji ciśnieniowej.

Dlatego też Autor postawił sobie następujący cel pracy: **określenie efektywności wykorzystania linii technologicznej do produkcji peletów ze słomy zbóż w zależności od jej potencjału produkcyjnego oraz stosowanego systemu logistyki dostaw surowca.**

Uzupełnieniem tak postawionego celu są sformułowane w formie pytań następujące problemy badawcze:

- W jakim zakresie uwarunkowania zewnętrzne dostaw surowca do produkcji peletów i jego zapasy wpływają na efektywne wykorzystanie linii produkcyjnej?
- Czy zastosowana technologia produkcji peletów i stosowany system logistyki dostaw surowca jest wystarczający do pokrycia zapotrzebowania na pelety?
- Jakie czynniki wpływają na efektywność wykorzystania linii technologicznej do produkcji peletów ze słomy zbóż?

Mając powyższe na uwadze Autor postawił również hipotezę badawczą:

H1: System logistyki dostaw surowca istotnie wpływa na efektywność wykorzystania linii do produkcji peletów.

Hipoteza ta wydaje się być prawidłowa i logiczna. W kontekście produkcji peletów, efektywność wykorzystania linii technologicznej może być silnie uzależniona od jakości i terminowości dostaw surowca.

Sprecyzowany w ten sposób cel, uzupełniony problemami badawczymi oraz sformułowana hipoteza badawcza, oprócz znaczenia **naukowego**, mają niewątpliwie znaczenie

użyteczne. Uważam, że tak sformułowany cel, problemy i hipoteza badawcza spełniają w wystarczającym zakresie wymagania ustawowe dotyczące oryginalnego rozwiązania problemu naukowego.

W kolejnym kroku Doktorant przedstawił zastosowaną w pracy metodykę badań, odnoszącą się przede wszystkim do wykorzystanych w pracy metod obliczeniowych. Są to: metoda wskaźnikowa, metoda analizy wymiarowej oraz metoda AHP. W pierwszej z nich wykorzystano wskaźnik OEE (*Overall Equipment Effectiveness*), który służy do oceny efektywności wykorzystania linii produkcyjnej. Podstawę tej metody stanowi określenie efektywnego czasu pracy w godzinach, w którym uwzględniony powinien być kalendarzowy czas pracy, czas wolny od pracy, czas trwania pracy w godzinach w ciągu doby i czas przeznaczony na przegląd i naprawę. Metoda analizy wymiarowej pozwala na analizę logistyki dostaw surowca w przedsiębiorstwie na podstawie określania związków funkcyjnych (funkcji zmiennych) między wielkościami fizycznymi w oparciu o ich wymiary. Ostatnia z zastosowanych metod obliczeniowych służy do oceny wieloaspektowego problemu decyzyjnego, którym w tym przypadku jest złożony system logistyki dostaw surowca do zakładu produkującego pelety. Jest ona doskonałym narzędziem do optymalizacji łańcucha dostaw surowca biorąc pod uwagę efektywność wykorzystania linii technologicznej do produkcji peletu.

W następnej części Autor opisał szczegółowo charakterystykę badanego przedsiębiorstwa, wytwarzanego peletu oraz linię technologiczną do produkcji paliwa stałego.

Przedstawienie wyników swoich czteroletnich (2018-2021) badań, Autor rozpoczął od wyznaczenia charakterystyki środków transportowych wykorzystywanych do transportu surowca. Wziął pod uwagę rok produkcji, pojemność silnika, dopuszczalną masę całkowitą oraz moc silnika. Analiza tychże parametrów była utrudniona, ponieważ praktycznie w każdym roku dochodziło do znacznego zróżnicowania ich wartości. Uzupełnieniem charakterystyki środków transportowych jest określenie struktury i wielkości dostaw surowca do przetwarzania. Autor dokonał tego określając liczbę dostaw oraz masę przewożonej słomy w rozbiciu na jej formę, czyli kostki i bele. Czynnikiem mocno decydującym o zróżnicowaniu dostaw, był okres pandemii COVID-19 w 2020 r. Wpłynął on również na pozostałe analizy ujęte w tej pracy. Zwieńczeniem tych analiz był aspekt pokonanych odległości transportowych w rozpatrywanym okresie. Tutaj również Autor wykazał dużą zmienność w przejechanym w ciągu roku. Następnie zostały określone zapasy słomy, pozostające na stanie firmy jako masa, która ma na celu zapewnienie ciągłości procesu produkcji peletów. Analizując miesięczne zapotrzebowanie na słomę w ciągu czterech lat obserwacji, Autor stwierdził,

że największe zapotrzebowanie na surowiec przypadało na pierwsze cztery miesiące roku i cztery ostatnie. Wynikało to z uruchomienia sezonu grzewczego i zwiększenia popytu na pelet. Po zakończeniu analiz transportowo-masowych, związanych z surowcem, Doktorant dokonał oceny efektywności wykorzystania linii technologicznej. Zastosował do tego wskaźnik efektywności wykorzystania maszyn OEE (*Overall Equipment Effectiveness*) oraz wskaźnik czasu przestojów linii. Charakterystyczną cechą tego wskaźnika jest jego procentowa wartość. Maksymalna wartość wskaźnika wynosi 100%. Im wyższa wartość OEE, tym większa efektywność produkcyjna danego przedsiębiorstwa. W rozpatrywanym okresie, wskaźnik ten był największy od stycznia do kwietnia oraz od sierpnia do grudnia i wynosił ok. 80%. Jedynie rok pandemiczny (2020) spowodował duże odstępstwa od pozostałych lat. Analizując wskaźnik przestojów linii produkcyjnej Autor wykazał, że miesiące maj, czerwiec, lipiec wliczając w to również pandemię to okresy o najdłuższych przestojach produkcyjnych. Wskaźnik czasu przestojów linii oscylował na poziomie 50%.

Ostatnim z rozpatrywanych działań Doktoranta jest podjęta próba optymalizacji dostaw surowca. Wykorzystał do tego celu analizę wymiarową uwzględniając główne parametry procesu m.in.: odległość między załadunkiem i wyładunkiem słomy, całkowity czas dostarczenia surowca, masa słomy wymagana do przewozu, wydajność całkowita dostarczenia odpowiedniej masy słomy i inne. Określając algorytm analizy wymiarowej procesu dostaw słomy, przyjął odpowiednie założenia, które posłużyły do sprecyzowania następującej hipotezy: Efektywność transportu słomy z punktu A do punktu B można wyrazić funkcją:

$E_p = f(M_s, d, n, p_i, v_i, m_i, t_p)$. Wykorzystując rachunek macierzowy wyznaczył cztery wielkości podstawowe (m, h, kg i szt.) dla dwóch różnych przypadków. Pierwszy to przypadek wykorzystania tylko jednej grupy pojazdów o tej samej lub bardzo zbliżonej ładowności, a drugi to wykorzystanie pojazdów o różnych ładownościach. Uwzględniając powyższe zależności między wielkościami wymiarowo niezależnymi a zależnymi, zamodelował proces dostawy słomy wyznaczając czasy dostaw przy różnorodnych wariantach. Następnie dokonał oceny logistyki dostaw wykorzystując metodę AHP (*Analytic Hierarchy Process*). Na podstawie przeprowadzonej w badanej firmie ankiety, dokonano wyboru najważniejszych kryteriów oceny jakości dostaw. Na tej podstawie określił współczynniki wagowe dla poszczególnych kryteriów. Wyznaczył również współczynnik zgodności CR (*Consistency Ratio*), którego wartość wynosi 0,0849 czyli jest mniejsza od wartości krytycznej 0,10, co potwierdziło zasadność dalszego wykorzystania wyników analizy AHP. Mając powyższe na uwadze określił optymalne trasy mające najwyższą ocenę sumaryczną w każdym badanym okresie.

Analityczna część pracy zakończona jest czterema stwierdzeniami i ośmioma wnioskami.

3. Uwagi szczegółowe.

Recenzowana praca zawiera pewną ilość ważnych informacji, które niewątpliwie wzbogacają dotychczasowy stan wiedzy na temat wpływu logistyki dostaw słomy na efektywność działania linii technologicznej do produkcji peletów. Recenzowana praca oprócz umieszczonych w niej wartościowych informacji zawiera również pewne niedociągnięcia.

Układ pracy jest dość nietypowy w porównaniu do większości układów stosowanych w pracach badawczych (dysertacje, artykuły). Od razu rzuca się w oczy brak **Streszczenia** umieszczonego na samym początku pracy. Jest ono zawarte na ostatniej stronie rozprawy. Rozdział **Wstęp** jest bardzo rozbudowany i zawiera w sobie ważne podrozdziały, które według mnie powinny stanowić odrębne części. Mowa tutaj o **Przegląd literatury** oraz **Cel i zakres pracy**. Zawarte w tych podrozdziałach informacje są bardzo ważne w stosunku do całej dysertacji. Ponadto mija się z celem nadawanie nazwy podpunktu **Wprowadzenie** umieszczonego pod **Wstępem**. Są to przecież synonimy. Nazwa podpkt. **1.2. Przegląd literatury i uzasadnienie problemu naukowego** jest trochę myląca przede wszystkim w jej drugiej części. Autor co prawda zawarł trafne spostrzeżenie: „*Reasumując, należy podkreślić, że na podstawie przeglądu literatury stwierdzono istotną lukę w badaniach naukowych nad problemem wpływu logistyki dostaw biomasy na efektywność wykorzystania linii produkcyjnej paliwa kompaktowe (pelety/brykiety)*”, jednak **niestety nie znalazłem w tej części sprecyzowanego odniesienia do problemu naukowego**. Kolejną uciążliwością jest „wytężanie wyobraźni” przez czytelnika, gdyż Autor większość urządzeń działających w linii produkcyjnej opisuje słownie. Załączenie zdjęć, rysunków bądź schematów działania znacznie wzbogaciłoby i uprościłoby odbiór tych informacji. W treści tego rozdziału (str. 20), Autor zawarł charakterystykę peletów w porównaniu z innymi paliwami energetycznymi jednakże przytoczone dane dotyczą tylko peletów.

Rozdział **2. Metodyka** zawiera tylko informacje związane z metodami obliczeniowymi. Zdecydowanie można było połączyć ten rozdział z następnym czyli **3. Przedmiot badań**. Umieszczenie na początku metodyki charakterystyki przedsiębiorstwa, środków transportowych oraz pozostałych informacji byłoby doskonałym wypełnieniem całości rozdziału. W tych rozdziałach Autor również bazuje w większości na formie opisowej. Pomimo, że właściciel firmy nie wyraził zgody na wykorzystanie w pracy nazwy firmy oraz

modeli i typów maszyn i urządzeń, które tworzą linię technologiczną, to można chociażby wykorzystać ogólne schematy urządzeń czy układ linii produkcyjnej.

W rozdziale **4. Wyniki badań** Autor analizując dane dotyczące odległości realizowanych dostaw zwraca uwagę na duże rozbieżności wyników. Szkoda, że w tej części nie zamieścił mapy z wyznaczonymi trasami. **Dlatego też rodzi się pytanie: czy te różnice wpływają ze zmiany liczby kursów samochodów, czy też z rozszerzenia terenu, z którego pozyskiwana jest słoma?** Dokonując oceny efektywności za pomocą wskaźnika efektywności wykorzystania maszyn OEE, Autor wspomina o wykrywaniu istniejących w procesie produkcyjnym „wąskich gardeł”. **Czy w analizowanym przypadku takie zjawiska istniały? I z jakiego powodu?** Nie zauważyłem w dalszej części pracy odniesień do tego zagadnienia. Tabela 4.12 przedstawia jakość na linii technologicznej do produkcji peletów. **Proszę o wyjaśnienie na czym polega ta jakość i czym się różni od efektywności linii produkcyjnej?** Kolejny rozdział (5) zaczyna się trzema tytułami, dobrze by było gdyby Autor dodał chociaż małe wprowadzenie do każdego z nich, a nie tylko do ostatniego. W tym rozdziale Doktorant podjął próbę optymalizacji dostaw słomy do przedsiębiorstwa za pomocą analizy wymiarowej oraz metody AHP. Analiza wymiarowa koncentruje się na ocenie różnych wymiarów i kryteriów, które mogą wpływać na efektywność procesów logistycznych w przedsiębiorstwie. Autor wybrał jako jeden z najważniejszych wymiarów – czas dostaw. Ze względu dużą liczbę wariantów transportowych i wynikającą z tego również dużą pracochłonność Autor zaproponował uproszczoną metodę wyznaczania czasów dostaw, a zwłaszcza ich efektywności, nazwaną metodą „wg. definicji”. **Proszę zatem o wyjaśnienie na czym polegają te uproszczenia oraz jaka jest skuteczność tej metody?** Ilustracyjne przedstawienie wyników otrzymanych z analizy wymiarowej i metody AHP bazuje na takim samym typie graficznym. Zarówno na jednym wykresie przedstawiona jest ocena tras uzyskana analizą wymiarową jak i na drugim otrzymaną metodą AHP. **Czy można zatem porównać ze sobą obie te metody?**

Zaprezentowane w pracy stwierdzenia i wnioski są logiczne i wynikają z jej treści. Rozgraniczenie tych form nie jest często spotykane w opracowaniach naukowych. Lepszym rozwiązaniem byłoby połączenie ich tylko w formę wniosków, gdyż to są końcowe interpretacje i rekomendacje sformułowane na podstawie analizy zebranych danych i wyników badań. Stanowią one odpowiedź na postawione w badaniu pytania lub hipotezy i są podsumowaniem całego procesu badawczego.

Odnosząc się do całego tekstu pracy, uważam że jest napisany językiem zrozumiałym i zachowującym w większości, zasady pisowni i stylistyki. Jednakże występują w nim błędy

literowe oraz stylistyczne. Sugeruję zatem, aby podczas przygotowania rozprawy do publikacji Autor zwrócił baczniejszą uwagę na redakcję tekstu.

4. Podsumowanie

Powyższe uwagi nie obniżają oceny pracy merytorycznej, stanowią jedynie wskazówki dla Doktoranta dotyczące publikacji rozprawy, albo wybranych jej części.

Recenzowana praca doktorska mgr inż. Filipa Jasiczka pt: „**System logistyki dostaw surowca a efektywność wykorzystania linii technologicznej do produkcji peletów**” daje solidną podstawę do kolejnych badań wzbogacając dotychczasowy stan wiedzy na temat logistyki dostaw surowca do produkcji paliw stałych. Autor zaproponował zastosowanie znanych metod optymalizacyjnych, ale nie wykorzystywanych przy produkcji peletów. Warto tutaj zwrócić uwagę na duże zaangażowanie Autora w przeprowadzenie badań. Wykazał się w nich dużą cierpliwością i determinacją ze względu na okres badawczy, w którym wystąpiła pandemia Covid-19, jak również ograniczenia związane z anonimowością przedsiębiorstwa.

5. Wniosek końcowy

Rozprawa doktorska mgr inż. Filipa Jasiczka pt: „**System logistyki dostaw surowca a efektywność wykorzystania linii technologicznej do produkcji peletów**” dotyczy naukowego zagadnienia, właściwego dla obszaru nauk technicznych i dyscypliny inżynieria mechaniczna. Doktorant wykazał się wiedzą i umiejętnościami dojrzałego naukowca, a uzyskane efekty mają znaczenie poznawcze i aplikacyjne. Uważam, że zamierzony cel pracy został osiągnięty, a rezultaty badań pozwalają na stwierdzenie, iż problem naukowy został rozwiązany w sposób oryginalny.

Uwzględniając powyższe uwagi, oceniam, że rozprawa doktorska mgr. inż. Filipa Jasiczka spełnia wymagania *Ustawy o stopniach naukowych i tytułach naukowych oraz stopniach i tytułach w zakresie sztuki* z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz.U. z 2023 r. poz. 742) i wnoszę do Rady Naukowej Dyscypliny Inżynieria Mechaniczna, Wydziału Inżynierii Produkcji i Energetyki Uniwersytetu Rolniczego im. Hugona Kołłątaja w Krakowie o przyjęcie i dopuszczenie jej do publicznej obrony.

