



Prof. dr hab. inż. Andrzej Pacana

Rzeszów, 12.11.2025 r.

Katedra Technologii Maszyn i Inżynierii Produkcji  
Wydział Budowy Maszyn i Lotnictwa  
Politechnika Rzeszowska  
e-mail: app@prz.edu.pl

## **RECENZJA**

**rozprawy doktorskiej mgr. inż. Pawła Szczeszka**

**pt.: Optymalizacja układu przenośników taśmowych**

*Recenzja uwzględniająca tylko jawne elementy rozprawy*

### **1. Podstawa formalna opracowania recenzji**

Recenzję rozprawy doktorskiej mgr. inż. Pawła Szczeszka na temat „Optymalizacja układu przenośników taśmowych” przygotowano na podstawie uchwały Rady Dyscypliny Inżynieria Mechaniczna Politechniki Śląskiej z dnia 22.10.2025 r. Pismo w tej sprawie (RDIMe.512.74.2025) wystosowała Przewodnicząca Rady Dyscypliny Inżynieria Mechaniczna Politechniki Śląskiej dr hab. inż. prof. PŚ Alicja Piasecka – Belkhatat w dniu 23.10.2025 roku.

### **2. Ogólna charakterystyka zawartości rozprawy**

Przedstawiona do recenzji praca doktorska mgr. inż. Pawła Szczeszka powstała pod kierunkiem Pani dr hab. inż., prof. PŚ Tatiany Karkoszki pełniącej w przewodzie doktorskim obowiązki promotora. Funkcję promotora pomocniczego pełnił dr inż. Andrzej Jastrząb.

Praca liczy łącznie 175 stron. Składa się ona z 7 zasadniczych rozdziałów oraz wstępu podsumowania i wniosków. W pracy zamieszczono 125 rysunków oraz 63 tabele. Uzupełnieniem pracy są również spisy: literatury, tabel i rysunków oraz streszczenie w języku polskim i angielskim. Spis literatury obejmuje 223 pozycje, które są reprezentatywne dla tematu dysertacji, w tym, pomijając strony www (124), ok 56% pozycji w języku angielskim.



Analizując strukturę pracy uwidocznioną w spisie treści daje się odczuć panowanie Doktoranta nad prezentowaną materią teoretyczną i empiryczną. Na tej podstawie strukturę rozprawy doktorskiej uznaję za poprawną.

W kwestii tematyki praca poświęcona jest zagadnieniu w pełni aktualnemu, wpisując się w prowadzone w szeregu ośrodkach krajowych i zagranicznych badania związane z odchodzeniem od wykorzystywania paliw kopalnych jako źródła wytwarzania energii elektrycznej. Jednak zmiana gospodarki z węglowej na wykorzystującą źródła odnawialne jest czasochłonna i wymaga reorganizacji kwestii technologicznych oraz społecznych, pracowniczych, prawnych i innych. Kwestiom technologicznym poświęcona jest przedstawiona do recenzji praca doktorska.

Recenzowaną pracę można umownie podzielić na cztery wzajemnie się uzupełniające części:

- część pierwsza, obejmująca wprowadzenie w zagadnienia będące podstawą pracy (wstęp).
- część druga, obejmująca analizę stanu wiedzy (rozdział 1, 2 i 3) związanej z dysertacją,
- część trzecia obejmująca badania własne (rozdział 4, 5, 6 i 7),
- część czwarta zawierająca zakończenie (podsumowanie i wnioski).

Układ pracy jest poprawny. Strona formalna – zasadniczo właściwa. Praca napisana jest dobrym językiem naukowo-technicznym.

### **3. Ocena wyboru tematu pracy, jej zakresu, celów i metod badawczych**

Tematyka rozprawy doktorskiej mgr. inż. Pawła Szczeszka na temat „Optymalizacja układu przenośników taśmowych” jest istotna zarówno z naukowego jak i praktycznego punktu widzenia. Poznawcze znaczenie, to pozyskanie nowej wiedzy z zakresu zrównoważonego rozwoju sektora energetycznego bazującego na trzech podstawowych filarach Polityki Energetycznej Polski: sprawiedliwej transformacji, zeroemisyjnym systemie energetycznym oraz dobrej jakości powietrza. Zgodnie z jej celem do 2030 roku krajowy system odnawialnych źródeł energii będzie w sposób stabilny wykorzystywał technologie pozwalające na przekształcenie energii zgromadzonej w biomasie, wietrze, biogazie, źródłach geotermalnych



oraz energii jądrowej i słonecznej w energię elektryczną, a ich poziom w strukturze krajowego zużycia energii elektrycznej będzie wynosił co najmniej 32%. Oczywiście elektrownie podejmują wyzwania w postaci ograniczenia emisji CO<sub>2</sub> np. przez współpalanie biomasy z węglem. Jednak nie jest to zadanie łatwe, wymaga bowiem m.in. optymalizacji technologicznej i organizacyjnej. Ważną kwestią w tym zakresie jest również ograniczenie nakładów inwestycyjnych na dostosowanie układów technologicznych. Stawianie tak innowacyjnych celów powoduje, że na drodze do ich osiągnięcia pojawia się wiele problemów. Jednym z problemów przy współpalaniu biomasy z węglem jest kwestia organizacji transportu biomasy. Problem dotyczy nie tylko transportu wewnętrznego na teren elektrowni, ale również jej rozładunku i magazynowania.

Specyfika elektrowni powoduje, że w obszarze optymalizacji transportu wewnętrznego biomasy przenośnikami taśmowymi pojawia się luka badawcza w tym zakresie. Z tego też względu Autor podjął się optymalizacji dotyczącej transportu wewnętrznego biomasy przenośnikami taśmowymi w Elektrowni Połaniec (Elektrowni). Optymalizacja wymagała zachowania założonej wydajności pracy Elektrowni i jednocześnie nieprzekraczania 550 gramów dwutlenku węgla powstającego w czasie produkcji jednej kilowatogodziny oraz utrzymania poziom hałasu przemysłowego emitowanego do środowiska na poziomie niższym od wartości dopuszczalnych.

Dlatego też podjęcie realizacji tematu pracy doktorskiej z tego zakresu przez mgr. inż. Pawła Szczeska jest bardzo cenne. Praktyczne znaczenie tej pracy to zwalidowany model, który może być na poziomie operacyjnym traktowany jako skuteczne narzędzie sterowania przepływem strumienia biomasy umożliwiającym zaspokojenie potrzeb produkcji energii elektrycznej. Reasumując, zaprezentowana praca dowodzi, że to złożone zagadnienie zostało rozpoznane i uporządkowane.

Celem pracy była optymalizacja układu przenośników taśmowych wykorzystywanych w transporcie biomasy na terenie Elektrowni Połaniec.

Zakres badań własnych obejmował:

- określenie stanu aktualnego pracy Systemu Zasilania Biomasa (SZB) w aspekcie efektywności energetycznej oraz oddziaływania środowiskowego,





- określenie jakości i ilości paliwa zapewniającego spełnienie „wymagania 550” oraz przygotowanie głównych założeń dla wydajnego Systemu Zasilania Biomasa,
- opracowanie „cyfrowego bliźniaka” obejmującego:
  - model pozwalający na wizualizację przestrzenną SZB,
  - model odzwierciedlający wydajność SZB,
  - model akustyczny SZBi ich wykorzystanie w ocenie stanu aktualnego tego Systemu,
- opracowanie propozycji modernizacji układu przenośników taśmowych,
- symulację różnych wariantów pracy układu przenośników taśmowych po modernizacji w zakresie wydajności energetycznej oraz oddziaływania akustycznego,
- identyfikację rozwiązania optymalnego ze względu na „wymaganie 550” oraz oddziaływanie akustyczne przy zapewnieniu wymagań dotyczących wydajności układu.

Ze względu na przyjęty cel i zakres pracy, metodyka badania zrealizowana była w 6 następujących po sobie, poprawnie dobranych i wykonanych etapach badań:

Etap I – analiza stanu aktualnego – rozdział 5.

Etap II – Określenie jakości i ilości paliwa zapewniającego spełnienie „wymagania 550”, przygotowanie głównych założeń dla wydajnego Systemu Zasilania Biomasa – rozdział 6.1, 6.2.

Etap III – przygotowanie modelu – rozdział 6.3.

Etap IV – opracowanie propozycji modernizacji układu przenośników taśmowych – rozdział 7.1.

Etap V – symulacja różnych wariantów pracy układu przenośników taśmowych po modernizacji – rozdział 7.2.1, 7.2.2.

Etap VI – identyfikacja rozwiązania optymalnego – rozdział 7.2.3, 7.3.

Dla osiągnięcia celu głównego pracy opracowany został „cyfrowy bliźniak”, który tworzyły:

- model symulacji przestrzennej,
- model symulacji wydajności i mocy oraz





- model symulacji akustycznej.

Pozytywnie oceniam fakt, że Doktorant podjął się tak złożonego, a jednocześnie aktualnego problemu, zajmując się w rozprawie modyfikacją układu przenośników taśmowych służących do transportu biomasy. Jak już zaznaczyłem, zagadnienie jest złożone, a jego optymalizowanie kłopotliwe i trudne. Jednocześnie należy podkreślić, że podjęcie badań w tym temacie jest ważne nie tylko ze względu na znaczenie poznawcze, ale może nawet przede wszystkim - utylitarne.

Stąd też wynika moja pozytywna ocena zarówno tematu, sformułowania celu, etapów i zakresu badań podjętych przez Doktoranta.

#### **4. Ogólne omówienie elementów pracy**

Poszczególne rozdziały dysertacji omawiam w sposób bardzo syntetyczny, formułując oceny cząstkowe składające się na finalną ocenę merytoryczną pracy.

Numerowane rozdziały pracy poprzedza wykaz ważniejszych oznaczeń oraz akronimów używanych w pracy. Wprowadzenie tego elementu pozytywnie świadczy o dojrzałości w prowadzeniu badań jak i prezentowaniu wyników tych badań.

Pracę rozpoczyna wstęp (s. 5-9). Jest to udane wprowadzenie w tematykę omawianą w pracy doktorskiej.

W rozdziale pierwszym (s. 10-29) przedstawiono przegląd literatury przedmiotu dotyczący systemów maszynowego transportu biomasy w elektrowni.

W rozdziale drugim (s. 30-37) przedstawiono podstawy wymagań prawnych w zakresie emisji CO<sub>2</sub> i oddziaływania akustycznego. Mimo niewielkiej objętości tego rozdziału Autorowi udało się zawrzeć większość istotnych z punktu dysertacji informacji.

Rozdział trzeci (s. 38-51) przedstawia przegląd zagadnień dotyczących optymalizacji dedykowanej transportowi biomasy i ograniczeniu emisji hałasu. Skupiono się na spalaniu biomasy z uwzględnieniem „wymagania 550”, przenośnikach taśmowych biomasowych oraz możliwościach ograniczenia emisji hałasu. Rozdział ten kończy wydzieloną część dysertacji poświęconą analizie stanu wiedzy (rozdziały 1-3).

W rozdziale czwartym (s. 51-65), który rozpoczyna część pracy poświęconą badaniom własnym. Autor zaprezentował cel pracy, jej zakres oraz narzędzia badawcze.





Rozdział piąty (s. 66-80) jest udana, analizą stanu aktualnego Systemu Zasilania Biomasa w wybranej elektrowni.

Rozdział szósty (s. 87- 108) dotyczy planowania optymalizacji.

Rozdział siódmy (s.109- 150) to optymalizacja, która skoncentrowana była na: modernizacji systemu przenośników, symulacji z wykorzystaniem cyfrowego bliźniaka oraz podsumowaniu symulacji po optymalizacji. To kluczowy rozdział obejmujący rozważania związane z realizacją celów dysertacji.

Podsumowanie i wnioski (s. 151-155) to rozdział będący podsumowaniem pracy, w którym zawarto również wnioski z pracy.

Bibliografia, spisy i streszczenia kończą pracę to starannie przygotowane zbiory danych i informacji, które uzupełniają treści zawarte w pracy.

Takie zestawienie elementów pracy pozwoliło osiągnąć cel jakim była optymalizacja układu przenośników taśmowych Elektrowni Połaniec w kontekście spełnienia „wymagania 550” i ograniczenia emisji hałasu przy zapewnieniu planowanej efektywności energetycznej.

## **5. Ocena rozprawy doktorskiej**

### **a. Wyszczególnienie głównych osiągnięć**

Za oryginalne osiągnięcia Doktoranta uważam:

- opracowanie „cyfrowego bliźniaka” umożliwiającego wizualizację przestrzenną Systemu Zasilania Biomasa,
- przygotowanie propozycji modernizacji układu przenośników taśmowych dedykowaną spełnieniu założonych wymagań emisyjnych,
- przeprowadzenie symulacji pracy różnych wariantów SZB po modernizacji zapewniając planowaną efektywność energetyczną i ograniczoną emisję CO<sub>2</sub>,
- zaproponowanie rozwiązania uwzględniającego „wymaganie 550” oraz oddziaływanie akustyczne.

W mojej ocenie kluczowym osiągnięciem było przygotowanie „cyfrowego bliźniaka”. Pozwolił on na odzwierciedlenie funkcjonowania Systemu Zasilania Biomasa zarówno w obecnej formie, jak i przy zmiennych parametrach. Symulacja dała możliwość odwzorowania procesów, które ze względów czasowych oraz finansowych nie mogłyby być zrealizowane w warunkach naturalnych.





## **b. Uwagi krytyczne, w tym uwagi dotyczące redakcji rozprawy**

Uważam, że rozprawa została napisana stosunkowo zwięźle, klarownie i logicznie. Dodatkowo, jak już wspomniałem, układ pracy jest prawidłowy, a kolejność rozdziałów nie budzi zastrzeżeń. Język użyty w pracy jest prawidłowy i tylko w niewielu miejscach wymaga korekty. Doktorant nie ustrzegł się jednak drobnych usterek o różnym charakterze, w tym redakcyjnych, stylistycznych. W tekście występują nieliczne: błędy literowe, błędy gramatyczne, skróty myślowe i niekiedy – mało precyzyjny opis. Wybrane uwagi krytyczne:

- Str. 8. Autor podał, że Kluczowym aspektem środowiskowym wynikającym z pracy przenośników taśmowych jest hałas przemysłowy”. Niewątpliwie jest to jeden z aspektów, ale na podstawie jakich kryteriów oceniono, że jest on kluczowy (znaczący)? Brakuje takiej informacji, a byłaby ona potrzebna biorąc pod uwagę inne aspekty np. zużycie energii elektrycznej, drgania, zapach, itd. W mojej ocenie podanie tej informacji nie byłoby trudne, gdyż Elektrownia posiada certyfikat zintegrowanego systemu zarządzania i w ramach ISO 14001 dokonuje aktualizacji i oceny aspektów środowiskowych, a praca jak podaje Autor wpisuje się w koncepcję zarządzania opartego o kryteria środowiskowe, społeczne i korporacyjne (ESG).
- Str.8. Autor uzasadniając wybór tematu pisze o problemie oddziaływania akustycznego, o hałasie na terenach przyległych do zakładu i o tym, że ten hałas nie może przekraczać wartości dopuszczalnych, uzależnionych od sposobu zagospodarowania terenu. Niestety we wstępie nie podano wartości dopuszczalnych dla analizowanej elektrowni oraz informacji o tym jaki udział w ogólnie emitowanym przez zakład hałasie ma hałas pochodzący z podajników taśmowych? Informacje te znajdują się dopiero na str. 80. Gdyby były wcześniej w znaczny sposób wzmocniłyby uzasadnienie wyboru tematu.
- Str.8. Autor uznał, że: Transport wewnętrzny biomasy musi być integralnie związany z logistyką produkcji. Jest to niefortunne określenie, bo transport wewnętrzny jest kluczową częścią logistyki produkcji i obejmuje przemieszczanie materiałów wewnątrz zakładu. Natomiast logistyka produkcji to szerszy proces planowania i koordynowania przepływu surowców, półproduktów i wyrobów gotowych, od momentu przyjęcia dostawy aż po wysyłkę. Transport wewnętrzny jest więc







elementem logistyki produkcji i nie powinno się mówić o integracji elementów, których jeden jest częścią drugiego. One już są zintegrowane.

- Str.10 W tytule rozdziału 1 „Systemy maszynowe transportu biomasy w elektrowni” lepiej byłoby użyć liczby mnogiej dla słowa elektrowni.
- Str. 11. Na rysunkach, których formę reprezentuje rys.1.1.1 brak jest oznaczeń, który rys. jest a), a który b).
- Str. 19.. Na rys. 1.1.9. Schemat napędu bębnowego przenośnika taśmowego zaznaczono 5 elementów. Natomiast w podpisie występuje 8 elementów.
- Str. 25. We wzorze (1.3.3) prawdopodobnie brakuje po wartości 0,05 przecinka.
- Str. 38. Nie jest właściwym kończenie rozdziału wizualizacją. Taki przypadek obserwuje się np. dla rozdziału 2 i rys. 2.2.1, czy podrozdziału 3.2 i rys. 3.2.3. Wskazaniem było dopisać po rysunku tekst zakończenia rozdziału.
- Str. 52. W rozdziale 4.1, który poświęcony jest celowi pracy, Autor w ostatnim akapicie zawarł informację o tym co zawarł w części analitycznej (rozdziały 1-3), aby wspomniany cel osiągnąć. Niestety nie odniósł się do części badawczej pracy (rozdziały 4-7).
- Str. 53. Po zaprezentowaniu zakresu pracy brakuje kilku zdań powiązania logicznego do wyliczenia etapów realizacji przedsięwzięcia. Podobnie w przypadku prezentacji modeli symulacji przestrzennej.
- Str. 61. W dotychczasowych wzorach jednostki podawane były po przecinku. Od wzoru (4.3.1) jednostki znajdują się w nawiasach kwadratowych.
- Str. 62. Wymieniając podstawowe parametry przenośnika pominięto znaki wypunktowania.
- Str. 74 i 75. Analizując dostawy w roku 2021 nie odniesiono się do tego, że mógł on być specyficzny ze względu na panującą pandemię.
- Str. 76. Rozdział 5.2 zakończono wypunktowaniem. Zdecydowanie poprawniejszym rozwiązaniem jest kończyć podrozdziały tekstem podsumowania. Podobną uwagę można sformułować do podrozdziału 6.3 i rys. 6.3.4.
- Str. 79. W układzie SI kąt płaski mierzy się w radianach (rad). Tymczasem np. w tab. 5.3.2 pojawiają się stopnie. Stopnie (°) nie są jednostką układu SI, chociaż są







powszechnie używane. Podobna uwaga odnosi się do wzoru 6.2.1. W pracy brak odniesienia się do tych kwestii.

- Str. 85. W czasie analizy akustycznej w obliczeniach przyjęto maksymalną, taką samą pracę urządzeń w porze dnia i nocy. Jak to założenie mogło wpływać na uzyskane wyniki?
- Str. 89. Na rys. 6.1.1 brakuje opisu osi na wykresie. Taka sama uwaga dotyczy rys. 6.1.2 i dalszych. Dodatkowo przyjęta na rys. 6.1.2 jednostka osi rzędnych (y) powoduje że jej wartości są bardzo mało czytelne.
- Str.129. Niepotrzebnie podpisano wykresy nad nimi. Wystarczył odpowiednio przygotowany podpis pod rys. 7.2.1.3.
- Str. 142. Rysunki w rozdziale 7 powinny być oznaczane jako a) , b)... i odpowiednio opisane.
- Str. 148. Czy w tekście zamiast „Turko Małe”, nie powinno być Tursko Małe?
- Str.153. Pracę wzbogaciłyby informacje o planowanych dalszych pracach związanych z np. praktyczną weryfikacją uzyskanych wyników.
- Str. 156 i dalsze. Znacznie lepszym sposobem prezentowania literatury byłoby uporządkowanie jest alfabetycznie wg nazwisk autorów.

Pozostałe spostrzeżenia przekazałem bezpośrednio Autorowi.

Reasumując, pragnę jednoznacznie stwierdzić, że mimo tych drobnych niedociągnięć nie mam żadnych wątpliwości co do tego, że Doktorant prawidłowo zrealizował zamierzony cel pracy. Nie mam również wątpliwości, że oceniana praca jest udanym eksperymentem badawczym, zrealizowanym na dobrym poziomie merytorycznym, a omawiany w niej problem ma duże znaczenie poznawcze jak i użyteczne. Tym samym chcę zaznaczyć, że wymienione wcześniej uwagi nie umniejszają mojej wysokiej oceny dysertacji.





## 6. Pytania do Doktorant

Wnikliwa lektura pracy nasunęła mi następujące pytania:

1. W czasie analizy akustycznej w obliczeniach przyjęto maksymalną, taką samą pracę urządzeń w porze dnia i nocy (str. 85). Jak to założenie mogło wpływać na uzyskane wyniki?
2. Jak Pan ocenia wypracowane rozwiązanie pod względem kryterium kosztów?
3. W jakim stopniu wyniki pracy można wykorzystać w innych elektrowniach?

## 7. Wniosek końcowy

Uważam, że zarówno zakres pracy, jak również metoda opracowania i przedstawienia problemu są właściwie ujęte i odpowiednio dobrane. Przedstawienie w pracy doktorskiej, tak szerokiego zakresu materiału wymagało od Doktoranta dobrej znajomości problemów związanych z optymalizacją układu przenośników taśmowych wykorzystywanych w transporcie biomasy. Na tej podstawie uważam, że otrzymane wyniki pracy stanowią samodzielne rozwiązanie problemu naukowego, a rozprawa świadczy o ogólnej wiedzy Doktoranta w zakresie inżynierii mechanicznej.

Reasumując, stwierdzam, że przedłożona do recenzji rozprawa doktorska mgr. inż. Pawła Szczeszka pt.: Optymalizacja układu przenośników taśmowych spełnia stawiane rozprawom doktorskim warunki określone w Ustawie z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz.U. 2024 r., poz. 1571) Art. 187. Zawiera bowiem oryginalne rozwiązanie zagadnienia naukowego oraz dowodzi odpowiedniej wiedzy Doktoranta, wykazując Jego umiejętność samodzielnego prowadzenia pracy naukowej.

**Wnioskuje do Rady Dyscypliny Inżynieria Mechaniczna Politechniki Śląskiej o przyjęcie rozprawy doktorskiej mgr. inż. Pawła Szczeszka pt.: Optymalizacja układu przenośników taśmowych i dopuszczenie jej do dalszego procedowania w dyscyplinie naukowej inżynieria mechaniczna.**

Prof. dr hab. inż. Andrzej Pacana /podpis odręczny/

\*wyłączenie jawności w zakresie danych osobowych oraz ochrony prywatności osoby fizycznej na podstawie art. 5 ust. 2 ustawy z dnia 6 września 2001 r. o dostępie do informacji publicznej (tj. Dz.U. z 2016 r., poz. 1764)

