

dr hab. inż. Paweł Drożdziel, prof. uczelni  
Katedra Zrównoważonego Transportu  
i Źródeł Napędu  
Wydział Mechaniczny  
Politechnika Lubelska  
ul. Nadbystrzycka 36  
20- 618 Lublin  
p.drozdziel@pollub.pl

Lublin, 21.12.2021 r.

## RECENZJA

rozprawy doktorskiej mgr inż. Maksymiliana Cierniewskiego pt.:  
*„System sterowania układu radialnego prowadzenia zestawów kołowych”*

### 1. Wprowadzenie

Recenzję rozprawy doktorskiej wykonano na podstawie pisma nr DR-63/623/2/2021 z dnia 27.10.2021 r. prof. dra hab. inż. Jacka Pielechy Przewodniczącego Rady Dyscypliny Inżynieria Lądowa i Transport Politechniki Poznańskiej.

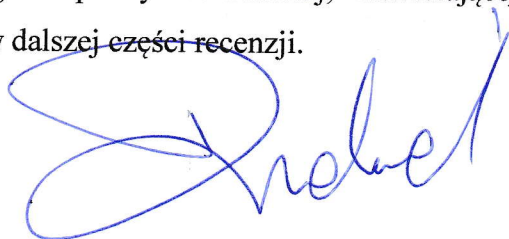
### 2. Charakterystyka rozprawy

Przedstawiona do oceny rozprawa doktorska Pana mgr inż. Maksymiliana Cierniewskiego pt.: *„System sterowania układu radialnego prowadzenia zestawów kołowych”* liczy 120 stron tekstu. W skład rozprawy wchodzi: streszczenie w języku polskim i angielskim, geneza pracy, wprowadzenie, 7 rozdziałów merytorycznych, podsumowanie oraz bibliografia.

Wykaz cytowanej w rozprawie literatury liczy 40 pozycji, w tym: 19 opracowań techniczno-organizacyjnych, 5 dokumentów normalizacyjnych, 8 źródeł informacji pozyskanych z Internetu. Przywołano także 1 monografię i 1 artykuł w czasopiśmie krajowym oraz 2 artykuły opublikowane w czasopismach zagranicznych. Dodatkowo zacytowano 4 publikacje z konferencji krajowych i zagranicznych. Należy w tym miejscu stwierdzić, że tylko 9 pozycji cytowanych publikacji i materiałów zostało wydanych po 2015 roku. Doktorant umieścił także w wykazie czasopism 3 opracowania naukowe, których jest współautorem.

Przedstawiona analiza przywoływanej przez Autora rozprawy literatury wskazuje, że oparł On swoje rozważania teoretyczne na opracowaniach techniczno-organizacyjnych dotyczących zagadnień prowadzeniem zestawów kołowych pojazdu szynowego.

Uwagi krytyczne dotyczące recenzowanej rozprawy doktorskiej, zawierającej: 139 rysunków, 5 tabel oraz 2 wzory przedstawiono w dalszej części recenzji.



## 2.1. Wybór tematu i zakres pracy

Doktorant w swojej rozprawie doktorskiej bardzo dokładnie dowiódł, że istnieje potrzeba opracowania uniwersalnej koncepcji systemu sterowania układu radialnego prowadzenia zestawów kołowych pojazdów szynowych. Zastosowanie takiego rozwiązania technicznego umożliwi zmniejszenie skali wielu niekorzystnych zjawisk obserwowanych podczas przemieszczania się, szczególnie na krzywiznach toru, pomiędzy obrzeżem koła a powierzchnią boczną główki szyny.

Opracowana przez Autora koncepcja może być zastosowana podczas modernizacji eksploatowanego w Polsce taboru kolejowego wyprodukowanego jeszcze w latach 70 i 80 ubiegłego wieku. Jest to istotne z punktu widzenia obniżenia energochłonności oraz kosztów transportu kolejowego.

W celu przygotowania koncepcji systemu sterowania układu radialnego prowadzenia zestawów kołowych pojazdów szynowych Autor przeprowadził wiele badań, do których możemy zaliczyć między innymi:

- analizę sposobów pozyskiwania sygnałów sterujących systemem;
- wybór rozwiązań obwodów wykonawczych systemu;
- wykonanie symulacji komputerowych pracy elementów składowych systemu;
- przeprowadzenie badań stanowiskowych dla elementów składowych systemu;
- wykonanie badań w warunkach kontrolowanego użytkowania szynowego pojazdu kołowego, które zweryfikowały wyniki symulacji komputerowych oraz badań stanowiskowych elementów składowych systemu sterowania ich układem prowadzenia zestawów

Taki zakres prac koncepcyjnych i eksperymentalnych wymagał oczywiście od Autora konieczności przeprowadzenia przeglądu stosowanych przez producentów układów radialnego prowadzenia zestawów kołowych pojazdów szynowych rozwiązań konstrukcyjnych.

Ostatecznie Autor zaproponował koncepcję systemu sterowania układu radialnego prowadzenia zestawów kołowych pojazdów szynowych, w ramach której należy dokonać nieznacznych zmian i modyfikacji konstrukcji lokomotyw polegających na:

- zastąpieniu pasywnych tłumików wężykowania siłownikami hydraulicznymi;
- zamontowaniu w pojeździe szynowym standardowych przewodników zestawów kołowych, ale wyposażonych w moduł czujnika sił łożyskowych oparty na układzie mostka tensometrycznego;



- zabudowie wewnątrz prowadnika zestawu kołowego niedużego, rozproszonego systemu sterowania z obwodami hydraulicznymi o strukturze modułowej.

Biorąc pod uwagę zakres dokonanych oraz opisanych przez Autora w rozprawie analiz technicznych, symulacji komputerowych oraz badań w warunkach laboratoryjnych i kontrolowanego użytkowania lokomotyw spalinowych stwierdzam, że zostały one przeprowadzone właściwie i zgodnie z zasadami dociekań naukowych, zaś temat rozprawy doktorskiej mieści się w zakresie dyscypliny naukowej inżynieria lądowa i transport.

## **2.2. Ogólna charakterystyka pracy**

W rozdziale pierwszym pt. *Geneza pracy* Autor wyjaśnił, dlaczego zajął się tematyką związaną z budową systemu sterowania układu radialnego prowadzenia zestawów kołowych.

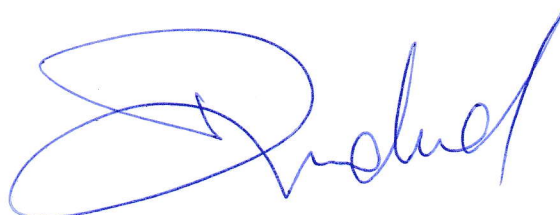
Rozdział drugi pt. *Przegląd rozwiązań* literaturowych przegląd stanu zagadnienia dotyczący budowy i działania pasywnych oraz aktywnych systemów sterowania układu radialnego prowadzenia zestawów kołowych stosowanych w pojazdach szynowych.

W rozdziale trzecim rozprawy zatytułowanym *Cel i zakres pracy* Doktorant zaprezentował cel i tezę rozprawy oraz zakres przeprowadzonych przez niego prac badawczych.

W kolejnym rozdziale pt. *Koncepcje obwodów wejściowych dla systemów sterowania* Autor omówił bardzo dokładnie trzy różne koncepcje systemów pomiarowych, które pozwalają na określenie dokładnej pozycji wózka w torze kolejowym.

W rozdziale piątym pt. *Koncepcje obwodów wykonawczych dla systemów sterowania* Doktorant przedstawił cztery rozwiązania techniczne hydraulicznych systemów wykonawczych, które mają zastosowanie w lokomotywach z lat 70 i 80-tych pochodzących z krajowej produkcji.

Rozdział szósty pt. *Stanowisko badawcze* to bardzo dokładny opis specjalistycznego stanowiska badawczego 51SB, które umożliwiło weryfikację wykorzystania różnych źródeł sygnału wejściowego oraz możliwość oceny praktycznego sterowania obwodem wykonawczym opartym o system hydrauliczny. W rozdziale tym Autor rozprawy zaprezentował także wyniki przeprowadzonych badań eksperymentalnych na stanowisku 51SB oraz płynące z nich wnioski.



W rozdziale siódmym pt. *Prowadnik zestawu kołowego jako źródło sygnału dla systemu sterowania* Doktorant przedstawił wyniki badań, przeprowadzonych w warunkach stanowiskowych i kontrolowanego użytkowania lokomotywy, weryfikacji przydatności sygnałów umożliwiających radialne prowadzenie zestawów kołowych z wykorzystaniem prowadników tego zestawu.

Z kolei w rozdziale ósmym pt. *Koncepcja systemu sterowania* Autor rozprawy na podstawie przeprowadzonych wcześniej badań i rozważań wyczerpująco opisał kompletną koncepcję budowy systemu sterowania układu radialnego prowadzenia zestawów kołowych.

W ostatnim rozdziale pt. *Podsumowanie* Doktorant zaprezentował wnioski z przeprowadzonych badań literaturowych, symulacyjnych oraz stanowiskowych, a także w warunkach kontrolowanego użytkowania pojazdu szynowego. W tym rozdziale Autor wskazał także kierunki dalszych prac badawczych.

### **2.3. Cel i teza pracy doktorskiej**

Celem recenzowanej pracy doktorskiej było *opracowanie kompletnej koncepcji systemu radialnego sterowania zestawów kołowych pojazdów szynowych.*

Tezą pracy zaproponowaną przez Doktoranta było następujące założenie *Możliwe jest opracowanie koncepcji uniwersalnego systemu radialnego prowadzenia zestawów kołowych, przystosowanego do zabudowy w eksploatowanych oraz nowych pojazdach, przy minimalnej liczbie modyfikacji dokonywanych w pojeździe.*

W mojej ocenie cel pracy został przez Doktoranta właściwie sformułowany. Mam jednak uwagę do sformułowania tezy pracy, która w mojej opinii powinna brzmieć *Możliwe jest opracowanie koncepcji uniwersalnego systemu radialnego prowadzenia zestawów kołowych przystosowanego do zabudowy w eksploatowanych oraz nowych pojazdach przy minimalnej liczbie dokonywanych modyfikacji w ich konstrukcji.*

Należy stwierdzić, że pomimo powyższej uwagi postawiona teza została udowodniona, zaś cel recenzowanej pracy doktorskiej został przez Doktoranta zrealizowany.



## **2.4. Metodyka i obiekt badań**

Obiektem opisanych i przeprowadzonych w rozprawie symulacji komputerowych oraz badań stanowiskowych i w kontrolowanych warunkach użytkowania były układy radialnego prowadzenia zestawów kołowych pojazdu szynowego.

Zrealizowane prace wymagały od Autora rozprawy dużej znajomości wielu zagadnień inżynierskich począwszy od umiejętności konstruowania, analizy wytrzymałościowych z wykorzystaniem metody elementów skończonych, prowadzenia badań stanowiskowych oraz w warunkach kontrolowanego użytkowania pojazdów szynowych.

Chciałbym w tym miejscu pochwalić Doktoranta za właściwie przygotowany oraz zrealizowany zakres prac i badań wykonanych w celu realizacji założonego celu i tezy pracy. Wymagało to od Badacza osobistego zaangażowania, co pozwala stwierdzić, że potrafi On rozwiązywać złożone problemy naukowo-techniczne.

## **2.5. Oryginalność pracy**

Oryginalną wartością recenzowanej rozprawy doktorskiej było opracowanie Autorskiej koncepcji systemu sterowania układu radialnego prowadzenia zestawów kołowych pojazdów szynowych. System ten składa się z: siłowników hydraulicznych, prowadników z zamontowanymi specjalnie czujnikami sił łożyskowych oraz systemu sterowania układem hydraulicznym siłowników opartym o sterownik centralny wraz z opracowanym przez Autora algorytmem działania. System ten może być w łatwy sposób, przy niewielkich nakładach finansowych oraz w krótkim czasie, zamontowany w użytkowanych i nowo budowanych lokomotywach produkcji krajowej.

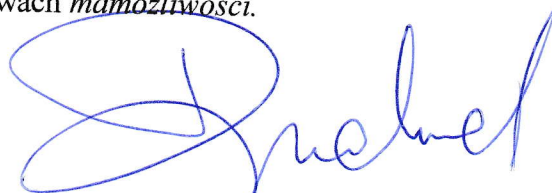
Jest to istotne z punktu widzenia obniżenia energochłonności transportu kolejowego na przestrzeni najbliższych kilku lat, w szczególności przy ograniczonych środkach finansowych.

## **3. Uwagi krytyczne**

### **3.1. Uwagi o charakterze edycyjnym**

Pierwszy zbiór uwag o charakterze edycyjnym dotyczy błędów językowych i stylistycznych występujących w recenzowanej rozprawie doktorskiej.

Dla przykładu – w drugim akapicie na stronie 20 Autor rozprawy napisał *...nie możliwości mierzenia wielkości geometrycznych bezpośrednio między kołem a szyną*. Ponadto poniżej widzimy błąd pisowni w słowach *mamożliwości*.



Z kolei na stronie 41 możemy przeczytać *Sterownik ten składa się z dwóch identycznych obwodów, aby możliwe było całkowite niezależne sterowanie obwodami hydraulicznymi*. Proszę o rozwinięcie tego zdania przez Autora.

Na stronie 41 w ostatnich dwóch wierszach Doktorant napisał *Równolegle generowane są również pliki diagnostyczne DIA, możliwe do odtworzenia w aplikacji diagnostycznej, wykorzystywane przez IPS*. Mam pytanie do Autora rozprawy co oznaczają skróty DIA oraz IPS?

Z kolei na stronie 47 czytamy *Schemat szczegółowy algorytmu sterującego przedstawiony został rys. 6.10*. Zdanie jest źle sformułowane a dodatkowo chyba chodzi tutaj o rysunek 6.14.

Ponadto nie za bardzo rozumiem, o co chodzi Autorowi w ostatnim zdaniu ze strony 70, które brzmi *Dlatego też zdecydowano się na przetestowanie innej koncepcji jako podstawowego źródła sygnałów dla systemu sterowania – z użyciem sygnałów naprężeń z przewodników zestawów kołowych*.

Z kolei na stronie 82 w drugim akapicie czytamy *Konstrukcja samego przewodnika jest odmienna, ze względu na innych układ prowadzenia zestawów kołowych*. Rodzi się tu pytanie od czego ta konstrukcja jest odmienna?

Na stronie 116 w rozdziale pt. *Wnioski* możemy przeczytać *Następnie przedstawiono kilka koncepcji budowy systemów wspomagania pracy zestawów kołowych i całych wózków wybranych lokomotyw, a na tej podstawie opracowano model matematyczne układów akwizycji wielkości na podstawie, których można stworzyć bazę parametrów zadanych do sterowania układami wykonawczymi*. Proszę Autora rozprawy o odpowiedź na pytanie o co w tym zdaniu mu chodzi?

Jednocześnie, w tekście rozprawy występują nieliczne błędy łamania tekstu. Dla przykładu tzw. „wiszące wiersze” można znaleźć na stronach 70, 87, 117. Zaś tzw. „wiszące litery” znajdują się na stronach: 22, 29, 32, 75. Pozostałe błędy językowe zostały zaznaczone w tekście rozprawy i przekazane Autorowi.

Pragnę zauważyć, że w recenzowanej pracy doktorskiej występuje duża liczba błędów związanych z prezentowanymi rysunkami, tabelami i wzorami.

Przede wszystkim brak jest bezpośredniego odwołania w tekście rozprawy do wielu rysunków oraz ich opisu. Utrudnia to czytanie rozprawy oraz ocenę przydatności zastosowania zamieszczonych w jej treści rysunków. Dla przykładu dotyczy to rysunków 1.1-1.3, 2.2-2.7, 4.4, 4.5, 4.7-4.9, 5.1-5.8, 6.1-6.5, 6.7-6.53, 7.4-7.5, 7.7-7.16, 7.21, 7.22, 7.27-7.45, 8.1-8.13.



Z kolei niektóre z zamieszczonych przez Autora rysunków są zupełnie nieczytelne np.: rysunki 5,3, 6.7, 7.2, 7.6 (na rysunku 7.6 trudno odczytać kolory linii), czy opisy wartości osi  $y$  z rysunków 6.25, 6.27, 6.29, 6.31, 6.33, 6.35, 6.37, 6.39, .41, 6.43, 6.45, 6.47, 6.49, 6.51, 6.53, 7.8, 7.10, 7.12, 7.14, 7.16.

Kolejna uwaga dotyczy rysunków 2.8 i 2.9 ze strony 17, a także rysunków 6.11, 8.2-8.5 oraz rysunku 8.11 i 8.13 na których występują napisy w języku angielskim.

Jednocześnie kieruję zapytanie do Autora rozprawy, co wnoszą do rozprawy rysunki 6.11, 6.13, 7.26, 8.2-8.6, 8.11, 8.13? Ponadto na rysunku 7.17 zamieszczono dwa czerwone elementy - co one oznaczają?

Uwaga o charakterze edycyjnym dotyczy także braku odwołania w tekście rozprawy do tabel 6.1-6.4 oraz do znajdujących się na stronie 23 dwóch wzorów użytych przez Autora. W mojej opinii Autor powinien wyjaśnić wymienione parametry zastosowane w tych wzorach.

### **3.2. Uwagi o charakterze ogólnym**

Moja pierwsza uwaga o charakterze ogólnym dotyczy zdania ze strony 21 znajdującego się pod rysunkiem 4.1 *Celem jest ustawienie wózka w łuku torowym zaprezentowane na rysunku 4.1*. Dodatkowo z podobnym sformułowaniem możemy spotkać się na stronie 24 gdzie czytamy *Celem jest wywołanie takich samych zwrotów sił na obu zestawach kołowych oraz ogólne zminimalizowanie wartości sił poprzecznych, które zwiększają opory jazdy podczas przejazdu pojazdu przez łuk torowy, oraz powodują zwiększone zużycie kół i szyn*. Rodzi się pytanie, czego jest to celem?

Druga uwaga związana jest ze wskazanym już wcześniej tj. w punkcie 3.1 recenzji problemie, którym jest brak omówienia zamieszczonych w tekście rozprawy rysunków. Dotyczy to wykresów z rysunków 6.22-6.53. Wnioski przedstawione w rozdziale 6.6.7 uważam za zbyt lakoniczne w stosunku do liczby tych rysunków. Podobna uwaga dotyczy dokonanej przez Doktoranta w rozdziale 7.1.5 analizy wykresów z rysunków 7.7-7.16. Także opis merytoryczny zamieszczony w rozdziale 7.2.5, który stanowi wnioski odnoszące się do wyników badań w warunkach kontrolowanych pojazdu szynowego przedstawionych na rysunkach 7.27-7.44 nie jest w mojej ocenie wystarczający.



#### 4. Pytania szczegółowe do Autora pracy

1. Proszę Autora rozprawy o omówienie założenia, o którym pisze na stronie 33 *Podstawowym założeniem konstrukcji stanowiska 51SB jest chęć jak najdokładniejszego odwzorowania układu, który miałby być zabudowany na pojeździe szynowym.*
2. Na stronie 75 zamieszczono tabelę 7.1 z wartościami nastaw regulatora rozdzielacza proporcjonalnego. Mam pytanie. Dlaczego przyjęto takie, a nie inne wartości nastaw?
3. Na stronie 89 *Przykładowe przebiegi sygnałów podczas przejazdu kabiną A do przodu.* Proszę o wskazanie na rysunku 7.25 która to kabina A, a która B?
4. Na stronie 116 w rozdziale pt. *Wnioski* możemy przeczytać *Podstawowym celem było obniżenie oddziaływania poprzecznego na tor – dlatego za bazę ćwiczebną wybrano trzy serie lokomotyw produkcji karowej z lat 70 i 80-tych ubiegłego stulecia... .* Proszę o odpowiedź na pytanie co Autor rozumie przez bazę ćwiczebną?

#### 5. Ocena rozprawy i wniosek końcowy

Pomimo przedstawionych przeze mnie w punkcie 3 uwag krytycznych, recenzowaną rozprawę doktorską Pana mgra inż. Maksymiliana Cierniewskiego oceniam pozytywnie. Doktorant wykazał się bardzo dobrą znajomością problematyki prowadzenia badań literaturowych, symulacyjnych oraz eksperymentalnych.

Rozprawa doktorska mgra inż. Maksymiliana Cierniewskiego ma przede wszystkim znaczenie aplikacyjne, a uzyskane wyniki mogą być wykorzystane w praktyce. Autor wykazał się także bardzo dobrą analizą stanu zagadnienia oraz zrozumieniem problematyki odnoszącej się do przedmiotu badań. Biorąc pod uwagę całość pracy tj. jej wartość poznawczą i użyteczną oraz znaczący wkład własny uważam, że Doktorant rozwiązał ważny problem z zakresu dyscypliny naukowej **inżynieria lądowa i transport**.

Dlatego też stwierdzam, że rozprawa doktorska Pana mgra inż. Maksymiliana Cierniewskiego pt.: „*System sterowania układu radialnego prowadzenia zestawów kołowych*” spełnia wymogi obowiązujących przepisów w odniesieniu do prac doktorskich.

Wniosuję, zatem o jej przyjęcie i dopuszczenie do publicznej obrony.

