

Dr hab. inż. Marcin Staniek, prof. PŚ
Wydział Transportu i Inżynierii Lotniczej
Politechnika Śląska
e-mail: marcin.staniek@polsl.pl

RECENZJA

rozprawy doktorskiej Pana **Armando Miguel Rilo Cañas**
pt. „**Koncepcja wydłużenia czasu użytkowania zestawów kołowych**
w elektrycznych zespołach trakcyjnych”

Podstawa opracowania: Pismo RD/d/41/02/2024 Rady Dyscypliny Inżynieria Lądowa, Geodezja i Transport Politechniki Poznańskiej, podpisana przez Przewodniczącego prof. dr. hab. inż. Jacka Pielechę z dnia 29.10.2024 r.

Dokumentację merytoryczną niezbędną do sporządzenia recenzji stanowi egzemplarz rozprawy doktorskiej Pana Armando Miguel Rilo Cañas pt. „Koncepcja wydłużenia czasu użytkowania zestawów kołowych w elektrycznych zespołach trakcyjnych”.

Promotorem rozprawy jest Pan dr hab. inż. Wojciech Sawczuk, prof. PP, promotorem pomocniczy: dr inż. Grzegorz Gramza.

1. Uwagi ogólne o doborze tematu rozprawy

Recenzowana rozprawa doktorska Pana Armando Miguel Rilo Cañas skupia się na opracowaniu koncepcji optymalizacji procesu obsługowo-naprawczego zestawów kołowych wieloczołowych zespołów trakcyjnych, które są poddawane oddziaływaniom zarówno od strony pojazdu, jak i toru, co wpływa na ich zużycie. Prace wykonane przez Doktoranta dotyczą kluczowego i aktualnego obszaru badawczego, istotnego z punktu widzenia naukowego oraz praktycznego. Wynika to z konieczności opracowania nowych metod i wytycznych dla zarządców taboru kolejowego w zakresie optymalizacji procesu eksploatacji oraz podejmowania właściwych działań organizacyjno-technicznych, mających na celu wydłużenie okresu użytkowania zestawów kołowych.

Badania przeprowadzone przez Pana Armando Miguel Rilo Cañas dostarczają nowego spojrzenia na funkcjonowanie układu hamulcowego, a pośrednio na liczbę operacji wymiany kół przed osiągnięciem dopuszczalnych granic ich zużycia. Zużycie kół oraz tarcz hamulcowych charakteryzuje się nierównomiernością, co dla przewoźnika oznacza konieczność dwukrotnego wyłączenia pojazdu z eksploatacji – raz w przypadku osiągnięcia maksymalnego zużycia tarcz, a drugi raz w przypadku wystąpienia krytycznego zużycia kół.

Doktorant, uwzględniając powyższe kwestie, zastosował w swojej pracy szereg metod badawczych, w tym analizę procesów tarcia, zużycia zestawów kołowych oraz praktyk obsługowo-naprawczych stosowanych w pojazdach szynowych, bazując na przeglądzie literatury. W ramach badań rozpoznawczych przeanalizował zużycie kół kolejowych, opisując

je za pomocą wybranych parametrów profilu koła, a także przeprowadził badania w elektrycznych zespołach trakcyjnych, które potwierdziły zmienny charakter zużycia poszczególnych zestawów kołowych.

Na podstawie zebranych wyników i przeprowadzonych analiz, Doktorant przedstawił techniczne rozwiązania możliwe do zastosowania w praktyce eksploatacyjnej, które mogą wydłużyć czas użytkowania i zwiększyć przebieg pojazdów. Zawniósł cztery różne koncepcje zarządzania zestawami kołowymi lub wózkami, które polegają na rotacyjnej zamianie zestawów lub wózków pomiędzy miejscami na podwoziu pojazdu o największym i najmniejszym zużyciu, co pozwala na równomierne rozłożenie zużycia w wielocłonowym zespole trakcyjnym.

Podsumowując, Pan Armando Miguel Rilo Cañas, podejmując zagadnienia dotyczące eksploatacji taboru kolejowego, ze szczególnym uwzględnieniem problemu nierównomiernego zużycia kół w elektrycznych zespołach trakcyjnych serii EN97 i EN76, przedstawił istotne wnioski, potwierdzone danymi z przeglądów okresowych pojazdów eksploatowanych od nowości. Praca Doktoranta odpowiada na aktualne potrzeby badawcze w obszarze optymalizacji eksploatacji zestawów kołowych. Kompleksowa analiza literatury, akwizycja danych eksperymentalnych, opracowanie modelu matematycznego, analiza wyników badań dotyczących zużycia kół i tarcz oraz opracowanie strategii zarządzania zestawami kołowymi świadczą o wysokim poziomie przygotowania naukowego i praktycznego Pana Armando Miguel Rilo Cañas. Rozprawa posiada zarówno wartość poznawczą, jak i istotne znaczenie aplikacyjne dla praktyków branży kolejowej.

2. Analiza struktury rozprawy – podział treści na rozdziały

Praca składa się z 186 stron, streszczenia w języku polskim i angielskim, wykazu ważniejszych oznaczeń i symboli, wprowadzenia, 9 ponumerowanych rozdziałów, bibliografii, oraz 2 załączników. Spis materiałów źródłowych zawiera 141 pozycji, w tym 1 pozycje współautorską Doktoranta. Zasadnicza treść pracy została zawarta w rozdziałach 1-9.

Część merytoryczna pracy rozpoczyna się Wprowadzeniem (str. 3), w którym krótko odniesiono się do obszaru badawczego podjętego przez Doktoranta. Rozdział ten przedstawia również strukturę oraz zakres poszczególnych części rozprawy doktorskiej.

W pierwszym rozdziale (Zużycie w styku koło-szyna; str. 19) przeprowadzono identyfikację kluczowych zagadnień dotyczących procesu zużycia w styku koła z szyną, z uwzględnieniem modeli tarcia oraz mechanizmów zużycia wieńców kół. Ponadto, przedstawiono wskaźniki zużycia oraz omówiono metody jego oceny, bazując na analizie dostępnej literatury naukowej.

Rozdział drugi (Procesy obsługowo-naprawcze pojazdów szynowych; str. 13) stanowi przegląd aktualnego stanu wiedzy dotyczącego procesów obsługowo-naprawczych pojazdów szynowych. W rozdziale omówiono strategie eksploatacyjne stosowane w odniesieniu do pojazdów szynowych, przedstawiono miary i wskaźniki służące ocenie efektywności systemów eksploatacyjnych, a także zaprezentowano nowoczesne metody zarządzania eksploatacją w sektorze transportu kolejowego. Rozdział kończy się omówieniem stanu wiedzy w zakresie procesów obsługowo-naprawczych stosowanych w eksploatacji pojazdów szynowych,

w którym Autor rozprawy stwierdza, że procesy obsługowo-naprawcze w pojazdach szynowych to cyt. „ ... zagadnienie bardzo złożone i ciągle rozwijane. Na obecnym stanie wiedzy możliwa jest osobna i wydzielona analiza i ocena dla zagadnień związanych z użytkowaniem, procesów obsługowych i osobno dla procesów naprawczych.”

W trzecim rozdziale (Badania rozpoznawcze zużycia kół pojazdu EN97; str. 21) zaprezentowano wyniki badań rozpoznawczych przeprowadzonych na elektrycznych zespołach trakcyjnych serii EN97. Na podstawie uzyskanych danych z pomiarów parametrów geometrycznych zestawów kołowych opracowano charakterystyki zmian tych parametrów, zarówno w aspekcie ilościowym, jak i jakościowym, dla poszczególnych zestawów. Dodatkowo wyznaczono zależności dotyczące zużycia zestawów kołowych w odniesieniu do ich lokalizacji na pojeździe. W podsumowaniu rozdziału Autor stwierdza, że analiza parametrów geometrycznych kół, zarejestrowanych podczas przeglądów P2 dla 14 pojazdów serii EN97 eksploatowanych przez dwa lata, umożliwiła uszeregowanie tych parametrów według częstotliwości przekroczeń, co determinowało decyzję o przetoczeniu kół.

Rozdział czwarty (Badania rozpoznawcze zużycia kół i tarcz hamulcowych pojazdu EN76; str. 21) prezentuje metodykę oraz wyniki badań rozpoznawczych przeprowadzonych na serii pojazdów EN76, dotyczących zmian dwóch kluczowych parametrów zestawu kołowego: średnicy kół oraz grubości tarcz hamulcowych. W rozdziale określono intensywności zużycia tych elementów, a także opracowano modele matematyczne opisujące zmiany średnicy kół i grubości tarcz hamulcowych w funkcji przebiegu. Na podstawie uzyskanych wyników dokonano prognozy dalszego przebiegu zestawów kołowych aż do osiągnięcia granicznych wartości zużycia średnicy kół oraz grubości tarcz hamulcowych. W podsumowaniu Autor stwierdza, że analiza dwóch parametrów geometrycznych zestawów kołowych (średnicy kół D i grubości tarcz T) przeprowadzona od przekazania pojazdów EN76 do przeglądu P4 wykazała, że konstrukcja zestawu nie umożliwia bezinwazyjnej wymiany elementu, który zużywa się szybciej (tarcze hamulcowe), w porównaniu do elementu zużywającego się wolniej (koła). W jednym z dziesięciu zestawów tarcze osiągają maksymalne zużycie, podczas gdy zużycie kół nie przekracza 75% dopuszczalnego limitu. Takiej sytuacji nie stwierdzono w pojazdach z hamulcem klockowym (EN97).

W piątym rozdziale (Sformułowanie własnej problematyki badawczej; str. 4), w podrozdziale 5.1 „Przełanki naukowo-badawcze własnej problematyki”, autor precyzuje lukę badawczą i przedstawia dodatkowe argumenty uzasadniające podjęcie pracy. Zwraca uwagę na długi czas dostawy części, szczególnie zestawów kołowych (do sześciu miesięcy), co prowadzi do wydłużenia wyłączenia pojazdu z eksploatacji. Podkreśla także szeregową strukturę zużycia zestawu kołowego, która wymusza wymianę całego zestawu przy zużyciu jednego elementu, mimo sprawności pozostałych. Istotne znaczenie ma również maksymalne wykorzystanie zestawu do kresowego zużycia kół oraz skrócenie czasu wyłączenia pojazdu podczas przetwarzania elementów zestawu.

Podrozdział 5.2 „Teza i cel pracy” w sposób formalny definiuje cele pracy i tezę pracy. Wskazana przez Autora rozprawy problematyka badawcza jest podstawą zdefiniowania celu i tezy rozprawy. Cytując Doktoranta:

„Cele naukowe to:

1. **Wyznaczenie charakterystyk zużyciowych zestawów kołowych przy znanych warunkach brzegowych,**
2. **Opracowanie modeli do oceny stanu zestawów kołowych pojazdu szynowego.**

Cele użyteczne to:

1. **Opracowanie metodyki oceny zestawów kołowych w procesie eksploatacji pojazdów szynowych,**
2. **Opracowanie algorytmów obsługowych dla zarządzania zestawami kołowymi w celu wydłużenia czasu użytkowania pojazdów szynowych.”**

Cele pracy nawiązują do istoty problemu naukowego określonego tytułem rozprawy „Koncepcji wydłużenia czasu użytkowania zestawów kołowych w elektrycznych zespołach trakcyjnych”. Uzpełnieniem sformułowanych celów naukowych i użytecznych pracy jest teza rozprawy, którą Autor zdefiniował jako:

„Możliwe jest wydłużenie czasu użytkowania i wydłużenie przebiegu pojazdu szynowego poprzez odpowiednie zarządzanie zestawami kołowymi w systemie ich eksploatacji oparte o wybrane charakterystyki ich zużycia.

Z punktu widzenia naukowego teza pracy została zapisana poprawnie. Zdaniem Autora rozprawy osiągnięcie postawionych celów naukowych i użytecznych wymaga, cyt.:

1. *„Wyznaczenia zależności między parametrami geometrycznymi opisującymi profil zestawu kołowego w zależności od przebiegu pojazdu.*
2. *Wyznaczenie zależności między grubością tarcz hamulcowych wybranych pojazdów szynowych od ich przebiegu.*
3. *Zastosowanie regresyjnych modeli diagnostycznych zmiany średnicy koła i grubości tarcz hamulcowych do prognozowania przebiegu pojazdu szynowego.*
4. *Zastosowanie regresyjnych modeli diagnostycznych zużycia średnicy koła i grubości tarcz hamulcowych do prognozowania przebiegu pojazdu szynowego.*
5. *Opracowania koncepcji zarządzania zestawami kołowymi w procesie ich obsługi w celu wydłużenia czasu użytkowania pojazdu i wydłużenia przebiegu pojazdu.*
6. *Opracowania strategii obsługi pojazdów szynowych w zakresie zarządzania zestawami kołowymi w procesie ich utrzymania dla wydłużenia czasu użytkowania.*
7. *Zastosowanie regresyjnych modeli diagnostycznych zmiany średnicy koła i grubości tarcz hamulcowych dla każdej analizowanej koncepcji zarządzania zestawami kołowymi do prognozowania czasu użytkowania pojazdu szynowego.*
8. *Zastosowanie regresyjnych modeli diagnostycznych zmiany średnicy koła i grubości tarcz hamulcowych dla każdej analizowanej koncepcji zarządzania zestawami kołowymi do prognozowania przebiegu pojazdu szynowego.”*

W celu realizacji założeń pracy doktorskiej, Autor wyznaczył zadania badawcze, które zostały zrealizowane na podstawie badań rozpoznawczych przeprowadzonych dla pojazdów EN97 i EN76. Wyniki tych badań posłużyły do dalszych analiz związanych z proponowanymi koncepcjami zarządzania zestawami kołowymi w procesie ich obsługi. Dodatkowo, przeprowadzono badania uzupełniające nad zastosowaniem tych koncepcji na kolejnych pojazdach, w tym EN57AL.

W szóstym rozdziale (Koncepcje zarządzania zestawami kołowymi; str. 26), przedstawiono cztery koncepcje zarządzania zestawami kołowymi w celu wydłużenia czasu użytkowania i przebiegu zestawów kołowych do osiągnięcia wymiaru kresowego w zakresie średnicy kół jak i grubości tarcz hamulcowych. Wśród zaproponowanych koncepcji zarządzania można wyróżnić: koncepcję zamiany zestawów kołowych w całym pojeździe, koncepcję zamiany zestawów kołowych w wózku, koncepcję zamiany wózków bez obracania, koncepcję zamiany wózków z obracaniem. Przeprowadzone przez Autora analizy wdrożenia czterech koncepcji zarządzania zestawami kołowymi i wózkami wykazały, że możliwe jest zwiększenie minimalnego wymiaru jednego z zestawów kołowych przed przeglądem P4 (naprawą rewizyjną). Minimalne wymiary, zwłaszcza w przypadku tarcz hamulcowych, zbliżały się do wartości granicznych, co determinowało konieczność naprawy, mimo że inne zestawy kołowe były w lepszym stanie. Największe wydłużenie czasu eksploatacji i przebiegu pojazdu uzyskano w następującej kolejności: migracja zestawów kołowych w pojeździe, zamiana wózków z obrotem, zamiana wózków bez obrotu oraz zamiana zestawów w wózku. Autor wskazuje, że zmiana minimalnych wymiarów (średnicy kół i grubości tarcz) zależy od liczby cykli zamiany, przy czym większa liczba cykli prowadzi do większych zmian tych parametrów. Zarządzanie zestawami kołowymi przynosi większe korzyści w odniesieniu do średnicy kół niż do tarcz hamulcowych, ze względu na większy dopuszczalny zakres zużycia kół (70 mm) w porównaniu do tarcz (10 mm). W przypadku tarcz zaleca się zwiększenie liczby cykli zamiany, co jednak podnosi koszty i wydłuża czas operacji. Właściwym momentem zamiany są przeglądy P2, wraz z planowanymi przetoczeniami zestawów kołowych. Ponadto w rozdziale dokonano prognozowania dalszego przebiegu zestawów kołowych dla wszystkich koncepcji zarządzania zestawami kołowymi.

Rozdział siódmy (Ocena zaproponowanych koncepcji zarządzania zestawami kołowymi, str. 16) obejmuje ocenę możliwości zastosowania wszystkich koncepcji w warunkach rzeczywistych podczas przeglądów okresowych. Dokonano w nim analizy przydatności parametrów i symptomów stanu zestawu kołowego do zastosowania danej koncepcji. Autor rozprawy, poprzez analizę wielokryterialną przeprowadzoną metodą unitaryzacji zerowej, uzyskał wyniki wskazujące, że najefektywniejszą metodą zarządzania jest zamiana wózków bez obracania. Na drugim miejscu uplasowała się metoda zamiany wózków z obracaniem. Mimo istotnych różnic między metodami, obie charakteryzowały się najwyższymi wartościami zmiennych agregatowych. Zarządzanie samymi zestawami kołowymi zajęło trzecie i czwarte miejsce. Doktorant dokonując przedmiotowej analizy wykazał również, że migracja wózków, mimo najmniejszego wzrostu wymiarów średnicy kół i grubości tarcz hamulcowych, była najbardziej korzystna pod względem pracochłonności, kosztów i zaangażowania personelu, co czyniło ją najszybszym i najtańszym rozwiązaniem. W rozdziale przedstawiono schemat blokowy algorytmu zamiany zestawów kołowych, w którym zestawy o największym zużyciu są relokowane na pozycje zestawów o mniejszym zużyciu. Po jej realizacji, opracowano dwa uzupełniające algorytmy, które wspierają realizację czterech koncepcji zarządzania zestawami kołowymi i wózkami. Pierwszy algorytm ma na celu redukcję intensywności zużycia kół o najmniejszej średnicy, a drugi spowolnienie procesu zużycia tarcz hamulcowych o najmniejszej grubości. Dodatkowo, w rozdziale omówiono założenia dotyczące przyszłej konstrukcji wózków, które umożliwią wdrożenie zaproponowanych koncepcji zarządzania. Zaprezentowano algorytm zarządzania zestawami kołowymi w elektrycznym zespole trakcyjnym serii EN76.

W rozdziale ósmym (Przykład zastosowania koncepcji zarządzania zestawami kołowymi, str. 16) zaprezentowano wyniki badań przeprowadzonych na innym zespole trakcyjnym, EN57AL, w którym wdrożono opracowane koncepcje. Przeprowadzone badania potwierdziły zasadność wdrożenia czterech koncepcji zarządzania zestawami kołowymi i wózkami, podobnie jak w przypadku pojazdów serii EN76. Zarządzanie, rozumiane jako migracja zestawów kołowych i wózków pod pojazdem, umożliwiło zwiększenie minimalnych wymiarów jednego z zestawów kołowych przed przeglądem P4, czyli naprawą rewizyjną. Autor rozprawy stwierdza, że w badaniach dodatkowych nad czterema koncepcjami zarządzania zestawami kołowymi i wózkami największe wydłużenie czasu użytkowania i przebiegu pojazdu uzyskano w kolejności: migracja zestawów kołowych, zamiana wózków z obracaniem, bez obracania oraz zamiana zestawów w wózku. Zwiększenie minimalnej średnicy kół zależy od liczby cykli zamiany, a lepsze wyniki uzyskuje się przy większych różnicach między maksymalną a minimalną średnicą kół na przeglądach. W pojazdach EN57AL większe przebiegi i dłuższy czas użytkowania osiągnięto dla zestawów tocznych, a różnice w średnicy kół były bardziej znaczące niż w zestawach napędnych.

Dziewiąty rozdział (Podsumowanie pracy, str. 4) obejmuje wnioski poznawcze i praktyczne oraz kierunki dalszych badań w zakresie zestawów kołowych pojazdów szynowych. Doktorant realizując pracę doktorską sformułował zasadne wnioski poznawcze dotyczące przedmiotowych badań, wśród których można wyróżnić m.in.:

1. Przy stałych warunkach eksploatacji zestawów kołowych, zużycie powierzchni tocznej kół ma charakter liniowy, co umożliwia precyzyjne prognozowanie dalszego zużycia.
2. Procesy obsługowo-naprawcze w pojazdach szynowych są złożone i dynamicznie rozwijane. Obecnie wymagają oddzielnej analizy użytkowania oraz napraw, jednak aby wydłużyć żywotność pojazdów, te procesy muszą być ściśle zintegrowane.
3. Obserwacja maksymalnych i minimalnych wartości średnicy kół oraz grubości tarcz pozwala tworzyć rozkłady częstości, co wspomaga wizualizację oraz umożliwia ocenę tempa zużycia.
4. Zmiany w średnicy kół najlepiej opisywać modelem kwadratowym, natomiast zmiany w grubości tarcz hamulcowych powinny być opisywane modelem liniowym.

Doktorant sformułował także zasadne wnioski poznawcze m.in.:

1. Najczęściej przekraczane parametry zestawów kołowych to średnica koła D i stromość obrzeża qR, odpowiadające za 43% i 33% przekroczeń w analizowanej grupie pojazdów.
2. Zużycie kół na średnicy tocznej jest większe w okresie jesienno-zimowym niż wiosenno-letnim.
3. Zużycie tocznej średnicy w zestawach napędnych jest większe niż w tocznych, natomiast tarcze hamulcowe zużywają się szybciej w wózkach tocznych.
4. Wzrost minimalnych wymiarów średnicy kół i grubości tarcz zależy od liczby cykli zamiany zestawów – im więcej cykli, tym większy wzrost.

Dalsze prace w zakresie oceny zużycia zestawów kołowych i wdrożenia nowych koncepcji zarządzania Doktorant upatruje w opracowaniu rozszerzonej metodyki badań zjawisk kontaktowych koło-szyna i koło-wstawka hamulcowa, z uwzględnieniem różnych rodzajów tarcia. Planuje rozbudowę koncepcji ZZWP o dodatkowy obrót zestawów kołowych, co pozwoli

ocenić wpływ na minimalną średnicę kół oraz uwzględni techniczne i organizacyjne ograniczenia. Ponadto, planuje zastosowanie metod sztucznej inteligencji w przedmiotowym obszarze badawczym.

Podsumowując, struktura rozprawy jest spójna i klarowna, a jej ogólna forma, zakres oraz podział na rozdziały obejmują wszystkie kluczowe aspekty przedmiotu realizowanych badań.

3. Ocena merytoryczna rozprawy

Analiza treści całej pracy wskazuje, że Pan Armando Miguel Rilo Cañas podjął się ambitnego zadania, zdefiniowanego w celu pracy, polegającego na wydłużeniu czasu eksploatacji zestawów kołowych w elektrycznych zespołach trakcyjnych poprzez opracowanie czterech koncepcji zarządzania tymi zestawami. W ramach realizacji tego celu Doktorant stworzył algorytmy i narzędzia matematycznego programowania, które umożliwiają wdrożenie każdej z koncepcji, uwzględniając takie czynniki, jak zmiana średnicy kół, grubość tarczy, dostępność sprzętu, liczba wymaganych pracowników oraz czas i koszty realizacji.

W tym kontekście kluczowe dla rozprawy są rozdziały 6, 7 i 8, w których Autor przedstawia opracowane koncepcje zarządzania zestawami kołowymi. Obejmują one koncepcję wymiany zestawów kołowych w całym pojeździe, wymianę zestawów kołowych w wózku, wymianę wózków bez ich obracania oraz z obracaniem, a także określone warunki brzegowe tych koncepcji. Doktorant dokonał również szczegółowej analizy przydatności tych rozwiązań, oceniając wyniki badań oraz wybierając kryteria oceny i ich wartościowanie. Bardzo wysoko oceniam przykład praktycznego zastosowania koncepcji zarządzania zestawami kołowymi, które potwierdziło, że przeprowadzone badania na elektrycznym zespole trakcyjnym EN57AL uzasadniają wdrożenie czterech zaproponowanych koncepcji zarządzania zestawami kołowymi lub wózkami, podobnie jak w pojazdach serii EN76. Zarządzanie w formie migracji zestawów kołowych i wózków pozwala na zwiększenie minimalnych wartości wymiarowych zestawów kołowych przed naprawą rewizyjną.

Uważam, że cel pracy, jaki wyznaczył sobie Pan Armando Miguel Rilo Cañas, ma istotne znaczenie zarówno z perspektywy naukowej, jak i praktycznej. Przeprowadzone badania dotyczące zużycia kół pojazdu EN97 oraz kół i tarcz hamulcowych pojazdu EN76, a także opracowane koncepcje zarządzania zestawami kołowymi i ich analiza, potwierdzają osiągnięcie zamierzonych celów oraz dowodzą słuszności tezy pracy zatytułowanej „Koncepcja wydłużenia czasu użytkowania zestawów kołowych w elektrycznych zespołach trakcyjnych”. Uważam, że przedstawiona do recenzji praca doktorska, stanowi oryginalne i autorskie podejście do problemu eksploatacji taboru kolejowego, szczególnie w odniesieniu do nierównomiernego zużycia kół w zespołach trakcyjnych serii EN97 i EN76. Doktorant wypełnił istotną lukę badawczą w zakresie zarządzania zestawami kołowymi, co umożliwia podejmowanie racjonalnych decyzji w eksploatacji i zarządzaniu taborem kolejowym.

Przytoczone fakty wskazują, że Pana Armando Miguel Rilo Cañas zrealizował postawione cele poznawcze i użyteczne rozprawy i udowodnił jej tezę. Jako główne osiągnięcia Doktoranta uważam:

1. Przeprowadzenie badań diagnostycznych zużycia kół pojazdu EN97 oraz kół i tarcz hamulcowych pojazdu EN76, a także oszacowanie intensywności zużycia i modelowania zużycia zestawów kołowych.
2. Opracowanie koncepcji zarządzania zestawami kołowymi, w tym koncepcji wymiany zestawów kołowych w całym pojeździe oraz w wózku, a także koncepcji wymiany wózków bez obracania i z obracaniem.
3. Ocena zaproponowanych koncepcji zarządzania zestawami kołowymi, obejmująca analizę przydatności wyników badań, wybór kryteriów oceny, ich wartościowanie oraz ocenę skuteczności koncepcji zarządzania zestawami kołowymi lub wózkami.
4. Przykład zastosowania koncepcji zarządzania zestawami kołowymi w elektrycznym zespole trakcyjnym EN57AL, wraz z analizą zmian w wartościach średnicy kół po zarządzaniu zestawami.

Stwierdzam, że tematyka poruszona w rozprawie oraz sposób rozwiązania postawionego problemu badawczego świadczą o wysokim poziomie merytorycznym Doktoranta, jego dojrzałości naukowej oraz umiejętności samodzielnego prowadzenia badań. Przedstawione zagadnienia dowodzą solidnego przygotowania i zaangażowania Autora w rozwiązywanie problemu badawczego.

Uważam, że struktura pracy, sposób opracowania materiału empirycznego oraz forma przeprowadzonej analizy, w tym zastosowana metodyka badawcza, są odpowiednie dla tego typu rozpraw. Doktorant wykazał się rozległą wiedzą teoretyczną, dobrą znajomością badanego zagadnienia oraz biegłością w stosowaniu metod eksperymentalnych w dziedzinie inżynierii lądowej, geodezji i transportu.

4. Pytania szczegółowe i uwagi krytyczne

Analiza tekstu rozprawy rodzi szczegółowe pytania, które nasunęły się w trakcie pisania recenzji. Oczekuję odpowiedzi na poniższe pytania podczas publicznej obrony:

1. W pracy doktorskiej napisał Pan cyt. „Celem naukowym pracy doktorskiej jest koncepcja optymalizacji procesu obsługowo-naprawczego zestawu kołowego w zakresie techniczno-ekonomicznym dla wybranych typów pojazdów.” Proszę o doprecyzowanie stwierdzenia „koncepcja optymalizacji procesu”. Czy pojęcie optymalizacji oznacza zaplanowanie działań prowadzących do udoskonalenia całego cyklu związanego z obsługą i naprawą zestawu kołowego w sposób, który maksymalizuje wydajność techniczną i jednocześnie minimalizuje koszty?
2. W pracy doktorskiej napisał Pan cyt. „Celem użytecznym pracy jest opracowanie innowacyjnych algorytmów obsługowo-naprawczych dla zestawów kołowych, stosowanych podczas przeglądów okresowych dla zmniejszenia zjawiska intensywności zużycia kół i tarcz hamulcowych oraz wydłużenia czasu ich użytkowania.” Proszę o doprecyzowanie stwierdzenia „innowacyjne algorytmy obsługowo-naprawcze”. Jak należy rozumieć innowacyjność zarządzania zestawami kołowymi w celu wydłużenia czasu użytkowania pojazdów szynowych?
3. W pracy doktorskiej napisał Pan cyt. „Na podstawie przeprowadzonych badań eksploatacyjnych opracowano algorytmy, umożliwiające realizację poszczególnych

koncepcji zarządzania zestawami kołowymi lub wózkami w oparciu o szereg kryteriów Opracowane algorytmy umożliwiają realizację każdej koncepcji w zależności o kryterium decyzyjnego, co zostało potwierdzone jedną z metod programowania wielokryterialnego.” Typowy algorytm to sekwencja instrukcji, które są wykonywane w określonym porządku, aby rozwiązać konkretne zadanie w sposób systematyczny i logiczny. Opracowane przez Pana algorytmy zarządzania zestawami kołowymi lub wózkami dokonują wyboru odpowiedniej koncepcji zarządzania na podstawie zdefiniowanych warunków. Innymi słowy, zaproponowane algorytmy wskazują jedno rozwiązanie spośród wielu możliwych opcji, dlatego stwierdzenie, że „algorytmy umożliwiają realizację każdej koncepcji”, jest nieprecyzyjne.

W pracy dostrzegłem pewne niedociągnięcia, które choć nie wpływają na moją ocenę merytoryczną rozprawy, stanowią jednak uchybienia formalne. Należy do nich m.in. występowanie symbolu T, który został użyty w różnych kontekstach: jako temperatura wyrażona w stopniach Celsjusza (w Wykazie ważniejszych oznaczeń i symboli), jako siła tarcia wyrażona w Niutonach (we wzorze 1.1) oraz jako tekstura krystalitów (we wzorze 1.13).

5. Konkluzja

Uważam, że przedstawione w recenzji uwagi i zastrzeżenia nie umniejszają merytorycznej wartości naukowej i aplikacyjnej recenzowanej pracy. Praca stanowi oryginalne rozwiązanie problemu badawczego sformułowanego w tezie, jak również opisanego w charakterystyce rozprawy. Zakres rozprawy mieści się w obszarze badań właściwych dla dyscypliny naukowej inżynieria lądowa, geodezja i transport.

Stwierdzam, że rozprawa doktorska Pana Armando Miguel Rilo Cañás pt. „Koncepcja wydłużenia czasu użytkowania zestawów kołowych w elektrycznych zespołach trakcyjnych” spełnia wymagania określone w Ustawie z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2020 r. poz. 85 z późn. zm.) oraz mieści się w ramach dyscypliny inżynieria lądowa, geodezja i transport.

Wnoszę o dopuszczenie do publicznej obrony rozprawy doktorskiej Pan Armando Miguel Rilo Cañás na Wydziale Inżynierii Lądowej i Transportu Politechniki Poznańskiej oraz o kontynuowanie procedury w celu nadania stopnia doktora nauk inżynieryjno-technicznych w dyscyplinie inżynieria lądowa, geodezja i transport.



Marcin Staniek