

# RECENZJA

*Rozprawy doktorskiej*  
*mgra inż. Roberta Świechowicza*

*pt.*

## ***„Zastosowanie krajowych pojazdów kolejowych w aspektach środowiskowych i ekonomicznych”***

Podstawą opracowania recenzji jest pismo Przewodniczącego Rady Dyscypliny Inżynieria Lądowa i Transport Politechniki Poznańskiej z dnia 23.09.2021 roku (nr DR-63/633/1/2021).

### **1. Charakterystyka rozprawy doktorskiej**

Opiniowana praca została wykonana na Wydziale Inżynierii Lądowej i Transportu Politechniki Poznańskiej pod kierunkiem Pana prof. dr hab. inż. Jerzego Merkisza i promotora pomocniczego Pana dr n. tech. Włodzimierza Staweckiego, prof. nadzw. Jej przedmiotem jest, zgodnie z tytułem, analiza zastosowania zróżnicowanych spalinowych jednostek napędowych pasażerskich pojazdów trakcyjnych, eksploatowanych na krajowych liniach kolejowych. Zagadnienia poruszane w rozprawie skupiają się wokół aspektów ekonomicznych i środowiskowych. Współczesne ograniczenia dotyczące ochrony środowiska wymuszają konieczność monitoringu uciążliwości środowiskowej takich napędów (w tym uwzględnienie ochrony środowiska, komfortu jazdy oraz emisji hałasu), a jednocześnie powinny uwzględniać ekonomiczną opłacalność inwestycji w środki transportu szynowego. Krajowe warunki eksploatacji pojazdów szynowych wymuszają prowadzenie badań w zakresie emisji spalin do atmosfery, przy jednoczesnym uwzględnieniu innych aspektów środowiskowych, w rzeczywistych warunkach eksploatacji. Wynika to z nietypowości taboru kolejowego a także możliwości wykonania badań na obiektach rzeczywistych. W pracy główny problem badawczy związany z wpływem warunków pracy pojazdów szynowych z silnikami o zapłonie samoczynnym, należących do grupy silnikowych zespołów trakcyjnych na emisję szkodliwych związków spalin z silników oraz na zużycie paliwa. Przeprowadzone testy badawcze skupiały się na wpływie dwóch zróżnicowanych stylów jazdy, na wybrany profil prędkości pojazdu szynowego oraz zróżnicowane parametry profilu prędkości w postaci średniej prędkości i przyspieszania badanych pojazdów. Oba wskazane parametry można uznać za przynależące do trendu w technikach prowadzenia pojazdu zwanego ekodrivingiem. Testy te przeprowadzono na typowych szlakach komunikacyjnych. Badania prowadzono

z wykorzystaniem obiektów badań należących do jednej z podstawowych grup pojazdów szynowych, wykorzystywanych do regionalnego przewozu pasażerów na trasach o krótkich i średnich dystansach. Tego typu połączenia kolejowe charakteryzują się licznymi zatrzymaniami na przystankach, zwłaszcza w obszarach zurbanizowanych, co uzasadnia potrzebę dalszych badań i analiz dotyczących wpływu stylu jazdy na środowisko naturalne człowieka.

Kolejnym aspektem pracy badawczej była obszerna analiza ekonomiczna eksploatowanych pojazdów szynowych. Dokonano tutaj analizy kosztów dostosowania pojazdów szynowych do kolejnych norm emisji spalin Stage. Ze względu na stan taboru kolejowego (brak eksploatacji pojazdów spełniających normę Stage V na liniach krajowych) nie uwzględniono tych badań w analizach ekonomicznych. Analizy te prowadzono w kilku aspektach modernizacji krajowych pojazdów szynowych oraz ich przebiegów. Podczas badań zwrócono uwagę również na aspekt środowiskowy powiązany z ekspozycją hałasu pojazdów szynowych na pasażerów i maszynistę.

## 2. Zawartość pracy i układ rozprawy

### 2.1. Ogólna charakterystyka rozprawy

Oceniana rozprawa doktorska składa się z pięciu zasadniczych części, której strukturę przedstawiono na rysunku 1 na stronie 45.

Pierwsza teoretyczno-organizacyjna, zawierająca 45 stron, w tym strona tytułowa, spis treści, streszczenie w języku polskim, wykaz ważniejszych skrótów i oznaczeń, a następnie przedstawiono wstęp i genezę pracy w rozdziałach od pierwszego do czwartego. Rozdział pierwszy przedstawia wprowadzenie. Rozdział drugi, opisuje stan i perspektywy rozwoju transportu szynowego w Polsce. Trzeci opisuje wpływ transportu na środowisko naturalne a czwarty, regulacje prawne w zakresie badań emisji z silników spalinowych.

Druga syntetyczna, przedstawiająca problematykę dysertacji, jej cel i zakres, stanowiąca rozdział piąty.

Rozdział szósty stanowi trzecią część pracy i opisuje zakres i metodyki badań.

Część czwarta zasadnicza, opisana w trzech rozdziałach, w których każdy jest poświęcony osobnemu wątkowi pracy, stanowiących jedną całość, zawartą na 55 stronach dysertacji. Rozdział siódmy dotyczy ekonomicznych aspektów dostosowania silników spalinowych pojazdów szynowych do kolejnych norm emisji spalin Stage. Rozdział ósmy dotyczy oceny emisyjnej pojazdów szynowych na wybranych krajowych liniach kolejowych. Rozdział dziewiąty jest poświęcony ocenie komfortu jazdy maszynisty oraz pasażerów, a rozdział dziesiąty dokonuje analizy efektywności ekonomicznej spalinowych pojazdów trakcyjnych.

Piąta część to wnioski ogólne, metodyczne, szczegółowe i prognostyczne. Na końcu pracy jest zawarta literatura licząca 128 pozycji, a całość pracy zakańcza streszczenie w języku angielskim.

Rozprawa doktorska Pana mgra Roberta Świechowicza pt. „**Zastosowanie krajowych pojazdów kolejowych w aspektach środowiskowych i ekonomicznych**” jest osiągnięciem Autora w zakresie objętym tytułem i zawiera elementy autorskie, istotne w dyscyplinie inżynierii lądowej i transportu. Autor dokonał praktycznego podziału pracy na części, które ujął w jedenastu rozdziałach, formułując przy tym główny problem badawczy.

W rozdziale pierwszym pt. „Wprowadzenie i ogólna charakterystyka pracy”, znajduje się dobrze opracowany wstęp w postaci zwartej kompendium wiedzy, które wprowadza czytelnika do treści rozprawy oraz prezentuje zakres badań i analiz, zaprezentowanych w rozprawie.

Rozdział drugi pt. „Stan i perspektywy rozwoju transportu szynowego w Polsce” określa najważniejsze informacje dotyczące aktualnego stanu taboru kolejowego u największych polskich przewoźników kolejowych. Stan taboru kolejowego przedstawiono w podziale na typy przewoźników oraz rozmieszczenie terytorialne. W podsumowaniu rozdziału przedstawiono plany zakupowe taboru kolejowego w najbliższych latach, prezentowane zarówno przez grupę PKP jak i podległe samorządom wojewódzkim spółki.

Rozdział trzeci pt. „Transport szynowy a środowisko naturalne” prezentuje wpływ transportu na środowisko naturalne. Globalnie transport jest odpowiedzialny za emisję dwutlenku węgla i wynosi około 25%. W rozdziale zaprezentowano również działania w zakresie ochrony środowiska w trakcie okresów życia taboru kolejowego.

Rozdział czwarty pt. „Wymagania i uregulowania prawne w zakresie badań emisji z silników spalinowych pojazdów szynowych” przedstawia uregulowania prawne Unii Europejskiej dotyczące norm i badania emisji spalin pojazdów trakcyjnych oraz problem emisji hałasu przez transport kolejowy.

Rozdział piąty pt. „Problematyka dysertacji, jej cel i zakres” określa główny problem badawczy, którym jest **„zastosowanie takich warunków eksploatacji pojazdów, spełniających typowe limity emisji spalin, które przyniosą korzyści środowiskowe (w postaci ograniczenia emisji spalin i komfortu jazdy) oraz ekonomiczne na typowych krajowych liniach kolejowych”**.

Dalej przedstawiono wymagane przez problem badawczy analizy i rozwiązania następujących zagadnień:

1. ocenę bieżącego stanu uciążliwości środowiskowej pojazdów szynowych;
2. propozycję zmian w warunkach prowadzenia pojazdów szynowych;
3. ocenę stanu komfortu jazdy zarówno w odniesieniu do maszynisty oraz pasażerów;
4. analizy warunków ekonomicznych w postaci szacowania kosztów i przychodów z uwzględnieniem różnych wariantów użytkowania takich pojazdów szynowych.

Rozdział szósty pt. „Zakres i metodyka badań” opisuje metodykę badania emisji spalin, w aspekcie stylu jazdy, badania hałasu oraz komfortu jazdy pojazdów szynowych. W pracy opisane zostały obiekty badań wraz z aparaturą pomiarową. Badania zostały zaplanowane w warunkach rzeczywistych na liniach PKK w różnych stylach jazdy, które nazwano standardowy oraz ekoprzejazdy, z wykorzystaniem techniki prowadzenia pojazdu tzw. ekodrivingu. Część badań zrealizowano na torze testowym w ośrodku badawczym w Żmigrodzie, w warunkach odzwierciedlających rzeczywiste warunki jazdy.

Rozdział siódmy pt. „Aspekty ekonomiczne wprowadzenia limitów emisji spalin” przedstawia analizę kosztów ograniczania emisji spalin poprzez silniki spalinowe w kontekście dostosowania ich do wymagań norm emisji spalin Stage. Zwrócono uwagę na kontrolę emisji spalin, obejmującą jej podział na trzy grupy:

- kontrolę wewnątrzcyldrową,
- systemy oczyszczania spalin,
- prace badawczo-rozwojowe.

Następnie dokonano ich analizy w aspekcie zmian limitów emisji spalin.

Rozdział ósmy pt. „Emisyjna ocena wybranych krajowych lokomotyw spalinowych” opisuje badania wybranych jednostek taborowych napędzanych silnikami wysokoprężnymi różnych generacji. Dokonano analizy wpływu stylu jazdy maszynisty na emisję spalin zastosowanych silników spalinowych na odcinkach pomiarowych w rzeczywistych warunkach eksploatacji.

Rozdział dziewiąty pt. „Ocena komfortu jazdy maszynisty oraz pasażera” prezentuje ocenę drgań w kabinie maszynisty oraz wagonu pasażerskiego w spalinowych pojazdach trakcyjnych. Następnie zaprezentowano ocenę akustyczną kabiny maszynisty oraz wagonów pasażerskich. Pomiary poziomu hałasu słyszalnego w kabinach maszynisty i w pomieszczeniach pasażerskich wykonano na postoju oraz podczas jazd z prędkością 80 km/h oraz 120 km/h, w różnych punktach pomiarowych. Badania w kabinie i przestrzeni pasażerskiej wykonano przy włączonym i wyłączonym układzie klimatyzacji.

Rozdział dziesiąty pt. „Efektywność ekonomiczna spalinowych pojazdów trakcyjnych” dokonuje analizy zakresu ekonomicznej analizy efektywności sposobu realizacji przewozów pasażerskich na niezelektryfikowanych liniach kolejowych. Analizie poddano opłacalność modernizacji i naprawy głównej posiadanych już starych pojazdów oraz zakup nowych pojazdów szynowych oferowanych na rynku. Analiza jest przeprowadzona w trzech wariantach realizacji przewozem starym pojazdem spełniającym normę Stage II, pojazdem po modernizacji spełniającym normę Stage III oraz nowym pojazdem o większej pojemności pasażerów, spełniającym normę Stage III.

Rozdział dziesiąty pt. „Wnioski”, kończący pracę, zawiera cztery podrozdziały. Wnioski ogólne, następnie przedstawia wnioski metodyczne i szczegółowe. Na zakończenie rozprawy przedstawione są wnioski prognostyczne.

Realizacja tak szerokiego zakresu pracy nie byłaby możliwa, bez dostępu do pojazdów spalinowych, będących przedmiotem badań. Autor przedstawia dobrze zaplanowany eksperyment na rzeczywistych odcinkach linii kolejowej w warunkach rzeczywistej eksploatacji oraz możliwość wpływu na sposób prowadzenia pojazdu szynowego przez maszynistę. Wpływ miał również dostęp do toru testowego w ośrodku badawczym w Żmigrodzie. Doktorant jest dobrze osadzony w problematyce badawczej pracy a także wykorzystał potencjał badawczy w szerokim zakresie. Autor rozprawy określił własny wątek badawczy, co świadczy o dobrze opanowanej wiedzy w zakresie tematu rozprawy, znajomości warsztatu badawczego i potwierdza zdolność Autora do realizacji samodzielnej pracy naukowej.

Podsumowując stwierdzam, że zaproponowany przez Autora układ pracy jest poprawny i szeroki w tematycznym ujęciu.

## 2.2. Ocena merytoryczna i uwagi dotyczące rozprawy

Pod względem merytorycznym i metodycznym, pracę oceniam pozytywnie. Układ pracy jest logiczny, treści rozprawy odpowiadające tokowi przeprowadzanych analiz i badań (identyfikacja problemu badawczego – analiza problemu – opis metodyki i zakresu badań - badania i testy pojazdów szynowych – analiza – wnioskowanie) jest typowym, klasycznie prawidłowym metodycznie ciągiem czynności badawczych, czyniącym klarownym układ treści pracy.

Zasadniczym osiągnięciem Autora, zgodnie z przyjętym celem głównym rozprawy, jest po pierwsze zbadanie eksploatacji pojazdów spalinowych w transporcie kolejowym pod względem emisji spalin, dla odmiennego stylu prowadzenia ich jazdy wraz z oceną środowiskową oddziaływania pojazdu na środowisko. Ocena umożliwiła również określenie procentowego wpływu stylu jazdy na parametry ekonomiczne związane ze zużyciem paliwa. W drugim wątku dokonano oceny komfortu jazdy maszynisty oraz pasażerów wewnątrz pojazdu szynowego, dla zdefiniowanego wskaźnika spokojności biegu i ciśnienia akustycznego w szerokim paśmie oktawowym. Przedstawiona analiza akustyczna jest krytyczna i przedstawia również miejsca newralgiczne, dla których niespełnione jest kryterium akustyczne dla badanych dwóch pojazdów. Osobnym

osiągnięciem poruszonym w pracy jest przeprowadzona analiza ekonomicznej efektywności wariantów zastosowania rozwiązań ograniczających wpływ użytkownika spalinowych pojazdów trakcyjnych.

Punktem wyjścia do oceny merytorycznej rozprawy jest analiza kluczowych informacji na temat trafności podjętej tematyki rozprawy i jej uzasadnienia, co zostało zapisane w części teoretycznej (rozdziały 1, 2, 3 i 4). W części tej Autor przedstawił wprowadzenie i stan transportu szynowego w kraju. Przedstawił wykorzystanie taboru szynowego w Polsce oraz przedstawił strukturę parku maszynowego, pod względem jego wieku. Pojazdy spalinowe w dominującej większości są lokomotywami w wieku ponad 40 lat oraz zespołami trakcyjnymi i wagonami silnikowymi z początku XXI wieku. Tabor ten wymaga pilnej wymiany lub modernizacji. Autor zaprezentował plany inwestycyjne największych polskich przewoźników, koncentrujące się na zakupie nowych pojazdów elektrycznych, hybrydowych oraz w przyszłości wodorowych. Następnie autor przedstawił wpływ transportu na środowisko, dający ok. 25% globalnej emisji dwutlenku węgla, przy udziale transportu szynowego na poziomie 4,5% w całej emisji generowanej przez transport. Autor uwzględnił również oddziaływania na środowisko takie jak hałas oraz wpływ budowy (projektowania) i eksploatacji. Przedstawiono parametry eksploatacyjne pojazdów szynowych i w tym kontekście komentarza wymaga średnia dobową odległość przejechana przez czynne egzemplarze, wyrażona w tysiącach kilometrów w tabeli 2.4.

Autor skupił się na wymaganiach dotyczących norm emisji silników spalinowych uznając je (silniki spalinowe zastosowane w kolejnictwie) prawdopodobnie za największy problem związany z oddziaływaniem transportu szynowego na środowisko, co jest dużym problemem społecznym. Wydaje się jednak, że celowym na tym etapie byłoby porównanie w istniejącej strukturze przewozów kolejowych i dominującym udziałem trakcji elektrycznej, wpływu pojazdów elektrycznych i spalinowych, zwracając uwagę na istniejące dzisiaj w Polsce źródła energii elektrycznej i ich wpływ na środowisko.

Następna część pracy stanowiła wspomniany cel i zakres, podsumowany czytelnym diagramem prezentującym strukturę oraz logikę dysertacji. Dzieli on pracę na wstęp i genezę pracy, metodykę badań, badania eksperymentalne i analizę zakończoną podsumowaniem.

Obszernym i podstawowym zakresem pracy były badania eksperymentalne przeprowadzone na obszernej próbie krajowych pojazdów spalinowych w zróżnicowanym wieku i poziomie technicznym. Badania miały na celu określenie przede wszystkim wpływu pojazdów szynowych na środowisko naturalne człowieka (emisja spalin) z jednoczesnym uwzględnieniem zagadnień drgań i hałasu, a także komfortu jazdy, ze szczególnym uwzględnieniem wpływu prowadzenia pojazdu przez maszynistę. Wyniki badań wykazały, że styl prowadzenia pojazdów ma duży wpływ na emisję zanieczyszczeń w spalinach, a zastosowanie ekodrivingu wykazało korzyści ekologiczne ograniczające emisję CO: 24,9%, CO<sub>2</sub>:22,0%, NO<sub>x</sub>: 21,4%, HC: 8,1%. Autor wykazał się znajomością tematyki ale dla czytelności dysertacji, powinien przytoczyć parametry profilu prędkości oraz zasady ekodrivingu dla pojazdów szynowych. Na ich podstawie, w podsumowaniu dobrze byłoby przedstawić rekomendacje w tym zakresie. Interesującym w tym zakresie jest rysunek 8.15, przedstawiający zmiany parametrów emisyjnych i ekonomicznych pojazdów szynowych dla ekodrivingu. Kooperacja pomiędzy emisją dwutlenku węgla a zużyciem paliwa świadczy o prawidłowości wykonanych pomiarów.

Wyniki te należy uznać za bardzo interesujące z uwagi na efekt osiągnięty nie poprzez kosztowne kapitałowe inwestycje a odpowiednie przeszkolenie maszynistów. Efekty

były widoczne zarówno w pojazdach starszych jak i nowej generacji. Największe efekty zaobserwowano przy eksploatacji pojazdów starszej generacji, co jest o tyle istotne, że stanowią one większość na polskich torach.

Ocenie został również poddany komfort jazdy maszynisty oraz pasażerów. Ocena drgań w kabinie maszynisty oraz części pasażerskiej, a także komfortu pasażera wskazały na wartości poniżej wymagań granicznych, określonych w odpowiednich normach. Tu prosiłbym o zdefiniowanie przez Doktoranta określenia użytego na rysunku 9.1, sformułowania – poziom poprzeczny?

Ocena poziomu dźwięku w kabinach maszynisty wskazuje na spełnianie kryteriów badawczych, jednak ocena poziomu dźwięku w pomieszczeniach pasażerskich nie była jednoznaczna i wymaga działań naprawczych. Idealną pożądaną sytuacją badawczą byłaby sytuacja umożliwiająca przeprowadzenie badań na wszystkich punktach pomiarowych pojazdu szynowego w identycznych warunkach (na tej samej trasie kolejowej), jednakże jak rozumiem byłoby to bardzo trudne z organizacyjnego i logistycznego punktu widzenia.

Przeprowadzona w rozdziale 10 analiza ekonomiczna wykazała, że z punktu widzenia rentowości, najbardziej efektywne jest przeprowadzanie przewozów używanym pojazdem po naprawie głównej. Decyzje o modernizacji pojazdów wynikają z czynników takich jak komfort pasażerów i zwiększenie atrakcyjności oferty przewozowej. Korzyścią, która ma znaczenie dla przewoźników, dla realizacji przewozów nowoczesnymi pojazdami o zwiększonej pojemności jest możliwość pozyskania dofinansowania unijnego na zakup nowego taboru. Jednak bezwzględny warunkiem dla rentownej eksploatacji takich pojazdów jest odpowiednio wysoki popyt na przewozy. Popyt ten można również zwiększyć przez wykorzystanie bardziej komfortowych dla pasażerów i nowocześniejszych trójczłonowych zespołów trakcyjnych i większej pojemności pasażerskiej. Pod tym kątem dobrze byłoby przedstawić analizę ekonomiczną w przeliczeniu na pasażera, w odniesieniu do przytoczonego dobowego przebiegu takiego pojazdu. Czy Doktorant spotkał się z taką analizą?

Praca została zakończona wnioskami ogólnymi, metodycznymi, szczegółowymi oraz prognostycznymi, które pozwoliły autorowi stwierdzić rozwiązanie głównego problemu badawczego jakim było:

*wykazanie korzyści środowiskowych (w postaci ograniczenia emisji spalin i komfortu jazdy) oraz ekonomicznych, na typowych krajowych liniach kolejowych przez zastosowanie określonych warunków eksploatacji pojazdów szynowych (ekodrivingu).*

W odniesieniu do uwag szczegółowych, związanych z kwestiami edytorskimi, w pracy występują, co należy podkreślić, nieliczne błędy o charakterze redakcyjnym czy stylistycznym, jednak te oznaczono w pracy i bezpośrednio przekazano Autorowi. Powyższe uwagi mają charakter wyłącznie porządkowy i nie umniejszają wartości merytorycznej rozprawy, którą uważam za bardzo wartościową.

### **3. Podsumowanie oceny**

#### Zalety pracy

Praca ma unikalny charakter eksperymentalny, a całość badań zrealizowano na pojazdach szynowych w rzeczywistych warunkach pracy, na wybranych liniach kolejowych. Pozwoliło to Autorowi zastosować unikalną aparaturę pomiarową, a wyniki przedstawić w postaci ilościowej, z wyraźnym wskazaniem różnic w emisji. Autor przedstawił zależność emisji spalin od stylu jazdy i korzyści z ekonomicznego stylu jazdy na typowych szlakach kolejowych. Badania takie należy uznać za bardzo cenne, gdyż

wymagają znacznych nakładów inwestycyjnych, związanych z aparaturą, a także czasowych, dotyczących przygotowania takich badań. Osobnym problemem, a jednocześnie niezbędnym przy tego typu badaniach jest uzyskanie wielu pozwoleń, co w przypadku tradycyjnego ruchu kolejowego jest niezwykle skomplikowane.

Dodatkowym plusem w pracy, w aspekcie środowiskowym jest wprowadzenie w tematykę emisji hałasu, obowiązujących norm, metod badań i limitów obowiązujących dla poszczególnych pojazdów szynowych, co pozwoliło Autorowi na zaprezentowanie warsztatu matematycznego związanego z obróbką i analizą sygnału akustycznego.

Ostatnie zagadnienie poruszone w pracy przez Autora, to analiza ekonomiczna w rozdziale 10, która została przeprowadzona dla kilku wariantów. Tak obszerna analiza ekonomiczna obejmująca koszty, amortyzację, przychody i wynik skumulowany, wskazuje na obszerną wiedzę Autora z zakresu praktycznego funkcjonowania taboru szynowego.

### Wady pracy

Pomimo zachowania dużej staranności redakcyjnej i merytorycznej, Autor nie ustrzegł się pewnych nielicznych błędów i niespójności w tekście:

- w rozdziale 4.1 na rysunku 4.2 powinno być przedstawione miano mocy silników spalinowych;

- w rozdziale 6.1 przy rysunku 6.2 i 6.4 trasa przejazdu powinna zostać dokładniej scharakteryzowana, w odniesieniu do parametrów trakcyjnych czy różnicy poziomów nad poziomem morza zaplanowanej trasy;

- w rozdziale 6.1 przedstawione są obiekty badawcze tj. autobusy szynowe SA108, silnikowy zespół trakcyjny LINK oraz lokomotywa Gama Marathon, natomiast rozdział 8 został błędnie zatytułowany ponieważ brzmi „Emisyjna ocena wybranych krajowych lokomotyw spalinowych”, a dotyczy wymienionych powyżej pojazdów szynowych i tylko jednej lokomotywy. Ten sam błąd w nazewnictwie występuje w tytułach punktów 8.2.1 i 8.2.2, gdzie autobus szynowy SA108 nazywany jest lokomotywą, podobnie błędny jest tytuł punktu 8.2.3, gdzie silnikowy zespół trakcyjny LINK został nazwany lokomotywą.

- w rozdziale 6.2 i 6.3 odmiennie podpisano ten sam rysunek 6.5 i 6.8. Czy to jest taki sam pojazd szynowy?

- w rozdziale 8.1 na rysunku 8.1 przedstawiono profil prędkości w dwóch odmiennych kierunkach, dla których bez analizy parametrów trakcyjnych profilu prędkości, trudno zinterpretować zdanie Autora nad rysunkiem.

- w rozdziale 8.2.1 pod rysunkiem 8.4 jest zdanie „Przedstawione analizy wykazują, że wykorzystanie ekodrivingu jest najskuteczniejsze w odniesieniu do emisji ...”, a w tabeli 8.1 przedstawiono różne czasy przejazdów dla obu stylów jazdy. Czy te niewielkie różnice w czasie są akceptowalne dla przewoźników?

- w rozdziale 8.2.4 użyto sformułowania „Jest to lokomotywa elektryczna z dojazdowym silnikiem spalinowym...”, a poniżej na rysunku 8.11 przedstawiono emisję drogową składników spalin. Czy to określenie jest dobrze dobrane, co do prezentowanej treści?

W pracy przywołano wyniki badań różnych pojazdów szynowych i dla różnych typów pojazdów - wykonano ocenę. Emisyjnej oceny dokonano dla autobusów szynowych SA108, silnikowego zespołu trakcyjnego LINK oraz lokomotywy Gama w rozdziale 8, natomiast w rozdziale 9 ocenę komfortu jazdy maszynisty oraz pasażerów dokonano dla pojazdów szynowych 220M i 221M. Odwoływanie się do różnych pojazdów utrudnia analizę wyników i ich porównywanie.

W pracy Autor pominął przedstawianie parametrów technicznych zastosowanej aparatury pomiarowej, co skutkowało pominięciem analizy błędów pomiarowych, szczególnie ważnej przy ilościowym porównaniu pomiarów. Dodatkowo Autor nie przedstawił powodów takich działań (a raczej ich braku).

#### 4. Ocena końcowa

Pracę uważam za ciekawą z punktu widzenia naukowego i poznawczego, zaś sama praca jest osadzona w realnym problemie gospodarczym. Zrealizowany w dysertacji problem badawczy i jej zakres merytoryczny jest bardzo szeroki, od aspektów teoretycznych po analizę i ocenę, jak również po konfrontację wyników badań ekonomicznej analizy efektywności, której wynik jest podstawą podjęcia racjonalnych decyzji ograniczenia wpływu na środowisko spalinowego transportu szynowego, do czasu wprowadzenia nowych pojazdów szynowych wyposażonych w alternatywne niskoemisyjne napędy.

Podsumowując, Doktorant udowodnił, że posiada:

- umiejętność analizy tematu i doboru odpowiedniej literatury technicznej,
- dużą wiedzę z zakresu identyfikacji obiektu i prowadzenia pracochłonnych badań, w rzeczywistych warunkach jazdy pojazdu szynowego,
- wiedzę z zakresu planowania, metodyki pomiaru, zestawienia stanowiska pomiarowego i prowadzenia badań eksperymentalnych, a także uzyskania stosownych zgód na wykonanie pomiarów,
- umiejętność wyciągania syntetycznych wniosków z badań eksperymentalnych i ich rekomendacje na przyszłość.

Umiejętności te doprowadziły do osiągnięcia założonego głównego celu badawczego rozprawy.

Doktorant mgr Robert Świechowicz udowodnił, że potrafi określić problem badawczy, który rozwiązał samodzielnie, przez co przyczynił się do rozwoju dyscypliny: inżynieria lądowa i transport. Uważam za uzasadniony, wniosek o dopuszczenie Autora rozprawy do jej publicznej obrony.

#### 5. Wniosek końcowy

Wobec powyższego stwierdzam, że rozprawa doktorska Pana mgra **Roberta Świechowicza pt. „Zastosowanie krajowych pojazdów kolejowych w aspektach środowiskowych i ekonomicznych”** spełnia warunki określone ustawą „O stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki” (Dz. U. z 2018r. poz. 1668 ) w art. 186. ust. 1 ustawy z późniejszymi zmianami **i stawiam wniosek o dopuszczenie jej do publicznej obrony przed Radą Dyscypliny Inżynieria Lądowa i Transport Politechniki Poznańskiej** w dyscyplinie: Inżynieria Lądowa i Transport.

