

Katowice, 15-02-2024 r.

Prof. dr hab. inż. Dorota Burchart
Wydział Transportu i Inżynierii Lotniczej
Politechniki Śląskiej
e-mail: dorota.burchart@polsl.pl

RECENZJA

rozprawy doktorskiej mgr inż. Michaliny Kamińskiej

pt. „ **System zdalnej oceny emisji związków szkodliwych spalin z pojazdów szynowych i drogowych**”

1. Podstawa opracowania recenzji

Podstawą opracowania recenzji jest Pismo Przewodniczącego Rady Dyscypliny Inżynieria Lądowa, Geodezja i Transport Politechniki Poznańskiej, prof. dr hab. inż. Jacka Pielechy z dnia 4 stycznia 2024 r. RD/d/34/03/2023.

Promotorem rozprawy jest prof. dr hab. inż. Piotr Lijewski.

2. Celowość podjęcia tematu

Coraz bardziej rygorystyczne normy emisji związków szkodliwych spalin determinują prace naukowo-badawcze i kierują na rozwój niskoemisyjnych pojazdów oraz na rozwijanie nowych, coraz dokładniejszych metod oceny emisji zanieczyszczeń pyłowo-gazowych. Mimo wielu istniejących prac badawczych, okazuje się, że ten obszar nie jest rozwiązany i wymaga ciągłego rozwijania. W celu osiągnięcia założeń związanych z ograniczeniem wpływu na środowisko sektora transportu niezbędne jest szybkie podjęcie wszelkich możliwych działań. Rozwiązaniem tego problemu może być zastosowanie systemu zdalnej oceny stężeń związków szkodliwych – czyli modułowych urządzeń zwanych potocznie bramami emisyjnymi, które zostały zaproponowane w niniejszej rozprawie. Przedłożona do recenzji rozprawa doktorska mgr inż. Michaliny Kamińskiej dotyczy zagadnień związanych z istotnym problemem wpływu na środowisko pojazdów, szczególnie w odniesieniu do emisji związków szkodliwych. Podjęty w rozprawie temat obejmuje zagadnienia badań stężeń związków szkodliwych spalin z silników pojazdów drogowych oraz szynowych w rzeczywistych warunkach eksploatacji.

Na podstawie obszernego przeglądu literatury Doktorantka wykazała, że od kilkunastu lat w różnych światowych ośrodkach naukowych przeprowadza się prace nad urządzeniami

do oceny emisji zanieczyszczeń zarówno w warunkach stacjonarnych jak i rzeczywistych. Opracowywane rozwiązania są jednak cały czas niewystarczające. Dlatego ze względu na problem emisji związków szkodliwych spalin z pojazdów silnikowych istnieje konieczność dalszych badań przy pomocy bardziej rozwiniętej aparatury pomiarowej. W oparciu o wnikliwy przegląd literatury Autorka rozprawy wykazała również, iż dotychczasowe prace naukowo-badawcze nie obejmują wytycznych oceny stężeń związków szkodliwych spalin z pojazdów w sposób kompleksowy i szczegółowy, dlatego w rozprawie zaproponowała procedurę pomiarów teledetekcyjnych przy użyciu bramy emisyjnej. Doktorantka zajęła się bardzo ważnym problemem badań emisji związków toksycznych spalin z silników pojazdów.

Podjęcie przez Autorkę tematu należy uznać za celowe i potrzebne z punktu widzenia dalszych badań. Wybór tematu rozprawy uważam za w pełni uzasadniony z naukowego punktu widzenia, a także ze względu na perspektywy użytkowe.

3. Ogólna charakterystyka rozprawy

Przedłożona do recenzji rozprawa liczy 129 stron. Praca zawiera streszczenie w języku polskim i angielskim oraz wykaz najważniejszych skrótów i oznaczeń. Praca zawiera 73 rysunki oraz 37 tabel. Wykaz literatury zamieszczony w rozprawie obejmuje 188 zacytowanych pozycji literaturowych i normatywnych, w tym aż 152 pozycje w języku angielskim. Niestety nie jest zacytowana żadna publikacja Doktorantki, a Doktorantka jest współautorką kilku publikacji związanych z tematyką rozprawy doktorskiej.

Zakres wykonanych prac badawczych jest bardzo obszerny. Praca składa się z następujących rozdziałów merytorycznych. Rozdział pierwszy zawiera wstęp, w którym podkreślono związek pomiędzy emisjami związków szkodliwych a ich wpływem na zdrowie człowieka. W rozdziale drugim przedstawiono regulacje prawne dotyczące emisji spalin w Europie z pojazdów osobowych oraz szynowych. W rozdziale trzecim przedstawiono stan wiedzy dotyczący badań związków szkodliwych spalin z pojazdów różnych kategorii. Cel i zakres pracy przedstawiono w rozdziale czwartym. Kolejne rozdziały pracy (od rozdziału piątego do rozdziału dziesiątego) stanowią wyniki badań własnych Doktorantki. Jest to najważniejsza część rozprawy. Rozdział piąty obejmuje metodykę badań, w tym program badań, opis obiektów badawczych i aparatury pomiarowej - aparatury typu PEMS oraz bramy emisyjnej, a także przedstawienie tras badawczych. W kolejnym rozdziale szóstym przedstawiono wyniki badania stężeń związków szkodliwych spalin pojazdów osobowych i ich rozproszenia przy użyciu aparatury typu PEMS. Wykonano analizę rozkładu stężeń związków szkodliwych spalin w funkcji prędkości i przyspieszenia pojazdów oraz przeprowadzono analizę porównawczą wskaźników ekologicznych badanych obiektów. Rozdział siódmy obejmuje wyniki badania stężeń związków szkodliwych spalin pojazdów szynowych przy użyciu aparatury typu PEMS, w tym analizę rozkładu stężeń związków

szkodliwych spalin w funkcji prędkości i przyspieszenia pojazdów. Rozdział ósmy obejmuje badanie stężeń związków szkodliwych spalin pojazdów osobowych przy użyciu bramy emisyjnej, w tym analizę korelacji między wynikami uzyskanymi przy użyciu bramy emisyjnej oraz aparatury typu PEMS. Rozdział dziewiąty przedstawia wyniki badania stężeń związków szkodliwych spalin pojazdów szynowych przy użyciu bramy emisyjnej.

Na podstawie przeprowadzonych badań stężeń związków szkodliwych spalin, w rozdziale dziesiątym Doktorantka przedstawiła opracowaną propozycję autorskiej procedury badawczej oceny zanieczyszczeń z przejeżdżających pojazdów przy wykorzystaniu bramy emisyjnej. W tym celu określiła warunki otoczenia w jakich powinien odbywać się pomiar (temperatura, wilgotność powietrza, wiatr, opady atmosferyczne), ustaliła warunki pomiarów (co wiązało się z budową stanowiska badawczego) oraz ustaliła wartości graniczne poszczególnych związków szkodliwych spalin. Jest to najważniejsza część pracy służąca realizacji celu pracy, czyli przygotowaniu procedury do nieinwazyjnej oceny stężeń związków szkodliwych spalin z różnych typów pojazdów w ruchu, które zostały potwierdzone badaniami zgodnymi z rzeczywistymi warunkami eksploatacji.

Na końcu pracy przedstawiono obszernie wnioski, w tym wnioski ogólne, szczegółowe, wnioski metodyczne wnioski utylitarne oraz wnioski prognostyczne rozumiane jako proponowane kierunki dalszych prac naukowo-badawczych.

Treść rozprawy jest zgodna z jej tematem. Tytuły rozdziałów dają syntetyczny pogląd na zawarte w nich treści. Układ pracy jest jasny i czytelny. Kolejne rozdziały tworzą układ właściwy dla rozprawy naukowej.

4. Ocena merytoryczna rozprawy

Autorka rozprawy przyjęła następujący **cel pracy: Opracowanie metody nieinwazyjnej oceny stężeń związków szkodliwych spalin z różnych typów pojazdów w ruchu, potwierdzonej badaniami zgodnymi z rzeczywistymi warunkami eksploatacji oraz ich eksperymentalną weryfikacją.** Cel pracy sformułowano prawidłowo.

Dla zrealizowania rozprawy doktorskiej sformułowano następujący **problem badawczy: Identyfikacja pojazdów o ponadnormatywnej emisji związków szkodliwych spalin przy wykorzystaniu metody teledetekcji.**

Na podkreślenie zasługuje zawarty w pracy schemat realizacji rozprawy doktorskiej, na którym jasno i bardzo dokładnie jest przedstawiona struktura pracy i wszystkie najważniejsze badania.

Zakres pracy obejmował badania stężeń związków szkodliwych spalin z silników pojazdów osobowych wyposażonych w silniki zarówno o zapłonie iskrowym jak i samoczynnym oraz dla pojazdów szynowych w rzeczywistych warunkach eksploatacji. Badania obejmowały pomiary przy użyciu urządzenia do pomiarów emisji spalin typu PEMS

(Portable Emission Measurement System) oraz z użyciem bramy emisyjnej. Do badań wykorzystano cztery obiekty badawcze: dwa pojazdy osobowe, jeden wyposażony w silnik o zapłonie iskrowym, drugi o zapłonie samoczynnym oraz dwa pojazdy szynowe o silnikach zasilanych olejem napędowym. W przypadku pojazdów osobowych przeprowadzone badania podzielono na następujące cztery etapy: badania stacjonarne przy wykorzystaniu aparatury pomiarowej typu PEMS, badania dynamiczne przy wykorzystaniu aparatury pomiarowej typu PEMS, badania stacjonarne przy wykorzystaniu bramy emisyjnej oraz badania dynamiczne przy wykorzystaniu bramy emisyjnej. Natomiast w przypadku pojazdów szynowych badania obejmowały tylko analizy w warunkach rzeczywistych, a testy przeprowadzono przy wykorzystaniu aparatury typu PEMS. W przypadku pojazdów szynowych, wykonano badania w warunkach rzeczywistych.

Na podkreślenie zasługuje zakres wykonanych prac, szczególnie w odniesieniu do pojazdów osobowych, które obejmowały:

- badania laboratoryjne przy wykorzystaniu aparatury typu PEMS, którą w następnym etapie zainstalowano na pojeździe i przeprowadzono badania w rzeczywistych warunkach eksploatacji.
- badania przy wykorzystaniu bramy emisyjnej, czyli modułowego urządzenia do szybkiej oceny emisyjności pojazdów drogowych i szynowych.
- badania w warunkach laboratoryjnych, na specjalnie zbudowanym stanowisku badawczym,
- badania i pomiary w warunkach ruchu drogowego.

Realizacja niniejszej rozprawy wymagała wielu prac, w tym określenie rodzaju i ilości badanych obiektów, analizę i dobór technik pomiaru stężeń związków szkodliwych spalin (w celu wybrania odpowiedniej aparatury pomiarowej), wyznaczenie tras badawczych, na których przeprowadzone zostały pomiary, zdefiniowanie zmiennych parametrów wykonywanych badań, takich jak prędkość i przyspieszenie pojazdu, a także warunków otoczenia w jakich wykonane zostały pomiary. Zastosowane urządzenia pomiarowe w pracy pozwalały na wyznaczenie wartości stężeń takich związków jak: *dwutlenek węgla, tlenek węgla, węglowodory, tlenek azotu oraz cząstki stałe* z przejeżdżających pojazdów.

Wszystkie te prace były niezbędne do wykonania pomiarów stężeń związków szkodliwych spalin, co stanowiło istotny krok w opracowaniu autorskiego systemu zdalnej oceny stężeń związków szkodliwych w spalinach.

Do najważniejszych oryginalnych osiągnięć mgr inż. Michaliny Kamińskiej o charakterze poznawczym, metodycznym i użytecznym można zaliczyć:

1. Opracowanie autorskiej procedury nieinwazyjnych badań stężeń związków szkodliwych spalin z różnych typów pojazdów w ruchu, drogowych i szynowych. Zaproponowana procedura pomiarów teledetekcyjnych przy użyciu bramy emisyjnej jest unikatowa w skali zarówno lokalnej jak i globalnej. Doktorantka w oparciu o obszerny przegląd literatury wykazała brak istniejących opracowań i publikacji, które zawierałyby tak szczegółowy i kompleksowy opis wytycznych przeprowadzania tego typu pomiarów. Badania Doktorantki wypełniły tę lukę badawczą.
2. Ustalenie metodyki badań przy użyciu aparatury typu PEMS, niezbędnej do dalszych badań przy użyciu bramy emisyjnej. Obejmowały one rodzaj i ilość badanych obiektów, analizę i dobór technik pomiaru stężeń związków szkodliwych spalin oraz wyznaczenie tras badawczych. Dodatkowo zdefiniowano zostały zmienne parametry wykonywanych badań, takie jak prędkość i przyspieszenie pojazdu oraz warunki otoczenia realizowanych pomiarów.
3. Przeprowadzenie badań potwierdzających uzyskanie silnej korelacji między wartościami stężeń związków szkodliwych spalin analizowanych przy użyciu różnych urządzeń pomiarowych, które wykorzystano podczas wykonywanych testów.
4. Ustalenie wartości granicznych stężeń związków szkodliwych spalin dla badań teledetekcyjnych dzięki wykorzystaniu rozkładu normalnego oraz reguły trzech sigm.
5. Warto podkreślić jest również przeprowadzenie badań w warunkach rzeczywistych, które obejmowały pomiary licznych grup pojazdów charakteryzujących się różnymi normami emisji spalin oraz różnym stopniem wyeksploatowania.

Zakres pracy można uznać za wystarczający. Realizacja zakresu pracy umożliwiła osiągnięcie wytyczonego celu oraz dostarczyła oryginalną wiedzę w analizowanym obszarze badawczym. Biorąc pod uwagę następujące elementy pracy: dobór tematu, cel pracy jak również zastosowane metody i uzyskane wyniki, wyrażam przekonanie, że rozpatrywany problem naukowy został rozwiązany poprawnie i samodzielnie.

Uzyskane wyniki mają znaczenie zarówno naukowe, jak również są one cennym materiałem z punktu widzenia użytecznego.

Należy podkreślić, że Doktorantka wniosła znaczący wkład w rozwój prac związanych z bardzo ważną kwestią związaną z ograniczeniem wpływu na środowisko pojazdów.

Na podstawie przeprowadzonej oceny treści rozprawy doktorskiej stwierdzam, że sformułowany przez Doktorantkę cel został osiągnięty, a problem badawczy został rozwiązany, potwierdzając słuszność przyjętych założeń.

5. Uwagi krytyczne

Użyte w rozprawie terminy i wyrażenia są w większości poprawne i zgodne z aktualnie obowiązującym słownictwem w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych. Poniżej przedstawiam uwagi, które uznaję za drobne lub mają charakter porządkowy. Uwagi te stanowią przyczynek do podjęcia pogłębionej dyskusji naukowej.

Podczas lektury ocenianej rozprawy doktorskiej nasunęły mi się następujące uwagi i pytania:

1. Na jakiej podstawie dobrano obiekty badań. Czy pomiar bramą emisyjną dotyczy wszystkich pojazdów, w rozumieniu klasy emisyjnej?
2. Które elementy przedstawionej procedury badawczej dla bramy emisyjnej są autorskie, a które zapożyczone z innych procedur zgodnymi z *rzeczywistymi warunkami eksploatacji (RDE – Real Driving Emissions)*.
3. Dlaczego w pracy nie podjęto się tematu osobnych analiz dla pojazdów osobowych w zależności od rodzaju silnika *o zapłonie iskrowym jak i samoczynnym*, jak ma to miejsce w przypadku norm emisji spalin.
4. Dlaczego w przypadku pojazdów szynowych ograniczono się jedynie do pomiarów w warunkach rzeczywistych z pominięciem badań stacjonarnych.
5. Tematem pracy jest ocena emisji związków szkodliwych spalin z pojazdów, natomiast badania dotyczą analiz stężeń związków szkodliwych - proszę o rozwinięcie tej kwestii

Uwagi szczegółowe i redakcyjne

Praca została zredagowana bardzo starannie. Napisana jest zwięzłym językiem, jednak Doktorantka nie uniknęła pomyłek i błędów redakcyjnych. Podczas czytania nasunęło mi się niewiele uwag. Przedstawiam poniżej ważniejsze z nich:

- W pracy pojawiają się pojęcia - „ustalenie metodologii badań”, „wybór metody badań”, „opracowanej metodyki badawczej”, „opracowaniu metodologii pomiarów” - proponuję w przyszłym pracach naukowych dokładnie zdefiniować te pojęcia, gdyż nie mogą być używane zamiennie.
- Pomyłka w numeracji podrozdziału – dwa razy jest podrozdział 9.1
- W nagłówku pracy jest inny temat pracy niż na pierwszej stronie

Nieliczne usterki stylistyczne i błędy literowe zaznaczyłam w dostarczonym egzemplarzu pracy i z tego powodu nie będę ich zamieszczać w tym miejscu. Przytoczone powyżej uwagi mają w większości charakter dyskusyjny lub mówią jedynie o niedociągnięciach i w niczym nie pomniejszają wartości naukowej wyników osiągniętych przez Doktorantkę, natomiast mogą być pomocne w trakcie dalszej pracy naukowej oraz uwzględnione przy

przygotowaniu publikacji naukowych. Biorąc pod uwagę ocenę rozprawy doktorskiej stwierdzam, że zasadne jest prowadzenie dalszych badań w tym zakresie.

Pomimo przedstawionych powyżej uwag, strukturę merytoryczną i układ recenzowanej pracy uznaję za właściwe.

6. Podsumowanie i wnioski końcowe

Podjęcie tematu badawczego rozprawy doktorskiej uważam za celowe i prawidłowo uzasadnione. Doktorantka wykazała się ogólną wiedzą teoretyczną w dyscyplinie oraz umiejętnością samodzielnego prowadzenia pracy naukowej. Treść rozprawy dowodzi, że Doktorantka dobrze znajduje się w przedmiotowej problematyce. Stwierdzam brak istotnych uchybień w tym zakresie i oceniam znajomość przedmiotu zagadnienia przez Doktorantkę, w tym jej przygotowanie zawodowe i naukowe - pozytywnie.

Należy stwierdzić, że przedstawiona rozprawa doktorska stanowi oryginalne rozwiązanie problemu naukowego dotyczącego *opracowania autorskiej procedury badawczej pomiarów z wykorzystaniem bramy emisyjnej zarówno dla pojazdów osobowych jak i szynowych.*

Uważam również, że:

- Doktorantka trafnie dokonała wyboru tematyki rozprawy, a jej zakres spełnia wymagania stawiane pracom w celu uzyskania stopnia doktora nauk technicznych.
- Praca dotyczy bardzo aktualnych zagadnień z punktu widzenia zarówno stanu wiedzy, jak i praktyki wnosząc do nich nowe treści.
- Cel rozprawy sformułowany przez Doktorantkę został osiągnięty, a prezentowane wyniki prac badawczych oraz opracowane wskaźniki stanowią osiągnięcie własne Doktorantki, dzięki czemu problem badawczy został rozwiązany samodzielnie. Elementy te świadczą o Jej dojrzałości naukowo-badawczej.
- Doktorantka posiada umiejętność analizy tematu oraz w zakresie planowania badań, opracowania metodyki pomiaru oraz prowadzenia badań zarówno w warunkach laboratoryjnych jak i rzeczywistych, co ma bardzo ważne znaczenie dla rozwoju nauk inżynierijno-technicznych.

Stwierdzam, że przedstawiona mi do recenzji rozprawa doktorska mgr inż. Michaliny Kamińskiej pt.: „ System zdalnej oceny emisji związków szkodliwych spalin z pojazdów szynowych i drogowych” przygotowana pod opieką promotora – prof. dr hab. inż. Piotra Lijewskiego, spełnia wszystkie warunki i wymagania stawiane rozprawom doktorskim, określone w art. 187 Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. - Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce. W związku z powyższym

wnoszę o przyjęcie recenzowanej rozprawy doktorskiej przez Radę Dyscypliny Inżynieria Lądowa, Geodezja i Transport Politechniki Poznańskiej i dopuszczenie jej do publicznej obrony.

W związku z moją wysoką oceną merytoryczną rozprawy doktorskiej, biorąc pod uwagę: oryginalność badań, wysoki poziom naukowy, złożoność zakresu badań, zaawansowany zakres prac na poziomie międzynarodowym, istotny wkład w dotychczasowy stan wiedzy, oraz wysoką estetykę pracy, jak również w związku z bardzo obszernym a jednocześnie dokładnym podejściem do tak złożonego problemu badawczego, a także uzyskanie przez Doktorantkę oryginalnych wyników, które mają istotne znaczenie zarówno w aspekcie naukowym, jak również w perspektywie użytecznej, **wnioskuję do Rady Dyscypliny Inżynieria Lądowa, Geodezja i Transport Politechniki Poznańskiej o wyróżnienie** recenzowanej rozprawy doktorskiej mgr inż. Michaliny Kamińskiej pt. „ System zdalnej oceny emisji związków szkodliwych spalin z pojazdów szynowych i drogowych”.

Z poważaniem



Prof. dr hab. inż. Dorota Burchart