

Katowice, 20 czerwca 2020 r.

dr hab. inż. Łukasz KONIECZNY, prof. PŚ

Wydział Transportu i Inżynierii Lotniczej

Politechnika Śląska

ul. Krasińskiego 8

40-019 Katowice

Recenzja

Rozprawy doktorskiej mgr inż. Jacka Wiedierka

pt. „Wibroizolacja jako element infrastruktury drogowej ograniczającej negatywne oddziaływanie dynamiczne od środków transportu do środowiska”

opracowana na zlecenie JM Rektora Uniwersytetu Technologiczno –

Humanistycznego im. Kazimierza Pułaskiego w Radomiu

prof. dr hab. inż. Zbigniewa Łukasika z dnia 18 maja 2020r.

1. Informacje ogólne

Praca doktorska mgr inż. Jacka Wiedierka została wykonana pod kierunkiem dr hab. inż. Jana Targosza prof. AGH. Przedstawiona do recenzji praca zawiera 139 stron, ze spisem treści, streszczeniem w języku polskim i angielskim, 7 głównymi rozdziałami, załącznikiem z wykazem tabel i rysunków oraz spisem literatury zawierającym 145 pozycji.

Poświęcona jest ważnej, z praktycznego punktu widzenia, tematyce interakcji elementów infrastruktury drogowej oraz pojazdów kołowych poruszających się po tej infrastrukturze. Przedstawione i szczegółowo opisane w pracy podejście, stanowi oryginalny wkład autora w analizy rozwiązań konstrukcyjnych, opartych o wibroizolację, pozwalające ograniczyć negatywny wpływ elementów infrastruktury drogowej na środowisko. Praca stanowi interesującą pozycję obejmującą jednocześnie aspekty teoretyczne, jak i praktyczne, zawierając zarówno eksperyment numeryczny jak i wyniki badań eksperymentalnych.

Po zapoznaniu się z treścią rozprawy doktorskiej mgr inż. Jacka Weiderka stwierdzam, że bezsprzecznie może ona być zakwalifikowana do dyscypliny naukowej inżynieria lądowa i transport, w której Wydział Transportu Elektrotechniki i Informatyki UTH w Radomiu ma uprawnienia do nadawania stopnia doktora nauk technicznych.

2. Analiza treści rozprawy doktorskiej

Praca została napisana starannie, z wykorzystaniem języka poprawnego technicznie. Strona edytorska rozprawy jest zadowalająca poza drobnymi błędami nie wpływającymi na ogólny jej odbiór (np. skany wzorów zamiast zastosowania edytora równań). Prawidłowo podzielono treści w pracy na poszczególne rozdziały i podrozdziały. Zastosowany czytelny układ podziału pracy na rozdziały stanowi logiczną całość. Stosowana terminologia naukowa i techniczna nie budzi zastrzeżeń.

Praca zawiera wszystkie niezbędne elementy dokumentujące dorobek pracy doktorskiej i samodzielność w realizacji poszczególnych badań i obliczeń przez autora rozprawy. Na to wszystko składają się następujące elementy rozprawy doktorskiej: wykonanie przeglądu i analizy stanu wiedzy w oparciu o artykuły i literaturę dotyczącą podjętego zagadnienia, sformułowane cele i teza naukowa rozprawy, przeprowadzenie badań symulacyjnych w środowisku numerycznym oraz badań eksperymentalnych na obiektach rzeczywistych.

Zdefiniowanym celem rozprawy przedstawionej do recenzji jest określenie wpływu wymuszenia dowolnego typu pojazdu samochodowego na wytypowane elementy konstrukcyjne drogi samochodowej. Analizowano elementy takie jak włącz czy próg, oraz wykazano, że zastosowanie w nich elementów elastycznych o ciągłym rozłożeniu masy w konstrukcji ogranicza w sposób zasadniczy ich drgania, a w konsekwencji ich negatywny wpływ na środowisko.

Cel pracy został ściśle określony i jest precyzyjny, zawiera zamiar do którego dąży doktorant realizując całą rozprawę. Autor określa także metody i środki, z jakich będzie korzystał podczas realizacji całej rozprawy.

W powiązaniu z celem pracy doktorant sformułował następującą tezę naukową rozprawy: ***Wibroizolacja z elementami pasywnymi ogranicza wpływ oddziaływań dynamicznych pochodzących od pojazdów na elementy infrastruktury związane z drogą.***

Mimo, że teza jest dosyć obszerna to przyjęty cel obejmujący wybrane elementy infrastruktury wpisuje się w całości w proces potwierdzenia założonej tezy i jej udowodnienia.

Autor w rozdziale 1 przeprowadza ocenę stanu wiedzy w oparciu o analizę literatury krajowej jak i zagranicznej oraz na podstawie informacji wyszukanych na portalach powiązanych tematycznie. Analizę stanu wiedzy Autor rozpoczyna od przeglądu pozycji zawierających podstawowe dane dotyczące zjawisk dynamicznych występujących w układach mechanicznych. Następnie analizuje literaturę związaną z diagnostyką konstrukcji zagłębionych w gruncie, oraz pracami ściśle związanymi z włączami kanałowymi, modułem sztywności oraz badaniem podłoża gruntowego, badaniem konstrukcji podziemnych i pracami związanymi z analizą wpływu drgań na elementy zagłębione. Rozpatruje również prace powiązane z tworzywami sztucznymi,

ich technologią oraz oddziaływaniami pomiędzy tworzywami a asfaltem, a także oceną właściwości tych tworzyw. Kolejne rozważania związane są z projektowaniem elastomerów oraz ich badaniami zmęczeniowymi, analizą techniczną różnych rodzajów aktywnych rozwiązań dla ochrony od drgań i hałasu w transporcie kolejowym i transporcie kołowym. Podsumowaniem obszernego przeglądu stanu wiedzy jest stwierdzenie potrzeby głębszego rozeznania w zakresie modeli wibroizolacji dla dwóch typów obiektów inżynierskich jakimi są włazy oraz progi zwalniające.

Rozdział 2 pracy zawiera przytoczony cel, tezę naukową oraz założenia pracy. Założenia te zostały prawidłowo i poprawianie sformułowane, zarówno w kontekście przyjętych uproszczeń dla modeli numerycznych, jak i zakresu badań eksperymentalnych służących między innymi weryfikacji modelu.

Rozdział 3 to rozdział zawierający badania doświadczalne elementów elastycznych przeznaczonych do wibroizolacji elementów konstrukcyjnych dróg transportu samochodowego. Autor przeprowadza badania stopnia przydatności elementów wibroizolacyjnych, różnego typu materiałów elastomerowych, różniących się składem mieszanki (sadza, grafit), twardością, modułem Younga, Kirchoffa, na drodze badań doświadczalnych próbek wykonanych z różnych typów materiałów. Badania te mają według autora na celu określenie własności fizyko – mechanicznych różnego typu mieszanek gumowych i obejmowały głównie wyznaczenie sprężystości statycznych (E_{stat}), dynamicznych (E_{dyn}), twardości (Sh^0) i tłumienia. Autor przedstawia schemat blokowy algorytmu wyznaczania modułów sprężystości elastomerów, dostosowany do potrzeb swojego zagadnienia oraz otrzymane wyniki.

Rozdział 4 obejmuje jedną z metod ograniczenia poziomu drgań, na podstawie modelu wibroizolacji dla elementu konstrukcyjnego włazu, a także zawiera badania symulacyjne dla tego elementu. W celu wykonania symulacji rozchodzenia się drgań od włazu kanałowego, Autor przyjmując jako model obliczeniowy, klasyczne usytuowanie włazu wbudowanego w drogę samochodową w postaci siatki, oraz szczegółową siatkę modelu numerycznego włazu kanałowego. Autor wykorzystuje specjalne warunki brzegowe, dzięki którym takie zjawiska, jak odbicie, czy interferencja fal nie zaburzają wyników. Autor opracował i przeanalizował 5 wariantów wibroizolacji studzienek, które przedstawiono w pracy. Przeprowadzono także analizę spektrogramów zaprezentowanych w postaci map rozkładów przyspieszeń dla różnych chwil czasowych i sformułowano na podstawie tych badań wnioski.

Rozdział 4 zawiera także symulacje rozchodzenia się drgań od progu zwalniającego, gdzie jako model obliczeniowy przyjęto klasyczne usytuowanie progu na drodze samochodowej. Na podstawie przeprowadzonej analizy matematycznej modelu dyskretno-ciągłego, w oparciu o dobrane parametry fizyko - mechaniczne elementów wibroizolacji progu zwalniającego oraz symulacji jego modelu z wykorzystaniem metod numerycznych MES, Autor przedstawił otrzymane wyniki oraz sformułowwał wnioski.

Rozdział 5 to rozdział dotyczący badań w warunkach rzeczywistych, weryfikacji modeli teoretycznych oraz numerycznych. Celem badań było uzyskanie informacji o amplitudzie i częstotliwościach drgań gruntu, oraz pokrywy studzienki i prog. W ramach eksperymentu rejestrowano przebiegi czasowe przyspieszenia drgań sygnałów z wykorzystaniem akcelerometrów, przy zastosowaniu wymuszenia młotkiem modalnym oraz wymuszenia od przejeżdżającego pojazdu. Wyniki eksperymentu zweryfikowano pod kątem badań symulacyjnych oraz przeprowadzono analizy i sformułowano wnioski z badań eksperymentalnych.

Rozdział 6 zawiera podsumowanie pracy. Przedstawiono zagadnienia związane z badaniami własności fizyko - mechanicznych materiałów elastomerowych jako elementów wibroizolacji, z opisem modeli matematycznych i cyfrowych wibroizolacji elementów konstrukcyjnych włązu studzienki kanalizacyjnej oraz prog zwalniającego. Stwierdzono ograniczenie drgań na podstawie symulacji rozchodzenia się fali drganiowej w gruncie oraz weryfikacji przyjętych założeń poprzez badania doświadczalne na omawianych elementach konstrukcyjnych drogi.

Na podstawie badań teoretycznych, materiałowych oraz wyników przeprowadzonych symulacji modeli numerycznych wibroizolowanej studzienki kanalizacyjnej i prog zwalniającego stwierdzono, że w obu rozpatrywanych przypadkach zastosowanie elementów wibroizolacji pozwala zredukować propagację drgań przenoszonych przez grunt na konstrukcje budowlane sąsiadujące z drogą, jak i na sama drogę. Tym samym udowodniono i potwierdzono założoną tezę pracy.

3. Merytoryczna ocena pracy

Doktorant w swojej pracy zajął się ważnym i aktualnym zagadnieniem. Praca stanowi unikalną pozycję, łączącą zarówno aspekty teoretyczne i praktyczne zagadnień związanych z modelowaniem i badaniami interakcji wybranych elementów infrastruktury drogowej oraz pojazdów z niej korzystających.

Autor rozprawy analizuje i rozpatruje zagadnienia związane między innymi z badaniami własności fizyko - mechanicznych materiałów elastomerowych jako elementów wibroizolacji, z opisem modeli matematycznych i cyfrowych wibroizolacji elementów konstrukcyjnych (włązu studzienki kanalizacyjnej oraz prog zwalniającego) na ograniczenie drgań.

Przyjętą tezę naukową rozprawy: „Wibroizolacja z elementami pasywnymi ogranicza wpływ oddziaływań dynamicznych pochodzących od pojazdów na elementy infrastruktury związane z drogą” udowadnia na drodze badań symulacyjnych, potwierdzonych badaniami eksperymentalnymi na obiekcie rzeczywistym.

Rozprawa mgr inż. Jacka Wiederka posiada odpowiedni poziom naukowy i merytoryczny. Zawartość rozprawy potwierdza zasób wiedzy praktycznej i teoretycznej doktoranta oraz rzetelność w analizie zagadnienia. Wykorzystany warsztat

naukowy w rozprawie dowodzi o dojrzałości naukowej doktoranta i umiejętności jej wykorzystania podczas realizacji rozprawy doktorskiej.

4. Uwagi szczegółowe

Po przeanalizowaniu całej rozprawy doktorskiej pojawiło się kilka pytań i uwag ogólnych, na które autor powinien odpowiedzieć najpóźniej na publicznej obronie:

1. W przedstawionym algorytmie rys.3.2.3. str. 50 oraz w opisie algorytmu podano w pkt. 10, że wykorzystuje się do aproksymacji wielomian stopnia 6-go. Z jakiego faktu wynikał taki dobór równania funkcji aproksymującej ?
2. W opisach modeli pojazdów w badaniach symulacyjnych rys.4.2.7 oraz 4.2.12 przyjęto nieliniową charakterystykę tłumienia. Jakiego rodzaju była to nieliniowość i w jaki sposób była opisana w modelu ?
3. Jaki był powód, że w badaniach modalnych w których zastosowano wymuszenie impulsowe młotkiem modalnym i rejestrowano odpowiedzi czasowe jako przyspieszenia drgań nie wyznaczono parametrów modalnych jak funkcja przejścia FRF, częstości własnych czy współczynnika tłumienia, ewentualnie logarytmicznego dekrement tłumienia (jako znaczne uproszczenie stosowane przy modelach liniowych) ?
4. Jak dobrano parametry okna czasowo-częstotliwościowego w spektrogramach prezentowanych w pracy. O ile dla analizy całego zarejestrowanego sygnału dają obraz zmian czasowo częstotliwościowych, to w przypadku analiz pojedynczego zdarzenia spektrogram zdaje się wносить niewiele informacji (rys.1.5 załącznik) ?
5. Z czego wynikała przyjęta niska częstotliwość próbkowania sygnałów drganiowych na poziomie 200 Hz podczas rejestracji?
6. Dlaczego dla akcelerometru pkt.2:1:Z (rys.2.1 załącznik) jest taki znaczny poziom szumów własnych?

5. Podsumowanie i konkluzja

Przedstawioną do recenzji rozprawę doktorską Pana mgr inż. Jacka Weiderka oceniam pozytywnie. Została ona wykonana na dobrym poziomie naukowym i merytorycznym. Zawarte w dysertacji treści dotyczą złożonych zagadnień wibroizolacji z wykorzystaniem metod pasywnych w odniesieniu do infrastruktury drogowej. Doktorant jest dobrze zorientowany w problematyce wibroizolacji i metod redukcji drgań w konstrukcjach drogowych, w szczególności w wybranych i analizowanych elementach, tj. progach zwalniających oraz włączach studzienek.

Treści merytoryczne zawarte w pracy świadczą o dojrzałości naukowej doktoranta i wskazują na umiejętność podejmowania i wykonywania prac naukowych dla złożonych

zagadnień w zakresie badań symulacyjnych, jak i badań eksperymentalnych na obiektach rzeczywistych.

Przedstawione w rozprawie wyniki symulacji i pomiarów są oryginalnym dorobkiem naukowym doktoranta, a rezultaty pracy mogą być wykorzystane w praktyce projektowej. Doktorant udokumentował, że potrafi poprawnie dobierać i rozwijać warsztat badawczy, właściwie interpretuje wyniki wykonanych badań eksperymentalnych i symulacyjnych.

Uwagi i pytania wskazane w uwagach krytycznych nie umniejszają wartości merytorycznej pracy, a przewaga wartości poznawczych i naukowych pozwala na pozytywną ocenę przedstawionej rozprawy.

Uwzględniając pozytywną ocenę pracy i osiągnięte oryginalne rezultaty naukowe stwierdzam, że rozprawa doktorska pt.: „*Wibroizolacja jako element infrastruktury drogowej ograniczającej negatywne oddziaływanie dynamiczne od środków transportu do środowiska*” Pana mgr inż. Jacka Wiederka spełnia wymagania stawiane rozprawom doktorskim zawartym w Ustawie z dnia 18 marca 2011 r. o zmianie ustawy - Prawo o szkolnictwie wyższym, ustawy o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki oraz o zmianie niektórych innych ustaw (Dz. U. 2011 nr 84 poz. 455).

W związku z powyższym rekomenduję Radzie Wydziału Transportu i Elektrotechniki Uniwersytetu Technologiczno-Humanistycznego im. Kazimierza Pułaskiego w Radomiu dopuszczenie rozprawy do publicznej obrony w dyscyplinie naukowej Inżynieria Lądowa i Transport.

