

Katowice, 28.06.2023r.

Dr hab. inż. Rafał Burdzik, prof. PŚ
Wydział Transportu i Inżynierii Lotniczej
Politechnika Śląska
40-019 Katowice
Ul. Krasińskiego 8

Recenzja rozprawy doktorskiej

mgr inż. Barbary Kożuch

pt.

„Drgania wzbudzone przejazdami pociągów dużych prędkości w Polsce – propagacja w gruncie”

Podstawą opracowania niniejszej recenzji jest pismo nr LO.510.3.2.2023 z dnia 26.04.2023r. Dziękana Wydziału Inżynierii Lądowej Politechniki Krakowskiej prof. dr. hab. inż. Andrzeja Szaraty.

Recenzja została opracowana w odniesieniu Ustawy z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz.U. 2003 Nr 650 poz. 595 z późn. zm.).

1. Ocena aktualności tematu rozprawy oraz poprawności sformułowanych celów i tez

Przedstawiona do oceny rozprawa doktorska poświęcona jest problematyce drgań generowanych poruszającymi się pojazdami szynowymi, szczególnie ogniskując zagadnienie wokół drgań wzbudzanych przejazdami Kolei Dużych Prędkości (KDP). Jest to niezwykle istotne i aktualne zagadnienie związane ze strategicznymi planami i działaniami ukierunkowanymi na rozwój transportu kolejowego w Polsce. Poza oczywistymi zaletami ekspansji KDP w Polsce należy także analizować zagrożenia i oddziaływanie środowiskowe, jakie będą efektami tej ekspansji. Jest to podstawa wynikająca z strategii zrównoważonego rozwoju i społecznej odpowiedzialności transportu. Autorka w tym zakresie podjęła badania związane z negatywnym oddziaływaniem drgań generowanych przejazdami pociągów, szczególnie w zakresie

DZIEKANAT
Wydziału Inżynierii Lądowej

Wpłynęło dnia... 10.07.2023

L. dz. ... LO.510.3.4.2023

podpis... *[podpis]*

oddziaływania na budynki i infrastrukturę znajdujące się w polu oddziaływania oraz na ludzi przebywających w tych budynkach. Z uwagi na zakres problemowy zrealizowanych przez Autorkę badań **rozprawa doktorska idealnie wpisuje się w interdyscyplinarną dyscyplinę naukową inżynieria lądowa, geodezja i transport.**

Opiniowana rozprawa ma charakter badawczy, co ułatwia identyfikację potencjalnych obszarów wykorzystania opracowanych metod i modeli do analizy oraz prognozowania oddziaływania drganiowego KDP podczas planowania takich inwestycji i realizacji studium wykonalności.

Autorka rozprawy przeprowadziła kompleksowe badania i analizy, które umożliwiają ocenę propagacji fal drganiowych generowanych przejazdem składów pociągów oraz ułatwiają ocenę ich oddziaływania. Na szczególną uwagę i podkreślenie zasługuje zakres przeprowadzonych badań. Badania obejmowały dwa okresy czasowe (2013 i 2018 rok), oraz trzy specyficzne poligony badawcze. Dodatkowo unikatowy, jak na badania naukowe, jest przyjęty plan i zakres badań, który obejmował pomiary generowane przejazdami pociągów Pendolino (Alstom Pendolino EMU 250) z prędkościami nawet do 293 km/h (znacznie powyżej prędkości rozkładowych). Badania prowadzone w 2013 roku zrealizowano bez udziału pasażerów, na fabrycznie nowych pojazdach Alstom Pendolino EMU 250, które dodatkowo dociążano odważnikami w celu uzyskania efektów przejazdu pociągu o maksymalnym napelnieniu pasażerskim (ok. 440 t). Drugi cykl badań, po 5 latach eksploatacji pociągu Pendolino przeprowadzono na jednym z trzech poligonów (C). Odtworzono analogiczny tor pomiarowy, pociągi podczas tych badań kursowały zgodnie z rozkładem jazdy (z prędkościami rozkładowymi). Dodatkowo, w celach porównawczych przeprowadzono badania rozkładowo kursujących pociągów przewoźników InterCity (z lokomotywą Husarz), InterREGIO, pociągu towarowego oraz drezyny pomiarowej. Pociągi te kursowały z rozkładową prędkością zarówno w pierwszych badaniach (2013 r.) jak i porównawczych po 5 latach (2018 r.). Badania drgań przeprowadzono zgodnie z normatywnymi standardami opisanymi w PN-B-02170:2016-12 oraz zgodnie z wiedzą i doświadczeniem Doktorantki. **W kontekście**

zakresu badań i przyjętych założeń problem badawczy należy uznać za interesujący poznawczo z bardzo dużym potencjałem zastosowań użytkowych.

Autorka sformułowała tezy rozprawy, jako:

1. Zaproponowana metodyka pomiarowo-interpretacyjna badań in situ drgań wywołanych przejazdami pociągów dużej prędkości oraz analiza parametryczna może być wykorzystana do weryfikacji i wyznaczania charakterystycznych parametrów drgań (pasów częstotliwości silnie zależnych od zmiany prędkości oraz słabo wrażliwych na wzrost prędkości pociągu).
2. Pozyskanie dodatkowych informacji dot. drgań niestacjonarnych, zmiennych w czasie wzbudzanych przez przejeżdżające pociągi, możliwe jest przez uzupełnienie analiz standardowych i normatywnych przez analizy w dziedzinie częstotliwościowo – czasowej (np. STFT lub CWT). Wyniki te są pomocne w diagnostyce eksploatowanego taboru.
3. Istnieje taka prędkość v_0 pociągu, której przekroczenie spowoduje istotne wzmocnienie drgań gruntu w otoczeniu linii kolejowej.

Przyjęte tezy potwierdzają poznawczy charakter rozprawy doktorskiej oraz wskazują jednocześnie na potencjalne obszary aplikacji tej wiedzy w zastosowaniach praktycznych. Poza drobnymi uwagami językowymi („metodyka pomiarowo-interpretacyjna badań” i „drgań niestacjonarnych”) przyjęte w rozprawie tezy naukowe należy uznać za poprawnie sformułowane.

Dla udowodnienia postawionych tez określono następujące cele rozprawy:

- Zbadanie wpływu przejazdów pociągów z dużymi prędkościami na zjawisko propagacji drgań.
- Weryfikację zależności parametrycznych mających wpływ na wzbudzone drgania generowanych transportem kolejowym.
- Zaproponowanie opisu drgań wzbudzanych przejazdami pociągów który będzie eksponował najważniejsze elementy złożonego zjawiska i upraszczał lub pomijał nieistotne zagadnienia.

Autorka dodatkowo sformułowała szczegółowe zadania badawcze. Określone przez Doktorantkę **cele i zadania badawcze**, poza drobnymi uwagami językowymi i stylistycznymi, **należy uznać za poprawnie sformułowane**.

Na podstawie lektury całości dysertacji doktorskiej uważam, że tezy pracy zostały sformułowane prawidłowo i mają charakter twórczy. Ponadto jednoznacznie określają kierunek badań i pozwalają opracować ich plan. Natomiast zdefiniowane cele rozprawy umożliwia weryfikację postawionych tez, co potwierdza poprawność ich sformułowania. **Reasumując cele i tezy pracy są poprawnie sformułowane i mają charakter twórczy.**

2. Struktura i charakterystyka rozprawy

Treść opiniowanej rozprawy doktorskiej mgr inż. Barbary Kozuch zawiera się na 139 stronach, podzielonych na 8 rozdziałów zasadniczych. Ponadto zamieszczono streszczenia w języku angielskim, wykaz ważniejszych pojęć oraz oznaczeń i skrótów, bibliografię, spis rysunków i bibliografię. Spis literatury składa się z 93 pozycji (w tym 6 pozycji autorskich lub współautorskich).

Kolejne tytuły rozdziałów odzwierciedlają logiczne powiązanie całości rozprawy. Treści następnego rozdziału wynikają z treści poprzedniego rozdziału. Struktura rozprawy jest logiczna i spójna.

W rozdziale pierwszym Autorka rozprawy przedstawiła wprowadzenie w podjętą problematykę badawczą oraz przesłanki podjęcia tematyki rozprawy. W rozdziale tym przedstawiono także cele, tezy oraz zakres pracy. Rozdział kończy się na 9 stronie.

W kolejnym rozdziale przedstawiono zarys problematyki i przegląd aktualnego stanu wiedzy, oddzielnie w zakresie standardów i norm oraz badań naukowych. Autorka zwraca uwagę, że *„ilość aktualnych publikacji oraz wielorakość podejść i nowych propozycji rozwiązań pokazują, że analizowane zagadnienie jest aktualnym i niewystarczająco zbadanym problemem. Dodatkową trudność sprawia konieczność weryfikacji proponowanych modeli przez kosztowne i wielkoskalowe badania terenowe”*. Rozdział kończy się na 15 stronie.

W rozdziale trzecim Autorka opisuje podstawy teoretyczne w obszarze problemu badawczego i generowania oraz emisji drgań komunikacyjnych w transporcie kolejowym. Rozdział kończy się na 25 stronie.

W rozdziale czwartym Autorka przedstawiła badania in situ propagacji drgań w gruncie i ich wpływu na budynki. W rozdziale tym przedstawiono przyjęte założenia badawcze, które zostały spełnione dzięki zastosowaniu w badaniach pociągów Pendolino w 2013 roku, które nie były jeszcze w pełni eksploatowane. Jako obszar pomiarowy wybrano odcinek Psary – Góra Włodowska (długości około 36 km) znajdujący się w ciągu linii kolejowej nr 4 (Centralnej Magistrali Kolejowej), który jako jedyny w Polsce spełniał warunki niezbędne do uzyskania zakładanych prędkości, znacznie przekraczających prędkości rozkładowe. Na linii wyznaczono 3 różne przekroje stanowiące poligony pomiarowe. Odcinki testowe różniły się typem zastosowanej nawierzchni oraz geometrią toru kolejowego. Poligony pomiarowe B i C wybrano na łukach kołowych o promieniu $R=4000$ m i przechyłce o wartości nominalnej 75 mm, natomiast poligon A wybrano na odcinku prostym bez przechyłki. Po 5 latach eksploatacji pociągu Pendolino przeprowadzono analogiczne badania. Pomiary odbyły się na jednym z trzech poligonów (C). Podczas drugiego cyklu pomiarów odtworzono analogiczny tor pomiarowy jak w przypadku badań w pierwszym cyklu. Dodatkowo przeprowadzono badania rozkładowo kursujących pociągów przewoźników InterCity, InterREGIO, pociągu towarowego oraz drezyny pomiarowej. Pociągi te każdorazowo kursowały z rozkładową prędkością. W rozdziale tym krótko opisano także dodatkowe badania charakterystyki dynamicznej poligonów, jako pomiarów drgań wzbudzanych uderzeniami młotka modalnego w poszczególne elementy nawierzchni kolejowej. Ponadto opisano system pomiarowy oraz schematy i miejsca montażu czujników, a także podstawowe parametry techniczne budynku na którym rejestrowano także sygnały drgań. Warto podkreślić, że w celu identyfikacji właściwości determinujących propagację fali sejsmicznej przeprowadzono rozpoznanie warunków gruntowych przez wykonanie badań geotechnicznych. Rozdział ten jest szczególnie istotny w ocenie rozprawy doktorskiej ponieważ prezentuje obszerny zakres badań, rzetelne przygotowanie, precyzyjne planowanie

oraz profesjonalną ich realizację. Na tej podstawie można stwierdzić dojrzałość badawczą Pani mgr inż. Barbary Kozuch i dobre przygotowanie do samodzielnej realizacji badań naukowych w przyszłości. Rozdział kończy się na 43 stronie.

Rozdział piąty opiniowanej rozprawy poświęcony jest charakterystyce analizy sygnałów zarejestrowanych podczas badań. Warto podkreślić, że każdy z 129 przejazdów rejestrowana za pomocą 27 kanałów pomiarowych. Baza danych do analiz przekroczyła 3000 pojedynczych zdarzeń (rozumianych jako rejestracja w jednym punkcie i kierunku jednego przejazdu). Stanowi to materiał do rzetelnych badań i miarodajnych wniosków z pracy w zakresie badanego zjawiska. Oszacowano prędkość najszybszej fali podłużnej P, która propaguje z prędkością ok. 250 m/s, co jest zbieżne z danymi literaturowymi. Dodatkowo oszacowano prędkości fali Rayleigha ok. 115 m/s. Wyznaczono funkcję zależności maksymalnych wartości przyspieszeń drgań od prędkości poruszającego się pociągu w zakresie od 80 km/h do 250 km/h, przy współczynniku korelacji R^2 na poziomie powyżej 0,9. Dodatkowo w celu analizy propagacji fali drganiowej zestawiono maksymalne wartości składowej poziomej X przyspieszeń drgań gruntu dla kolejnych oddalonych punktów pomiarowych (Tabela 3, Rys. 36). Przeprowadzono także analizy w dziedzinie częstotliwości (FFT) oraz dla rozkładów czasowo-częstotliwościowych (STFT i CWT). W ramach zaawansowanej analizy sygnałów drganiowych zaprezentowano wyniki zarejestrowane także dla prędkości wyższych (270 km/h). Rozdział ten ukazuje duży potencjał analityczny skompletowanych w ramach badań wyników, co może być wskazówka do dalszych zaawansowanych analiz i poszerzonego wnioskowania. Rozdział kończy się na 81 stronie.

W rozdziale szóstym Autorka przedstawiła wyniki analizy drgań gruntu i budynku. Zgodnie z obowiązującą normą PN-B-02170: 2016-12 - Ocena szkodliwości drgań przekazywanych przez podłoże na budynki, która określa obligatoryjne wymagania. W przybliżonej ocenie wpływu drgań na budynki z zastosowaniem Skal Wpływów Dynamicznych (SWD) wykorzystuje się sygnały drgań w punktach zgodnie z zasadami podanymi w normie. Zapisy przebiegów składowych poziomych drgań analizuje się w pasmach 1/3 oktaawowych i weryfikuje

w skalach SWD. Autorka przeprowadziła analizę oktawową i porównała uzyskane wyniki ze skalami SWD. W ocenach wpływów drgań na budynek wykorzystuje się także Wskaźnik Odczuwalności Drgań na Budynki (WODB), szczególnie jeśli występujące drgania zakwalifikowane są do I i II strefy szkodliwości wg skal SWD. Wskaźnik daje informację, jak odległe są parametry drgań występujących w budynku od linii granicznej A ($WODB \leq 1$) lub ile razy została przekroczona dolna granica uwzględnienia wpływów dynamicznych na budynek ($WODB > 1$). Dzięki zastosowaniu tej analizy Autorka oszacowała pasma częstotliwości charakterystycznych, które są najbardziej podatne na zmiany prędkości jazdy pociągów. Z wyznaczonych wartości WODB wszystkich przejazdów w 73% przypadków odnotowano maksymalne wartości w paśmie o częstotliwości środkowej 20 Hz. Wszystkie maksymalne wartości mieściły się w przedziale 10 – 25 Hz. Co świadczy nie tylko o najszybszym wzroście wartości drgań w danym paśmie wraz z prędkością, ale również o największych wartościach dla każdego z przejazdów. Dlatego projektując infrastrukturę kolejową dla KDP to pasmo częstotliwości powinno być tłumione bez względu na planowaną prędkość, gdyż w tym zakresie występują największe amplitudy. W rozdziale tym przedstawiono także wyniki szacowania prędkości krytycznej. Dla wyznaczonej funkcji dopasowania zależności wartości wskaźnika WODB od wzrostu prędkości aproksymuje się prędkość, dla której WODB wynosi 1, tj. prędkość, powyżej której drgania dla badanego obiektu wykazywałyby oddziaływanie w II strefie szkodliwości. Dla drgań poziomych prostopadłych do osi toru (X) wartość krytyczną prędkości pociągu oszacowano na 322 km/h, natomiast dla drgań równoległych do osi toru (Y) prędkość ta wynosi 317 km/h. Określono także funkcję opisującą zależność WODB od prędkości pociągu (wzór 6.2-1), który dla pasma 20 Hz wyznacza prędkość krytyczną 315 km/h. Na podstawie przeprowadzonych badań i analiz wskazano także, że analizę wpływu oddziaływania drgań na budynki należy także prowadzić dla lokalizacji bardziej oddalonych od torów, niż wynika to z obecnie obowiązującej normy, która zakłada że pod określonymi warunkami zezwala się pominąć analizy oddziaływania drgań w odległości większej niż 25 m od osi toru kolejowego. Rozdział kończy się na 101 stronie.

W rozdziale siódmym przedstawiono wyniki analizy parametrycznej dla zmiennej prędkości, różnego taboru i różnej odległości od źródła drgań (osi torów). Do wykonania analizy parametrycznej zastosowano analizy CWT, maksymalnych przyspieszeń drgań uzyskanych z przebiegów oraz wartości przyspieszeń drgań w pasmach 1/3 oktaawowych w paśmie do 100 Hz. Przeprowadzono także analizy porównawcze podczas rozpędzania i hamowania składu. Dodatkowo przeprowadzono analizę wpływu czasu eksploatacji taboru na współczynnik redukcji drgań, który oceniono na podstawie analizy wyników pomiarów drgań na poligonie C (2013r.) i C' (2018r.). Rozdział kończy się na 118 stronie.

Ostatni 8 rozdział rozprawy to wnioski, oryginalne osiągnięcia w pracy oraz kierunki dalszych badań. Autorka odniosła wnioski z badań i analiz do przyjętych w rozprawie tez oraz wskazała 9 oryginalnych wątków wynikających z zrealizowanej rozprawy doktorskiej (str. 120). Najistotniejsze z nich to:

1. Analiza wielkoskalowych badań in situ drgań generowanych przejazdami pociągów z prędkościami przekraczającymi 200 km/h na terenie Polski.
2. Wyznaczenie pasm częstotliwości drgań silnie zależnych od zmiany prędkości taboru generującego te drgania.
3. Oszacowanie prędkości krytycznej linii kolejowej w badanej lokalizacji na podstawie prędkości fali Rayleigha.

Rozdział kończy się na 121 stronie.

W celu przygotowania rozprawy doktorskiej Autorka wykorzystała 93 pozycje literatury. Liczba ta, biorąc pod uwagę tematykę rozprawy, mogłaby być nieco większa. Nie wpływa to jedna zasadniczo na pozytywną ocenę części teoretycznej i przeglądowej rozprawy. Pewnym utrudnieniem dla czytelnika jest brak alfabetycznego ułożenia pozycji literaturowych w bibliografii.

Najważniejszymi rozdziałami recenzowanej rozprawy doktorskiej są rozdziały od 4 do 7, w których Autorka opisała badania in situ, metody analizy sygnałów, oeniła wpływ drgań na budynek i przeprowadziła analizę parametryczną. Pozwała to na pozytywną ocenę części badawczej i analitycznej dysertacji doktorskiej.

Reasumując należy jednoznacznie stwierdzić, że Autorka zweryfikowała w sposób empiryczny i analityczny postawione w rozprawie tezy oraz osiągnęła założone cele.

Język rozprawy jest prosty i komunikatywny, jednak w tekście znajduje się bardzo wiele błędów, szczególnie interpunkcyjnych i żargonowych sformułowań. Nie wpływają one jednak zasadniczo na pozytywną ocenę formalną i merytoryczną rozprawy doktorskiej.

3. Ocena rozprawy

Merytoryczna ocena opiniowanej rozprawy doktorskiej Pani mgr inż. Barbary Kożuch jest bardzo dobra. Podjęta tematyka jest ważna i ma charakter interdyscyplinarny oraz aplikacyjny. Pod względem potencjału zastosowania wnosi znaczący wkład w dyscyplinę inżynieria lądowa, geodezja i transport.

Opiniowana rozprawa ma silnie badawczy charakter, co podnosi jej potencjał do wykorzystania opracowanych metod i modeli do analizy oraz prognozowania oddziaływania drganiowego KDP podczas planowania inwestycji i realizacji studium wykonalności. Pani mgr inż. Barbara Kożuch przedstawiła w rozprawie kompleksowe badania i analizy, które umożliwiają ocenę propagacji fal drganiowych generowanych przejazdem składów pociągów. Na szczególne podkreślenie zasługuje zakres przeprowadzonych badań, który obejmował pomiary drgań generowane przejazdami nowych (nieeksploatowanych) pociągów Alstom Pendolino EMU 250 z prędkościami nawet do 293 km/h, które dodatkowo dociążano odważnikami, w celu uzyskania efektów przejazdu pociągu o maksymalnym napełnieniu pasażerskim (ok. 440 t). Jest to szczególnie istotny w ocenie rozprawy doktorskiej ponieważ potwierdza rzetelność i precyzję badań, co jest podstawą stwierdzenia dojrzałości badawczą Pani mgr inż. Barbary Kożuch i dobrego przygotowanie do samodzielnej realizacji badań naukowych w przyszłości. Dodatkowo przeprowadzone wielowymiarowe analizy wyników potwierdzają duży potencjał naukowy i inżynierski zastosowanych metod i poprawność prowadzonego wnioskowania.

Jako główne osiągnięcia rozprawy doktorskiej należy wskazać:

- podjęcie istotnego zagadnienia poznawczego, o dużym znaczeniu praktycznym i społecznym,
- przeprowadzanie badań terenowych wykonanych podczas przejazdu pociągów z najwyższą zarejestrowaną w Polsce prędkością, co stanowi istotny wkład w ocenę propagacji drgań komunikacyjnych z prędkościami powyżej 200 km/h;
- prowadzenie analiz i wnioskowania na danych pozyskanych z realnych wielkoskalowych pomiarów realizowanych w warunkach normalnej eksploatacji, co pozbawia założenia ewentualnych błędów modelowania;
- opracowanie modeli oceny wpływu emisji drgań komunikacyjnych wzbudzanych różnymi prędkościami przejazdu;
- identyfikacja szczególnych pasm częstotliwości drgań, najbardziej podatnych na wzrost prędkości pojazdów szynowych;
- oszacowanie prędkości krytycznej na polskich warunków geotechnicznych i infrastruktury kolejowej, powyżej której następuje bardzo dynamiczny wzrost oddziaływań drgań wzbudzanych przejazdem pociągów.

Autorka rozprawy wykazała słuszność postawionych tez i przeprowadziła kompleksowe i obszerne badania oraz poprawną analizę wyników. Tym samym należy uznać, że cele rozprawy zostały zrealizowane.

Autorka nie ustrzegła się błędów, które wskazałem w recenzowanym egzemplarzu. Błędy te jednak nie wpływają na moją pozytywną ocenę merytoryczną opiniowanej rozprawy doktorskiej. **Dlatego też moja ocena całości rozprawy doktorskiej jest pozytywna.**

4. Uwagi i zapytania

Staranna lektura rozprawy prowadzi do następujących uwag i pytań:

1. W pracy wielokrotnie pojawiają się nieprecyzyjne i enigmatyczne sformułowania, np.: *klimat wibroakustyczny, dedykowane prędkości, rozeznanie teorii, metodyka pomiarowo-interpretacyjna, drgania niestacjonarne, nieliniowa prędkość*

krytyczna, drań (zamiast drgań), niestacjonarne źródło drgań, niestacjonarny charakter źródła.

2. Jako jeden z celów pracy wskazano: „Zaproponowanie opisu drgań wzbudzanych przejazdami pociągów, który będzie eksponował najważniejsze elementy złożonego zjawiska i upraszczał lub pomijał nieistotne zagadnienia.” Jaki poziom uproszczenia został przyjęty oraz jaka była miara określająca stopień uproszczenia?
3. W sformułowaniu: „Raczej należy się skupić na próbie lokalnej identyfikacji zjawiska i wskazaniu **najprostszych i najszybszych, a przez co najskuteczniejszych** metod opisu i zrozumienia zjawiska i wskazać dalsze możliwości i kierunki rozwoju tego fragmentu dziedziny drogi kolejowej.” Czy połączenie cech „**najprostszych i najszybszych, a przez co najskuteczniejszych**” jest zasadą determinującą skuteczność?
4. Brak opisu na rys. 1, rys. 3.
5. Opisy angielskie na rys. 16.
6. Rys. 21 i 22 - Schemat rozmieszczenia czujników - poligon C i C' – skąd zmiany w rozmieszczeniu czujników (w poligonie C' brak czujników w odległości 710 cm i 5710 i 6710 cm)? Tym bardziej, że w pracy wielokrotnie wskazano, że odtworzono analogiczny system i schemat pomiarowy.
7. Jaki był punkt przyłożenia siły podczas badań modalnych (uderzenie młotka)?
8. Czy można przedstawić przebiegi czasowe sygnału wymuszenia (impulsu)?
9. Rys. 29 – dlaczego przebieg dla impulsu z uderzenia młotka modalnego przedstawiono jako funkcja siły (F) a nie przyspieszeń drgań (a)?
10. Sformułowała Pani wniosek (str. 48), że wzrost amplitud drgań uzyskanych podczas badań w 2018 w porównaniu do badań z 2013 wynika z pogorszenia stanu technicznego taboru. Dlaczego uważa Pani, że na przełomie 5 lat nie zmienił się także stan techniczny infrastruktury, szczególnie w aspekcie parametrów tłumiących (zagęszczenia podsypki itp.)?

11. Nieprecyzyjne formowanie tytułów w rozdziale 5 (np. Szybka transformata Fouriera (FFT), Krótkookresowa Transformata Fouriera (STFT)).
12. Wielokrotnie w pracy występują sformułowania uogólniające wnioski, np. str. 53 – *„Podobne zależności występują w przypadku przejazdów analogicznych pociągów z $v=160$ km/h. Na podstawie analiz wnioskować można, że rozważany tabor ma największy wpływ na emisję drgań w bliskiej lokalizacji linii kolejowej”*. Brak jednak w pracy wyników na potwierdzenie tych wniosków, które można było przedstawić w formie załączników.
13. Jak była częstotliwość próbkowania podczas pomiarów?
14. Proszę wyjaśnić wniosek: *„Uznaje się, że sytuacja taka została wywołana zjawiskiem zmiany częstotliwości sygnału po przejściu przez bardzo niejednorodny materiał jakim jest grunt.”*?
15. Proszę wyjaśnić efekt wzmacniania drgań dla niektórych częstotliwości przedstawiony na rys. 39 - Stosunek widma drgań uzyskanych na podstawie przebiegów drgań zarejestrowanych w ostatnim i pierwszym punkcie pomiarowym.
16. Jaki był sposób montażu i rodzaj czujników w kolejnych punktach pomiarowych?
17. Proszę omówić wyniki przedstawione na rys. 47, w zakresie wzmocnień sygnału i pojawienie się specyficznych lokalnych ekstremów dla bardziej odległych lokalizacji czujników?
18. Dlaczego do analiz czasowo-częstotliwościowych zastosowano STFT i CWT, jakie były kryteria wyboru i czy analizowano również inne metody TFR?
19. Proszę wyjaśnić sformułowanie (str. 77): *„Doraźne stosowanie analiz częstotliwościowo – czasowych może pomagać w szybkiej redukcji drgań przez wymianę „najgorszych elementów – bez konieczności wymiany całego składu.”*
20. Jak warunki pogodowe, szczególnie temperatura, wpływają na propagację fal sejsmicznych oraz na drgania generowane w kontakcie koło-szyna?
21. Proszę skomentować wyniki badań podczas przyspieszania i hamowania składu?

Pozostałe drobne uwagi redakcyjne zaznaczyłem na otrzymanym egzemplarzu i nie mają one istotnego znaczenia dla pozytywnej oceny wartości merytorycznej pracy.

5. Konkluzja

Opiniowana rozprawa doktorska Pani mgr inż. Barbary Kozuch stanowi nowe i komplementarne ujęcie problematyki analizy propagacji drgań generowanych przejazdami pociągów, szczególnie dla dużych prędkości i oceny ich oddziaływań na infrastrukturę. Realizacja określonych etapów pracy oraz uzyskane wyniki potwierdzają poprawność przyjętej metodyki postępowania zmierzającej do udowodnienia sformułowanych tez. Pozwala to na wnioskowanie o umiejętności i dojrzałości Pani mgr inż. Barbary Kozuch w prowadzeniu badań naukowych.

Przedstawione uwagi nie mają większego wpływu na fakt samodzielnego zrealizowania przez Autorkę zadania naukowo-badawczego. Do rozwiązania zagadnienia Autorka wykazała się wiedzą z metodyki analizy i oceny oddziaływania drgań w transporcie kolejowym.

Uważam, że opiniowana rozprawa doktorska Pani mgr inż. Barbary Kozuch pt. *„Drgania wzbudzone przejazdami pociągów dużych prędkości w Polsce – propagacja w gruncie”* spełnia wymogi określone w Ustawie z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz.U. 2003 Nr 650 poz. 595 z późn. zm.). Może zatem służyć jako podstawa do rozpatrzenia wniosku o nadanie Kandydatce stopnia doktora nauk technicznych. W związku z powyższym stawiam wniosek o dopuszczenie Pani mgr inż. Barbary Kozuch do publicznej obrony opiniowanej rozprawy jako dzieła w zakresie dyscypliny naukowej inżynieria lądowa, geodezja i transport.



PODPIS ZAUFANY
RAFAŁ ANDRZEJ
BURDZIK
11.07.2023 12:29:35 [GMT+2]
Dokument podpisany elektronicznie
podpisem zaufanym