

Prof. dr hab. inż. Marianna Jacyna
Wydział Transportu Politechniki Warszawskiej
e-mail: marianna.jacyna@pw.edu.pl

Warszawa, dnia 12 czerwca 2022 r.

RECENZJA

rozprawy doktorskiej Pana mgra **Dawida Gallasa**
pt. „Ocena emisji związków szkodliwych dla wybranych pojazdów szynowych”

Podstawa opracowania: pismo Przewodniczącego Rady Dyscypliny Inżynieria Lądowa i Transport Politechniki Poznańskiej, Pana prof. dra hab. inż. Jacka Pielechy z dnia 27 maja 2022 r

1. Uwagi o tematyce i informacje ogólne o rozprawie

Recenzowana rozprawa dotyczy zagadnień doboru metodyki badań oraz analizy wyników emisji spalin wybranych związków gazowych z silników pojazdów szynowych. Promotorem rozprawy jest Pan prof. dr hab. inż. Jerzy Merkisz, natomiast promotorem pomocniczym jest Pan dr inż. Paweł Daszkiewicz.

Badania w zakresie emisji związków szkodliwych spalin przez środki transportu zawsze były, są i zapewne będą przedmiotem wielu analiz nie tylko przez badaczy świata nauki, ale również środowiska polityczno-gospodarczego. Determinowane jest to faktem, że transport od zawsze stymuluje rozwój gospodarczy i społeczny poszczególnych krajów, społeczeństw, ale również postrzegany jest za „głównego sprawcę” silnie negatywnego oddziaływania na środowisko naturalne w zakresie m.in. uciążliwości emisji związków szkodliwych spalin. Podejmowane inicjatywy dotyczące zmian limitów norm emisji spalin oraz rosnąca świadomość środowiskowa społeczeństw na całym świecie wymusza na badaczach poszukiwanie odpowiednich metod badawczych w tym obszarze. Bez wątpienia ważne jest prawidłowe wykorzystanie uzyskanych wyników badań dla pełniejszego określenia faktycznego kosztu środowiskowego eksploatacji pojazdów należących do danej kategorii.

Pan mgr Dawid Gallas podejmując się realizacji rozprawy doktorskiej dot. doboru metodyki badań oraz analizy i oceny emisji związków szkodliwych spalin z silników pojazdów szynowych znakomicie wpisuje się w potrzeby aktualnych badań w tym obszarze. Praca ma również duże znaczenie poznawczo-ekologiczne dla praktyki gospodarczej.

Rozprawa składa się ze 108 stron, spisu skrótów i oznaczeń, streszczenia w jęz. polskim i w jęz. angielskim, 9 numerowanych rozdziałów, Literatury. Przy czym rozdział pierwszy to wprowadzenie, natomiast rozdział 9 to wnioski z przeprowadzonych w pracy rozważań. Spis materiałów źródłowych zawiera 114 pozycji, w tym wiele stron internetowych dokumentów normatywnych krajowych i europejskich z podana datą dostępu.

2. Analiza struktury rozprawy – podział treści na rozdziały

Zasadnicza treść rozprawy doktorskiej zawarta jest w rozdziałach 1-9. Pracę rozpoczyna streszczenie w języku polskim i angielskim (str. 6-7) oraz wykaz ważniejszych skrótów i oznaczeń (str. 4-5).

Część merytoryczną pracy rozpoczyna **Wprowadzenie (rozd. 1 - str. 8)**, w którym Autor rozprawy przedstawił problematykę podjęcia tematu wskazując na potrzebę ograniczania emisji spalin, w tym emisji dwutlenku węgla, źródła powstawania i jej wpływ na środowisko naturalne. Mgr Dawid Gallas wskazał również na problemy i ograniczenia różnych metod określania szkodliwości środowiskowej i kosztów zdrowotnych transportu. Przedstawił obecny stan i kierunki zmian w transporcie szynowym w Unii Europejskiej i na świecie.

Szkoda, że Autor nie podzielił tego rozdziału na co najmniej dwa podrozdziały dedykowane rozważanym problemom badawczym. Obecnie rozdział ten zawiera wiele wątków (problemy zmian klimatycznych, transportu pasażerskiego, towarowego, miejskiego itp.), które nie zawsze są ze sobą spójne.

Następnie w **rozdziale 2** (str. 16 - *Analiza taboru kolejowego i maszyn torowych głównych przewoźników krajowych*) mgr Dawid Gallas przedstawia analizę stanu polskiego taboru kolejowego, poczynając od aspektów historycznych, wskazując na plany i perspektywę rozwoju w przyszłości. Przedstawił udział lokomotyw spalinowych w taborze polskich przewoźników, zmiany w rozwiązaniach układów napędowych oraz zmiany prawne i legislacyjne. Dokonał podziału maszyn torowych oraz typów napędów wskazując na przykłady zastosowania i rodzaj wykonywanej pracy. Doktorant przedstawił również obecne i przyszłe kierunki rozwoju napędów pojazdów szynowych uwzględniając zarówno krajowe jak i światowe trendy.

Ponadto, Autor rozprawy wyjaśnia problematykę badań pojazdów szynowych, podkreśla przy tym potrzebę przyjęcia właściwych założeń i wieloaspektowych analiz emisji pojazdów szynowych oraz wykazuje na ograniczenia obecnie stosowanych praktyk i możliwe sposoby ich usprawnienia. Zauważa również potrzebę szybkiego procedowania zmian w normach prawnych oraz upowszechnienia procedur prowadzenia pomiarów emisji związków szkodliwych spalin z silników spalinowych.

Rozdział kolejny – 3 (str. 30 - *Normy prawne i metody pomiarowe*) to charakterystyka norm, zarówno europejskich jak i amerykańskich, dyrektyw, norm prawnych i wartości granicznych emisji spalin z pojazdów szynowych. Autor rozprawy dokonuje porównania amerykańskich norm Tier (0-4) oraz europejskich norm Stage (I-V), przedstawiając różnice między nimi jak i rozwiązania wprowadzone w celu ich

ujednoczenia. Opisuje również zmiany w normach emisji spalin, które zaszły w ostatnich latach.

Ponadto, Doktorant podkreśla problem braku możliwości szerokiego zastosowania danych pomiarowych z badań emisji spalin z silników pojazdów szynowych. Determinowane jest to specyfiką wyników badań oraz różnorodnością metod pomiaru. Na zakończeniu rozdziału opisuje aspekty szkodliwości i toksyczności trzech głównych toksycznych związków gazowych obecnych w gazach wylotowych, tj. tlenku węgla, węglowodorów i tlenku azotu (CO, HC, NOx) oraz dwutlenku węgla CO₂, podkreślając powód i mechanizmy ich szkodliwości dla zdrowia ludzkiego i środowiska naturalnego.

Cele i tezę rozprawy Doktorant opisał w **rozdziale 4** (str. 4 - *Cel i zakres pracy*). Jako cel rozprawy wskazał:

„ocena wyników emisji spalin, uzyskanych w testach przeprowadzonych w różnych warunkach specyficznych dla badanych pojazdów i weryfikacja użyteczności wybranej metodyki porównawczej.”

Natomiast tezę zdefiniował jako:

Istnieje możliwość przedstawienia danych emisji spalin, uzyskanych w testach w warunkach rzeczywistych specyficznych dla badanych pojazdów, w taki sposób, aby umożliwić określenie ich względnej szkodliwości środowiskowej niezależnie od różnic w charakterystyce ich pracy.

Mgr Dawid Gallas opisał również cele szczegółowe oraz przedstawił schemat rozprawy wraz z kolejnością prac składających się na kompleksowe podejście do rozwiązania problemu badawczego.

Kolejny **rozdział – 5** (str. 12 - *Metodyka badań*) to opis metodyki badań pomiarów emisji spalin, dla wybranych pojazdów szynowych. Dla zapewnienia jakości i dokładności badań pomiaru wykonano w warunkach jak najbardziej zbliżonych do warunków rzeczywistych pracy eksploatacyjnej badanych pojazdów. Jako obiekty badań Doktorant ustalił trzy pojazdy pracujące w warunkach rzeczywistych tj.: maszynę diagnostyczną do prac torowych UPS-80-100, szynowo-drogowy ciągnik Orion Crystal 13 służący do prac manewrowych oraz szynobus pasażerski dwuczłonowy typu LINK. Punktem odniesienia były wyniki uzyskane dla lokomotywy manewrowej SM42.

Pan mgr Dawid Gallas podkreśla, że zaproponowana metodyka bazuje częściowo na metodyce testowej RDE dla pojazdów drogowych oraz normie ISO 8178. Jako punkt odniesienia wyników pomiarów, Doktorant wykorzystał dane emisji spalin z lokomotywy manewrowej z serii SM42, po czym dobrane trzy obiekty badań reprezentują pojazdy szynowe różnych typów o różnych charakterystykach pracy. Autor rozprawy określił warunki pomiarowe i opisał każdy z badanych pojazdów przedstawiając ich dane techniczne. Opisał również aparaturę pomiarową zastosowaną w badaniach emisji spalin, podając najważniejsze jej parametry użytkowo-pomiarowe.

Rozdział 6 (str. 13 - *Autorska metodyka oceny szkodliwości środowiskowej pojazdów*) to bardzo obszerne i szczegółowe przedstawienie autorskiej metody oceny szkodliwości badanych pojazdów wraz z jej uzasadnieniem. Opisano parametry mające wpływ na emisję związków toksycznych a związanych z silnikiem, paliwem, środowiskiem oraz uwarunkowaniami zewnętrznymi. Na podstawie opisanej metodyki badawczej określono wskaźniki ekologiczne wykorzystane przez Autora rozprawy do ustalenia szkodliwości środowiskowej badanych pojazdów. Doktorant szczegółowo opisał warunki, w których przeprowadził badania pojazdów szynowych, a następnie dokonał porównania poziomu emisji spalin z silników poszczególnych pojazdów. Głównym elementem tego rozdziału jest matematyczny opis zaproponowanej metody uzyskania pożądanego wskaźnika ekologicznego tj. wskaźnika toksyczności ozn. symbolem „M” i opis procedury badawczej pojazdów.

Na uwagę zasługuje przeprowadzona przez Doktoranta analiza wyników emisji spalin. Dla właściwej interpretacji zaproponował pięć różnych współczynników wagowych, tj.: współczynniki wagowe oparte na wartościach granicznych obecnych norm emisji spalin, współczynniki wagowe uzyskane na podstawie zaproponowanych wcześniej współczynników tolerancji w metodzie pindex, współczynniki wagowe uzyskane z wartości granicznych stężeń mierzonych toksycznych substancji gazowych określonymi normami UE oraz współczynniki wagowe oparte na energii wiązań chemicznych mierzonych związków toksycznych. W rezultacie, po ich zastosowaniu, Doktorant uzyskał ogólny wynik szkodliwości emisji spalin z silników badanych pojazdów.

W kolejnym **rozdziale – 7** (str. 14 - *Analiza wyników emisji spalin*) Autor rozprawy przedstawił analizę wyników pomiarów emisji szkodliwych związków spalin z silników poddanych badaniom pojazdów szynowych. W pierwszym etapie Doktorant dokonał podziału wyników emisji spalin uzyskanych za pomocą autorskiej metodyki pomiarowej w zależności od rodzaju wykonywanej przez pojazdy pracy. Następnie zastosował opisaną we wcześniejszym rozdziale metodę przeliczania i analizy danych emisji spalin celem uzyskania wskaźników toksyczności pojazdów. Zestawienie otrzymanych wyników w zakresie wskaźników toksyczności poszczególnych związków emitowanych w spalinach Autor rozprawy przedstawił na rys. 7.11 – 7.18.

Dla sprawdzenia spójności uzyskanych wyników Doktorant dokonał porównania uzyskanych udziałów związków toksycznych w całkowitej emisji spalin badanych pojazdów szynowych. Co ważne, uzyskane wyniki odniesione zostały również do norm prawnych. Dla dokonania ogólnej oceny porównawczej badanych pojazdów Autor rozprawy wyznaczył wartości sumaryczne uzyskanych wskaźników a następnie przedstawił je na rysunku.

Rozdział 8 (str. 11 - *Ocena szkodliwości środowiskowej*) to końcowa ocena szkodliwości środowiskowej badanych pojazdów. Uzyskane wcześniej wskaźniki toksyczności Autor rozprawy przeliczył za pomocą opisanych w rozdziale 6 współczynników wagowych. Wynikowy wskaźnik oceny uzyskany na podstawie wskaźników toksyczności ozn. sym. „M” dla każdego z pojazdów i współczynników

wagowych ozn. sym. „W” zdefiniowano jako ważone wskaźniki toksyczności. Tak obliczone wskaźniki Doktorant obszernie opisał i dokonał analizy porównawczej w celu określenia ich użyteczności w praktyce inżynierskiej.

Przeprowadzona analiza wrażliwości wartości uzyskanych ważonych wskaźników toksyczności wskazała na rozbieżności z przyjętymi założeniami. Dlatego Autor rozprawy zaproponował nowe autorskie współczynniki wagowe oparte na względnej toksyczności badanych związków toksycznych. Następnie autorskie współczynniki wagowe zastosował do obliczeń nowych wartości ważonych wskaźników toksyczności. Pozwoliło to Doktorantowi na potwierdzenie słuszności postawionej tezy i realizacji przyjętego celu rozprawy.

Rozdział 9 (8 str.) to wnioski z przeprowadzonych w rozprawie rozważań. Autor rozprawy podzielił je na cztery grupy tematyczne tj.: wnioski ogólne, wnioski szczegółowe i utylitarne, wnioski metodyczne oraz wnioski perspektywiczne. Pan mgr Dawid Gallas przedstawił elementy nowości i zakres utylitarne zastosowania zaproponowanej metodyki do wdrożenia. Wykazał spełnienie założonego celu pracy oraz weryfikację postawionej tezy wskazując wnioski ogólne oraz kierunki dalszych badań.

Podsumowując uważam, że układ całości rozprawy jest logiczny i czytelny a ogólna jej forma, zakres oraz podział treści na rozdziały ujmują wszystkie istotne elementy tematu rozprawy. Ogólnie rozprawa została podzielona na dwie części: część teoretyczno-faktologiczną i część empiryczną.

3. Ocena rozprawy

W mojej opinii najważniejszą częścią rozprawy są rozdziały 5-8, w których Autor przedstawił szczegółowo metodykę badań dla oceny porównawczej wyników wybranych składników szkodliwych związków emisji z silników spalinowych pojazdów szynowych. Całość metodyki można ująć w kolejne etapy tj.:

- a) opis metodyki badań pomiarów emisji spalin dla wybranych pojazdów szynowych,
- b) przedstawienie autorskiej metody oceny szkodliwości badanych pojazdów wraz z jej uzasadnieniem, w tym określenie wskaźników ekologicznych wykorzystanych do ustalenia szkodliwości środowiskowej badanych pojazdów,
- c) analiza wyników pomiarów emisji szkodliwych związków spalin z silników pojazdów szynowych poddanych badaniom,
- d) ocena szkodliwości środowiskowej badanych pojazdów i propozycja nowych autorskich współczynników wagowych opartych na względnej toksyczności badanych związków toksycznych emisji spalin z silników spalinowych pojazdów szynowych.

Analiza treści całości rozprawy wskazuje, że Autor pracy podjął się trudnego zadania, zdefiniowanego w celu rozprawy tj. opracowania koncepcji metodyki badań

dla oceny porównawczej wyników wybranych składników szkodliwych związków emisji z silników spalinowych pojazdów szynowych uzyskanych w testach przeprowadzonych w różnych warunkach specyficznych dla badanych pojazdów wraz z weryfikacją użyteczności tej metodyki. Uważam, że postawiony przez mgr Dawida Gallasa cel rozprawy jest ważny zarówno z naukowego jak i użytecznego punktu widzenia. Ograniczenie emisji spalin to jedno z największych wyzwań stawianych przed światem nauki i praktyki gospodarczej. Doktorant w swoich badaniach podkreśla, że ograniczenie toksycznych i szkodliwych emisji związków spalin z silników spalinowych pojazdów szynowych, uwarunkowane ich wiarygodnymi pomiarami i rzetelną oceną.

W mojej ocenie na uwagę zasługuje przeprowadzona ocena względnej szkodliwości środowiskowej badanych pojazdów szynowych. Nie ulega wątpliwości, iż przedstawiona do recenzji praca jako rozprawa doktorska Pana mgr Dawida Gallasa jest oryginalnym, autorskim ujęciem metodyki badań wyników wybranych składników szkodliwych związków emisji z silników spalinowych pojazdów szynowych.

Przytoczone fakty wskazują, że Doktorant zrealizował cel rozprawy i udowodnił tezę. Za główne osiągnięcie Pana mgr Dawida Gallasa uważam:

1. Opracowanie autorskiej metodyki oceny względnej szkodliwości środowiskowej pojazdów szynowych na podstawie wyników wybranych składników szkodliwych związków emisji z silników spalinowych pojazdów szynowych.
2. Przedstawienie analizy wyników pomiarów emisji szkodliwych związków spalin z silników poddanych badaniom pojazdów szynowych oraz zdefiniowanie wskaźników ekologicznych wykorzystanych do ustalenia szkodliwości środowiskowej badanych pojazdów.
3. Przeprowadzenie oceny szkodliwości środowiskowej badanych pojazdów szynowych i propozycja nowych autorskich współczynników wagowych opartych na względnej toksyczności badanych związków toksycznych emisji spalin z silników spalinowych pojazdów szynowych.
4. Wskazanie na potencjalne możliwości wykorzystania przedstawionej w rozprawie metodyki do obliczania i szacowania szkodliwości środowiskowej części lub całości taboru kolejowego.

Podsumowując uważam, że omówiona konstrukcja rozprawy oraz sposób opracowania materiału empirycznego, a także forma przeprowadzonej analizy, w tym przyjęta metodyka badań są właściwe dla tego rodzaju prac. Doktorant wykazał się ogólną wiedzą teoretyczną, dobrą znajomością przedmiotu badań oraz opanowaniem metod eksperymentalnych stosowanych w dyscyplinie *inżynieria lądowa i transport*.

Stwierdzam również, iż podjęta problematyka dotycząca opracowania koncepcji metodyki badań dla potrzeb analizy uzyskanych przy jej wykorzystaniu wyników emisji wybranych toksycznych i szkodliwych składników spalin z silników spalinowych różnych pojazdów szynowych jest niezwykle złożona i wieloaspektowa. Sposób rozwiązania postawionego problemu badawczego świadczy o dobrym przygotowaniu

merytorycznym Doktoranta, dojrzałości naukowej i umiejętności samodzielnego prowadzenia badań naukowych.

4. Pytania szczegółowe i uwagi krytyczne

Analiza tekstu rozprawy rodzi kilka pytań szczegółowych, które nasunęły się w trakcie czytania. Odpowiedzi na poniższe pytania oczekuję podczas publicznej obrony:

- 1) We Wprowadzeniu pisze Pan, że cyt. (str. 14) „...*Transport pasażerów jest tylko jednym z obszarów działań transportu kolejowego. Transport towarowy również charakteryzuje się znacznie niższą emisyjnością, mierzoną jako gram emisji na tonę towaru przewiezioną kilometr, od transportu drogowego, śródziemnomorskiego oraz lotniczego [22]. Pomimo tego istnieją inne zastosowania pojazdów szynowych, które są specyficzne dla tego typu transportu...*” Zapis treści w tym akapicie nie do końca jest zrozumiały. Czy mógłby Pan rozszerzyć swoją wypowiedź.
- 2) Jak Pan wskazuje w rozdziale 2 pkt. 2.5.3, że jednym z wiodących kierunków technologicznych jest rozwój pojazdów autonomicznych lub częściowo autonomicznych. W tym kontekście pada stwierdzenie cyt. (str. 25), „...*Wprowadzanie do eksploatacji pojazdów i technologii mogących wykonywać coraz większą część pracy maszynistów, kontrolerów i mechaników pozwala przewoźnikom na zmniejszenie poziomu zatrudnienia a co za tym idzie kosztów operacyjnych...*” Ponieważ brak jest odniesienia do literatury to mam pytanie z czego wynika takie stwierdzenie? Czy wykonywał może Pan badania z tego zakresu? Jeśli tak, to czy dysponuje Pan danymi z tego obszaru?
- 3) Jako pojazdy do badań wybrał Pan trzy pojazdy pracujące w warunkach rzeczywistych tj.: maszynę diagnostyczną UPS-80-100, szynowo-drogowy ciągnik Orion Crystal 13 oraz szynobus pasażerski dwuczłonowy typu LINK. Otrzymane wyniki podczas pomiarów emisji związków szkodliwych spalin odnosił Pan do wyników uzyskanych dla lokomotywy manewrowej SM42. Moje pytanie jest, dlaczego akurat te pojazdy? Ze względu na jakie charakterystyki/parametry zostały one wybrane?
- 4) W swojej rozprawie dokonał Pan wielowątkowej analizy emisji związków szkodliwych spalin z silników spalinowych pojazdów szynowych. Czy widzi Pan możliwości modyfikacji zapisów aktów normatywnych z uwzględnieniem wniosków z Pana badań?

W pracy dostrzeżono niedociągnięcia, które nie wpływają na ocenę merytoryczną rozprawy, stanowią jedynie pewne niedociągnięcia edytorskie czy upraszczające. Wśród nich należy wymienić m.in.:

- 1) W wielu miejscach rozprawy przy rysunkach lub tabelach, które wskazują na dane zaczerpnięte ze źródeł innych niż zasoby własne Autora, brak jest odwołania do źródła pochodzenia danych np. rys.2.5, rys.2.6, rys.5.2 czy tab. 6.4, tab.6.5, tab.6.6.

- 2) W spisie treści pominięto odwołanie do Literatury oraz Streszczenia w jęz. polski i w jęz. angielskim.
- 3) Błędy edytorskie - pozostawienie na końcu wierszy pojedynczych liter: w, z, i, - dotyczy całej pracy.
- 4) Streszczenie rozprawy w aktualnym opisie jest przedstawione jako jeden akapit – dla przejrzystości odbioru przez czytelnika rozprawy powinno być podzielone na kilka akapitów uwzględniając efekty rozprawy.
- 5) Błędy stylistyczne w budowie zdań np. str.9 „... państw świata kolejnym podstawowym problemem transportu jest generowana przez nie emisja związków...”
- 6) Błędy w zapisie nazw własnych (nazwy własne pisze się wielką literą) – str.8 jest: „...na ocenie spokojnym, na ocenie indyjskim..” a powinno być „...na Ocenie Spokojnym, na Ocenie Indyjskim..”
- 7) Błędy interpunkcyjne w wielu miejscach pracy, format tekstu (np. rys.4.1).
- 8) Brak typowego przeglądu literatury z uwzględnieniem obszarów badawczych.
- 9) Autor rozprawy ma tendencję do budowy bardzo długich ok. 40-wyrazowych zdań.

5. Konkluzja

Uważam, że zawarte w recenzji uwagi krytyczne i zastrzeżenia absolutnie nie zmniejszają merytorycznej wartości naukowej i aplikacyjnej recenzowanej pracy. Stanowi ona oryginalne rozwiązanie przez Autora zagadnienia naukowego, sformułowanego w tezie badawczej oraz opisanej przeze mnie w charakterystyce rozprawy.

Praca mieści się w obszarze badań właściwym dla dyscypliny naukowej *inżynieria lądowa i transport*.

W podsumowaniu stwierdzam, że rozprawa doktorska Pana mgr Dawida Gallasa pt. „**Ocena emisji związków szkodliwych dla wybranych pojazdów szynowych**”, spełnia wymogi 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 dyscyplinie naukowej *Inżynieria lądowa i transport*.

Wnoszę zatem o dopuszczenie do publicznej obrony rozprawy doktorskiej Pana mgr Dawida Gallasa na Wydziale Inżynierii Lądowej i Transportu Politechniki Poznańskiej oraz dalsze procedowanie postępowania w celu nadania stopnia doktora nauk inżynieryjno-technicznych w dyscyplinie Inżynieria lądowa i transport.

Marianna Jacyna