

Dr hab. inż. Maciej Gucma prof. AM

Akademia Morska w Szczecinie

RECENZJA ROZPRAWY DOKTORSKIEJ

mgr inż. Natalii Szymlet pt.

Emisja związków toksycznych z miejskich pojazdów jednośladowych w rzeczywistych warunkach eksploatacji

Podstawa prawna wykonania recenzji

W wykonaniu uchwały Rady Dyscypliny Inżynieria Lądowa i Transport Politechniki Poznańskiej z dnia 28.06.2022 r. w sprawie wyznaczenia recenzentów w przewodzie doktorskim Pani mgr inż. Natalii Szymlet, o treści, której zostałem poinformowany pismem z dnia 06.07.2022 przedkładam przedmiotową recenzję.

Charakterystyka rozprawy

Rozprawa będąca przedmiotem niniejszej recenzji obejmuje łącznie ze spisem treści, wykazami i bibliografią 146 stron wydruku komputerowego formatu A4. Treść właściwa zajmuje 127 stron. Rozprawa obok wstępu i podsumowania składa się z sześciu rozdziałów poświęconych analizie i rozwiązaniu problemu badawczego. Bibliografia obejmująca 145 pozycji zawiera głównie prace wydane w ostatnich 30 latach oraz pojedyncze pozycje wydane w latach osiemdziesiątych i dziewięćdziesiątych XX wieku. Są to więc publikacje odzwierciedlające aktualny stan wiedzy w badanej dziedzinie. **Dobór cytowanej literatury świadczy o doskonałej orientacji Autorki w reprezentowanej dziedzinie wiedzy.** Praca jest dobrze zilustrowana za pomocą rysunków, tabel i wykresów, a także zawiera spis oznaczeń i symboli.

Wybór przedmiotu badań i tematu pracy

Wybór przez Autorkę problematyki oceny emisji związków toksycznych z silników pojazdów jednośladowych w ruchu miejskim jako przedmiotu badań należy uznać za w pełni uzasadniony, a sformułowanie tematu jako poprawne. Uzasadnieniem podjęcia wysiłku badawczego stała się analiza literatury zarówno naukowej jak i legislacyjnej dla Polski oraz UE. Autorka wykazała niedostatki i dysproporcje w istniejących metodach badawczych dla pojazdów jednośladowych z naciskiem na pomiary w trakcie rzeczywistej jazdy w warunkach miejskich. Wykazała jednocześnie brak rzetelnych badań dla pojazdów kategorii L (jednoślady). Podjęta przez Autorkę tematyka badawcza ujęta w formie pytania badawczego: „jaka jest emisja związków toksycznych spalin w rzeczywistych warunkach eksploatacji” zakreśla obszar i cel dysertacji podparty doszczegółowieniem pytania, w postaci dodatkowych kryteriów: warunków eksploatacji, sposobu pomiaru oraz testów dla pojazdów kategorii L. W pracy nie postawiono hipotezy badawczej co w zasadzie nie jest błędem w rozprawach doktorskich stricte praktycznych (jak w tym przypadku), musiałaby ów hipoteza mieć bowiem charakter sztucznego rozwinięcia pytania badawczego. Problematyka dysertacji zakłada wykorzystanie eksperymentów rzeczywistych (określonych jako empiryczne) dla przejazdów w warunkach ruchu miejskiego obiektów badań oraz późniejszej analizy jakościowej próbek spalin z tych przejazdów. Tak zaprojektowany eksperyment z użyciem autorskiej metodyki badawczej w zamyśle Autorki pozwoli na uzyskanie miarodajnych wyników. **W przedstawionym ujęciu wybór tematyki jest bardzo trafny: opracowane przez doktorantkę podejście naukowe pozwoli na stworzenie zupełnie nowej, niwelującej luki w tym obszarze wiedzy technicznej, metody oceny emisji dla pojazdów jednośladowych w ruchu miejskim.**

Ocena ogólna rozwiązania zagadnienia

Cele główne pracy ujęto w następującej formie:

1. Identyfikacja emisji związków toksycznych spalin z uwzględnieniem analizy jakościowej lotnych związków organicznych i parametrów pracy silników miejskich pojazdów jednośladowych w rzeczywistych warunkach eksploatacji.
2. Propozycja autorskiej procedury badawczej dla miejskich pojazdów jednośladowych w rzeczywistych warunkach eksploatacji, odpowiadającej lokalnym warunkom drogowym.

Cele te Autorka zrealizowała poprzez:

1. Szczegółową analizę danych literaturowych istotnych z punktu widzenia tematyki;
2. Systematyzację kategorii pojazdów – obiektów badań (miejskie jednoślady);
3. Przygotowanie poligonu badawczego;
4. Opracowanie metodyki pomiaru zarówno dla pobierania próbek spalin, parametrów pojazdów oraz analizy laboratoryjnej.
5. Budowę modelu emisji i szczególnych wytycznych dla emisji z badanych pojazdów;

Samą część twórczą rozprawy podzielono na 3 etapy:

1. Opracowanie samej metodyki badawczej, konceptualizacja zadań, dobór narzędzi i metod pomiarowych, opis procedur pomiaru;
2. Przeprowadzenie badań rzeczywistych;
3. Badania jakościowe składu spalin.

Opracowana przez Autorkę oryginalna metoda pozwala analizę parametrów pracy silnika w ruchu miejskim i zapewnia odczyt:

1. Wartości związków chemicznych na wylocie kolektora spalinowego (HC, CO₂, CO, NO, PM i O₂);
2. Wartości charakterystycznych z komputera pojazdu bądź (jak w tym przypadku) zainstalowanych czujników np. ciśnienia dolotowego, prędkości obrotowej wału korbowego, temperatur powietrza dolotowego, spalin itp., położenia geograficznego, prędkości pojazdu oraz innych;
3. Wartości odczytanych na hamowni podwoziowej z użyciem metod chromatografii gazowej i pokrewnych metod określając m.in. poziom węglowodorów aromatycznych, alkenów i innych.

Wszystkie opracowane elementy walidacji metodologicznej dla zaproponowanej metody uważam za poprawne i zgodne z zasadami planowania eksperymentu. W ramach rozprawy przeprowadzono sekwencję badań:

1. Analiza regulacji prawnych z zakresu emisji;
2. Przegląd literatury w aspekcie badań emisji związków toksycznych dla pojazdów jednośladowych;
3. Identyfikacja emisji związków toksycznych spalin;
4. Weryfikacja metod istniejących i wybór nowych metod testowania;
5. Badania rzeczywiste w warunkach miejskich i laboratoryjnych (hamownia);
6. Analiza wyników dla poszczególnych typów badań.

Tak dobrana sekwencja badawcza - wynik prac naukowych - pozwoliła na opracowanie kompletnej procedury badawczej dla miejskich pojazdów jednośladowych w warunkach rzeczywistych jako rekomendacji inżynierskiej przy jednoczesnym zdefiniowaniu zarysu dalszych badań.

Ocena samodzielności rozwiązania

Oryginalność rozprawy w zakresie prowadzonych badań naukowych polega na:

1. analizie i syntezie materiału wstępnego (literatura), opracowaniu kryteriów dostępowych, wypracowaniu założeń;
2. budowie eksperymentu badawczego (3etapowego);
3. przeprowadzenie analiz dla wyników zużyciem statystyk opisowych i analizy ilościowej;
4. propozycję procedur badawczych.

Cztery powyższe punkty uważam za kluczowe i twórcze elementy rozprawy decydujące o oryginalności rozwiązania. Doktorantka poddała krytycznej analizie istniejące rozwiązania opisane w literaturze na podstawie czego dobrała odpowiedni aparat umożliwiający sformułowanie jego problemu badawczego. Dobór metodyki i narzędzi badawczych uważam za poprawny.

Autorka w rozdziale pierwszym swojej dysertacji (wprowadzenie) nakreśliła problematykę oraz genezę podjętej tematyki uwzględniając czynniki związane z zagęszczaniem ruchu drogowego w miastach oraz ich opisując modele populacyjne. Uwzględniła także powiązania z chorobami związanymi z zanieczyszczeniem powietrza.

Rozdział drugi to zasadniczo analiza regulacji prawnych związanych z jednoślādami i ich emisjami. Zawarto tu kategoryzację pojazdów lekkich oraz obowiązujące je normy emisji. Szczegółów wyjaśniono kryteria kategorii L ze względu na konstrukcję i zasilanie. Usystematyzowano obowiązujące normy Euro oraz te obowiązujące w innych krajach, będących odniesieniem do zagadnień (USA, Indie, Chiny i inne). Ujęto także syntetycznie wytyczne legislacyjne w zakresie prowadzonych badań i testów obowiązujących na świecie. Opisano testy WMTC i ECE dla pojazdów silnikowych.

Rozdział trzeci to przegląd literatury naukowej w aspekcie badań emisji związków toksycznych spalin z silników pojazdów jednoślādowych. Głównym wnioskiem płynącym z tego rozdziału jest zwiększenie istotności testów w rzeczywistych warunkach drogowych w trakcie certyfikacji/homologacji nowych pojazdów. W rozdziale przedstawiono udział poszczególnych publikacji dla grup pojazdów i rodzaju testu w zależności od roku publikacji co odzwierciedla wagę tematyki. Zaakcentowano także praktyczną potrzebę podjęcia badań. Autorka odniosła się także do publikacji branżowych zarówno europejskich jak i światowych słusznie zauważając, iż udział jednoślādów w innych krajach jest większy w ruchu drogowym niż w Europie. Całościowo, analiza literaturowa rozdziału 2 i 3 pokazuje, że podjęte badania są konieczne oraz unikalne w swojej skali.

W rozdziale czwartym Autorka zawarła cel naukowe, problemy badawcze oraz zakres pracy. Przedstawiła także podział na etapy badań oraz strukturę schematyczną swojej pracy.

Metodyka badawcza, obiekty oraz poligony badawcze zostały scharakteryzowane w rozdziale 5. Znalazły się tu także opisy i metodyki prowadzenia badań jakościowych – laboratoryjnych tj. analizę jakościową składników wydzielonych przy użyciu kolumny kapilarnej i zidentyfikowanej metodą chromatografii gazowej z desorpcją termiczną sprzężoną ze spektrometrią mas.

Rozdział szósty zawiera metodykę oraz realizację badań rzeczywistych w ruchu miejskim. Przedstawiono także analizy wynikające z tych badań w tym:

- analizę porównawczą charakterystyk gęstości czasowej w przedziałach prędkości pojazdu i przyspieszenia;
- analizę różnic w udziałach czasu eksploatacji obiektów badawczych na trasach pomiarowych w odniesieniu do obowiązujących testów homologacyjnych;
- analizę porównawczą przebiegów prędkości obiektów badawczych na trasach pomiarowych w funkcji czasu w odniesieniu do przebiegów prędkości w testach homologacyjnych.

Wyniki przedstawione w tym rozdziale to de facto realizacja pierwszego celu pracy - identyfikacji emisji związków toksycznych spalin i parametrów pracy silników w rzeczywistych warunkach eksploatacji.

Autorka uwzględnienia w analizach jakościowych zawartość w spalinach lotnych związków organicznych.

W rozdziale siódmym zawarto syntetyczny opis procedur, które zostały opracowane w wyniku przeprowadzonych eksperymentów. Procedury stworzone przez autorkę są pewnego rodzaju modelowym środowiskiem do testowania i homologowania pojazdów jednośladowych. Przedstawiono metodykę pomiaru w warunkach rzeczywistych RDE. Autorka przedstawiła w dalszej części rozdziału swoją procedurę (RUMET) oceny powstałą jako podsumowanie etapu

Rozdział ósmy stanowią wnioski i szczątkowa dyskusja wyników. Co ciekawe wnioski podzielono na grupy (ogólną, szczegółową, metodyczną, utylitarną i prognostyczną) co daje szybki wgląd w wyniki uzyskane na drodze badawczej.

W opinii recenzenta dysertacja ma układ bardzo rozbudowanego raportu badawczego (nie umniejszając jednak jego rangi twórczej) co jednak w rozprawie doktorskiej utrudnia w pewnym stopniu analizę osiągnięć Autorki. Kosztem przejrzystości Autorka zrezygnowała z typowych „rozdziałów” po prostu numerując wszystkie elementy rozprawy. W opinii recenzenta „Wprowadzenie” powinno być połączone z rozdziałem 4 rozprawy (przynajmniej w pewnej części) zaś rozdziały 2 i 3 stanowiące pewną formalną analizę tego ‘co już zrobione’ powinny być połączone. Pewien niedosyt budzi rozdział będący formalnym podsumowaniem elementów nowość dysertacji, czyli rozdział 7 – zawierający opis aktualnie używanych testów RDE, analizę wyników z rozdziału 6 oraz propozycję nowego, autorskiego testu. Zabrakło jednak w mniemaniu recenzenta analizy komparatywnej z użyciem nowego narzędzia bądź ukazaniu jego zalet/wad w odniesieniu do istniejących testów. Jednak samo założenie pracy (a więc analiza parametrów pod kątem uzyskania miarodajnych informacji ergo stworzenia tego testu) jest w rozprawie zawarta w rozdziale 6.

Autorka pomimo znacznego dorobku publikacyjnego (badanie crossref) z wysoko cytowanymi publikacjami z zakresu rozprawy bardzo skromnie w opinii recenzenta odniosła się do swoich osiągnięć. Nie zamieściła ani spisu własnych publikacji a jedno samo-cytowanie w rozprawie doktorskiej jest wyjątkiem. Nie sposób tego ocenić (ani na plus ani na minus) doktorat bowiem w założeniu, jest swego rodzaju podsumowaniem badań, które były prowadzone w pewnym czasie i co logiczne, powstały przy okazji jego ‘tworzenia’ inne publikacje. Uważam, że osiągnięcia powinny się jednak znaleźć w rozprawie – choćby jako referencja dla czytelnika.

Pracę jak i rozwiązanie jednak zdecydowanie należy uznać za samodzielne – logika wyводу oraz kolejność szczegółowo zaplanowanego eksperymentu nie budzi wątpliwości w tym aspekcie.

Uwagi i wątpliwości

Zagadnienia formalne i warsztatowe

Praca jest dość rozległa, jednak nie przytłacza opisami. Pewnym zastrzeżeniem jest niejednorodność wielkości rozdziałów (opisany w pkt ocen samodzielności pracy). W pracy nie zawarto załącznika, który mógłby udokumentować kolejność wyciąganych wniosków od strony warsztatowej, nie jest to jednak znaczące uchybienie formalne. Praca jest napisana poprawnym językiem stosownym w dysertacjach i rozprawach technicznych, jednak Autorka nie ustrzegła się drobnych błędów, które jednak nie wpływają na odbiór rozprawy. Co więcej, pracę czyta się w wyjątkowo ‘przyjemny’ sposób, jest logicznie umotywowana i niezbyt wysycona, często spotykanymi w innych pracach a zbędnymi w opinii recenzenta, ozdobnikami stylistycznymi.

Doktorantka zastosowała wyjątkowo niewygodny system przypisów – system numeryczny. Utrudnia to śledzenie bibliografii, choć wpływa na objętość tekstu. Sam sposób tworzenia bibliografii jest jednorodny.

Komentarze do rysunków i wzorów są prowadzone metodycznie i w sposób ułatwiający analizę tekstu. Praca jest sformatowana poprawnie a edycja nie budzi zastrzeżeń. Dziwi co prawda fakt wydruku dla wersji papierowej w formie jednostronnej jest to jednak znikomy problem.

Praca nosi wszelkie znamiona oryginalności twórczej. Recenzent nie widzi w tej materii żadnych zagrożeń.

Zagadnienia merytoryczne

Autorka w zasadzie skoncentrowała się na metodykach badawczych dla pojazdów kołowych lekkich (taki jest bowiem cel i zakres pracy), jednak dla użyteczności rozwiązania nie przedstawiła nawet w sposób skrótowy żadnych innych wytycznych (np. dla pojazdów ciężkich, taboru kolejowego, statków, samolotów). Czy nie ma żadnych wartościowych metodyk w innych gałęziach transportu na których można by się wzorować?

Wnioskowanie statystyczne dla przeprowadzonych badań zarówno dla badań w ruchu jak i na stanowisku hamownym jest bardzo ubogie. Nie postawiono bazowych hipotez ani nie wprowadzono metodyk testowania hipotez. W zasadzie wszystkie dane przedstawiono jako jednostkowe pomiary. Czy nie byłoby celowe wprowadzenie testów istotności dla pomiarów przedstawionych w rozprawie? Jak dużymi wiarygodnościami/poziomami ufności charakteryzowały się badania?

Interdyscyplinarne podejście wg Autorki ma zapewnić badanie w ruchu drogowym (rzeczywiste pomiary) połączone z pomiarami na stanowisku hamownym (laboratoryjne) z użycie zaawansowanych metod np. spektrometrii mas. Nie ma jednak informacji o tym na ile poszczególne rodzaje badań wpłynęły na wyniki i w efekcie jak wpłynęły na budowę autorskiej metody.

Przedstawione wyniki dla różnic czasów eksploatacji dla warunków rzeczywistych i testów homologacyjnych (np. między ok 13 a 17% - wniosek szczegółowy nr 4 rozprawy i wniosek metodyczny nr 1). Jak się ta wartość ma do zmiennych warunków jazdy? W rozprawie przedstawiono jedynie pojedyncze przejazdy daną trasą (A i B) pojedynczego środka transportu. Czy wnioski związane uśrednianiem są uprawnione? Czy rozbudowanie statystyk o kolejne przejazdy tą samą trasą zmieniłyby wyniki? Na ile wartości statystyk przedstawionych w pracy mogą odzwierciedlać dane z rzeczywistych przejazdów?

Przedstawione w autorskiej metodzie RUMET wymogi dla prowadzenie przejazdów i testów (de facto dla uzyskania warunków RDE) są w części uzasadnione metodyką i wynikami pracy doktorantki. Jednak niektóre zaczerpnięte z innych testów lub przyjęte a priori (np. masa kierowcy czy jego ubiór). Czy nie byłoby zasadnym skategoryzowanie parametrów kluczowych zaproponowanej metodyki?

Przedstawiony na rys 4.1 schematyczny zapis przebiegu pracy badawczej daje wgląd w postępy pracy nad samą rozprawą. Nigdzie jednak recenzent nie dostrzegł algorytmicznego zapisu procesu naukowego. Taki oczywiście jest przedstawiony jako formalny zapis badań. Jak jednak by wyglądał taki zapis? Czy są obszary, gdzie testy należałoby odrzucić i rozpocząć od początku lub wcześniejszego? Czy brak ogólnych hipotez dotyczących całej pracy i samych badań jest zamierzony i co jest genezą tego braku?

Obecności związków stwierdzonych z użyciem analizy chemicznej na hamowni podwoziowej nie opisuje w żaden sposób ich ilości co uwypuklono we wniosku szczegółowym nr 8. Na ile takie stwierdzenie pozwala na dalsze wnioskowanie statystyczne? Być może śladowe ilości toksycznych związków nie stanowią wcale lub prawie wcale problemu dla otoczenia i wtedy wniosek użyteczny nr 1 jest fałszywy?

Wniosek użyteczny nr 2 prezentuje postulat wymuszenia badań dla pojazdów jednośladowych – oraz przewidywaną konsekwencję poprawę jakości powietrza - recenzent nie znalazł w dysertacji

odniesienia pojazdów kategorii L do wszystkich pojazdów w ruchu miejskim i ewentualnie do innych źródeł emisji (np. kotły grzewcze). Jak kształtują się takie statystyki latem, a jak zimą?

Podsumowanie recenzji

Podsumowując całą dysertację podkreślam wysoką wartość rozprawy, wymienione w recenzji uwagi i komentarze nijak nie umniejszają ogólnej oceny. Rozprawa cechuje się dużą wartością merytoryczną, jest oryginalnym rozwiązaniem problemu naukowego, a opisane autorskie badania są oryginalnym dorobkiem naukowym Doktorantki. Należy zauważyć wagę problemu podjętego w pracy na tle zmieniającego się świata transportu. Na podstawie wykonanych analiz i badań należy stwierdzić, że Doktorantka jest bardzo dobrze przygotowana merytorycznie do pracy naukowej, posiada dużą wiedzę oraz znajomość zagadnień z zakresu transportu. Analiza innych (nieprzedstawionych w rozprawie) osiągnięć publikacyjnych doktorantki daje gwarancję doskonałości naukowej.

Uważam, że dysertacja doktorska po dokonaniu niezbędnych poprawek i uzupełnień może zostać wydana drukiem, a jej przetłumaczenie na język angielski zagwarantuje szerokie grono odbiorców.

Podsumowując stwierdzam i podkreślam - jak w konkluzji wstępnej - że recenzowana praca spełnia merytoryczne a także formalne wymogi stawiane pracom doktorskim i z tego względu wnioskuję o dopuszczenie Pani mgr inż. Natalii Szymlet do dalszych etapów przewodu doktorskiego, w tym do publicznej obrony przedłożonej dysertacji doktorskiej.


Maciej Gućma