



**prof. dr hab. inż. Zdzisław Stelmasiak**

Katedra Silników Spalinowych i Pojazdów  
Wydział Budowy Maszyn i Informatyki  
Akademia Techniczno-Humanistyczna  
w Bielsku-Białej

Bielsko-Biała, 01 grudnia 2020 r.

## **Recenzja**

dorobku naukowego, dydaktycznego i organizacyjnego dra inż. Łukasza Rymaniaka oraz osiągnięcia naukowego pt. „**Nowe metody oceny wskaźników ekologicznych autobusów miejskich i pojazdów pozadrogowych w rzeczywistych warunkach eksploatacji**”

**Podstawa opracowania:** pismo Pana Przewodniczącego Rady Dyscypliny Inżynieria Lądowa i Transport Politechniki Poznańskiej, prof. dr hab. inż. Jacka Pielechy nr RD/h/3/03/2020 z dnia 03.11.2020 r. oraz załączone dokumenty przewodu habilitacyjnego.

### **1. CHARAKTERYSTYKA SYLWETKI HABILITANTA**

Dr inż. Łukasz Rymaniak urodził się 14 listopada 1987 roku w Poznaniu. Dyplom inżyniera uzyskał w 2010 roku na Wydziale Maszyn Roboczych i Transportu Politechniki Poznańskiej na kierunku *Mechanika i budowa maszyn*, specjalność *Silniki spalinowe*. W 2011 roku na tym samym wydziale uzyskuje stopień magistra inżyniera za pracę „*Badanie właściwości ekologicznych autobusu miejskiego z hybrydowym szeregowym układem napędowym*”.

W latach 2011-2016 był uczestnikiem studiów doktoranckich na Wydziale Maszyn Roboczych i Transportu Politechniki Poznańskiej.

Pracę naukowo-dydaktyczną rozpoczął w 2014 roku w Instytucie Silników Spalinowych i Transportu Politechniki Poznańskiej (obecnie Instytut Silników Spalinowych i Napędów) w Zakładzie Silników Spalinowych na stanowisku asystenta, a od 01.11 2016 pracuje na stanowisku adiunkta.

Stopień naukowy doktora nauk technicznych w dyscyplinie *Budowa i eksploatacja maszyn* otrzymał 21.06.2016 r. na Wydziale Maszyn Roboczych i Transportu Politechniki Poznańskiej za pracę pt. „*Analiza wpływu rodzaju układu napędowego i parametrów ruchu autobusów miejskich na ekologiczne wskaźniki pracy*”. Promotorem w przewodzie doktorskim był prof. dr hab. inż. Jerzy Merkisz, a recenzentami dr hab. inż. Mariusz Wasiak prof. nadzw. i dr hab. inż. Jacek Pielecha prof. PP.

Zainteresowania naukowe dra inż. Łukasza Rymaniaka od początku pracy zawodowej dotyczyły emisji spalin pojazdów różnych kategorii w warunkach rzeczywistej eksploatacji i wpływu zanieczyszczeń na środowisko. Uczestniczył w licznych badaniach prowadzonych dla samochodów osobowych, terenowych, autobusów, silników lokomotywowch i okrętowych oraz pojazdów i maszyn specjalnych.

## 2. OCENA PODSTAWOWEGO OSIĄGNIĘCIA NAUKOWEGO

### 2.1. Informacje ogólne

Dr inż. Łukasz Rymaniak w postępowaniu habilitacyjnym przedstawił do oceny jednotematyczny cykl publikacji, obejmujący 10 pozycji, zatytułowany „*Nowe metody oceny wskaźników ekologicznych autobusów miejskich i pojazdów pozadrogowych w rzeczywistych warunkach eksploatacji*”, który wytypował jako główne efekty swoich prac naukowo-badawczych po doktoracie, spełniające wymogi ustawowe przy ubieganiu się o stopień doktora habilitowanego.

### 2.2. Wybór tematyki osiągnięcia naukowego

Większość pojazdów drogowych i pozadrogowych jest napędzanych silnikami spalinowymi zasilanymi głównie paliwami ropopochodnymi. Zagadnienie emisji spalin z tych pojazdów jest obecnie istotnym problemem zarówno z powodu toksycznych składników spalin jak i emisji dwutlenku węgla odpowiedzialnego za efekt cieplarniany. Powoduje to intensywne badania silników prowadzące do poprawy ich parametrów ekologicznych i zmiany przepisów ograniczających limity emisji dla coraz szerszych grup pojazdów. Prace rozwojowe napędów pojazdów ukierunkowane są obecnie na badania ekologiczności w rzeczywistych warunkach eksploatacji, w których występuje dynamiczna zmienność parametrów zarówno środowiskowych jak i trakcyjnych mających istotny wpływ na emisję spalin. Z uwagi na stochastyczny charakter zmian parametrów ruchu porównywanie wyników badań trakcyjnych jest niezwykle trudne, a odtworzenie zbliżonych warunków ruchu przy powtarzaniu pomiarów prawie niemożliwe. Z tego powodu badania emisji w rzeczywistej eksploatacji wymagają odpowiedniej aparatury pomiarowej, specjalnych metod przetwarzania rejestrowanych danych i interpretacji wyników. Istotnym zagadnieniem jest poszukiwanie sumarycznych wskaźników ekologiczności eksploatacyjnej dla różnych grup pojazdów, które wykazują powiązania z wynikami badań homologacyjnych lub stanowiskowych prowadzonych w powtarzalnych warunkach ruchu silników.

Habilitant w swoich badaniach naukowych zajmuje się zagadnieniami emisji zanieczyszczeń z pojazdów różnych kategorii w tym również w pojazdach pozadrogowych. Istotnym osiągnięciem tych prac są nowatorskie wskaźniki oceny ekologiczności pojazdów w rzeczywistych warunkach ruchu i oddziaływania pojazdów na środowisko. Istotne jest również uwzględnienie w badaniach wpływu zanieczyszczeń środowiska (tła) na emisję spalin co podkreśla oryginalność uzyskanych wyników

Z tego powodu **tematykę ocenianego cyklu publikacji uważam za dobrze umotywowaną i bardzo aktualną, o dużej wartości poznawczej i użytecznej.**

### 2.3. Ocena głównego osiągnięcia naukowego

W skład jednotematycznego cyklu publikacji pt. „*Nowe metody oceny wskaźników ekologicznych autobusów miejskich i pojazdów pozadrogowych w rzeczywistych warunkach eksploatacji*”, który dr inż. Łukasz Rymaniak przedstawił do oceny w postępowaniu habilitacyjnym wchodzi następujące pozycje:

1. Rymaniak Ł., Lijewski P., Kamińska M., Fuć P., Kurc B., Siedlecki M., Kalociński T., Jagielski A.: *The role of real power output from farm tractor engines in determining their environmental performance in*

- actual operating conditions*. Computers and Electronics in Agriculture, 173, 2020, (100 pkt. wg MNiSW, **IF = 3,171, WoS**).
2. Kamińska M., Rymaniak Ł., Daszkiewicz P., Lijewski P.: *Test guidelines for evaluation real driving emission two-way vehicles*. MATEC Web of Conferences, 294, 2019, 02009:1-8, doi: 10.1051/mateconf/201929402009 (WoS).
  3. Rymaniak Ł., Daszkiewicz P., Merksiz J., Bolzhelarskyi Y.V.: *Method of determining the locomotive engine specific fuel consumption based on its operating conditions*. Rozdz. monogr.: *Computational Technologies in Engineering*, (20 pkt. wg MNiSW, **WoS**).
  4. Rymaniak Ł., Daszkiewicz P., Merksiz J., Kamińska M.: *Methods of evaluating the exhaust emissions from driving vehicles*. Combustion Engines, 179 (4), pp. 286-291, 2019, (20 pkt. wg MNiSW).
  5. Rymaniak Ł., Fuć P., Lijewski P., Kamińska M., Daszkiewicz P., Ziółkowski A.: *Evaluating the environmental costs in Poland of city buses meeting the Euro VI norm based on tests in real operating conditions*. Archives of Transport, 52 (4), pp/ 109-115, 2019, (70 pkt. wg MNiSW).
  6. Rymaniak Ł., Pielecha J., Brzeziński Ł.: *Determining the NOx emission from an auxiliary marine engine based on its operating conditions*. E3S Web of Conferences, 44, 2018, (15 pkt. wg MNiSW, WoS).
  7. Merksiz J., Rymaniak Ł.: *The assessment of vehicle pollutant emissions in relation to CO2 based on tests of urban buses in real driving conditions*. Maintenance and Reliability, 19 (4), pp. 522-529, 2017, , (25 pkt. wg MNiSW, **IF = 1,383, WoS**).
  8. Merksiz J., Rymaniak Ł.: *Determining the environmental indicators for vehicles of different categories in relation to CO2 emission based on road tests*. Combustion Engines, 170 (3), 2017, 66-72, (13 pkt. wg MNiSW).
  9. Rymaniak Ł.: *Comparison of the combustion engine operating parameters and the ecological indicators of an urban bus in dynamic type approval tests and in actual operating conditions*. MATEC Web of Conferences, 118, 2017, (15 pkt. wg MNiSW, WoS).
  10. Lijewski P., Merksiz J., Fuć P., Ziółkowski A., Rymaniak Ł., Kusiak W.: *Fuel consumption and exhaust emissions in the process of mechanized timber extraction and transport*. European Journal of Forest Research, published with open access at Springerlink.com, 2016, (40 pkt. wg MNiSW, **IF = 2,017, WoS**).

Wszystkie wytypowane publikacje to prace zbiorowe, przy czym Habilitant wyraźnie opisał swój wkład w opracowanie ocenianych pozycji. Cały cykl powstał w latach 2016-2020 jako wynik prac naukowo-badawczych prowadzonych przez Habilitanta w Instytucie Silników Spalinowych i Napędów Wydziału Inżynierii Lądowej i Transportu Politechniki Poznańskiej.

Według mojej oceny wszystkie prace wiążą się merytorycznie z tematem ocenianego osiągnięcia naukowego. Trzy z nich [P.1.], [P.10.] i [P.7.] opublikowano w czasopismach o wysokich indeksach Impact Factor, indeksowanych w bazie Web of Science: *Computers and Electronics in Agriculture* (100 pkt.), *European Journal of Forest Research* (40 pkt.), *Maintenance and Reliability* (25 pkt.). Trzy inne [P.2.], [P.6.] i [P.9.] opublikowano w materiałach konferencyjnych indeksowanych w bazie Web of Science, Scopus i Google Scholar, dostępnych w obiegu internetowym. Pozostałe opublikowano w punktowanych wg listy MNiSW krajowych czasopismach (*Archives of Transport*, *Combustion Engines*), a jedna [P.3.] jest rozdziałem monografii.

Obejmują one różnorodne zagadnienia związane z badaniami emisji spalin różnych kategorii pojazdów podczas rzeczywistej eksploatacji, sposobami rejestracji wyników badań z wykorzystaniem mobilnych przyrządów umieszczonych na pojazdach, metodami analizy uzyskanych wyników, zagregowanych wskaźników ekologicznych oraz wpływu eksploatacji pojazdów na środowisko. W publikacjach przedstawiono wartościowe badania m.in. autobusów komunikacji miejskiej (z napędem konwencjonalnym, hybrydowym, zasilaniem gazowym) i ciągników rolniczych.

Wszystkie pozycje ocenianego cyklu charakteryzuje nowoczesność, kompleksowy charakter badań i analiz oraz wysoki poziom merytoryczny. Poniżej przedstawiono ocenę

tylko wybranych prac, zdaniem recenzenta najważniejszych i najlepiej charakteryzujących osiągnięcia Autora.

W pracy [P.1.] *The role of real power output from farm tractor engines in determining their environmental performance in actual operating conditions* przedstawiono wyniki badań ciągnika rolniczego zasilanego silnikiem o zapłonie samoczynnym spełniającego normę toksyczności spalin Tier 3 oraz Stage III B, przeprowadzonych na stanowisku hamownianym. Badania obejmują bardzo szeroki zakres zmian parametrów silnika, prędkość obrotowa i moment obrotowy, występujących podczas eksploatacji ciągników. Metodą Willansa określono straty oporów własnych silnika, zmienne dla różnych prędkości obrotowych. W wyniku analizy wyników badań stwierdzono, że wartość momentu oporów własnych silnika zależy głównie od prędkości obrotowej, a w mniejszym stopniu od obciążenia silnika. Ponieważ emisja spalin jest związana z zużyciem paliwa wniosek ten ma istotne znaczenie praktyczne przy opracowywaniu systemów optymalnego sterowania silnika i określaniu obszarów pracy korzystnych z ekologicznego punktu widzenia.

Istotnym osiągnięciem pracy [P.1.] jest również obszerna analiza parametrów silnika w szerokim zakresie ich zmian oraz porównanie wartości momentu obrotowego wyznaczonego na stanowisku hamownianym i z pokładowego systemu diagnostycznego. Autor określił wielomianową funkcję korekcji momentu obrotowego uzyskanego z pokładowego systemu diagnostycznego dla pomiarów wykonywanych w rzeczywistych warunkach eksploatacji. Umożliwia to wykorzystanie systemu diagnostycznego w badaniach drogowych do określania wskaźników emisyjnych z zadawalającą dokładnością.

Wartościowymi elementami ocenianego cyklu są również prace [P.9.] i [P.5.] dotyczące badań autobusu miejskiego. W pracy [P.9.] *Comparison of the combustion engine operating parameters and the ecological indicators of an urban bus in dynamic type approval tests and in actual operating conditions* przedstawiono emisyjne wskaźniki toksycznych składników spalin CO, HC, NO<sub>x</sub> i cząstek stałych PM podczas jazdy na wybranej trasie miejskiej, które porównano z limitami normy Euro V. Badania wykazały emisję CO, HC oraz PM mniejszą, a dla NO<sub>x</sub> większą o ponad 50% w stosunku do limitów Euro V. Oznacza to, że w warunkach dynamicznych podczas normalnej eksploatacji systemy SCR niedostatecznie redukują tlenki azotu.

W pracy [P.5.] *Evaluating the environmental costs in Poland of city buses meeting the Euro VI norm based on tests in real operating conditions* określono emisję takich składników spalin jak CO, THC, NO<sub>x</sub>, PM i CO<sub>2</sub> podczas eksploatacji na liniach miejskich autobusów spełniających Euro VI. Na podstawie liczby eksploatowanych autobusów i stawki opłat za emitowane gazy oszacowano rzeczywiste, roczne koszty środowiskowe autobusów eksploatowanych w Polsce.

Do analiz ekologiczności pojazdów Habilitant zaproponował bezwymiarowy wskaźnik  $M_j$  będący ilorazem natężenia emisji jednostkowej składnika (wyrażonego w g/kWh, g/km, g/h) do natężenia emisji dwutlenku węgla określonego w tych samych jednostkach. Przy zasilaniu pojazdów tym samym paliwem wskaźnik ten zawiera w sobie sprawność ogólną przetwarzania energii chemicznej na pracę mechaniczną w silnikach pojazdów o różnych układach napędowych. Obejmuje on zarówno ocenę procesów silnikowych, jak i oczyszczania spalin oraz przeniesienia napędu. Umożliwia to porównywanie emisji dla różnych pojazdów (samochody drogowe, pozadrogowe, silniki okrętowe, napędy specjalne),

wyposażonych w różne układy napędowe: konwencjonalne, hybrydowe oraz zasilanie paliwem alternatywnym.

Przykładem wykorzystania omawianego wskaźnika jest praca [P.8.] *Determining the environmental indicators for vehicles of different categories in relation to CO<sub>2</sub> emission based on road tests*, w której porównano ekologiczność samochodu osobowego, autobusu miejskiego i samochodu terenowego, badanych w rzeczywistych warunkach ruchu miasta Poznania. Istotną cechą tego porównania są nie tylko wielkość pojazdów i odmienne warunki ruchu ale również zróżnicowane silniki: samochód osobowy zasilany silnikiem ZI o pojemności skokowej 0,9 dm<sup>3</sup>, terenowy silnikiem ZS o pojemności 2,5 dm<sup>3</sup> oraz autobus silnikiem ZS o pojemności 6,7 dm<sup>3</sup>. Wielkości silnika determinują również odmienne prędkości obrotowe podczas jazdy. Tak zróżnicowane warunki ruchu uniemożliwiają porównanie ekologiczności pojazdów przy użyciu dotychczas stosowanych wskaźników.

W pracy [P.8.] ciekawe z poznawczego punktu widzenia są analizy jednostkowej emisji NO<sub>x</sub> w funkcji emisji CO<sub>2</sub>. Wskazują one na istotne różnice dla poszczególnych pojazdów, dla autobusu prawie trzykrotnie większe w stosunku do samochodu osobowego (dla podobnego zakresu zmian emisji CO<sub>2</sub>). Autor sugeruje, że przyczyną tych różnic może być wyższy stopień konwersji NO<sub>x</sub> reaktora katalitycznego samochodu osobowego w stosunku do autobusu. Wydaje się jednak, że zasadniczą rolę może tu odgrywać zastosowanie układu hybrydowego, w którym silnik pracuje okresowo pod dużym obciążeniem o zwiększonej emisji NO<sub>x</sub>, ale również wielkość silnika i masa pojazdu, co powoduje, że dla porównywalnej prędkości silniki w obu pojazdach pracują przy różnych obciążeniach. Zagadnienie to wymaga jednak bardziej wnikliwej analizy. Ciekawe jest również wykorzystanie przez Autora charakterystyk gęstości czasowej pracy układu napędowego i tworzenie trójwymiarowych charakterystyk udziału czasu pracy w funkcji prędkość pojazdu – przyspieszenie, czy prędkość obrotowa silnika – obciążenie. Przedstawione analizy i sposób wyciągania wniosków świadczą o nowoczesności prowadzonych badań, innowacyjnym ich charakterze oraz o doskonałym przygotowaniu Habilitanta do prowadzenia badań naukowych.

Przedstawione w końcowej części pracy [P.8.] porównanie parametrów CO/CO<sub>2</sub>, THC/CO<sub>2</sub> i NO<sub>x</sub>/CO<sub>2</sub> dla trzech badanych pojazdów wskazuje na istotne różnice w drogowej emisji między samochodem osobowym, a autobusem (na niekorzyść autobusu), szczególnie dla CO i NO<sub>x</sub>. Wnioski z przeprowadzonych badań są istotne z praktycznego punktu widzenia i mogą być wykorzystane przy planowanych zmianach floty pojazdów komunikacji publicznej oraz przy tworzeniu przyszłych przepisów dotyczących ochrony środowiska.

Ciekawym etapem prac Habilitanta są również badania silnika lokomotywy przedstawione w pracy [P.3.] *Method of determining the locomotive engine specific fuel consumption based on its operating conditions* oraz silnika okrętowego [P.6.] *Determining the NO<sub>x</sub> emission from an auxiliary marine engine based on its operating conditions*.

Silniki spalinowe są wykorzystywane najczęściej w lokomotywach manewrowych o dużych udziałach czasu pracy na biegu jałowym lub pod niewielkim obciążeniem. Analizy ekologiczności tych pojazdów wymagają tworzenia charakterystyk trójwymiarowych i powiązania funkcyjnego natężenia zużycia paliwa z emisją składników toksycznych spalin. Zagadnienia te są niedostatecznie opisane w literaturze światowej. Z tego powodu przedstawione w pracy [P.3.] charakterystyki trójwymiarowe udziału czasu pracy w funkcji P-n (moc-prędkość obrotowa silnika), jednostkowe zużycie paliwa w funkcji P-n są

wartościowe z poznawczego punktu widzenia, a wyniki prac spotkały się z zainteresowaniem zagranicznych jednostek przemysłowych (brytyjska Firma Fuel Economy Solution). Świadczy to pozytywnie o nowoczesności prac prowadzonych przez Habilitanta.

Jeszcze trudniejszym zagadnieniem są badania silników okrętowych co wynika z ich wielkości i warunków eksploatacji. W celu oceny ekologiczności tych silników Habilitant określił w badaniach stanowiskowych dla pojedynczego cylindra charakterystyki trójwymiarowe natężenia emisji  $\text{NO}_x$  w funkcji  $n \cdot M_o$  (prędkość obrotowa silnika – moment obrotowy) oraz udziału czasu pracy silnika w funkcji momentu obrotowego. Przy określaniu udziałów czasu pracy wykorzystano autorski test opracowany przez Habilitanta uwzględniający badania w rzeczywistych warunkach eksploatacji i sposoby realizacji testów produkcyjnych. Obejmuje on wszystkie prędkości obrotowe wału korbowego ustalone dla danej konstrukcji silnika. Wykorzystanie opracowanych charakterystyk umożliwia obliczenie całkowitej masy tlenków azotu (lub podobnie innych składników spalin) oraz wskaźników ekologicznych w teście lub określonym przedziale czasu.

W badaniach przedstawionych w pracy [P.6.] zastosowano oryginalną w skali kraju metodykę badań co podkreśla kwalifikacje Autora i jego dobre przygotowanie do prowadzenia badań naukowych oraz samodzielność w wyciąganiu wniosków. Cechy te są bardzo istotne przy ocenie kandydata do stopnia naukowego doktora habilitowanego, szczególnie w dziedzinie nauk technicznych. Skomplikowanie budowy obiektu badań podkreśla szczególnie pozytywne cechy Habilitanta w tym zakresie.

Habilitant w swoich badaniach emisji zanieczyszczeń analizuje również wpływ zanieczyszczenia środowiska na emisję pojazdów. Przez uwzględnienie składu powietrza zasysanego przez silnik można obliczyć emisję netto wynikającą z eksploatacji pojazdu. Zagadnienie to opisano szczegółowo w pracy [P.4.] *Methods of evaluating the exhaust emissions from driving vehicles*. Badania Autora przeprowadzone na różnych pojazdach, w różnych porach i warunkach pogodowych umożliwiają tworzenie mapy środowiskowej terenu. Przykładowo badania wykonane na obszarze miasta Poznania dowodzą, że w niektórych porach dnia zespoły napędowe wraz z układem oczyszczenia spalin dla grupy pojazdów działają jak filtry powietrza dając ujemną emisję zanieczyszczeń netto. Wniosek ten jest bardzo istotny bowiem zmusza do zwrócenia uwagi na inne emitery zanieczyszczeń i podjęcia kroków zmierzających do zmniejszenia ich emisji.

Prace ocenianego cyklu stanowią istotny wkład Autora w badania emisji pojazdów podczas rzeczywistej eksploatacji. Zagadnienia te mimo postępu w budowie aparatury pomiarowej stanowią w dalszym ciągu duże wyzwanie badawcze. Wynika to ze zmienności parametrów silnika podczas kolejnych przejazdów, wymuszanych aktualnym ruchem, zmienności warunków atmosferycznych oraz niepowtarzalności zachowań kierowcy. Zmiany parametrów silnikowych, prędkości obrotowej i momentu obrotowego, mają charakter dynamiczny, co wpływa na zmiany zużycia paliwa i natężenia emisji składników spalin. Dzisiejsze pojazdy wyposażone są w zaawansowane systemy obróbki spalin poza silnikiem, a stopień ich konwersji zależy nie tylko od temperatury spalin, ale również wielu zmiennych parametrów przepływu. Z tego powodu badania w warunkach rzeczywistej eksploatacji są niezwykle trudne o dużych wymaganiach w stosunku do personelu

badawczego. Z przedstawionych wyżej powodów badania trakcyjne w zakresie emisji szkodliwych składników spalin są nadal niedostatecznie opisane w literaturze światowej.

Moim zdaniem dużym osiągnięciem Habilitanta jest dobre opanowanie techniki pomiarowej z użyciem aparatury mobilnej do pomiarów parametrów ruchu, środowiska, natężenia emisji składników spalin (CO, THC, NO<sub>x</sub>, PM i CO<sub>2</sub>) oraz parametrów pracy silników. Istotnym elementem tych badań są również metody rejestracji on-line oraz obróbki wyników. Na podkreślenie zasługuje fakt, że Habilitant nieprzerwanie zajmuje się zagadnieniami emisji zanieczyszczeń z pojazdów różnych kategorii w tym również w pojazdach pozadrogowych (lokomotywy spalinowe, silniki okrętowe, maszyny leśne). Habilitant prowadzi badania zarówno stanowiskowe, jak i eksploatacyjne oraz proponuje autorskie metody transponowania wyników stanowiskowych na badania eksploatacyjne. Dzięki temu można znacznie poszerzyć zakres oceny emisyjności różnych pojazdów i urządzeń napędzanych silnikami spalinowymi. Istotnym osiągnięciem tych prac są nowatorskie wskaźniki oceny ekologiczności pojazdów w rzeczywistych warunkach ruchu i oddziaływania pojazdów na środowisko. Istotne jest również uwzględnienie w badaniach wpływu zanieczyszczeń środowiska (tła) na emisję spalin co podkreśla oryginalność uzyskanych wyników

Badania prowadzone przez Habilitanta zawierają wszystkie istotne cechy nowoczesnych badań naukowych obejmujące takie elementy jak identyfikacja zjawisk występujących w obiektach badawczych, czynników zakłócających pomiary i istotnie wpływających na wyniki, analiza wyników z zastosowaniem oryginalnych wskaźników sumarycznych, opracowanie autorskich testów badawczych oraz właściwe wnioskowanie. Sposób prowadzenia badań naukowych, ich wielokierunkowość i kompletność oraz innowacyjność uważam za największą wartość ocenianych prac naukowo-badawczych..

Według mojej wiedzy, **opiniowany cykl publikacji jednotematycznych jest dziełem całkowicie oryginalnym** o znacznej wartości poznawczej i utylitarnej.

Do głównych osiągnięć naukowo-badawczych Habilitanta należy zaliczyć:

- szeroki zakres badań w rzeczywistych warunkach eksploatacji obejmujący samochody osobowe, terenowe, autobusy miejskie, lokomotywy spalinowe, pojazdy dwudrogowe, silniki okrętowe, pojazdy specjalne (stosowane w leśnictwie),
- opracowanie oryginalnej metodyki oceny rzeczywistej wartości momentu obrotowego w badaniach eksploatacyjnych uwzględniającej opory własne silnika,
- propozycja zastosowania do oceny ekologiczności pojazdów autorskich wskaźników sumarycznych bazujących na pomiarach emisji drogowej lub jednostkowej toksycznych składników i emisji dwutlenku węgla,
- wykorzystanie metod badawczych i obliczeniowych, do określania wskaźników ekologicznych i zużycia paliwa,
- opracowanie nowego testu dla pojazdów dwudrogowych,
- uwzględnienie w badaniach eksploatacyjnych zanieczyszczeń powietrza (tło środowiska) i określenie emisji netto pojazdów.

Przy przeglądzie omawianego cyklu nasuwa się pewna wątpliwość natury merytorycznej. W analizach wyników badań Habilitant wykorzystywał sumaryczny wskaźnik porównawczy  $M_j$  będący ilorazem natężenia emisji związku toksycznego do natężenia emisji dwutlenku węgla  $M_j = a \cdot c_j / c_{CO_2}$ . Tak określony wskaźnik  $M_j$  budzi pewne wątpliwości recenzenta.

Wynika to z faktu, że emisja CO<sub>2</sub>, proporcjonalna do ilości zużywanego paliwa, może istotnie wpływać na wartość wskaźnika M<sub>j</sub> (mianownik ułamka), szczególnie przy porównywaniu silników o różnej sprawności ogólnej, w tym również z niewielkimi usterkami technicznymi. Przykładowo przy porównywaniu dwóch silników o różnych sprawnościach i realizacji tego samego testu dynamicznego, silnik o mniejszej sprawności zużywa więcej paliwa i emituje większą ilość CO<sub>2</sub>, CO i THC. Przy sprawnym układzie oczyszczania spalin emisja końcowa CO i THC dla obydwu silników może być zbliżona. Jednak większe natężenie emisji CO<sub>2</sub> silnika o mniejszej sprawności powoduje zmniejszenie wskaźnika M<sub>j</sub>. W skrajnym przypadku, przykładowo w silniku z uszkodzonym układem zasilania, może również występować zwiększona emisja CO i THC (układ oczyszczania nie zdąży zredukować tych składników) ale przy wyższym zużyciu paliwa i zwiększonym natężeniu emisji CO<sub>2</sub> obliczony wskaźnik M<sub>j</sub> może być zbliżony dla obydwu silników. Wydaje się, że może to wpływać na jakość wnioskowania co do ekologiczności obydwu badanych silników. Zagadnienie to wymaga głębszych analiz i określenia czułości omawianego wskaźnika w zależności od stanu technicznego badanego silnika. Szkoda, że analiz takich nie przeprowadzono, przykładowo przy symulacji uszkodzenia układu wtryskowego.

Mimo zgłoszonych uwag w moim przekonaniu **prace Habilitanta i uzyskane wyniki wnoszą znaczny wkład w rozwój dyscypliny naukowej *Inżynieria lądowa i transport***.

#### **Podsumowanie oceny podstawowego osiągnięcia naukowego**

Na podstawie szczegółowej oceny materiałów dotyczących wytypowanego cyklu publikacji mogę stwierdzić, że **monotematyczny cykl publikacji dra inż. Łukasza Rymaniaka** pt. „*Nowe metody oceny wskaźników ekologicznych autobusów miejskich i pojazdów pozadrogowych w rzeczywistych warunkach eksploatacji*” **jest osiągnięciem naukowym spełniającym wymogi przepisów ustawy z dnia 14.03.2003 r., ze zmianami z dnia 18.03.2011 r. i późniejszymi o stopniach i tytule naukowym wymagane przy ubieganiu się o stopień doktora habilitowanego.**

### **3. CHARAKTERYSTYKA I OCENA POZOSTAŁEGO DOROBKU NAUKOWEGO**

Według mojej oceny Habilitant posiada znaczący i różnorodny dorobek naukowy po doktoracie, uzyskany w stosunkowo krótkim okresie czasu jaki upłynął po doktoracie, w latach 2016-2020. Obejmuje on ogółem ok. 49 pozycji, w tym 4 rozdziały w monografiach i 45 prac opublikowanych w czasopiśmie i materiałach konferencyjnych. Habilitant w Autoreferacie i załączniku 4 nie rozdzielił prac na grupy, publikowanych w punktowanych czasopiśmie i wydawnictwach niepunktowanych w wykazie MNiSW oraz materiałach konferencyjnych, jak czyni się to zwyczajowo. Utrudnia to analizę osiągnięć Autora. Również występują nieścisłości w czasopiśmie z Impact Factor ujętych w bazie Web of Science. W załączniku 4 zaznaczono 11 pozycji ujętych w bazie WoS podczas gdy w końcowych danych podaje się tylko 6 z Impact Factor i 16 znajdujących się w WoS.

Uzupełnienie publikacji stanowi 15 sprawozdań z prac naukowo-badawczych i 12 ekspertyz dla przemysłu. Ogólny dorobek naukowy Habilitanta po uzyskaniu stopnia doktora składa się z następujących pozycji:



- 6 prac opublikowanych w czasopismach cytowanych przez Journal Citation Reports: *Transport Research, Polymers, Materials, Computers and Electronics in Agriculture, Maintenance and Reliability, European Journal of forest Research, MATEC Web of Conferences*;
- 36 artykułów w czasopismach zagranicznych i krajowych m.in.: *Rail Vehicles, Journal of Konbin, Combustion Engines, Archives of Transport, Journal of Kones, MATEC Web of Conferences, In IOP Conference Series, Maszyny Elektryczne – Zeszyty Problemowe, Autobusy – Technika Eksploatacja. Systemy Transportowe, Technika Transportu Szynowego, Journal of Mechanical and Transport Engineering*;
- 4 rozdziały w monografiach;
- 3 artykuły opublikowane w materiałach konferencyjnych,
- 15 sprawozdań z prac naukowo-badawczych niepublikowanych,
- 12 ekspertyz na zlecenie przemysłu, niepublikowanych.

Spośród wymienionych wyżej prac 2 (4,1%) pozycje to prace samodzielne, a 47 (95,9%) współautorskie o deklarowanym znacznym udziale własnym. Spośród wszystkich prac 46 (93,9%) opublikowano w języku angielskim, a większość z nich jest dostępna w obiegu internetowym.

Sumaryczny Impact Factor wg listy JCR wynosi 16,758. Liczby cytowań wg różnych baz wynoszą odpowiednio:

- wg Web of Science – liczba rekordów 16, liczba cytowań 64, a indeks Hirscha - 5;
- wg Scopus – liczba rekordów 27, liczba cytowań 91, indeks Hirscha 6;
- wg Google Scholar – liczba rekordów 99, liczba cytowań 217, a indeks Hirscha 8.

Wskaźnikowy dorobek publikacyjny dra inż. Łukasza Rymaniaka wg przedstawionych wyżej baz danych jest zatem dobry, a jego prace są często cytowane przez innych autorów.

Dr inż. Łukasz Rymaniak uczestniczył w 9 konferencjach naukowych zagranicznych (Ukraina - dwukrotnie) oraz w krajowych, na których wygłosił 9 referatów prezentujących wyniki własnych prac naukowo-badawczych.

Habilitant był kierownikiem jednego projektu badawczego *Brama emisyjna – urządzenie modułowe do szybkiej oceny emisyjności pojazdów drogowych i szynowych* realizowanego w ramach Regionalnych Agend Naukowo-Badawczych. W pięciu innych projektach finansowanych przez Narodowe Centrum Badań i Rozwoju uczestniczył jako główny wykonawca/wykonawca. Dodatkowo uczestniczył w kilkunastu pracach zleconych bezpośrednio przez przemysł..

Przedstawiony publikacyjny dorobek naukowy po uzyskaniu stopnia doktora w 2016 roku jest w zasadniczej części poświęcony aktualnym zagadnieniom emisji toksycznych składników spalin ze szczególnym uwzględnieniem emisji w rzeczywistych warunkach eksploatacji. Habilitant prowadził badania zarówno stanowiskowe jak i drogowe. Zaproponował oryginalne wskaźniki sumaryczne ułatwiające porównanie pojazdów różnych kategorii. Wyniki uzyskane z badań porównywano z limitami normatywnymi wskazując różnice emisji w warunkach rzeczywistych co powinno ułatwić podejmowanie decyzji w zakresie zmiany floty pojazdów komunikacji zbiorowej, zmian w organizacji ruchu i

optymalizacji użytkowania pojazdów. Prace Habilitanta mają duże znaczenie praktyczne szczególnie dla przedsiębiorstw komunikacji zbiorowej dużych miast.

Wartym podkreślenia jest również fakt, że większość publikacji po doktoracie charakteryzuje się dobrym poziomem merytorycznym. Całość opublikowanego dorobku mieści się w dyscyplinie *Inżynieria lądowa i transport*.

Habilitant pełnił również funkcję promotora pomocniczego w 4 przewodach doktorskich: dr inż. Macieja Gisa *Analiza porównawcza emisji zanieczyszczeń spalin z autobusów miejskich z silnikami zasilanymi olejem napędowym oraz paliwami alternatywnymi* (obrona 01.10.2018), mgr inż. Macieja Siedleckiego *Emisja cząstek stałych z silników pojazdów pozadrogowych z użyciem retrofitingu w rzeczywistych warunkach eksploatacji*, mgr inż. Łukasza Brzezińskiego *Wpływ stanu termicznego spalin na redukcje tlenków azotu w układzie selektywnej redukcji katalitycznej* oraz mgr inż. Dawida Nijaka *Środowiskowa ocena rozwiązań transportowych z wykorzystaniem symulacji ruchu drogowego*.

Zestawienie zbiorcze osiągnięć Habilitanta przedstawiono w tabeli poniżej.

Lp.	Kryterium wg §3 i 5 rozporządzenie z dnia 01.09.2011 r.	Czy kandydat spełnia kryterium/liczba
1.	Autorstwo i współautorstwo publikacji w czasopismach z bazy JCR	Tak/16
2.	Patenty międzynarodowe i krajowe	Nie/0 Zgł. patentowe/ 4
3.	Wynalazki oraz wzory użytkowe wystawiane na międzynarodowych lub krajowych targach/wystawach	Tak/3
4.	Uczestnictwo w programach europejskich, innych programach międzynarodowych i krajowych	Tak/1
5.	Kierowanie i udział w projektach badawczych	Tak/6
6.	Wygłaszanie referatów na międzynarodowych lub krajowych konferencjach naukowych	Tak/9
7.	Udział w komitetach organizacyjnych międzynarodowych lub krajowych konferencji naukowych	Tak/8
8.	Otrzymane nagrody i wyróżnienia	Tak/19
9.	Udział w konsorcjach i sieciach badawczych	Tak/2
10.	Wdrożenie projektów/technologii	Tak/3
10.	Udział w komitetach redakcyjnych i rad naukowych czasopism	Tak/1
11.	Członkostwo w międzynarodowych lub krajowych organizacjach i towarzystwach naukowych	Tak/1
12.	Osiągnięcia dydaktyczne i w zakresie popularyzacji nauki	Tak/6
13.	Stáže w zagranicznych lub krajowych ośrodkach naukowych lub akademickich	Tak/2
14.	Udział w zespołach eksperckich i konkursowych	Tak/1
15.	Recenzowanie projektów międzynarodowych i krajowych	Nie/0
16.	Recenzowanie publikacji w czasopismach międzynarodowych i krajowych	Tak/24
17.	Wykonanie ekspertyzy lub innego opracowania	Tak/12
18.	Opieka naukowa nad studentami	Tak/9
19.	Pełnienie funkcji promotora pomocniczego w przewodach doktorskich	Tak/4

Na podstawie przedstawionej wyżej oceny ilościowej i jakościowej osiągnięć naukowych dra inż. Łukasza Rymaniaka mogę stwierdzić, że spełniają one kryteria określone w Ustawie o stopniach i tytułach naukowych oraz w Rozporządzeniu MNiSW z dnia 01.09.2011 r. wraz z późniejszymi zmianami, wymagane do nadania stopnia doktora habilitowanego.

#### 4. OCENA DOROBKU DYDAKTYCZNEGO

Dr inż. Łukasz Rymaniak jest zatrudniony od 2014 r. jako pracownik naukowo-dydaktyczny w Instytucie Silników Spalinowych i Napędów Politechniki Poznańskiej, początkowo jako asystent, a od 2016 roku jako adiunkt. Zajęcia dydaktyczne rozpoczął jednak już w 2011 roku w trakcie studiów doktoranckich. Podczas swojej 9-letniej pracy naukowo-dydaktycznej prowadził prawie wszystkie rodzaje zajęć (wykłady, ćwiczenia, laboratoria, prace dyplomowe), w szczególności z następujących przedmiotów:

- Silniki spalinowe,
- Układy silników spalinowych,
- Badania silników spalinowych,
- Ochrona środowiska,
- Hybrydowe napędy środków transportu,
- Elektronika w środkach transportu,
- laboratoria z przedmiotów: Ekologiczne aspekty stosowania spalinowych układów napędowych, Metodyka pomiarów zanieczyszczeń środowiska, Ochrona środowiska w transporcie, Paliwa alternatywne w transporcie, Pomiary emisyjności pojazdów, Silniki spalinowe trakcyjne, Wprowadzenie do badań w lotnictwie, Zarządzanie środowiskiem i ekologia
- projekty z przedmiotu Podstawy grafiki komputerowej.

Ponadto Habilitant prowadzi zajęcia na studium podyplomowym Podstawy Rzeczoznawstwa w Technice Samochodowej z przedmiotów: Nowoczesne silniki spalinowe, Diagnostyka silników spalinowych, Ekologiczne aspekty ruchu drogowego.

Do wymienionych przedmiotów Habilitant opracował programy wykładów i ćwiczeń oraz przygotował multimedialne pomoce wykładowe.

Jest opiekunem trzech przedmiotów: Silniki spalinowe, Badania silników spalinowych, Ochrona środowiska.

Habilitant był promotorem 9 prac inżynierskich, recenzentem 79 prac dyplomowych inżynierskich i magisterskich oraz promotorem pomocniczym w czterech przewodzie doktorskich (jeden doktorat obroniony w 2018 r. i trzy otwarte w trakcie realizacji).

Dr inż. Łukasz Rymaniak był dwukrotnie nagradzany nagrodami Rektora PP w latach 2016/2017 i 2019/2020 za osiągnięcia dydaktyczne.

W związku z powyższym **dorobek dydaktyczny dra inż. Łukasza Rymaniaka**, mimo stosunkowo krótkiego stażu, w aspekcie różnorodności i tematyki prowadzonych zajęć oraz opieki nad młodą kadrą naukową **ocenił pozytywnie**.

#### 5. OCENA POPULARYZACJI NAUKI I DOROBKU ORGANIZACYJNEGO

Dr inż. Łukasz Rymaniak w czasie studiów doktoranckich i swojej 6-letniej pracy zawodowej aktywnie uczestniczył w działalności Wydziału Inżynierii Lądowej i Transportu (wcześniej Wydziału Maszyn Roboczych i Transportu) Politechniki Poznańskiej. Jego aktywność w okresie po uzyskaniu stopnia doktora dotyczyła:

- pełnienie funkcji Pełnomocnika Dziekana ds. ruchu naukowego Wydziału Inżynierii Lądowej i Transportu,
- członkostwo w Wydziałowej Komisji Kwalifikacyjnej (2018-2020),

- pełnienie wielokrotnie funkcji kierownika Komisji Przetargowej w Politechnice Poznańskiej ds. aparatury badawczej (2017-2019).
- udział w organizacji imprez promocyjnych Politechniki Poznańskiej m.in.: *Dziewczyny na Politechniki, Noc Naukowców, Drzwi otwarte Wydziału, Forum Gospodarcze Politechniki Poznańskiej* itp. (2011-2019).
- organizacja wykładów w PP dla szkół średnich: III Liceum Ogólnokształcące w Poznaniu (2019/2020), Zespół Szkół Mechanicznych im. Komisji Edukacji Narodowej w Poznaniu (2013/2017/2018),
- organizacja szkoleń z zakresu obsługi specjalistycznej aparatury do badania emisyjności AXION RS oraz AVL PN MOVE w Politechnice Poznańskiej (2018),
- opieka nad kołami naukowymi (przewodniczący Koła Naukowego Silników Spalinowych, z-ca przewodniczącego Koła Naukowego Mechaników),
- prowadzenie dwóch projektów studenckich PUT Rally Team (przebudowa Fiata Seicento do celów rajdowych) i PUT Renovation (odbudowa zabytkowego samochodu VW Karmann),
- inicjatywa i uczestnictwo w budowie bolidu w ramach formuły Student.
- realizacji badań zleconych przez przemysł – ogółem 12 ekspertyz.

Dr inż. Łukasz Rymaniak przez cały czas swojej pracy zawodowej prowadzi współpracę z zagranicznymi ośrodkami naukowymi i przemysłowymi m.in. z National Technical University of Ukraine Kyiv, AVL List GmbH, Sensors Inc., TSI Inc, Global MRV Inc..

W tym miejscu warto również podkreślić ożywioną współpracę z krajowymi ośrodkami przemysłowymi m.in. Solaris Bus & Coach sp. z o. o., Instytut Badań i Rozwoju Motoryzacji „Bosmal”, Instytut Pojazdów Szynowych TABOR, ODIUT Automex Sp. z o.o., MPK w Poznaniu Sp. z o.o., Polonez AWG Sp. z o.o., Pojazdy szynowe PESA Bydgoszcz S.A. Holding, VW Group Sp. z o.o..

Po doktoracie Habilitant uczestniczył w realizacji 6 dużych projektów badawczych finansowanych w drodze konkursów, w których był wykonawcą/głównym wykonawcą, a w jednym kierownikiem.

Brał udział w dwóch stażach: naukowym w lwowskiej filii Dnipro National University of Railway Transport (08.10-07.13.2018) i Instytucie Pojazdów Szynowych TABOR (16.07-31.08.2018).

Dr inż. Łukasz Rymaniak popularyzuje wyniki swoich prac i wiedzę z zakresu silników spalinowych i ochrony środowiska wygłaszając referaty na konferencjach międzynarodowych i krajowych (9 wystąpień na sesjach technicznych ok. 9 konferencji, w tym 2 zagranicznych).

Brał udział w komitetach organizacyjnych 4 konferencji: „Congress of Combustion Engines” (2017 i 2019), „Pojazdy dwudrogowe - historia i terażniejszość” (2019), „Forum Muzeów Sztuki Inżynierskiej” (2017).

Habilitant recenzował 26 artykułów naukowych dla prestiżowych wydawnictw: SAE Papers, Combustion Engines, MATEC Web of Conferences. Od 2011 roku jest członkiem Komitetu Redakcyjnego kwartalnika Combustion Engines.

Za swoją działalność naukowo-badawczą i popularyzatorską Habilitant otrzymał liczne nagrody m.in.: Rektora Politechniki Poznańskiej (2017, 2019), Złoty Medal MTP na Targach Techniki Motoryzacyjnej TTM2016, Medal Targów Kielce na X Międzynarodowych Targach

Transportu Zbiorowego, I miejsce na EBUS AWARD 2012 w kategorii autobusy elektryczne, nagroda Marszałka Województwa Wielkopolskiego. Ogółem Habilitant uzyskał 19 różnorodnych nagród i wyróżnień co jak na stosunkowo krótki staż zawodowy jest liczbą imponującą.

Habilitant jest członkiem Polskiego Towarzystwa Naukowego Silników Spalinowych od 2010 roku.

W oparciu o przedstawione materiały **zaangażowanie dra inż. Łukasz Rymaniaka w działalność popularyzatorską i organizacyjną** w macierzystej uczelni oraz w organizacjach naukowych i społecznych **ocenię jako bardzo dobre.**

## 6. PODSUMOWANIE

W moim przekonaniu jednotematyczny cykl publikacji „*Nowe metody oceny wskaźników ekologicznych autobusów miejskich i pojazdów pozadrogowych w rzeczywistych warunkach eksploatacji*” jest ważnym osiągnięciem naukowym, spełniającym wymogi ustawowe.

Dr inż. Łukasz Rymaniak posiada również znaczący dorobek publikacyjny po doktoracie, tematycznie ukierunkowany w zakresie badań emisji spalin pojazdów w rzeczywistych warunkach eksploatacyjnych i wpływu pojazdów na środowisko. Przeprowadzone obszerne badania mają znaczący walor poznawczy i użyteczny.

Oceniany jednotematyczny cykl publikacji i pozostały dorobek naukowy **wnoszą istotny wkład do rozwoju dyscypliny *Inżynieria lądowa i transport.***

Bardzo pozytywnie oceniam również dorobek dydaktyczny i organizacyjny dra inż. Łukasza Rymaniaka.

Z tego powodu jestem przekonany, że oceniany cykl oraz pozostały dorobek naukowy, dydaktyczny i organizacyjny dra inż. Łukasza Rymaniaka spełniają warunki określone w **Ustawie o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz stopniach i tytule w zakresie sztuki z 14 marca 2003 r. wraz ze zmianami z dnia 18.03.2011 r. i późniejszymi, do ubiegania się o stopień naukowy doktora habilitowanego nauk inżynierijno-technicznych w dyscyplinie *Inżynieria lądowa i transport.***

Wnioskuje zatem o nadanie dr inż. Łukaszowi Rymaniakowi stopnia doktora habilitowanego nauk inżynierijno-technicznych w dyscyplinie naukowej *Inżynieria lądowa i transport.*

