

dr hab. inż. Rafał Longwic, prof. uczelni

Lublin, 7 stycznia 2023

Politechnika Lubelska

Wydział Mechaniczny

Katedra Pojazdów Samochodowych

RECENZJA

Rozprawy Doktorskiej

mgr Pauliny Luizy Grzelak

Podstawą niniejszej recenzji jest pismo nr SiMR.521.34.2022, Dziekana Wydziału Samochodów i Maszyn Roboczych Politechniki Warszawskiej prof. dr. hab. inż. Piotra Przybyłowicza, z dnia 14 grudnia 2022 roku.

1. Charakterystyka ogólna rozprawy

Przedłożona do oceny rozprawa doktorska pt.: „Analiza eksploatacyjnych właściwości silników spalinowych zasilanych paliwami wytwarzanymi w biorafineriach” składa się ze 155 stron, w tym ze streszczenia, wykazu oznaczeń, dziewięciu numerowanych rozdziałów, podsumowania, spisu tabel, spisu rysunków i wykazu piśmiennictwa. W poszczególnych rozdziałach poruszono następujące zagadnienia:

Rozdział pierwszy to krótkie wprowadzenie gdzie uzasadniono istotność podjętej tematyki.

Rozdział drugi zawiera: ogólną klasyfikację paliw, wymagania stawiane paliwom silnikowym, klasyfikację paliw silnikowych pochodzenia biologicznego, trendy rozwoju technologii biopaliwowych.

W **rozdziale trzecim** przedstawiono przegląd technologii stosowanych do wytwarzania paliw silnikowych z biomasy.

W **rozdziale czwartym** opisano problem badawczy rozprawy. Dokonano syntezy i analizy stanu wiedzy na temat ekologicznej oceny eksploatacji paliw silnikowych wytwarzanych w biorafineriach. Podano cel rozprawy, tezy rozprawy oraz zadania badawcze rozprawy.

Rozdział piąty to usystematyzowanie zagadnień oddziaływania na środowisko związanych z eksploatacją paliw silnikowych.

W **rozdziale szóstym** usystematyzowano pojęcia i wielkości fizyczne stosowane w rozprawie.

W **rozdziale siódmym** omówiono technologie możliwe do zastosowania w biorafinerii.

Rozdział ósmym to analiza ekologicznych właściwości silników spalinowych zasilanych paliwami wytwarzanymi w biorafineriach. Oceniono możliwości zastosowania paliw wytwarzanych w biorafineriach do zasilania silników spalinowych. W szczególności podjęto zagadnienie zasilania silników paliwami metanowymi, paliwami z biokomponentami alkoholowymi oraz paliwami węglowodorowymi pozyskiwanymi z etanolu.

W **rozdziale dziewiątym** oceniono ekologiczne skutki wytwarzania i użytkowania paliw silnikowych z biorafinerii.

Rozdział 10 (nienumerowany) to Podsumowanie.

W **rozdziale ostatnim** przedstawiono wykaz piśmiennictwa. Składa się on ze 113 pozycji. Zdecydowana większość prac posiada datę publikacji po roku 2010.

Pracę napisano czcionką Times New Roman o wielkości 12 pkt, z interlinią 1,5 pkt. Praca zawiera 60 rysunków, 22 tabele i 10 zależności matematycznych.

2. Ocena podjętej tematyki i treści rozprawy

W pierwszym akapicie rozdziału 2.1 Autorka rozprawy dokonała podziału źródeł energii dostępnej w warunkach ziemskich. W tym miejscu zastanowiłem się czy aby na pewno podział ten jest pełny. Trwają przecież prace nad wyjaśnieniem przyczyn zjawiska grawitacji, a nowa cząstka- domniemany grawiton i fala grawitacyjna może być źródłem energii. Może jako ludzkość wszystkiego nie dostrzegamy mimo, że jest to oczywistością funkcjonowania naszego otoczenia? Może zatem pojęcie energii pochodzącej z energii promieniowania kosmicznego jest pewnym ogólnikiem kryjącym w sobie inne formy energii? Powyższe uświadomiło mi jednak jak ważną tematykę podjęto w pracy, i w jak odważny sposób to uczyniono. Stoimy jako ludzkość u progu przełomu technologicznego w zakresie źródeł energii jakie będziemy wykorzystywać, zwłaszcza do realizacji zadań transportowych. Aktualność podjętej tematyki wynika nie tylko z ograniczonej dostępności źródeł energii do napędu środków transportu (wyczerpywanie się pewnych zasobów, ograniczenia spowodowane wojną w Ukrainie) ale również z widocznego „efektu cieplarnianego”. Wydaje się, że przyszłością będą pojazdy elektryczne zasilane z sieci energetycznej lub z ogni wodorowych. Musimy jednak rozwinąć szereg innych technologii aby dostępność do wodoru lub sieciowej energii elektrycznej pokrywała zapotrzebowanie środków transportu. Należy zatem rozwijać szereg równoległych zagadnień technologicznych, takich jak: rozproszone formy wytwarzanie energii z różnych źródeł, magazyny energii, odwracalne ogniwa wodorowe, systemy inteligentnego zarządzania energią, transport przesyłowy, transport i przechowywanie cieczy w warunkach kriogenicznych itp. Reasumując, jesteśmy zmuszeni do pozyskiwania energii z wszelkich dostępnych źródeł ale muszą one spełniać dwa podstawowe warunki: brak negatywnego wpływu na środowisko, nie uszczuplanie zasobów żywnościowych. Autorka tą ważną tematykę podejmuje w pracy i czyni to w sposób pełny i wyczerpujący. Zastanawiałem się, które z rozdziałów pracy to tzw. przegląd dostępnych źródeł literaturowych a które to tzw. wkład własny. Ten podział w ocenianej rozprawie nie istnieje. Autorka w każdym z rozdziałów wnosi swój

istotny wkład własny, choćby dokonując syntezy wiedzy, proponując własny podział pewnych zjawisk – jest to ważny wkład Autorki w rozwój dyscypliny. Nie spotkałem się wcześniej z pewnymi uogólnieniami, systematyką. Dla przykładu w rozdziale 2 Autorka nie tylko systematyzuje źródła dostępnej energii ale proponuje również własny podział w zakresie: paliw, kryteriów oceny paliw niekonwencjonalnych, kryteriów energetycznych doboru paliw silnikowych, kryteriów ekologicznych doboru paliw silnikowych. W rozdziale tym sformułowano również wymagania jakie winny spełniać paliwa silnikowe, proponuje się klasyfikację paliw silnikowych pochodzenia biologicznego, wskazuje trendy rozwoju technologii biopaliwowych. W rozdziale 3 zebrano i usystematyzowano technologie stosowane do wytwarzania paliw silnikowych z biomasy. W rozdziale 4 rozprawy omówiono cel i tezę rozprawy. Zostało to poprzedzone analizą stanu wiedzy na temat ekologicznej oceny eksploatacji paliw silnikowych wytwarzanych w biorafineriach. Cel rozprawy sformułowano prawidłowo jako: „...kompleksowa ocena ekologicznych skutków wytwarzania i użytkowania paliw silnikowych produkowanych w biorafineriach, przede wszystkim ze względu na emisję zanieczyszczeń szkodliwych dla zdrowia organizmów żywych oraz gazów cieplarnianych”. W pracy są rozpatrywane możliwości wytwarzania w biorafineriach paliw możliwych do zastosowania do zasilania silników spalinowych jako biokomponentów oraz paliw samoistnych, w tym paliw zastępczych dla klasycznych paliw ropopochodnych. **Praca stawia jako cel: „...analizę skutków ekologicznych zasilania silników spalinowych paliwami wytwarzanymi w biorafineriach oraz skutków wytwarzania tych paliw”.** Postawiono tezę główną rozprawy, którą sformułowano jako: „Zastosowanie paliw wytwarzanych w biorafineriach do zasilania silników spalinowych umożliwia uzyskanie wymiernych korzyści ekologicznych ze względu na emisję zanieczyszczeń szkodliwych dla zdrowia organizmów żywych oraz ze względu na emisję gazów cieplarnianych, na etapie zarówno wytwarzania paliw, jak i ich użytkowania”. Teza dodatkowa to: „Zastosowanie paliw wytwarzanych w biorafineriach do zasilania silników spalinowych jest znaczącym elementem zrównoważonego rozwoju cywilizacyjnego w zakresie zarówno emisji zanieczyszczeń,

jak i ochrony zasobów naturalnych i zagospodarowania odpadów”. Aby zrealizować cel rozprawy oraz udowodnić tezy pracy, sformułowano w rozdziale 4.4 następujące zadania badawcze:

1. Usystematyzowanie zagadnień oddziaływania na środowisko związanych z eksploatacją paliw silnikowych.
2. Analiza możliwości zastosowania paliw wytwarzanych w biorafineriach do zasilania silników spalinowych.
3. Analiza właściwości ekologicznych silników spalinowych zasilanych paliwami wytwarzanymi w biorafineriach – na podstawie studiów literaturowych i wyników własnych badań empirycznych.
4. Ocena ekologicznych skutków wytwarzania paliw silnikowych w biorafineriach.

Rozdziały 5, 6 i 7 stanowią konieczny wstęp dla zrealizowania celu pracy i udowodnienia postawionych tez. W rozdziale 5 omówiono szczegółowo zagadnienia eksploatacyjnego oddziaływania na środowisko paliw silnikowych. Bardzo szeroko wskazano tu na sposoby oddziaływania transportu na środowisku ale zdefiniowano również podmiot tegoż oddziaływania. W rozdziale 6 usystematyzowano pojęcia i wielkości fizyczne stosowane w rozprawie – zwłaszcza te, które stosowane są w zakresie emisji składników toksycznych. Rozdział 7 to analiza technologii możliwych do zastosowania w biorafinerii. W rozdziale tym nie tylko dokonano syntezy wiedzy w tym zakresie ale również w pewien sposób zakreślono obszar dalszych badań podejmowanych przez Autorkę. Rozdziały 8 i 9 to ta część pracy gdzie wprost dowodzi się tezę pracy. W rozdziale 8 dokonano analizy ekologicznych właściwości silników spalinowych zasilanych paliwami wytwarzanymi w biorafineriach. Badania ograniczono do paliw metanowych, paliw z biokomponentami alkoholowymi, paliw węglowodorowych pozyskiwanych z etanolu. Rozdział 9 to ocena ekologicznych skutków wytwarzania i użytkowania paliw silnikowych wytworzonych w biorafinerii. Na pozytywną uwagę zasługuje fakt, że autorka zajęła się nie tylko emisją składników toksycznych spalin z silników spalinowych ale przeanalizowała pod tym kątem cały cykl produkcji biopaliwa w biorafinerii. Praca wpisuje się w tym zakresie w aktualną

metodykę oceny przydatności ekologicznej paliw - well-to-wheels analyses. Szkoda, że autorka nie zajęła się produkcją biopaliw z roślin oleistych np. rzepaku na potrzeby silników o zapłonie samoczynnym. Wydaje się, że problemy związane z pozyskiwaniem oleju napędowego lub substytutów tego paliwa są w chwili obecnej znacznie poważniejsze. Obserwujemy deficyt w zakresie dostępności oleju napędowego a jest to przecież paliwo podstawowe w zakresie transportu towarowego z wykorzystaniem pojazdów samochodowych.

Podsumowując należy stwierdzić, że praca stanowi istotny wkład autorki w zagadnienie emisji składników toksycznych spalin z silników spalinowych, pozyskiwania biopaliw i wpływu tego procesu na stan środowiska naturalnego. Istota i nowość podjętego problemu dotyczą w głównej mierze kompletności i obszerności podjętych zagadnień. Praca oparta jest o niezwykle precyzyjnie i starannie dobrane źródła literaturowe i badania empiryczne. Autorka stworzyła w pełni dysertabilne opracowanie naukowe. Jak już wspomniano oceniana rozprawa doktorska jest jedną z nielicznych, w których w tak obszerny i wyczerpujący sposób podjęto zagadnienie emisji składników toksycznych spalin z silników spalinowych (głównie silników o zapłonie iskrowym), pozyskiwania biopaliw i wpływu tego procesu na stan środowiska naturalnego. Świadczy to o odwadze autorki ale również i o jej doskonałym przygotowaniu metodologicznym do prowadzenia pracy naukowej. W powyższy sposób uzasadniam konieczność wyróżnienia rozprawy a formalny wniosek w tej sprawie przedstawiam w punkcie 4 recenzji.

3. Uwagi krytyczne do rozprawy doktorskiej

Szczegółowa analiza treści rozprawy skłania do sformułowania kilku uwag krytycznych, mających w większości charakter dyskusji naukowej:

1. W rozprawie użyto konwencji przypisów dolnych, niespotykanej w pracach z dziedziny nauk technicznych.
2. Szkoda, że autorka nie zajęła się produkcją biopaliw z roślin oleistych np. rzepaku na potrzeby silników o zapłonie samoczynnym. Wydaje się, że

problemy związane z pozyskiwaniem oleju napędowego lub substytutów tego paliwa są w chwili obecnej znacznie poważniejsze niż te dotyczące benzyn.

3. Analizowane w pracy wyniki badań dotyczące emisji składników toksycznych spalin w sytuacji, w której silnik przystosowany jest do spalania standardowego paliwa (benzyna z ustawowym dodatkiem alkoholu i innymi dodatkami np. EETB) zasilany jest biopaliwem – czy dostosowanie map sterujących dawką paliwa mogłoby wpłynąć na zmiany w zakresie emisji składników toksycznych spalin?
4. Jakie są problemy związane ze sterowaniem silników o ZI przy zasilaniu paliwami o znacznej zawartości alkoholi?
5. W pracy odniesiono się do wyników badań realizowanych na hamowni podwoziowej według testów jezdnych. Jaki jest stosunek autorki do lansowanych obecnie testów w rzeczywistych warunkach drogowych?

4. Ocena końcowa rozprawy

Przedstawione uwagi krytyczne mają w głównej mierze charakter dyskusji naukowej i nie wpływają na ogólną bardzo wysoką ocenę rozprawy. Uważam, że kandydatka rozwiązała złożony problem naukowy, wykazała się samodzielnością w pracy oraz odpowiednią wiedzą teoretyczną i praktyczną w dyscyplinie Inżynieria Mechaniczna. Podsumowując stwierdzam, że Kandydatka spełnia wymagania stawiane przez ustawę z 14 marca 2003 r. „O stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki” i wnioskuję o dopuszczenie mgr Pauliny Luizy Grzelak do publicznej obrony rozprawy doktorskiej. Jednocześnie proszę o rozważenie wniosku o wyróżnienie rozprawy doktorskiej.

