

Warszawa, dn. 24.06.2019 r.

dr hab. inż. Mariusz Izdebski
Politechnika Warszawska
Wydział Transportu
Zakład Inżynierii Systemów Transportowych i Logistyki

Recenzja

**rozprawy doktorskiej mgr inż. Jerzego Roberta Kalwasa
pt.: „Ocena wpływu starzenia paliw silnikowych na ich właściwości użytkowe”**

1. Uwagi ogólne

Recenzja rozprawy wykonana na zlecenie Pana Dziekana Wydziału Transportu Politechniki Śląskiej dr hab. inż. Piotra Fołęgi, prof. PŚ – pismo z dnia 14.06.2019 r., do którego dołączono egzemplarz rozprawy doktorskiej.

Recenzowana praca będąca przedmiotem rozprawy dotyczy problematyki badania jakości paliw magazynowanych długoterminowo w aspekcie zmiany parametrów użytkowych. Przedstawiona do recenzji praca obejmuje:

- 135 stron wydruku komputerowego formatu A4, w tym 112 stron tekstu zasadniczego i 23 stron bibliografii, spisu rysunków, tabel, załączników,
- 51 rysunków, w tekście zasadniczym podpisanych oraz ponumerowanych,
- 21 tabel w tekście zasadniczym, które są ponumerowane i opisane,
- bibliografię liczącą 84 pozycji krajowych i zagranicznych,
- 3 załączniki.

Promotorem rozprawy doktorskiej jest Pani dr hab. inż. Bożena Szczucka-Lasota, prof. Politechniki Śląskiej.

2. Ocena doboru tematu rozprawy

Tematyka Rozprawy doktorskiej mgr inż. **Jerzego Roberta Kalwasa** koncentruje się na potrzebie szukania i wykorzystania nowych technologii umożliwiających ocenę jakości paliw płynnych magazynowanych długoterminowo i pozwalających na wykrycie zmian jakościowych zachodzących w tych paliwach. Doktorant przyjął za cel rozprawy opracowanie nowego systemu kontroli jakości paliw płynnych magazynowanych długoterminowo umożliwiającego zdalne monitorowanie jakości paliwa. Opracowanie nowego systemu było możliwe dzięki wykorzystaniu metod spektroskopii. Doktorant postanowił sprawdzić, czy stosując metody spektroskopii

można usprawnić system badania jakości paliwa magazynowanego długoterminowo. Jest to główny problem badawczy rozprawy.

Poszukiwanie alternatywnej metody kontroli jakości paliw, umożliwiającej określenie własności użytkowych paliw w warunkach nielaboratoryjnych, a taką metodę opracował Doktorant, odgrywa istotną rolę w rozwiązywaniu problemów związanych z długoterminowym magazynowaniem paliw.

Stąd też podjęta tematyka rozprawy ma duże znaczenie zarówno pod względem naukowym jak i użytecznym. Aspekt naukowy to przede wszystkim opracowanie innowacyjnego systemu kontroli jakości paliw płynnych magazynowanych długoterminowo. Natomiast aspekt użyteczny to implementacja i weryfikacja opracowanego systemu na rzeczywistym przykładzie.

Tym samym uważam, że podjęty przez mgr inż. **Jerzego Roberta Kalwasa** problem badawczy w rozprawie jest jak najbardziej uzasadniony, a samo sformułowanie tematu rozprawy za właściwe.

3. Kryteria oceny rozprawy

Mając na uwadze wymagania Ustawy z dnia 14 marca 2003 o stopniach naukowych i tytule naukowym (z późniejszymi zmianami) oraz Ustawy o Szkolnictwie Wyższym i Nauce z 2018 roku., przy ocenie rozprawy doktorskiej **mgr inż. Jerzego Roberta Kalwasa** przyjąłem następujące kryteria: znaczenie i oryginalność podjętej tematyki, stopień rozeznania Doktoranta w badanej tematyce, poprawność sformułowania celów i hipotez badawczych, zasadność zastosowania metodyki badań, spójność struktury rozprawy oraz jej stronę warsztatową.

4. Analiza zakresu, celu i treści rozprawy

Na podstawie analizy rozprawy doktorskiej **mgr inż. Jerzego Roberta Kalwasa** uważam, że postawiony przez Autora rozprawy problem badawczy ma charakter dysertabilny i w pełni nawiązuje do współczesnych osiągnięć oraz potrzeb nauki i praktyki gospodarczej dotyczących kontroli jakości paliw płynnych magazynowanych długoterminowo.

Treść poszczególnych rozdziałów powiązana jest z tytułem rozprawy oraz odpowiada przedstawionemu, w Rozdziale 4, celowi rozprawy, który Autor zapisał jako cyt. „(...) *opracowanie nowego systemu kontroli jakości paliw płynnych magazynowanych długoterminowo spełniającego następujące założenia:*

- *użyta metoda powinna dawać możliwość zdalnego monitorowania jakości paliwa magazynowanego długoterminowo,*
- *stosowana aparatura kontrolno-pomiarowa powinna uwzględniać specyfikę pracy w środowisku zagrożonym wybuchem,*
- *aparatura powinna działać autonomicznie.”*

a także postawionej, w Rozdziale 6, tezie badawczej, która brzmi cyt. „*Możliwe jest opracowanie systemu pomiarowego, który pozwoli na szybsze i bezpieczne wykrycie w warunkach nielaboratoryjnych zmiany jakości paliw magazynowanych długoterminowo*”

Ogółem rozprawa zawiera 8 rozdziałów, przy czym zasadnicza treść rozprawy zawarta jest w rozdziałach 4÷8. Wprowadzenie do rozprawy, zanumerowane jako rozdział 1, zawiera przesłanki podjęcia tematyki badań, natomiast ostatni rozdział, zanumerowany jako 8, jest podsumowaniem dysertacji, które zawiera ogólne wnioski z przeprowadzonych w pracy badań. Pracę kończy Spis Literatury, Spis: rysunków (51) i tabel (21), załączniki oraz Streszczenie w języku angielskim. I tak:

Rozdział 1, Wprowadzenie (tylko 3 str.) stanowi wstęp do problemu badawczego rozprawy. Przy pomocy krótkiej analizy literatury Autor pracy przybliżył wagę podejmowanego problemu jakim jest ocena wpływu starzenia paliw silnikowych na ich właściwości użytkowe. Doktorant opisał również, w jakim celu podjął się tematu przedstawionego w rozprawie.

Rozdział 2 (28 str.) zatytułowany „**Stan zagadnienia**” obejmuje swym zakresem definicje oraz wyjaśnienia dotyczące kontroli jakości paliw płynnych, stosowanych metod kontroli jakości paliwa, badanych parametrów określających jakość paliwa, wpływu czasu składowania paliwa na jego parametry jakościowe oraz wpływu paliw niespełniających norm na elementy układu napędowego.

W rozdziale 2 Doktorant szczegółowo scharakteryzował obszar badawczy związany z podjętą tematyką rozprawy doktorskiej. Podkreślił istotną wagę problemu przekraczania norm jakościowych paliw magazynowanych długoterminowo oraz wynikające z tego tytułu konsekwencje. W rozdziale opisano wymagania jakościowe oraz metody kontroli jakości paliwa ujęte w rozporządzeniu Ministra Gospodarki.

W rozdziale dodatkowo przeprowadzono analizę literatury dotyczącej problematyki pomiaru jakości paliw magazynowanych długoterminowo w tym alternatywnych metod kontroli jakości paliw. Przegląd literatury umożliwił Doktorantowi wskazanie luki badawczej dotyczącej braku metod oceny jakości paliw magazynowanych

długoterminowo oraz podkreślił nieefektywność istniejących metod pomiarowych w poruszanej tematyce badawczej (w tym ujętych w normach).

W przeglądzie literatury dotyczącej wyznaczania stabilności oksydacyjnej Doktorant powołuje się na dwie publikacje (tylko dwie w języku polskim). Solidny przegląd literatury w kwestii wyznaczania stabilności oksydacyjnej jest konieczny, ze względu na cel naukowy pracy opisany w rozdziale 4 jakim jest określenie zależności pomiędzy stabilnością oksydacyjną paliwa magazynowanego długoterminowo a rejestrowanymi zmianami jego widma transmisyjnego. W związku z tym powstaje pytanie czy w literaturze światowej dotyczącej tematyki wyznaczania stabilności oksydacyjnej brak jest efektywnych metod wyznaczania tej stabilności. W moim odczuciu brakuje w analizie literatury kilku zdań podsumowujących stan literatury nie tylko polskiej ale i zagranicznej w kontekście wyznaczania samej stabilności oksydacyjnej, gdyż ten parametr jest ważny dla realizacji celu rozprawy.

W podsumowaniu rozdziału drugiego można stwierdzić, iż rozdział ten został napisany w logiczny, jasny sposób. Doktorant w sposób prawidłowy wprowadza czytelnika w analizowany problem badawczy, przedstawia aktualny stan wiedzy dotyczącej tematyki oceny jakości paliwa w przypadku jego długoterminowo magazynowania, analizuje bieżące metody i ich możliwe zastosowanie w badanej tematyce rozprawy.

Rozdział 3 (tylko 2 str.) obejmuje podsumowanie przeglądu literatury. Doktorant wskazuje również na innowacyjność swojej pracy badawczej poprzez przedstawienie nowatorskiego sposobu oceny jakości paliw z zastosowaniem analizy widmowej. Ze względu na zakres tego rozdziału mógłby on stanowić podsumowanie rozdziału drugiego lub podstawę do rozwinięcia rozdziału 4.

Rozdział 4 (tylko 3 str.) przedstawia główny cel rozprawy wraz z celem naukowym i utylitarnym oraz prezentuje plan działań, jaki przyjęto dla osiągnięcia tych celów. Dodatkowo w rozdziale postawiono 2 problemy badawcze, tj.:

- *Czy wykorzystując metody spektroskopii można usprawnić system badania jakości paliwa magazynowanego długoterminowo?*
- *Czy zastosowanie światła o innych zakresach spektralnych, niż te wykorzystywane w znormalizowanych procedurach badawczych może być wykorzystane do diagnozowania jakości paliwa?*

Należy stwierdzić, iż sformułowane cele oraz problemy badawcze są poprawne i ujmują przedmiot badań.

Z naukowego punktu widzenia najbardziej wartościową częścią pracy, moim zdaniem, są rozdziały od 5÷7.

W **Rozdziale 5** Doktorant przeprowadził badanie wstępne przykładowych próbek paliwa o różnych parametrach jakościowych. Na podstawie badania wizualnego oraz zależności fizycznych oddziaływania światła z próbkami popartymi stosownymi formułami matematycznymi stwierdził, że metody spektroskopowe można wykorzystać do uproszczonej oceny jakości użytkowej paliw. Ze względu na brak analizy porównawczej stosowanych metod spektroskopowych z wyodrębnieniem ich charakterystycznych cech powstaje pytanie:

Dlaczego do oceny wybrano metodę analizy widmowej i dlaczego akurat ta metoda jest odpowiednia do analizowanego problemu i lepsza od innych metod? Wniosek sformułowany na końcu podrozdziału 5.1 stwierdzający, iż cyt. „*metody spektroskopowe można wykorzystać do stosowania metod uproszczonych oceny jakości użytkowej paliw*” jest oczywiście słuszny i potwierdzony przez innych badaczy w przeglądzie literatury (str. 32, 33), gdyż takie metody są już stosowane w ocenie jakości paliwa.

W rozdziale opisano sposób doboru źródła światła zastosowanego do przeprowadzenia analizy widmowej, który jak pokazano odgrywa istotną rolę w procesie pomiarów zmian zachodzących w badanych próbkach paliwa. Argumentacja wyboru źródła światła dokonana przez Doktoranta jest jak najbardziej poprawna, logiczna, zrozumiała i precyzyjna.

Podsumowując, rozdział piąty stwierdzam, iż jest on napisany w sposób klarowny. Wnioski w rozdziale są słuszne, prawidłowo sprecyzowane. Stanowisko pomiarowe wraz z charakterystyką jego elementów zostało opisane szczegółowo i w satysfakcjonujący sposób.

W **Rozdziale 6** przedstawiono tezę badawczą oraz kroki postępowania w realizacji badania zasadniczego opisanego w rozdziale 7. Uważam, że teza została sformułowana poprawnie a kroki dalszych badań tworzą logiczną całość.

W **Rozdziale 7** Doktorant opisał zasadniczy pomiar jakości paliwa (oleju napędowego oraz benzyny) przy wykorzystaniu zaproponowanej metody badawczej. Przedstawił koncepcja systemu pomiarowego, który umożliwia m.in. zdalne monitorowanie generowanych wyników, oraz natychmiastowy ich pomiar. Koncepcja systemu pomiarowego jest koncepcją unikatową i nowatorską, co podkreślone jest przez jej opatentowanie. Na dużą uwagę zasługuje przedstawione w rozdziale

oprogramowanie do obsługi systemu pomiarowego. Funkcjonalny interfejs użytkownika oraz graficzne interpretowanie wyników pomiarów ułatwia użytkownikowi korzystanie z opracowanego systemu. Rysunki zostały wykonane w sposób czytelny i staranny.

Poprawność generowanych wyników przez zaproponowaną metodę potwierdził test par Wilcoxon. Na podstawie wyników weryfikacji metody przedstawionych w *Rozdziale 7* można stwierdzić, że nowo opracowana metoda falowa skutecznie wskazuje stan jakości paliwa. Badanie mikroskopowe próbek paliwa potwierdziły zmiany budowy chemicznej niektórych związków determinujące właściwości fizykochemiczne, rzutujące na właściwości użytkowe paliw.

Uwaga natury dyskusyjnej dotyczy objętości *Rozdziału 7*. Uważam, że weryfikację metody badawczej (*Rozdział 7.4*) można było przedstawić w oddzielnym rozdziale.

Rozdział 8 stanowi podsumowanie rozprawy oraz wnioski wynikające z przeprowadzonych rozważań. Brak jest jednak przedstawienia kierunków dalszych badań.

5. Ocena rozprawy

Na podstawie przeprowadzonej analizy rozprawy uważam, iż mgr inż. **Jerzy Robert Kalwas** porusza się swobodnie w badanej tematyce, wykazuje umiejętność samodzielnego zdefiniowania problemu naukowego i prowadzenia badań, interpretacji i uzasadnienia wyników oraz weryfikowania hipotez na podstawie przyjętych założeń. Zaprezentowane w części empirycznej rozprawy rozważania potwierdziły wysoką dojrzałość naukową Doktoranta.

W świetle przeglądu literatury dotyczącej metod kontroli jakości paliw magazynowanych długoterminowo oraz na podstawie wyników opisanych w rozprawie stwierdzam, iż przedstawiona metoda jest nowatorskim podejściem do oceny jakości paliwa w kontekście badania procesów jego starzenia się. Tym bardziej fakt opracowania nowego narzędzia badawczego został potwierdzony jego opatentowaniem. Główną zaletą opracowanej metody jest prosty sposób jej implementacji, generowanie wyników w sposób ciągły, w przeciwieństwie do innych metod dedykowanych do tego typu badań.

Za główne osiągnięcie Pana mgr inż. **Jerzego Roberta Kalwasa** uważam:

1. Przeprowadzenie szczegółowej analizy szerokiego spektrum literatury w zakresie kontroli jakości paliwa, metod pomiarowych wykazując ich wady i zalety.

2. Zaprezentowanie w rozprawie wysokich kompetencji merytorycznych i dojrzałości badawczej.
3. Wkład w rozwój narzędzi badawczych oceniających jakość paliw.
4. Opracowanie nowatorskiej metody oceny jakości paliwa w kontekście badania procesów jego starzenia się.
5. Wielka swoboda i nadzwyczajna sprawność w posługiwaniu się zastosowaną metodą.
6. Opracowanie i wdrożenie systemu badania jakości paliwa magazynowanego długoterminowo.
7. Doprowadzenie do efektywnego rozwiązania postawionego celu.

Problemy, do których prosiłbym o ustosunkowanie się Pana mgr inż. **Jerzego Roberta Kalwasa** podczas publicznej obrony, są następujące:

1. Czy metoda jest uniwersalna, czy można ją stosować do innych typów paliw niż analizowane w pracy? Jakie są ograniczenia metody w jej stosowaniu?
2. Doktorant stwierdza „Zmiana transmitancji na przestrzeni długiego okresu pomiarowego świadczy o ciągle zachodzących skomplikowanych procesach starzeniowych benzyny”. Na Rys. 7.19 wartość transmitancji 0,8 jest osiągnięta dla dwóch okresów pomiarowych. Dokonując pomiaru w tych dwóch okresach nie można stwierdzić, iż po transmitancji następują jakiegokolwiek procesy starzenia się. Proszę o wyjaśnienie tej kwestii. W rozprawie nie jest to jednoznacznie wyjaśnione. Proszę wyjaśnić taką samą kwestię dla oleju napędowego (Rys. 7.22).
3. Wykresy dotyczące zmiany transmitancji badanych próbek paliwa są szczegółowo analizowane, natomiast wpływ absorbancji jest ogólnikowo zinterpretowany. Jakie informacje są odczytywane z wykresów absorbancji w odniesieniu do badanych próbek w rozdziale 7.4. Proszę o krótki opis tych wykresów.
4. W przypadku badania próbek benzyny (Rys. 7.25, Rys. 7.28) dłuższe składowanie powoduje zmniejszenie transmitancji, przeciwnie do pomiarów próbek oleju napędowego, w której zwiększa się poziom transmitancji wraz z czasem składowania próbki (Rys. 7.31). Proszę zinterpretować tę rozbieżność.

Dokonując oceny układu rozprawy, należy podkreślić, iż jej ogólna forma i zakres wynikają z realizacji celu rozprawy. Chociaż pewien niedosyt może budzić proporcja między wielkością (obszernością) poszczególnych rozdziałów. Kilka rozdziałów (np. rozdział 1, 3 i 6) to zaledwie jedna, dwie lub trzy strony tekstu podczas gdy inne to nawet 50 stron (rozdział 7).

Kolejność poszczególnych rozdziałów należy uznać za niebudzącą większych zastrzeżeń. Nie budzi zastrzeżeń również struktura poszczególnych rozdziałów. Wyraźnie jest w nich dostrzegalna logika badań, jak również logika w prezentacji

osiągniętych efektów badań. Generalnie, z metodologicznego punktu widzenia, rozważania podjęte i przeprowadzone w dysertacji należy ocenić pozytywnie.

Pozytywnie należy również ocenić pisarskie ujęcie wyników badań. Praca napisana jest dobrym językiem z drobnymi błędami stylistycznymi, interpunkcyjnymi. Uważam, że Autor wykazał, iż nie tylko potrafi zebrać materiał, uporządkować go, ale również zaprezentować w formie pożądanej dla prac naukowych, czyli zbiorów ilustracji, rozważań w postaci rysunków i tabel, które pozwalają zarówno na pełniejszy opis podejmowanych kwestii, jak i na zrozumienie opisywanego problemu.

Zastrzeżenie może budzić stosowanie przez Autora rozprawy tzw. tekstów wiszących stanowiących wprowadzenie do danego rozdziału. Na ogół, w tego typu pracach, część wprowadzająca do rozdziału też jest numerowana, np. Uwagi ogólne, Założenia ogólne itp..

Pomimo zgłoszenia mojej sugestii, co do usprawnienia układu pracy uważam, że ogólny układ pracy jest właściwy, treść rozdziałów zgodna z nadanymi im tytułami, a kolejne rozdziały stanowią logiczne rozwinięcie głównego wątku dysertacji.

Podsumowując ocenę dysertacji Pana mgr inż. **Jerzego Roberta Kalwasa**, stwierdzam, że konstrukcja rozprawy oraz sposób opracowania materiału empirycznego, a także forma przeprowadzonej analizy i przyjęta metodyka badań są co najmniej dobre i właściwe dla tego rodzaju prac. Doktorant wykazał się ogólną wiedzą teoretyczną, dobrą znajomością przedmiotu badań oraz opanowaniem metod eksperymentalnych i analitycznych stosowanych w dyscyplinie *Inżynieria Lądowa i Transport*.

6. Uwagi szczegółowe

Pomimo wszystkich zalet i dobrej oceny rozprawy pod względem zawartości merytorycznej, dysertacja ma pewne niedostatki. Nie umniejszają one jednak wartości merytorycznej pracy, a utrudniają jedynie zrozumienie jej fragmentów. Niektóre z nich przytaczam poniżej.

1. Teksty wiszące w wielu rozdziałach – nie jest jasne czy stanowią one wstęp do danego rozdziału bądź podrozdziału (str. 7, 40);
2. Błędy edytorskie – pojedyncze litery na końcu wierszy (np. na str. 55, 73, 75, 78, 82), puste miejsca (np. na str. 38, 47, 48, 49, 50, 82, 94), brak interpunkcji (np. na str. 11, 12, 19, 31); powtórzenia (np. na str. 5, 17, 93);
3. Błędy stylistyczne, (np. na str. 17, 19, 21, 22, 26, 27, 33, 91, 106);
4. Tab. 7.12 – tabela odnosi się nie tylko do zależności pomiędzy stabilnością oksydacyjną a transmitancją, ale również zależności pomiędzy zawartością żywic a transmitancją.

7. Wniosek końcowy oceny rozprawy

Uważam, że przedstawiona do recenzji rozprawa, mimo opisanych powyżej uwag krytycznych, które nie podważają zasadniczego dorobku Doktoranta, została wykonana na dobrym poziomie merytorycznym. Wyznaczony przez mgr inż. **Jerzego Roberta Kalwasa** cel rozprawy został osiągnięty.

Dokonując oceny całości rozprawy wyrażam opinię, iż stanowi ona oryginalne rozwiązanie problemu naukowego, wskazując na odpowiedni poziom wiedzy teoretycznej jej Autora w reprezentowanej dyscyplinie nauki, dobrą znajomość przedmiotu badań, zdolność do analitycznego spojrzenia na rozpatrywany problem oraz umiejętność samodzielnego prowadzenia badań naukowych.

Reasumując, stwierdzam, że rozprawa mgr inż. **Jerzego Roberta Kalwasa** pt. „**Ocena wpływu starzenia paliw silnikowych na ich właściwości użytkowe**”, spełnia warunki przewidziane w Ustawie z dnia 14 marca 2003 o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki, Dz. U. Nr 65, poz. 595 (z późniejszymi zmianami) oraz Ustawy o Szkolnictwie Wyższym i Nauce z 2018 roku.

Stawiam więc wniosek o przyjęcie opracowania przedstawionego do recenzji – jako rozprawy doktorskiej mgr inż. **Jerzego Roberta Kalwasa** na stopień doktora nauk technicznych w dyscyplinie *Inżynieria Lądowa i Transport* i dopuszczenie jej do publicznej obrony.

Jednocześnie ze względu na nowatorskie podejście poprzez opracowanie metody i systemu do kontroli jakości paliwa magazynowanych długoterminowo bazującego na analizie widmowej wnioskuję o wyróżnienie niniejszej rozprawy doktorskiej.

Jzdebski Marusz