

Katowice 31.08.2023r

Dr hab. inż. Piotr Fołęga, prof. PŚ.
Wydział Transportu i Inżynierii Lotniczej
Politechnika Śląska

Recenzja

rozprawy doktorskiej mgra inż. Krystiana Hennek
**pt. „Sterowanie mocą silnika spalinowego w warunkach
zmiennego obciążenia”**

Podstawą wykonania recenzji jest pismo Przewodniczącego Rady Naukowej Dyscypliny Inżynieria Mechaniczna Politechniki Opolskiej, Pana dra hab. inż. Piotra Niesłonego z dnia 6 lipca 2023r.

1. Charakterystyka i uwagi o tematyce rozprawy doktorskiej

Dokumentację merytoryczną do sporządzenia recenzji stanowi egzemplarz rozprawy doktorskiej Pana mgra inż. Krystiana Hennek pt. „Sterowanie mocą silnika spalinowego w warunkach zmiennego obciążenia” Promotorem pracy doktorskiej jest prof. dr hab. inż. Jarosław Mamala, a promotorem pomocniczym Pan dr inż. Mariusz Graba. Rozprawa doktorska zawiera 119 strony maszynopisu, streszczenie w języku polskim oraz w języku angielskim, obszerny wykaz przyjętych skrótów i oznaczeń, osiem ponumerowanych rozdziałów oraz wykaz literatury. Ponadto Pan mgr inż. Krystian Hennek w ostatnim rozdziale rozprawy przedstawił wnioski ogólne, wnioski użytkowe oraz kierunki dalszych prac oraz badań. Wykaz literatury zawiera 102 pozycje krajowe i zagraniczne dobrane prawidłowo w tym siedem źródeł internetowych oraz osiem pozycji autorstwa lub współautorstwa doktoranta.

Uważam, że podjęte przez mgra inż. Krystiana Hennek szczegółowe rozważania dotyczące problematyki sterowania mocą silnika spalinowego



w warunkach zmiennego obciążenia z uwzględnieniem wskaźnika energochłonności i dynamik procesu rozpędzania pojazdu są ważnym i aktualnym aspektem dotyczącym zagadnień ochrony środowiska naturalnego, nowych preferencji kierowców, a także nowoczesnych trendów w technice w zakresie zmian konstrukcyjnych oraz ich badań w różnych warunkach ruchu. Obecnie znaczne rozbieżności w mierzonym zużyciu paliwa w warunkach zmiennego obciążenia silnika samochodu są podstawą poszukiwania takich rozwiązań, które po pierwsze ograniczą energochłonność, a po drugie zapewnią dobrą dynamikę ruchu samochodu.

Samo sformułowanie tematu rozprawy należy uznać za właściwe i odpowiadające potrzebom nauki i praktyki gospodarczej w obszarze problematyki sterowania mocą silnika spalinowego w warunkach zmiennego obciążenia. Obszar badawczy recenzowanej rozprawy doktorskiej obejmuje ocenę bieżącego stanu techniki oraz przedstawienie problemu zmiennego obciążenia jednostki napędowej, analizę możliwości kontroli punktów pracy silnika w układzie napędowym pojazdu, propozycję zmian w przygotowaniu linii sterowania dla wybranego układu napędowego pojazdu w oparciu o badania stanowiskowe na hamowni podwoziowej, a także opracowanie autorskiej metodyki badań pozwalających na ocenę procesu rozpędzania pojazdu w warunkach symulowanego obciążenia układu napędowego wynikającego ze zmiennych warunków obciążania oraz zaproponowanie wskaźnika dynamiki procesu rozpędzania samochodu.

Biorąc pod uwagę powyższe stwierdzam, że Pan mgr inż. Krystian Hennek podejmując się w rozprawie oceny własności ruchowych samochodów przy aktywnym sterowaniu mocą silnika spalinowego w warunkach zmiennego obciążenia, ze szczególnym uwzględnieniem energochłonności i dynamiki procesu rozpędzania, a także opracowania

obiektywnego wskaźnika dynamiki samochodu w fazie jego przyspieszania od założonej prędkości początkowej do prędkości końcowej bardzo dobrze wpisują się w wypełnienie luki badawczej oraz potrzeby aktualnych badań w tym obszarze.

2. Analiza struktury rozprawy – podział treści na rozdziały

Przedstawione we wprowadzeniu (6 stron) informację w syntetyczny sposób wprowadzają czytelnika w zakres rozprawy. W pierwszym rozdziale autor rozprawy stwierdza, że mimo znacznego dopracowania konstrukcji samochodu pod względem optymalnego wykorzystania potencjału energetycznego zawartego w paliwie, wciąż istnieją obszary ich pracy charakteryzujące się niską sprawnością ogólną oraz znacznym niedostatkami momentu obrotowego. W rozdziale tym autor opisał stosowane obecnie sposoby rozwiązania tych problemów.

Drugi rozdział rozprawy (19 stron) jest przeglądem stanu wiedzy w zakresie sterowania mocą w układzie napędowym samochodu osobowego. Autor w rozdziale tym podał europejskie standardy emisji dla samochodów osobowych, a następnie szczegółowo opisał rodzaje testów homologacyjnych stosowanych w tym zakresie. Następnie autor rozprawy stwierdza, że polityka Unii Europejskiej w zakresie norm emisji spalin spowodowała znaczące zmiany w wartości średniej podawanej oficjalnej emisji oraz charakterystyce europejskich samochodów osobowych. Spowodowało to, że średnia objętość skokowa silników spalinowych uległa obniżeniu, jednak ich średnia moc wzrosła. Zjawisko to nazwano „downsizing’iem” i polega ono na zmniejszeniu wymiarów konstrukcyjnych silników przy jednoczesnym utrzymaniu, a tak naprawdę zwiększeniu generowanej mocy zarówno przez silniki o zapłonie iskrowym, jak i zapłonie samoczynnym. Stwierdza ponadto, że by utrzymać moc konstruowanych silników o zmniejszonej objętości skokowej na poziomie

akceptowalnym przez potencjalnych kupujących, należało podwyższyć wielkość ciśnienia efektywnego wytwarzanego wewnątrz komór spalania. Najpopularniejszym rozwiązaniem jest wykorzystanie w tym celu doładowania powietrza dolotowego do cylindra silnika. Wprowadzenie do komory spalania większej masy powietrza, a przez to większej masy tlenu, pozwala na wykorzystanie zwiększonej dawki paliwa i uzyskanie zwiększonej mocy silnika. Ostatnie zagadnienie opisane przez autora dotyczy losowych czynników w układzie Kierowca-Samochód-Otoczenie-Komunikacja (KSOK), które w bilansie energetycznym układu napędowego samochodu znacząco zmieniają wielkość poszczególnych składników. Ważnym podsumowaniem rozdziału w mojej opinii jest opis badań własnych autora na Stanowiskowym Symulatorze Obciążenia Drogowego Silnika, w ramach których dokonano zestawienia parametrów rzeczywistego cyklu jezdnego dla miasta Opola, zrealizowanego w warunkach ruchu miejskiego.

Natomiast kolejny, trzeci rozdział rozprawy (22 strony) zawiera w mojej opinii bardzo ważne szczegółowe informacje dotyczące charakterystyki strategii sterowania układem napędowym samochodu, których celem jest przede wszystkim zmniejszenie zużycia energii samochodu, a także w przypadku spalinowych zespołów napędowych istotne zmniejszenie zużycia paliwa, przy zapewnieniu odpowiedniej wymaganej dynamiki ruchu samochodu. Autor rozprawy stwierdza, że wykonana praca oraz analizy dotyczą badań sterowania układem napędowym samochodu osobowego, które pozwolą na ograniczenie zużycie paliwa przy jednoczesnym utrzymaniu parametrów dynamicznych samochodu. W dalszej części tego rozdziału autor opisał ogólną charakterystykę silnika spalinowego, terminologię ekonomicznej linii sterowania, wpływ uchylecia przepustnicy na zużycie paliwa, a także wpływ sposobu sterowania układem przeniesienia napędu na zużycie

paliwa. W tym zakresie autor opisał ponadto badania własne z wykorzystaniem Stanowiskowego Symulatora Obciążenia Drogowego Silnika. Rozdział kończy się wiadomościami teoretycznymi związanymi z sprawnością jednostki napędowej oraz bilansem energetycznym ruchu samochodu osobowego.

W rozdziale czwartym (3 strony) Autor rozprawy koncentruje się na zdefiniowaniu problemu badawczego oraz celów i tezy pracy.

Mgr inż. Krystian Hennek tezę rozprawy zdefiniował następująco: **„istnieje możliwość wyboru takich punktów pracy jednostki napędowej, które pozwolą na uzyskanie poprawy wskaźników pracy układu napędowego samochodu w warunkach zmiennego obciążenia.”**

Jako główny cel rozprawy wskazał: **„ocenę własności ruchowych samochodów przy aktywnym sterowaniu mocą silnika spalinowego w warunkach zmiennego obciążenia, ze szczególnym uwzględnieniem energochłonności i dynamiki procesu rozpędzania.”**

Natomiast jako cel użyteczny pracy: **„opracowanie obiektywnego wskaźnika dynamiki samochodu w fazie jego przyspieszania od założonej prędkości początkowej do prędkości końcowej.”**

Uważam, że cele główny oraz użyteczny rozprawy zostały określone w sposób poprawny oraz że podana przez Mgr inż. Krystiana Hennek teza i cele rozprawy są podsumowaniem postawionego w rozprawie problemu badawczego.

Część badawczą rozprawy rozpoczyna rozdział piąty rozprawy (15 stron) w całości został poświęcony praktycznym aspektom postawionego problemu badawczego. W rozdziale tym autor przedstawia obiekt badań, opisuje wykorzystane stanowisko badawcze oraz narzędzia, a także

podaje przyjęte założenia metodyki badań oraz ich zakres. Zgodnie z tematyką rozprawy opracowaną linię sterowania doktorant wykorzystał do badań stanowiskowych, wymuszając w ten sposób pracę układu napędowego samochodu osobowego na hamowni podwoziowej. Jako aktywny eksperyment doktorant przeprowadził próbę elastyczności, realizowaną na samochodzie osobowym w warunkach badań stanowiskowych na hamowni podwoziowej dla zadanych stałych wymuszeń pedału przyspieszenia, a także dla zadanej linii sterowania. Jednocześnie użycie hamowni podwoziowej umożliwia uzyskanie powtarzalności warunków testu. Rozdział piąty doktorant kończy opisem wykonanych badań stanowiskowych w zakresie określenia współczynników krzywej oporów układu napędowego oraz oporów ruchu w procesie rozpędzania, które są ważnymi czynnikami decydującymi o energochłonności ruchu samochodu. W celu ustalenia chwilowego i sumarycznego wpływu oporów ruchu na przebieg rozpędzania samochodu badawczego na hamowni podwoziowej w warunkach ustalonego położenia pedału przyspieszenia doktorant wyznaczył udział procentowy podstawowych składników oporów powietrza, toczenia, aerodynamicznego oraz bezwładności w zależności od prędkości.

W rozdziale szóstym (9 stron) mgr inż. Krystian Hennek przedstawia opracowaną autorską metodę wyznaczania ekonomicznej linii sterowania. Rozdział rozpoczyna się opisem przyjętych założeń ogólnych oraz przeglądem rozwiązań jednokryterialnych linii sterowania silnikiem spalinowym. Przyjętą w rozprawie ekonomiczną linię sterowania doktorant wyznaczył w oparciu o badania stanowiskowe przeprowadzone na hamowni podwoziowej w warunkach zmiennego obciążenia układu napędowego, wynikającego z próby elastyczności przy ustalonych wymuszeniach pedałem przyspieszenia opisanych w rozdziale piątym. Jako miarę ekonomiczności pracy silnika spalinowego doktorant

wykorzystał wskaźnik w postaci jednostkowego zużycie paliwa. W celu uzyskania referencyjnej linii sterowania doktorant wyznaczył na wykresie zbiorczym tego parametru przebieg linii minimalnego jednostkowego zużycia paliwa dla każdego wymuszenia. W ten sposób wyznaczył minimalne jednostkowe zużycie paliwa w całym zakresie zmian prędkości obrotowej wału korbowego silnika. Uzyskaną w ten sposób krzywą przedstawił jako zależności uchylenia pedału przyspieszenia od prędkości obrotowej wału korbowego.

W rozdziale siódmym (17 stron) doktorant przedstawił analizę warunków pracy układu napędowego pojazdu przy jego zmiennym obciążeniu. W celu weryfikacji przyjętych w rozprawie założeń doktorant przeprowadził badania z wykorzystaniem rzeczywistego pojazdu na hamowni podwoziowej w warunkach powtarzalnego zmiennego obciążenia. Wyznaczone odcinki najwyższej chwilowej sprawności ogólnej autor uzyskał przy stałym uchyleniu pedału przyspieszenia, co pozwoliło na wyznaczenie mocy i zakresu prędkości obrotowej wału korbowego dla poszczególnych uchylen pedala przyspieszenia oraz osiągnięcie teoretycznie najwyższej sprawności w procesie rozpędzania. Wybrane odcinki zostały wykorzystane przez doktoranta do opracowania Ekonomicznej Linii Sterowania (EOL). Następnie po obróbce danych uzyskanych z pomiarów w warunkach stałego obciążenia doktorant zaimplementował wyznaczoną Ekonomiczną Linie Sterowania do oprogramowania karty sterującej, której zadaniem było symulowanie działania pedału przyspieszenia. Poszukując rozwiązania z wykorzystaniem wyznaczonej Ekonomicznej Linii Sterowania doktorant opracował trzynaście alternatywnych krzywych sterowania mocą silnika, zbliżonych do Ekonomicznej Linii Sterowania. Pozwoliło to na znalezienie takiej strategii rozpędzania pojazdu w warunkach zmiennego obciążenia, która z jednej strony spowoduje obniżenie zużycia paliwa, a z drugiej

zapewni dobrą dynamikę ruchu samochodu. Krzywą sterowania przebiegającą najbliżej linii najwyższej sprawności i najniższego jednostkowego zużycia paliwa jest założona przez doktoranta alternatywna krzywa numer osiem (T8), która tylko nieznacznie odbiega od teoretycznej linii wyznaczonej na podstawie badań stanowiskowych. Rozdział ten doktorant kończy oceną dynamiki ruchu samochodu. Uzyskane przez doktoranta wyniki potwierdziły powiązanie pomiędzy obniżeniem zdolności do przyspieszania samochodu a zmniejszeniem zużycia energii/paliwa. Jednoznaczna ocena otrzymanych wyników jest jednak utrudniona z powodu różnic w dynamice procesu przyspieszania samochodu spowodowanych zmianami w ilości energii dostępnej w układzie napędowym. Zaprezentowane przez doktoranta otrzymane wyniki energochłonności całkowitej i jednostkowej odniesione do przyspieszenia zależą zarówno od zużycia paliwa jak i od dynamiki ruchu samochodu, ale nie są związane z mocą jednostki napędowej. Dlatego biorąc pod uwagę energochłonność jednostkową, bazującą na mocy jednostki napędowej doktorant zaproponował wskaźnik dynamiki jako nowy parametr opisujących energochłonność ruchu. Opracowany wskaźnik dynamiki jest obiektywną miarą łączącą zużycie energii, dynamikę ruchu samochodu, a także określa ilość energii potrzebnej do przyspieszenia 1 kilograma masy pojazdu na odległość 1 metra. Opracowany indeks dynamiki wymaga w ocenie doktoranta jednak dalszych szczegółowych badań.

Uważam, że rozdziały od piątego do siódmego mają istotne znaczenie zarówno ze względu na cele jak i tezę rozprawy. Doktorant wykazał się bardzo dobrą szczegółową znajomością tematyki dotyczącej sterowania mocą silnika spalinowego w warunkach zmiennego obciążenia.

Rozdział ósmy (4 strony) zawiera podsumowanie i wnioski. Mgr inż. Krystian Hennek przedstawił w nim podsumowanie dysertacji w postaci wniosków ogólnych i utylitarnych oraz możliwe dalsze kierunki prac badawczych w tematyce rozprawy. Sformułowane wnioski dotyczą zarówno części teoretycznej, jak i praktycznej rozprawy.

3. Ocena merytoryczna rozprawy

Przyjęty w rozprawie układ pracy, treść oraz kolejność rozdziałów w mojej ocenie są poprawne. Pomocny dla czytającego pracę jest również zamieszczony wykaz skrótów i oznaczeń. Zamieszczone w pracy rysunki oraz tabele są dobrym uzupełnieniem tekstu rozprawy oraz pomagają śledzić tok rozumowania doktoranta. Całościowy układ rozprawy jest czytelny oraz logiczny. W tekście rozprawy można zauważyć pewne błędy edycyjne, ale nie umniejszają one dobrego i prawidłowego poziomu edycyjnego całej rozprawy. Język, jakim posługuje się doktorant jest zrozumiały i poprawny. Pozycje bibliografii obejmują zarówno literaturę krajową jak i zagraniczną dobraną moim zdaniem prawidłowo. Są to w przeważającej większości pozycje nowe i aktualne z ostatnich lat, które są zgodne z tematyką dysertacji oraz uwzględniają wyniki badań w tym zakresie. Uważam, że układ pracy, treść rozdziałów oraz forma opracowania, pomimo pewnych błędów są na odpowiednim poziomie i wskazują na dobre przygotowanie doktoranta w tym zakresie.

Jak już wcześniej wspomniałem w recenzji najważniejszą częścią rozprawy są rozdziały od piątego do siódmego, w których doktorant przedstawił opracowane: metodę wyznaczania ekonomicznej linii sterowania silnika spalinowego oraz wskaźnik dynamiki samochodu.

Nie ulega wątpliwości, że przedstawiona do recenzji rozprawa doktorska Pana mgr inż. Krystiana Hennek jest autorskim oraz oryginalnym ujęciem problematyki badawczej dotyczącej zagadnień

związanych z aktywnym sterowaniem mocą silnika spalinowego w warunkach zmiennego obciążenia, ze szczególnym uwzględnieniem energochłonności i dynamiki procesu rozpędzania samochodu. Podane kierunki dalszych badań świadczą nie tylko o oryginalności podejścia, ale również wpisania się w lukę badawczą z tego obszaru. W mojej ocenie doktorant zrealizował cele rozprawy oraz udowodnił postawioną tezę. Za główne osiągnięcia Pana mgra inż. Krystiana Hennek uważam:

1. Opracowanie autorskiej metody wyznaczania ekonomicznej linii sterowania w oparciu o badania stanowiskowe przeprowadzone na hamowni podwoziowej w warunkach zmiennego obciążenia układu napędowego, wynikającego z próby elastyczności przy ustalonym wymuszeniu pedałem przyspieszenia. Takie sterowanie mocą w układzie napędowym w oparciu o chwilowe punkty pracy silnika wyznaczające jego ekonomiczną linię sterowania pozwala na zachowanie dobrej dynamiki samochodu przy zmniejszeniu zużycia paliwa. Uzyskane przez doktoranta wyniki wskazują na duży potencjał ekologiczny testowanego rozwiązania w aspekcie redukcji emisji związków toksycznych z samochodów osobowych, ale także możliwość opracowania dedykowanych linii sterowania w oparciu o badanie stanowiskowe na hamowni podwoziowej. Wyznaczenie ekonomicznej linii sterowania dla dowolnej jednostki napędowej nie wymaga jej demontażu i czasochłonnych badań na hamowni silnikowej.

2. Opracowanie obiektywnego wskaźnika dynamiki pozwalającego na ocenę dynamiki procesu rozpędzania samochodu, który ujmuje własności energetyczne i dynamiczne samochodu, a także łączy w sobie obiektywizm metody oceny procesu rozpędzania samochodu osobowego z praktycznym jego zastosowaniem do kategoryzacji jego zdolności do przyspieszania (dynamiki). Bardzo ważne znaczenie ma ponadto wymiar fizyczny zaproponowanego wskaźnika dynamiki, który łączy ze sobą czas

rozpędzania, moc silnika spalinowego i zużycie paliwa.

Uważam, że wybór przez doktoranta tematyki rozprawy jest uzasadniony, celowy oraz aktualny. Układ rozprawy doktorskiej oraz opracowanie przez doktoranta materiału empirycznego, a także przeprowadzone analizy i przyjęta metodyka badań są na odpowiednim poziomie i właściwe dla tego rodzaju prac. Pan mgr inż. Krystian Hennek wykazał się dobrą wiedzą teoretyczną i znajomością przedmiotu badań, dobrą organizacją przeprowadzonych analiz i obliczeń, a także poprawnym wnioskowaniem. Te aspekty świadczą o właściwym przygotowaniu Pana mgra inż. Krystiana Hennek do samodzielnego prowadzenia pracy naukowej. Moim zdaniem istotna jest również możliwość prowadzenia kolejnych prac badawczych w podjętej tematyce.

4. Uwagi krytyczne i pytania szczegółowe.

W trakcie czytania tekstu rozprawy doktorskiej pojawiły się pewne wątpliwości oraz uwagi i pytania szczegółowe. Odpowiedzi na poniższe pytania oczekuję podczas publicznej obrony:

1. W rozdziale 2 pisze Pan, że „Pomimo znacznego rozwoju konstrukcji układów napędowych przez m. in. ich hybrydyzację czy wykorzystanie elektrycznych jednostek napędowych, jedyną zmienną decyzyjną dla układu napędowego jest kierowca. To od jego decyzji zależy dobór parametrów ruchu samochodu osobowego, a także jego dynamika. Można zadać pytanie: czy istnieje obiektywny sposób sterowania mocą w układzie napędowym samochodu, spełniający warunek dobrej dynamiki i minimalizacji zużycia paliwa? Ponadto: czy istnieje obiektywny sposób oceny dynamiki ruchu samochodów w warunkach zmiennego obciążenia wynikającego z fazy rozpędzania?” Proszę Pana o komentarz w tym zakresie podczas publicznej obrony.

2. W rozdziale 2 pisze Pan, że „W dalszej części pracy skupiono się na

sterowaniu układem napędowym samochodu osobowego w rozumieniu właściwej jego konfiguracji. Właściwej, a więc takiej, która pozwoli ograniczyć zużycie paliwa przy jednoczesnym utrzymaniu parametrów dynamicznych samochodu.” Proszę o bardziej szczegółowe przedstawienie oraz wyjaśnienie użytego przez Pana zwrotu „właściwej jego konfiguracji”.

3. W swojej rozprawie pisze Pan, że opracowana metodyka wyznaczania linii sterowania dotyczy badań wybranego samochodu na hamowni podwoziowej, a nie jest wyznaczana w oparciu o czasochłonne badania jednostki napędowej na hamowni silnikowej. Jak wiemy skraca to nie tylko czas badań, ale pozwala również według Pana poznać zalety i wady zastosowanej jednostki napędowej w danym samochodzie osobowym, przez rozpoznanie choćby jego wskaźnika elastyczności. Moje pytanie dotyczy możliwości wykorzystania opracowanej ekonomicznej linii sterowania do bezpośrednich jazd drogowych w warunkach nie symulowanego, ale rzeczywistego obciążenia układu napędowego?

4. Jakie są w Pana ocenie możliwości opracowania aplikacji usprawniającej proces sterowania mocą w układzie napędowym na bazie zaproponowanej przez Pana metody wyznaczania ekonomicznej linii sterowania? Jeżeli taka aplikacja powstanie to jakie są szanse na jej powszechne wykorzystanie?

5. W swojej rozprawie pisze Pan, że zaproponowany przez Pana wskaźnik dynamiki procesu rozpędzania pozwala na obiektywną ocenę tego procesu oraz że jako nowe zagadnienie wymaga weryfikacji kolejnymi badaniami. Proszę o komentarz o jakie badania chodzi oraz czy opracowany wskaźnik dynamiki może zostać wykorzystany również w ocenie dynamiki pojazdów z napędem elektrycznym oraz hybrydowych.

Chociaż jak wcześniej wskazałem całość rozprawy jest spójna oraz napisana poprawnie, to szczegółowa analiza treści rozprawy rodzi kilka

pytań szczegółowych. Tekst pracy w moim odczuciu zawiera pewne błędy redakcyjne oraz edycyjne, które po odpowiedniej korekcie mogłyby podnieść jakość i poziom pracy, a także poprawić odbiór pracy dla czytającego. Są to np.:

1. Na stronie 41 pisze Pan „W ramach przytaczanej pracy przeprowadzono badania symulacyjne jazdy samochodu w oparciu o profile prędkości zmierzone w rzeczywistych warunkach na tym samym odcinku drogi.” Proszę o wyjaśnienie o jaką pracę i pozycje literatury chodzi?
2. Na stronie 45 pisze Pan „W pracy własnej wykonano przejazdy w rzeczywistych cyklach miejskich oraz cyklu NEDC.” Proszę o wyjaśnienie o jaką pracę i pozycje literatury chodzi?
3. Na stronie 49 pisze Pan „W warunkach, jakie opisano w rozdziale 3.1.1, dla wszystkich trzech strategii sterowania przepustnicą dokonano kalkulacji przebiegowego zużycia paliwa.” Proszę o wyjaśnienie kto dokonał kalkulacji przebiegowego zużycia paliwa?
4. Na rysunku 5.2 przedstawia Pan panel sterowania i akwizycji danych w programie LabView. W mojej ocenie w tekście pracy brakuje bardziej szczegółowych informacji dotyczących tego rysunku.
5. W rozprawie pisze Pan, że głównymi czynnikami decydującymi o energochłonności ruchu samochodu, również w procesie rozpędzania, są opory ruchu. W rozdziale 5 na rysunkach 5.7 i 5.8 w mojej ocenie brakuje w podpisie pod rysunkami wyjaśnienia oznaczeń analizowanych oporów ruchu, co utrudnia analizę danych przedstawionych na tych rysunkach.
6. W mojej ocenie przedstawione na rysunkach 7.2 i 7.3 krzywe sprawności układu napędowego oraz jednostkowego zużycia paliwa samochodu badawczego wyznaczone w próbie elastyczności przy zmiennym obciążeniu są mało czytelne.

5. Konkluzja

Uważam, że zawarte w recenzji uwagi krytyczne, pytania szczegółowe czy zastrzeżenia absolutnie nie zmniejszają merytorycznej wartości naukowej i aplikacyjnej recenzowanej rozprawy doktorskiej. Znaczenie podjętej problematyki zarówno w wymiarze naukowym jak i aplikacyjnym oraz stopień realizacji celu uzasadniają stwierdzenie, że rozprawa stanowi oryginalne rozwiązanie przez doktoranta zagadnienia naukowego dotyczącego sterowania mocą silnika spalinowego w warunkach zmiennego obciążenia. Uważam, że rozprawa doktorska Pana mgr inż. Krystiana Hennek pt. „Sterowanie mocą silnika spalinowego w warunkach zmiennego obciążenia” została opracowana na dobrym poziomie merytorycznym oraz podejmuje ważne problemy badawcze. Przyjęta teza rozprawy została udowodniona, a założone cele zrealizowane.

W podsumowaniu stwierdzam, że rozprawa doktorska Pana mgr inż. Krystiana Hennek pt. „Sterowanie mocą silnika spalinowego w warunkach zmiennego obciążenia” spełnia wymagania określone w art. 13 ustawy z dnia 14 marca 2003r „o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz stopniach i tytule w zakresie sztuki” (Dziennik Ustaw 2003 nr 65, poz. 595 – z późniejszymi zmianami) i ustawy z dnia 20 lipca 2018r Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dziennik Ustaw 2020 poz. 85 – z późniejszymi zmianami) oraz mieści się w dyscyplinie naukowej inżynieria mechaniczna.

Wnoszę zatem o przyjęcie rozprawy doktorskiej Pana mgr inż. Krystiana Hennek i dopuszczenie jej do publicznej obrony na stopień doktora nauk inżynieryjno-technicznych w dyscyplinie inżynieria mechaniczna.

