



dr hab. inż. Paweł Woś, profesor uczelni

Rzeszów; 10.02.2025 r.

POLITECHNIKA RZESZOWSKA
im. Ignacego Łukasiewicza
WYDZIAŁ BUDOWY MASZYN I LOTNICTWA
Katedra Pojazdów Samochodowych
i Inżynierii Transportu

Al. Powstańców Warszawy 12
35-959 Rzeszów
tel. 17 865 1355, pwos@prz.edu.pl

RECENZJA

rozprawy doktorskiej mgr. inż. Bartłomieja Urbańskiego
pt. „Badania i wdrożenie alternatywnego układu napędowego
w sporcie samochodowym”

1. Formalna podstawa opracowania recenzji

Podstawę do opracowania i wydania niniejszej recenzji stanowi pismo z dnia 23.10.2024 r. Przewodniczącej Rady Dyscypliny Inżynieria Mechaniczna Politechniki Śląskiej z siedzibą w Gliwicach, Pani dr hab. inż. Alicji Piaseckiej-Belkhat (znak pisma RDJMe.512.17.2024) w sprawie sporządzenia recenzji rozprawy doktorskiej Pana mgr. inż. Bartłomieja Urbańskiego pod wymienionym tytułem.

2. Przedmiot i ocena istotności problemu naukowego rozprawy

Sporty motorowe od zawsze fascynowały zarówno entuzjastów jak i inżynierów motoryzacji, stając się areną nieustannych wyzwań technologicznych i towarzyszących im sportowych emocji. Łącząc w sobie pasję do szybkości, precyzji oraz rywalizacji są one areną rozwoju i testowania różnorodnych innowacji technicznych, a jednocześnie wymagającą od zawodników i inżynierów nie tylko dogłębnej wiedzy, doskonałych umiejętności, ale także wykorzystania zaawansowanych technologii. Stąd już od bardzo wczesnych etapów rozwoju motoryzacji sporty motorowe oraz rywalizacja w zakresie pokonywania kolejnych ograniczeń,



barier, stanowiły istotny katalizator postępu i swoisty poligon doświadczalny dla nowych rozwiązań i rewolucyjnych koncepcji. Z biegiem czasu stawały się one standardami technicznymi, bez których trudno wyobrazić sobie współczesny pojazd samochodowy, czy też w szerszym ujęciu współczesne systemy transportu samochodowego. Wymienić tutaj można np. technologie kształtowania nadwozi i systemy uwzględniające zjawiska aerodynamiczne, systemy bezpieczeństwa czynnego i biernego pojazdów, technologie materiałowe wykorzystujące materiały lekkie i kompozytowe czy też technologie i systemy sterowania silników pozwalające na osiąganie wysokich wskaźników jednostkowych mocy i efektywności energetycznej. Oprócz niezaprzeczalnej roli w rozwoju technicznym, sporty samochodowe spełniają istotną rolę kulturotwórczą, integrującą grupy społeczne powiązane wspólnymi zainteresowaniami, a przede wszystkim są najefektywniejszą dźwignią marketingową dla rywalizujących producentów pojazdów i technologii motoryzacyjnych.

W ostatnich latach obserwuje się ogromne zainteresowanie i upowszechnienie wykorzystania technologii napędów elektrycznych i hybrydowych, przy czym w tym akurat zakresie kierunek przenikania tych rozwiązań do pojazdów sportowych i wyczynowych ma raczej swoje źródło w samochodach produkowanych seryjnie. Poniekąd jest to spowodowane pewną bezwładnością kluczowych przepisów opisujących reguły organizacji i uczestnictwa w samochodowych rywalizacjach sportowych. Niemniej i w tym przypadku, pomimo niewątpliwie znacznego rozwoju tych technologii na gruncie motoryzacji ogólnoużytkowej, arena zmagania i rywalizacji motorowej może znacząco przyczynić się do ich dalszego doskonalenia i testowania w znacznie bardziej wymagających warunkach eksploatacji.

Wyżej wymienione uwarunkowania zostały właściwie dostrzeżone przez Autora rozprawy doktorskiej jako mocno zaangażowanego entuzjasty i uczestnika sportów motorowych, i zapewne stanowiły asumpt do podjęcia przez niego określonej tematyki badawczej. Niniejsza praca Pana mgr inż. Bartłomieja Urbańskiego zatytułowana *„Badania i wdrożenie alternatywnego układu napędowego w sporcie samochodowym”*, zrealizowana pod opieką naukową promotora Pana dr. hab. inż. Grzegorza Przybyły, prof. PŚ oraz przy wsparciu merytorycznym i metodycznym promotora pomocniczego Pana dr inż. Ryszarda Buchalika i opiekuna pomocniczego Pana mgr. inż. Łukasza Brodzińskiego dotyka sedna powyższych zagadnień. Jej tematyka wpisuje się bowiem z jednej strony w aktualne obszary problemowe motoryzacji, obejmujące szeroko rozumianą elektromobilność i rozwój napędów hybrydowych, a z drugiej strony jest próbą wykazania adekwatności przyjętych i przebadanych rozwiązań technicznych pod kątem ich wdrożenia do pojazdów rajdowych. **Problematyka i zakres określony przez jej Autora jako cel badawczy pracy dotyczy ukompletowania alternatywnego układu napędowego, który pozytywnie wpłynie na parametry energetyczne silnika spalinowego i w rezultacie poprawi dynamikę samochodu rajdowego z uwzględnieniem zmniejszenia negatywnego wpływu na otoczenie samochodów rajdowych poprzez obniżenie zużycia paliwa i emisji substancji**

szkodliwych, racjonalizacji kosztów wdrożenia i zachowania kompatybilności z istniejącymi rozwiązaniami. W szczególności praca ta obejmuje swym zakresem analizę dostępnych na rynku rozwiązań alternatywnych układów napędowych samochodów osobowych, wybór konkretnej konfiguracji napędu samochodu w układzie mHEV, badania modelowe i eksperymentalne przyjętego rozwiązania na stanowisku hamownianym i w próbach drogowych oraz nakreślenie niezbędnych zmian legislacyjnych, jakie dałyby możliwość wdrożenia, tj. zastosowania testowanych rozwiązań do napędu pojazdów rajdowych klasy Rally3.

Można zatem stwierdzić, że przedstawiona praca doktorska Pana mgr. inż. Bartłomieja Urbańskiego wpisuje się swoją tematyką i zrealizowanym zakresem prac w interesujące i aktualne obszary badań poznawczych i aplikacyjnych nauk technicznych w dyscyplinie inżynieria mechaniczna, w szczególności badań nad poprawą efektywności pojazdów rajdowych i poprawy ich konkurencyjności w rywalizacji sportowej, ale w szerszym ujęciu również nad rozwojem pojazdów użytkowych produkowanych seryjnie, korzystających z danej technologii.

3. Charakterystyka rozprawy i ocena strony metodycznej – uwagi o charakterze redakcyjnym

3.1. Problematyka i struktura rozprawy

Opiniowana rozprawa doktorska zawiera w swojej treści część studialną, opartą na analizie dostępnego materiału źródłowego z zakresu problematyki pracy oraz część eksperymentalno-wdrożeniową, która obejmowała przeprowadzenie serii badań modelowych (symulacyjnych) i testowych na stanowisku hamownianym oraz w ruchu odcinkowym samochodu rajdowego klasy Rally3, z wykorzystaniem silnika poddanego stosownym do tematyki i zakresu pracy modyfikacjom. Zastosowano w nim m.in. dodatkowy, niskonapięciowy układ hybrydowy typu „mild Hybrid” oraz kompresor elektryczny powietrza dolotowego. Spodziewanym efektem wprowadzonych zmian była poprawa efektywności energetycznej silnika zwłaszcza w stanach nieustalonych, poprawiających dynamikę pojazdu. Przeprowadzone badania miały za zadanie ocenę skuteczności wybranych technologii działających niezależnie oraz synergicznie. Jako efekt użyteczny wykonanych prac zaproponowano najkorzystniejszą konfigurację układów wspomagania napędu/silnika do ewentualnego wdrożenia do pojazdów rajdowych klasy Rally3 oraz propozycję zmian legislacyjnych, które umożliwiłyby realizację takich wdrożeń w zgodzie z regulaminami zawodów motorowych.

Praca generalnie jest napisana z użyciem poprawnej składni i terminologii technicznej (z nielicznymi wyjątkami), w sposób umożliwiającym właściwy odbiór i zrozumienie treści, zwłaszcza dla czytelnika zaznajomionego z zagadnieniami współczesnej motoryzacji. Uwagę zwraca dosyć rozbudowana konstrukcja zdań, co zapewne wynikało z chęci Autora do przekazania jak najszerszego zasobu i w sposób szczegółowy przyjętych tez, wykorzystywanych danych, prowadzonych badań, uzyskanych wyników, wnioskowania itd. Należy podkreślić, że zbiór niezbędnych do realizacji rozprawy i wytworzonych informacji jak i sam zakres merytoryczny pracy niejako usprawiedliwia tę „lawinowość” opisu, ujętego jednak w akceptowalne ramy objętościowe.

Całość opracowania zawiera 116 stron tekstu skonfigurowanego w formacie A4, łącznie ze stroną tytułową, spisem treści, wykazem ważniejszych skrótów i oznaczeń oraz bibliografią, na którą składają się łącznie 84 pozycje. Autorskie lub współautorskie cytowania dzieł Doktoranta obejmują 2 pozycje bibliograficzne. W pracy zamieszczono 42 rysunki i fotografie oraz 32 tabele – materiał ilustracyjny w większości czytelny i dobrej jakości graficznej. Rozprawa jest podzielona na 7 głównych rozdziałów, w tym rozdział zawierający wprowadzenie do tematu pracy, podsumowanie z wnioskami, a w końcu pracy wykaz literatury. Rozdziały, stanowiące trzon merytoryczny pracy są rozbudowane o kilka podrozdziałów.

Pracę rozpoczyna usystematyzowany wykaz użytych w pracy skrótów i oznaczeń wraz z opisem ich znaczenia, przy czym pominięto w nim kilka oznaczeń użytych w pracy o nieobjaśnionym znaczeniu (np. skrót BMS). **Rozdział 1** stanowi wprowadzenie do tematyki pracy, głównie pod kątem regulacji dopuszczeniowych i wykorzystywanych w sporcie samochodowym alternatywnych (elektrycznych i hybrydowych) technologii napędowych. Wykazano istniejącą niespójność zasad w poszczególnych klasach rajdowych i na podstawie dalszej analizy w zakresie systemów alternatywnych we współczesnych samochodach seryjnych zaproponowano kompletację takiego systemu dla samochodu klasy Rally3. Przedstawiony tutaj został cel i ramowy plan badawczy oraz teza i zakres pracy.

Rozdział 2 zatytułowany „Wybór alternatywnego układu napędowego z wykorzystaniem analizy wielokryterialnej” stanowi dalsze rozwinięcie informacji uzasadniających wybór podjętej problematyki oraz przedmiotu badań w oparciu o przyjęte kryteria oceny. Jako możliwą i uzasadnioną pod wieloma względami opcją uzupełnienia układu napędowego/silnika samochodu klasy Rally3 (Ford Fiesta ST) wskazano układ mHEV (dodatkowy elektryczny silnik-generator 48V w układzie paska napędu osprzętu) oraz kompresor elektryczny w układzie dolotowym.

Rozdział 3 pt. „Jednowymiarowe analizy numeryczne” stanowi część badawczą symulacyjną. Układ napędowy samochodu wyposażony w dodatkowe komponenty został zamodelowany numerycznie w zaawansowanym systemie symulacyjnym AVL CruiseM i poddany analizom wstępnym (identyfikacyjnym) oraz badaniom parametrycznym. Brakujące dane wejściowe do modelu zostały ustalone na podstawie równolegle przeprowadzonych prób hamownianych oraz w iteracjach dostrajających model matematyczny do danych eksperymentalnych. Szczegółowość opisu oraz zachowanie istotnych reguł zgodności przy tworzeniu modelu symulacyjnego nie budzi wątpliwości co do zasadności i przydatności tej części pracy dla całości wnioskowania.

Rozdział 4 pt. „Badania eksperymentalne” przedstawia opis badań obiektu rzeczywistego, zgodnego z poprzednim modelem napędu. Badania te realizowano dwuetapowo. I tak, na silnikowym stanowisku hamowanym weryfikowany był cykl pracy silnika spalinowego w warunkach odpowiadających wykonanym symulacjom numerycznym. Etap ten wymagał istotnego wkładu aparaturowego oraz realizacji złożonych zadań konstrukcyjnych, co zasługuje na szczególne podkreślenie. Konfiguracja obiektu i plan badawczy był zbieżny z poprzednimi badaniami symulacyjnymi, co pozwoliło na ich weryfikację, przy czym dodatkowo testowano wpływ istniejącego systemu ALS turbosprężarki i możliwość jego eliminacji dzięki wprowadzonemu kompresorowi powietrza dolotowego. Oszacowano przy tym poziom emisji szkodliwych składników spalin w różnych wariantach sterowania silnika i jego podzespołów. W etapie drugim, w warunkach rzeczywistych (drogowych) testowano pojazd rajdowy wyposażony jedynie w system ALS turbosprężarki, celem identyfikacji wpływu działania tego systemu na zużycie paliwa oraz temperaturę płynów eksploatacyjnych (cieczy chłodzącej silnik i oleju smarującego). **Należy w tym miejscu podkreślić rozległy zakres oraz spójny z celem naukowym i użytecznym oraz komplementarny charakter zaplanowanych do realizacji i przedstawionych w treści pracy prac badawczych - zarówno symulacyjnych jak i eksperymentalnych.**

Rozdział 5 zatytułowany „Bezpieczeństwo użytkowania oraz zmiany w przepisach”, wydawać by się mogło że nieco pobocznie w stosunku do sformułowanego wcześniej celu i zakresu pracy, jest w rzeczywistości opracowaniem w zakresie niezbędnych, sugerowanych działań zmierzających do umożliwienia wdrożenia zaproponowanej konfiguracji zespołu napędowego do samochodów rajdowych klasy Rally3. Zasugerowano tutaj potrzebę wprowadzenia dodatkowych procedur bezpieczeństwa przy użytkowaniu i obsłudze technicznej tak zmodyfikowanych pojazdów, łącznie z programem i zakresem szkoleń personelu rajdowego, a przede wszystkim opracowano zbiór niezbędnych modyfikacji przepisów dla danych grup rajdowych.

W **rozdziale 6** pt. „Podsumowanie i wnioski” przedstawiono w sposób syntetyczny osiągnięcia Autora w zakresie uzyskanych wyników poznawczych, pro-wdrożeniowych oraz odnośnie potrzeby i kierunków realizacji dalszych prac.

Przedstawiony układ pracy jest zatem logicznie poprawny, spójny tematycznie i komplementarny w swych treściach. Autor konsekwentnie rozwija podjętą, stosunkowo unikatową tematykę, poczynając od analizy aktualnego stanu wiedzy i techniki, wskazania potencjalnych obszarów badawczo-rozwojowych i przyjętego celu pracy, zaproponowaną kompletację alternatywnego zespołu napędowego dla badanego obiektu, następnie poprzez realizację badań symulacyjnych i eksperymentalnych, rejestrację i analizę wyników aż po sformułowanie właściwych merytorycznie wniosków. Opis formalny i materiał ilustracyjny zamieszczony w pracy a dotyczący przedmiotu analiz oraz opracowanych wyników (tabele, wykresy) jest w większości czytelny, co pozwala na prawidłową ich interpretację. Również analiza treści pracy wykonana w Jednolitym Systemie Antyplagiatowym nie wykazuje istotnych i nieuprawnionych zapożyczeń. Pod względem metodycznym praca stanowi więc dzieło naukowe odpowiadające wymaganiom prac badawczych, w tym rozprawom doktorskim o profilu inżyniersko-technicznym.

3.2. Uwagi redakcyjne i mające charakter szczegółowy

Jak wspomniano powyżej, sposób zredagowania pracy za pomocą ogólnie poprawnej składni i norm językowych, terminologii, pozwala na pełne zrozumienie treści, zarówno w sensie ogólnotechnicznym jak i specjalistycznym. Zauważalna staranność edytorska Autora, wyrażająca się takimi szczegółowymi korektami jak przenoszenie pojedynczych znaków na początek linii. Stąd znacznie większych uwag o charakterze redakcyjnym nie wnosi się - poza nielicznymi spostrzeżeniami, wychwyconymi błędami, które jednak w żadnym stopniu nie umniejszają wartości merytorycznej oraz pozytywnego odbioru pracy. Nie wymagają też szczególnej dyskusji a jedynie korekty w przypadku wykorzystania treści pracy jako materiału źródłowego dla potrzeb dalszych publikacji. I tak:

- zauważalna jest w pracy tendencja do rozbudowywania zdań, konstruowanie zdań wielokrotnie złożonych,
- niewłaściwe użycie interpunkcji – nadużywanie znaków przystankowych (przecinków),
- niedostateczna czytelność (rozmiar) niektórych ilustracji graficznych (rys. 1, rys. 13),
- nieliczne użycia stylu potocznego, kolokwializmów i skrótów myślowych, np. (cyt.) „występowanie wysokich prądów elektrycznych”, „ilość hamowania”,
- bardzo nieliczne omyłki redakcyjne i błędy użycia przypadku, np. na str. 75 we fragmencie: „udział energii elektrycznej odzyskanie do zużytej”, na str. 80 we fragmencie „zastosowano również zawór zwrotnego”, na str. 87 we fragmencie „Pomimo wyższego zużycia paliwa i bardziej korzystnym przebiegu”.

4. Ocena merytoryczna rozprawy i uwagi dyskusyjne

Rozprawę doktorską pod względem merytorycznym należy ocenić wysoce pozytywnie. Przede wszystkim na podkreślenie zasługuje wybór aktualnej i jednocześnie unikatowej tematyki badawczej w świetle obecnego stanu rozwoju technologii hybrydowych i elektromobilności, w tym w obszarach związanych ze sportami motorowymi. Również uzyskane w pracy efekty poznawcze są istotne, zarówno z praktycznego punktu widzenia jak i pod względem ich wkładu w rozwój dyscypliny naukowej inżynieria mechaniczna w zakresie alternatywnych i innowacyjnych technologii napędu samochodów.

W szczególności, mając na uwadze konkretne osiągnięcia przedstawione w pracy, na pozytywną ocenę składają się m.in.:

- dogłębna i szczegółowa analiza problematyki w zakresie rozwijających się technologii samochodowych napędów elektrycznych i hybrydowych i ich implementacji w pojazdach rajdowych,
- uzasadnione wyznaczenie celu i zakresu pracy oraz trafnie sformułowane tezy i wybór rozwiązania technicznego do dalszych badań,
- budowa i implementacja w programie AVL CruiseM modelu symulacyjnego pojazdu rajdowego wyposażonego w zmodyfikowany układ napędowy typu mHEV z dodatkowym kompresorem powietrza dolotowego oraz przeprowadzenie serii badań symulacyjnych,
- złożony charakter i komplementarny zakres wykonanych badań eksperymentalnych, obejmujący testy hamowniane i drogowe, które weryfikując poprzednie wyniki symulacyjne dostarczyły Autorowi kolejnych, istotnych danych poznawczych,
- szczegółowa prezentacja metodyki prowadzonych prac i wykorzystanych narzędzi, w tym opracowanie specyficznych dla tras rajdowych cykli badawczych,
- przejrzysta analiza i merytoryczna dyskusja w zakresie uzyskanych efektów badawczych, wskazanie rozwiązań nie dających istotnych korzyści oraz tych, dzięki którym uzyskano wyraźną poprawę w zakresie dynamiki ruchu pojazdu i zarządzania energią elektryczną na pokładzie samochodu,
- trafnie sformułowane wnioski poznawcze i użytkowe oraz wskazanie problemów i rozwiązań pro-wdrożeniowych dla docelowych odbiorców wyników pracy, tj. organizacji i środków technicznych sportów motorowych.

Szczegółowa analiza treści rozprawy, biorąc pod uwagę zarówno aspekty metodyczne i merytoryczne, w niektórych fragmentach, sformułowaniach, przedstawionych wynikach, nasuwa jednak pewne wątpliwości o charakterze dyskusyjnym, wobec których oczekuje się stosownego odniesienia Doktoranta podczas publicznej obrony pracy doktorskiej, a mianowicie:

- Autor posługuje się pojęciem „powietrze doładowane”, co wydaje się być niepoprawnym w sensie leksykalnym związkiem frazeologicznym; powietrze jako medium robocze o zwiększonym ciśnieniu w układzie dolotowym i komorze spalania może powodować doładowanie silnika (mówimy więc raczej o silniku doładowanym), samo zaś powietrze może być „sprężone” lub być wtedy ewentualnie powietrzem „doładowującym” silnik.
- Schematy modeli obliczeniowych przedstawione na rysunkach 12-13 zawierają bloki funkcjonalne, których znaczenie i funkcja opisane są za pomocą etykiet systemowych; niestety dla odbiorcy pracy nie zaznajomionego z systemem AVL CruiseM analiza tych modeli może być znacząco utrudniona (pomijając słabą czytelność rys. 13) – stąd właściwym byłoby umieszczenie dodatkowej legendy dla poszczególnych rysunków z dokładniejszym opisem poszczególnych bloków funkcjonalnych.
- Opisując tworzenie i kalibrację modelu numerycznego w programie AVL CruiseM w podrozdz. 3.1 Autor przedstawia procedurę rejestracji na hamowni silnikowej danych wejściowych modelu, tj. przebiegu zmian momentu obrotowego silnika w funkcji kąta otwarcia przepustnicy przy stałej prędkości obrotowej wału korbowego silnika (patrz rys. 11). Autor podaje, że wyznaczono w ten sposób charakterystyki prędkościowe. Wydaje się jednak, że wyznaczono w ten sposób charakterystyki obciążeniowe, a ściślej zbiór charakterystyk obciążeniowych rejestrowanych, jak podano, dla kolejnych prędkości obrotowych wału korbowego silnika od 2750 obr./min do 7250 obr./min z krokiem co 250 obr./min.
- W opisie badań eksperymentalnych Autor przedstawia sposób/widok zamontowania w układzie paska napędu osprzętu dodatkowego silnik-generatora BISG. Niemniej interesującym byłoby dla odbiorcy ujrzeć techniczny sposób wkomponowania w układ dolotowy dodatkowego kompresora elektrycznego. Czy jest taka możliwość prezentacji?
- Podobnie na rysunku 31 zaprezentowano wprawdzie budowę układu komunikacji za pomocą magistrali CAN, aczkolwiek dodatkowy opis i wskazanie poszczególnych komponentów na zbudowanym stanowisku znacząco podniosłoby informacyjność przekazu tej grafiki.
- W opisie wykorzystywanego w badaniach analizatora spalin (rys. 35) podano zasadę pomiaru stężenia CO, CO₂, HC i O₂, natomiast brak jest informacji odnośnie zasady pomiaru stężenia NO_x (czy może raczej NO ?).

- W podrozdz. 4.3, na str. 86-87 znajduje się słabo czytelny, wręcz niezrozumiały fragment pracy. Autor analizuje średnią sprawność (okazuje się, że silnika – ale to można wywnioskować dopiero z zapisów w tabeli 28, przy czym nie wiadomo o jaką sprawność chodzi, ogólną?) i średnie zużycie paliwa dla jednego cyklu badawczego na hamowni silnikowej, nie podając metodologii obliczeń a jedynie prezentując w formie tabelarycznej końcowe wyniki w ujęciu procentowym (tab. 28). Ponadto stwierdza, że dokładność wyników pomiarów nie była znana (których pomiarów?), a następnie decyduje się obliczyć wpływ tych błędów pomiarów (również brak podanej metodologii) na zmianę sprawności (silnika?) i przedstawiono wyniki w postaci mało zrozumiałej (nieobjaśnionej) tabeli 29. Uprasza się zatem o dodatkowe objaśnienie tego zakresu zrealizowanych badań i wyników.

Wyżej wymienione uwagi krytyczne i zapytania mają charakter czysto dyskusyjny – mogą wynikać z subiektywnej oceny recenzenta lub wręcz niepełnego zrozumienia danego problemu lub opisu, które dla Autora pracy, jako najbardziej zorientowanego w temacie i sposobie realizacji pracy, zapewne stanowią kwestie oczywiste.

Należy mieć też na uwadze, że wyżej sformułowane spostrzeżenia w żaden sposób nie wpływają na pozytywny odbiór i ogólnie bardzo wysoką ocenę całości rozprawy, jaka skłania recenzenta do postawienia wniosku do Rady Dyscypliny Inżynieria Mechaniczna Politechniki Śląskiej o dopuszczenie rozprawy do jej publicznej obrony.

5. Podsumowanie oceny rozprawy doktorskiej i wnioski końcowe

Zrealizowana przez mgr. inż. Bartłomieja Urbańskiego rozprawa doktorska pt. *„Badania i wdrożenie alternatywnego układu napędowego w sporcie samochodowym”* wpisuje się w prorozwojowe tendencje dotyczące implementacji technologii elektromobilnych i hybrydyzacji napędów spalinowych w pojazdach samochodowych. W przedstawionym ujęciu dotyczy to w szczególności pojazdów rajdowych wykorzystywanych w krajowych i światowych sportach motorowych.

Doktorant wykazał się znajomością podjętej problematyki, umiejętnością prowadzenia eksperymentów naukowych w zakresie identyfikacji problemów badawczych, modelowania numerycznego, wykorzystania zaawansowanych instrumentów i stanowisk pomiarowych, badań w warunkach rzeczywistej eksploatacji, analizy wyników oraz poprawnym formułowaniem wniosków. Świadczy to o posiadaniu ugruntowanej wiedzy teoretycznej i kompetencjach Autora rozprawy do samodzielnego prowadzenia prac badawczych w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych, w szczególności w zakresie rozwoju układów napędowych pojazdów samochodowych.

Podsumowując stwierdzam zatem, że **rozprawa doktorska mgr. inż. Bartłomieja Urbańskiego pt. „Badania i wdrożenie alternatywnego układu napędowego w sporcie samochodowym”** spełnia warunki zapisane w Ustawie z dnia 20 lipca 2018 r. „Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce” (Dz.U. z 2018r., poz. 1668 z późn. zm.) i na tej podstawie wnioskuję o przyjęcie rozprawy i dopuszczenie jej do publicznej obrony przed Radą Dyscypliny Inżynieria Mechaniczna Politechniki Śląskiej z siedzibą w Gliwicach.



PODPIS ZAUFANY
PAWEŁ
WOŚ
1002 2025 12:33:57 (GMT+1)
Dokument podpisany elektronicznie
podpisem zaufanym

Rzeszów, dnia 10 lutego 2025 r.

Prof. P. Woś

/podpis odręczny/

*wyłączenie jawności w zakresie danych osobowych oraz ochrony prywatności osoby fizycznej na podstawie art. 5 ust. 2 ustawy z dnia 6 września 2001 r. o dostępie do informacji publicznej (tj. Dz.U. z 2016 r., poz. 1764)