

dr hab. inż. Marcin Rychter, prof. PANS

Państwowa Akademia Nauk Stosowanych im. I. Mościckiego w Ciechanowie
Wydział Inżynierii i Ekonomii
Zakład Mechaniki i Budowy Maszyn
ul. Narutowicza 9, 06-400 Ciechanów

Warszawa, dnia **22** luty 2026 r.

Recenzja
rozprawy doktorskiej
mgr. inż. Aleksa Jagielskiego
pt.: „Napęd wodorowy w kategorii pozadrogowej”

Podstawa opracowania: Uchwała Rady Dyscypliny: Inżynieria Lądowa, Geodezja i Transport
Politechniki Poznańskiej z dnia 16 grudnia 2025 roku.
(nr RD/d/54/03/2025)

1. Informacje ogólne o rozprawie doktorskiej

Przedstawiona do recenzji rozprawa doktorska została opracowana w ramach dziedziny nauk inżynieryjno-technicznych w dyscyplinie inżynieria lądowa, geodezja i transport na Wydziale Inżynierii Lądowej i Transportu Politechniki Poznańskiej pod kierunkiem Pana prof. dr. hab. inż. Pawła Fucia.

Rozprawa doktorska została napisana na 106 stronach formatu A4, przy czym zasadniczy tekst pracy został przedstawiony na 83 stronach w 9 rozdziałach. Całość pracy obejmuje:

- Streszczenie,
- *Abstract*,
- Spis treści,
- Wykaz najważniejszych skrótów i oznaczeń,
- Wprowadzenie (rozdział 1 składający się z podrozdziałów: Charakterystyka maszyn pozadrogowych, Podział NRMM według rodzaju napędu i środowiska operacyjnego, Charakterystyka napędów w przemyśle jachtowym),
- Wybrane przepisy dotyczące emisji związków szkodliwych (rozdział 2 składający się z podrozdziałów: Przegląd norm emisji UE, Przegląd amerykańskich norm emisji, Przegląd norm emisji w wybranych państwach poza USA oraz UE, Przepisy Unii Europejskiej dotyczące napędu wodorowego, Amerykańskie przepisy dotyczące napędu wodorowego),
- Wodór w transporcie (rozdział 3 składający się z podrozdziałów: Właściwości fizyczne i chemiczne wodoru, Metody pozyskiwania wodoru, Klasyfikacja wodoru, Charakterystyka metod magazynowania wodoru, Transport i magazynowanie wodoru w sektorze morskim, Materiały do wykonania instalacji wodorowych w jednostkach

plywających, Ogniw paliwowe, Analiza stosowanych układów napędowych wykorzystujących wodór w kategorii pozadrogowej),

- Cel i zakres pracy (rozdział 4),
- Metodologia badań (rozdział 5 składający się z podrozdziałów: Obiekt badań, Trasy badawcze, Aparatura badawcza, Algorytm sterowania),
- Opracowanie algorytmu sterowania (rozdział 6 składający się z podrozdziałów: Operacje w obszarze cumowania, Operacje w obszarze wód śródlądowych i *offshore*),
- Badania w warunkach rzeczywistych (rozdział 7 składający się z podrozdziałów: Wyniki badań w warunkach rzeczywistych, Opracowanie modelu zużycia energii),
- Wyniki obliczeń na podstawie modelu – walidacja (rozdział 8 składający się z podrozdziałów: Walidacja modelu, Wskaźniki emisji),
- Modelowanie warunków rzeczywistych (rozdział 9 składający się z podrozdziałów: Opis modelowych tras badawczych, Rejs port, zatoka, farma wiatrowa),
- Wnioski i podsumowanie (rozdział 10),
- Literatura.

W głównej części pracy zamieszczono łącznie:

- 33 podpisanych i ponumerowanych rysunków,
- 34 podpisane i ponumerowane tabele.

Przy redakcji merytorycznej rozprawy doktorskiej skorzystano z literatury obejmującej łącznie 246 pozycje, w tym: 53 pozycje literatury będące aktami prawnym lub normatywnymi i 62 pozycje literatury będące streszczeniem lub ich analizami.

2. Kryteria doboru tematu rozprawy doktorskiej

Tematyka dysertacji doktorskiej Pana mgr. inż. Aleksa Jagielskiego koncentruje się na tematyce dotyczącej opracowania wybranych elementów architektury algorytmu sterowania wielopaliwowego układu napędowego w aspekcie zwiększenia efektywności ekologicznej eksploatacji jednostek pływających. Ponadto Doktorant podejmuje próbę zweryfikowania opracowanego założenia w trakcie realizacji dwóch obszarów operacyjnych wybranego obiektu badawczego (katamaranu), a mianowicie w obszarze cumowania, obszarze wód śródlądowych i *offshore*.

Cel i tematyka dysertacji jest bardzo ważna ze względu na stale prowadzone prace związane z wpływem na globalne obniżenie emisji gazów wylotowych do atmosfery z jednostek napędowych w warunkach typowej pracy jednostek pływających, w szczególności ze względu na obszary chronione i obszary zagrożone.

W mojej ocenie, podjęta tematyka badań wraz z zaplanowanym wieloetapowym procesem konstrukcyjnym i badawczym ma duże znaczenie w ujęciu naukowym, a także wdrożeniowym ze względu na proces eksploatacji jednostek pływających wyposażonych w wielopaliwowe układy napędowe, a eksploatowane w różnych akwenach wodnych i z różnym przeznaczeniem zadaniowym. np. ze względu na monitorowanie stanu zanieczyszczenia wód lub powietrza.

Uważam, że tematyka dysertacji doktorskiej zaproponowana przez Pana mgr. inż. Aleksa Jagielskiego jest jak najbardziej uzasadniona, a samo sformułowanie tematu dysertacji wraz z celem pracy jest prawidłowe.

3. Analiza struktury i podziału treści rozprawy doktorskiej

Na podstawie analizy rozprawy doktorskiej Pana mgr. inż. Aleksa Jagielskiego uznaję postawiony przez Autora cel pracy za bardzo ważny w aspekcie wdrażania nowych kierunków, nowych kryteriów, nowych procedur badawczych, a ponadto w pełni nawiązujący do celów badawczych stawianych problematyce współcześnie konstruowanych, budowanych

i eksploatowanych urządzeń będących jednostkami napędowymi obiektów o różnym przeznaczeniu, a zaliczanych do kategorii urządzeń pozadrogowych.

Zasadniczy tekst pracy zawarty jest w 9 (dziewięciu) rozdziałach tematycznych, przy czym kwestie poruszane w kolejnych rozdziałach (tz. od Rozdziału 1 do 3 i od Rozdziału 5 do 10) odpowiadają przedstawionemu, w Rozdziale 4 p.t. „Cel i zakres pracy” (str. 42–43), głównemu zagadnieniu dysertacji i związanych z nim poszczególnych etapów koniecznych do zrealizowania założonego zakresu poszczególnych etapów procesu badawczego wraz z przeprowadzonymi analizami.

Rozdział 1 pt. „Wprowadzenie” (s. 10–16), Autor w tym rozdziale przedstawia charakterystykę i definiuje maszyny określane mianem pozadrogowych. Uwzględnia ich przeznaczenie wraz z charakterem potencjalnej ich eksploatacji. Ponadto w tym rozdziale zostaje przedstawione zagadnienie emisji szkodliwych składników spalin wraz z potencjalnymi możliwymi metodami ich oczyszczania. Zaprezentowane zostały innowacyjne rozwiązania w aspekcie zastosowania napędów elektrycznych w wybranych rodzajach urządzeń z segmentu maszyn roboczych pozadrogowych. Dodatkowym zagadnieniem jest określenie cech charakterystycznych dla napędów stosowanych w jednostkach pływających, będących głównym kierunkiem zainteresowania Doktoranta, wraz z stawianymi wymaganiami techniczno-eksploatacyjnymi dla tego segmentu, z którego został wybrany obiekt badawczy.

Rozdział 2 pt. „Wybrane przepisy dotyczące emisji związków szkodliwych” (s. 17–24) – Doktorant przeprowadza analizę aktów prawnych dotyczących emisji spalin, a także ograniczenia poziomu emisji związków szkodliwych takich jak: tlenki azotu, masa cząstek stałych, liczba cząstek stałych, węglowodory czy tlenki węgla. Przeprowadzona analiza dotyczy wymagań funkcjonujących na rynku amerykańskim, europejskim, a także w Japonii czy w Kanadzie. Poruszone zagadnienia obejmują także rodzaje przeprowadzanych testów badawczych i homologacyjnych. Drugą ważną tematyką poruszoną w tej części pracy jest zagadnienie legislacji amerykańskiej i europejskiej w świetle wymagań stawianym napędom wodorowym.

Rozdział 3 pt. „Wodór w transporcie” (s. 25–41) składa się z ośmiu podrozdziałów (patrz pkt. 1 Recenzji). Zostało tutaj zamieszczone syntetyczne opracowanie dotyczące jednego z możliwych do wykorzystania paliw, a mianowicie paliwa wodorowego. Autor rozprawy dokonuje przeglądu wymagań, zaczynając od właściwości fizycznych i chemicznych wodoru, poprzez zagadnienia dotyczące metod pozyskiwania wodoru, klasyfikacji wodoru, dokonuje przeglądu metod magazynowania. Ponadto zostaje tutaj poddane analizie zagadnienie wodoru ale już w aspekcie zastosowania go jako paliwo w jednostkach pływających. Z tego względu przybliża główne zagadnienia z zakresu sposobu transportu i magazynowania wodoru, omawia rodzaje materiałów wykorzystywanych w produkcji instalacji wodorowych dla jednostek pływających. Dodatkowym poruszonym zagadnieniem jest przedstawienie ogniwa paliwowego, jako czynnika konwertującego energię chemiczną na energię elektryczną. Podsumowaniem powyższego rozdziału jest przegląd stosowanych układów napędowych wykorzystujących wodór w kategorii pozadrogowej, a mianowicie w jednostkach pływających np. typu katamaran.

Rozdział 4 pt. „Cel i zakres pracy” (s. 42–43). Autor na podstawie przeprowadzonych analiz prawno-technicznych, przeglądu literatury dokonuje sformułowania celu pracy. Doktorant, cel badawczy sformułował w następujący sposób cyt. „Głównym celem pracy jest opracowanie architektury systemu sterowania wielopaliwowego układu napędowego złożonego z trzech źródeł produkcji energii tj. generatora zasilanego olejem napędowym, ogniwa paliwowego zasilanego wodorem oraz akumulatorów dla zapewnienia efektywnego wykorzystania energii” koniec cyt. W rozdziale tym przedstawia poszczególne etapy realizacji procesu badawczo-konstrukcyjnego.

Rozdział 5 pt. „Metodologia badań” (s. 44–52) jest poświęcony przedstawieniu parametrów charakterystycznych elementu, który został wybrany jako obiekt badawczy. Ponadto jest tutaj przybliżony układ napędowy jednostki pływającej sklasyfikowanej jako elektryczny jacht modułowy, a przez Doktoranta określany jako katamaran. W powyższym rozdziale są przedstawione poszczególne odcinki badawcze, na których zostały przeprowadzone badania emisji, związków szkodliwych spalin takich jak tlenki azotu, tlenek węgla, dwutlenek węgla, cząstki stałe przy użyciu wybranej aparatury badawczej.

Rozdział 6 pt. „Opracowanie algorytmu sterowania” (s. 53–57) – Doktorant przedstawia opracowanie m. in. danych wejściowych i wyjściowych, założeń do algorytmu sterowania wielopaliwowego systemu zarządzania energią. Opracowania zostały podzielone na dwie operacje – operacja cumowania i operacje w obszarze wód śródlądowych, a także na wodach otwartych.

Rozdział 7 pt. „Badania w warunkach rzeczywistych” (s. 58–67). Autor przedstawia opis przeprowadzenia poszczególnych etapów założonego procesu badawczego, podaje poszczególne elementy składowe ich realizacji, takie jak czasy, dystanse poziom zużycia nośnika energii w trakcie realizacji poszczególnych odcinków pomiarowych. Ponadto podane są obliczone wartości sprawności dla poszczególnych konfiguracji zabudowanego w obiekcie badawczym układu napędowego. Są tutaj także prezentowane wyniki badań związane z emisją szkodliwych składników spalin w aspekcie poszczególnych etapów realizacji założonego procesu badawczego, takie jak dwutlenek węgla, tlenek węgla, węglowodory, tlenki azotu czy cząstki stałe. Poszczególne wyniki badań zostały zaprezentowane w postaci tabelarycznej i graficznej.

Drugim elementem opracowanych wyników badań jest przedstawiany model zużycia energii dla wybranego obiektu badawczego – katamaranu. Prezentowany model odnosi się do kategorii jednostek pływających z uwzględnieniem poszczególnych charakterystycznych parametrów, jak długość kadłuba, szerokość całkowita, zanurzenie, powierzchnia zwilżona. Zaprezentowany model uwzględnia także parametry występujące w trakcie eksploatacji obiektu.

Rozdział 8 pt. „Wyniki obliczeń na podstawie modelu – walidacja” (s. 68–74). Doktorant omawia sposób przeprowadzenia walidacji modelu energetycznego zastosowanego do wybranej w procesie badawczym jednostki pływającej. Walidacja została przeprowadzona przez porównanie wyników uzyskanych z obliczeń teoretycznych – model teoretyczny z danymi uzyskanymi w trakcie eksperymentalnych badań przeprowadzonych w warunkach rzeczywistych. Ponadto jest zaprezentowany wskaźnik emisji w stosunku do wygenerowanej energii elektrycznej i odniesiony do wymogów regulacji prawnych.

Rozdział 9 pt. „Modelowanie warunków rzeczywistych” (s. 75–85) – omawia trasę, jaka została wybrana i przygotowana do przeprowadzania procesu badawczego z wykorzystaniem danej jednostki pływającej (katamaran) w aspekcie oceny wymagań energetycznych i środowiskowych w celu wykonania poszczególnych operacji. Ponadto zostały scharakteryzowane poszczególne odcinki trasy badawczej. Dokonano także analizy operacyjnej katamaranu poprzez porównanie rzeczywistych danych eksploatacyjnych uzyskanych w trakcie realizacji poszczególnych testów badawczych w odniesieniu do danych uzyskanych z modelu matematycznego.

Rozdział 10 pt. „Wnioski i podsumowanie” (s. 86–91). Zostały tutaj przedstawione Autorskie wnioski sformułowane przez Doktoranta na podstawie przeprowadzonej analizy regulacji prawnych, literatury, a także zaplanowanego i zrealizowanego procesu badawczego. Opracowane Autorskie wnioski zostały podzielone na cztery grupy: Wnioski ogólne, Wnioski szczegółowe, Wnioski metodyczne i Wnioski utylitarne. Ponadto zostały także sformułowane potencjalne kierunki dalszych badań dotyczące tematyki poruszanej w dysertacji doktorskiej.

Podsumowując, należy podkreślić, że konstrukcja pracy, podział treści na rozdziały, podrozdziały jest właściwy i logicznie poprawny, a także zawiera wszystkie niezbędne elementy wymagane w pracach naukowych. Podkreślenia wymaga fakt, że treść pracy pomiędzy poszczególnymi elementami składowymi przedstawionej dysertacji doktorskiej jest spójna ze sobą, z sformułowaniem celem i poszczególnymi etapami jego realizacji, a także z tematem pracy.

4. Tematyka i problem badawczy rozprawy doktorskiej

W aspekcie jednostek napędowych, lata XXI wieku zostały poświęcone wykorzystaniu wodorowego ogniwa paliwowego. W mojej opinii jest to rozwiązanie przyszłościowe, które będzie wykorzystywane we wszelkiego rodzaju pojazdach i maszynach, w których wytwarza się i wykorzystuje się energię mechaniczną. Dotyczy to nie tylko pojazdów samochodowych, ale także maszyn zaliczanych do kategorii NRMM (*Non-Road Mobile Machinery* – maszyny z kategorii pozadrogowej), w tym także jednostek pływających o różnym przeznaczeniu, a wykorzystywanych np. w bliskim sąsiedztwie aglomeracji miejskich.

Dlatego zainteresowania Doktoranta tematyką wielopaliwowych układów napędowych, w szczególności związane z badaniem poziomu emisji szkodliwych składników spalin, a także z ich wdrożeniem są słuszne i ważne. W mojej opinii charakter pracy jest konieczny do realizacji ze względu na wdrożenie analogicznych rozwiązań w aspekcie eksploatacji.

Przeprowadzone założenia w ramach prac badawczo-konstrukcyjnych zostały podzielona na kilka etapów, co jest odzwierciedlone w kolejnych rozdziałach dysertacji doktorskiej. Proces wstępny działań został poświęcony przeprowadzeniu charakterystyki maszyn pozadrogowych, ich profilowi pracy, działalności, a także zwróceniu uwagi, że zagadnienie obejmuje także urządzenia eksploatowane poza typowymi szlakami komunikacyjnymi i miejscami pracy.

Etap pierwszy jest poświęcony przeprowadzonej analizie regulacji prawnych ze względu na zastosowanie napędu zasilanego wodorem. Ze względu na wykorzystanie wielopaliwowego układu napędowego ocena obejmuje wymagania prawne dotyczące limitów emisji szkodliwych składników spalin, sposobu pomiaru tych wielkości i wymagań dotyczących różnych aspektów zastosowania paliwa wodorowego. Kolejnym etapem prac jest poświęcony roli wodoru w transporcie, przez sposoby transportu i magazynowania, aż po zastosowanie wodoru w transporcie morskim.

Autor w rozprawie doktorskiej podejmuje próbę połączenia tematyki zasilania jednostek napędowych wielopaliwowymi układami paliwowymi z urządzeniami o charakterze wynikającym z ich przeznaczenia czy zastosowania. Na podstawie przeprowadzonych rozważań i analiz został opracowany proces badawczy wraz z poszczególnymi etapami ich realizacji. Kolejne etapy są poświęcone analizie poszczególnych uzyskanych wyników badań.

Ostatni etap założonego procesu badawczego dotyczył opracowania podsumowania przeprowadzonych analiz w poszczególnych etapach w postaci Autorskich wniosków badawczych.

Podkreślenia wymaga fakt o rozległości realizacji procesu badawczego przedstawionego w dysertacji doktorskiej Pana mgr. inż. Aleksa Jagielskiego. Należy zauważyć, że tak sformułowany cel pracy wraz z założonymi poszczególnymi etapami realizacji procesu badawczego jest ważny, złożony i wieloetapowy, dlatego próba podejmowania, opracowania i zweryfikowania jest oraz powinna być w kręgu zainteresowań ośrodków naukowych.

5. Analiza i ocena merytoryczna rozprawy doktorskiej

Autor rozprawy doktorskiej w celu osiągnięcia postawionego celu pracy przeprowadził bardzo rozległe studium literatury dotyczącej zagadnienia związanego z pomiarem, limitami

poszczególnych składników szkodliwych emisji spalin przy zastosowaniu paliwa ropopochodnego, jak i zagadnieniem paliwa wodorowego. Analiza ta obejmowała regulację prawne obowiązujące w USA, Kanadzie, Unii Europejskiej i Japonii.

Z uwzględnieniem przeprowadzonego przeglądu przedmiotowej literatury Doktorant przeprowadził zaplanowanie wieloetapowego procesu badawczego, który został rozpoczęty od sprecyzowania koncepcji układu napędowego jednostki pływającej, tak aby pracowała w trybie zeroemisyjnym. Zaplanowana trasa badawcza obejmowała operowanie jednostką zaczynając od operacji cumowania, poprzez pracę w obszarze wód śródlądowych, aż do wyspecjalizowanej pracy na pełnym morzu (całość operacji wodnych została podzielona na trzy główne odcinki pracy). Atutem zrealizowanego procesu badawczego w ramach rozprawy doktorskiej jest wybór właściwej metody badawczej wraz z przeprowadzeniem badań emisji dwutlenku węgla, tlenku węgla, węglowodorów, tlenków azotu, cząstek stałych w warunkach rzeczywistych w trakcie typowej eksploatacji obiektu badawczego.

Atutem procesu badawczego, opracowanej rozprawy doktorskiej, są przeprowadzone analizy uzyskanych wyników pomiarów podczas eksploatacji zdefiniowanego obiektu badawczego typu katamaran. Wybór obiektu badań, także należy uznać za właściwy, ze względu na liczbę tego rodzaju jednostek eksploatowanych w Europie i na całym Świecie, głównie w sąsiedztwie obszarów miejskich.

W mojej opinii bardzo ważnym elementem przeprowadzonych analiz uzyskanych wyników pomiarów poszczególnych składowych charakterystycznych emisji spalin jest przeprowadzona walidacja modelu teoretycznego katamaranu i poprawności implementacji algorytmów obliczeniowych, poprzez porównanie wyników uzyskanych w rzeczywistych pomiarach z wynikami teoretycznymi, co pozwala na zweryfikowanie rozbieżności pomiędzy elementami teoretycznymi a rzeczywistymi. Powyższa analiza została przeprowadzona w oparciu o metodologię wymaganą przez ITTC (*International Towing Tank Conference* – Międzynarodowa Konferencja Basenów Modelowych) i ASME (*American Society of Mechanical Engineers* – Amerykańskie Stowarzyszenie Inżynierów Mechaników).

Wybór jednostki pływającej typu katamaran, a także sposobu pomiaru emisji pokazuje jak ważnym w aspekcie środowiskowym i globalnym są poruszone zagadnienia przedstawione w rozprawie doktorskiej. Jak przytacza Autor rozprawy doktorskiej liczba operujących tego typu obiektów sięga nawet 50 milionów egzemplarzy.

Podsumowaniem przedstawionej do recenzji dysertacji doktorskiej jest sformułowanie Autorskich Wniosków ogólnych, Wniosków szczegółowych, Wniosków metodycznych, Wniosków uptylitarnych. Ponadto zostały sformułowane także Kierunki dalszych badań. Całość stanowi podsumowanie przeprowadzonych analiz wymagań prawnych, postawionego celu badawczego wraz z zrealizowanymi poszczególnymi etapami założonego procesu badawczego i uzyskanymi wynikami badań.

Wszystko to świadczy o umiejętności samodzielnego planowania i prowadzenia badań naukowych z wykorzystaniem odpowiednich narzędzi badawczo-naukowych, co stanowi dowód dobrego przygotowania merytorycznego i warsztatowego Doktoranta do prowadzenia dalszych wieloetapowych badań naukowych i wdrożeniowych.

6. Uwagi ogólne

Pomimo zauważalnej bardzo dużej staranności realizacji procesu badawczego, przeprowadzonych analiz, a także opracowania dysertacji doktorskiej, opis kilku kwestii przedstawionych w rozprawie doktorskiej ma charakter dyskusyjny i w mojej opinii wymaga dodatkowego wyjaśnienia. Zasadnym pozostaje odniesienie się do wskazanych poniżej zagadnień:

1. W Rozdziale 2 pt. „Wybrane przepisy dotyczące emisji związków szkodliwych” (str. 17) Autor przeprowadza analizę wymagań prawnych dotyczących emisji

związków szkodliwych i regulacji prawnych poświęconych tematyce napędu wodorowego. Poszczególne etapy analizy przeprowadza w aspekcie wymagań w Unii Europejskiej, wymagań amerykańskich, kanadyjskich i japońskich. W tematyce wymagań dotyczących napędu wodorowego została zaprezentowana analiza rozwiązań amerykańskich i europejskich. Po zapoznaniu się z analizą całego Rozdziału 2 nasuwają się następujące pytania:

- 1.1. Czy w Japonii istnieją wymagania prawne w zakresie wymagań dotyczących napędu wodorowego? Jeżeli tak to jakie są to wymagania i proszę o przeprowadzenie ich scharakteryzowania?
- 1.2. Czy można odnieść uzyskane wyniki pomiarów w wyniku zrealizowanego procesu badawczego do tych wymagań, jak to zostało przez Doktoranta przeprowadzone w aspekcie przepisów amerykańskich?
2. W Rozdziale 3 pt. „Wodór w transporcie” została poruszona następująca kwestia: cyt. „...W obszarze katalizy rozwijane są stopione metaliczne katalizatory charakteryzujące się wysoką aktywnością i trwałością, a równocześnie powstają pilotażowe instalacje pozwalające zweryfikować ich efektywność w warunkach przemysłowych...” koniec cyt. (akapit 2/str. 26). Po zapoznaniu się z tym zapisem nasuwa się pytanie: Czy chodzi tutaj o katalizatory czy o reaktory katalityczne?
3. Czy zweryfikowany model poprzez przeprowadzenie badań w warunkach rzeczywistych, jak to zostało przedstawione w Rozdziale 7 (str. 58–67), jest i w jakim zakresie, a także przy jakich ewentualnych zmianach, jest możliwy do zastosowania w innych rodzajach jednostek pływających? Czy zastosowany model może ulec unifikacji w aspekcie wdrożenia w innych jednostkach pływających?
4. W Podrozdziale 9.1 pt. „Opis modelowanych tras badawczych” Autor zamieszcza opis cyt. „W dalszej części badań opisano teoretyczną trasę podzieloną na 3 odcinki...” koniec cyt. Po zapoznaniu się z tą częścią opisu a także z dysertacją doktorską nasuwa się pytanie o różnice pomiędzy trasą teoretyczną, a wybraną trasą badawczą? W mojej opinii nie została wyjaśniona ani zdefiniowana trasa teoretyczna. Proszę o doprecyzowanie tego sformułowania i zagadnienia.
5. W Podrozdziale 9.1. pt. „Opis modelowanych tras badawczych” Doktorant podaje współrzędne geograficzne punktu docelowego poruszania się katamaranu w trakcie realizacji procesu badawczego, cyt. „...Docelowy obszar operacyjny zlokalizowany w polskiej strefie ekonomicznej o pozycji geograficznej około 54°45’N oraz 17°15’E.” koniec cytatu. Po zapoznaniu się z Podrozdziałem 9.1 i Podrozdziałem 5.2 pt. „Trasy badawcze” nasuwa się kwestia o doprecyzowanie opisu tras badawczych o podanie współrzędnych geograficznych poszczególnych punktów pośrednich wybranej i zaplanowanej trasy badawczej.
6. W Podrozdziale 9.2 pt. „Rejs port, zatoka, farma wiatrowa” Doktorant zamieścił zdanie: cyt. „Analizowana trasa badawcza składa się z trzech głównych odcinków:” koniec cyt. Sam zapis kończy się symbolem dwukropka, a po nim nie następuje żadne wypunktowanie. Po zapoznaniu się z tą częścią pracy, a także kolejnymi stronami nasuwa się pytanie: Co zostało w tym fragmencie tekstu pominięte?.
7. W przedłożonej do recenzji dysertacji doktorskiej, proces badawczy został przeprowadzony w rzeczywistych warunkach atmosferycznych (patrz Podrozdział 7.1/strona 58). Według Pana wiedzy i doświadczenia zgromadzonego w trakcie realizacji całego procesu badawczo-konstrukcyjnego jaki będzie wpływ na przeprowadzone proces badawczy i uzyskane wyniki badań jeżeli proces badawczy powtórzymy w warunkach atmosferycznych przy temperaturach poniżej 0°C? Jakie zmiany w konstrukcji algorytmu będą konieczne to przeprowadzenia badań w takich warunkach?

7. Uwagi redakcyjne

Przedstawiona do recenzji dysertacja doktorska jest przygotowana pod względem edycyjnym na dobrym poziomie. Jednakże, w mojej opinii, wystąpiło kilka błędów przy opracowaniu tekstu. Do głównych można zaliczyć:

- *Abstract* – dobrze by było podać tytuł rozprawy doktorskiej w języku angielskim, jako nagłówek tego rozdziału (str. 4),
- błędy typu literówka. Wybrane przykłady (linia tekstu/numer strony):
 - cyt.. „9.1. Opis modelowanych trach badawczy” koniec cyt., 11/7 – powinno być „9.1. Opis modelowanych tras badawczy”,
 - cyt.. „9.1. Opis modelowanych trach badawczy” koniec cyt., 2/75 – powinno być „9.1. Opis modelowanych tras badawczy”,
- błędnie przytoczenie rozwinięcia skrótu wraz z tłumaczeniem na język polski w rozdziale pt. „Wykaz najważniejszych skrótów i oznaczeń” – podany skrót ECCC, a rozwinięcie i tłumaczenie: *Controler Area Network* – szeregową magistrala komunikacyjna (linia tekstu/numer strony) – 24/8,
- zapis wyrazów obcojęzycznych powinien być zapisywany kursywą co zostało zastało zastosowane przez Doktoranta w wielu miejscach. Występuje kilka przykładów innego formatowania. Wybrane przykłady (sformułowanie/linia tekstu/numer strony): non-road/14/10, off-road/15/10, internal combustion engine/23/13, California Hydrogen Highway Network/1/24, Hydrogen Program Plan/3/24, Interim Recommendations for Carriage of Liquefied Hydrogen in Bulk /15–16/30, cyt. „...Japan’s Advanced...” koniec cyt./31–32/31, Energy Observer/10/40, International Towing Tank Conference/16–17/63,
- brak rozwinięcia skrótów występujących po raz pierwszy w tekście pracy. Występuje wiele przykładów sformatowanych inaczej. Wybrane przykłady (skrót/linia tekstu/numer strony): GPS/26/11, ZS/23/12, PM/28/12, PN/28/12, GHG/29/12, DPF/35/12, SCR/35/12, BIM/30/14, BMS/9/41, HMS/9/41, AVR/2/48, OBD/9/52,
- w pracy Autor przytacza wiele skrótów. Nie wszystkie skróty przytoczone w tekście pracy zostały zamieszczone w rozdziale pt. „Wykaz ważniejszych skrótów i oznaczeń”. Wybrane przykłady (skrót/linia tekstu/numer strony): LNG/4/12, SO_x/10/15, NO_x/28/12, NVFEL/30/19, MOE/17/20, CEC/25/20, ABT/6/21, ECCC/2/22, AFID/27/22, HDV/9/23, CCS/5/26, SMR/6/26, IGCC/11/26, PEM/16/26, SOEC/16/26, FFP/26/38, BMS/9/41, HMS/9/41, AVR/2/48, OBD/9/52, SKE/8/53, SNB/23/55, LPG/23/57, CNG/23/57, SOC/26–27/57, PEM/3/62, ITTC/6/68, ASME/7/68, IEA/22/71, IPCC/5/72, AIS/11/78, VHF/11/78, VTS/24/78. Z powyższą sugestią brakuje w wielu przypadkach obcojęzycznego rozwinięcia tych skrótów i ich tłumaczenia na język polski,
- Rozdział pt. „Wykaz ważniejszych skrótów i oznaczeń” nie zawiera wielu oznaczeń, które występują w całej rozprawie doktorskiej. Dotyczy to zarówno związków chemicznych, jak i składowych wielu prezentowanych obliczeń. Wybrane przykład (numer podrozdziału): 3.1, 3.7, 7.2, 8.1, 8.2,
- pozostawione pojedyncze litery na końcu linii tekstu (tzw. wdowy). Wybrane przykłady (linia tekstu/numer strony): 37/15, 36/20, 7/29, 7/37, 9/41, 11/41, 9/43, 31/43, 33/43, 17/69, 19/70, 16/71, 6/79,
- w tekście pracy prezentowane są różne wartości wraz z jednostkami. W niektórych sytuacjach występuje zapis w sposób, że wartość jest zapisana w jednej linii, a jednostka w drugiej. W mojej opinii cały zapis powinien być umieszczony w jednej linii. Wybrane przykłady (linia tekstu/numer strony): 30–31/16, 9–10/20, 12–13/44, 10–11/70, 17–18/70,

- ponowne przytaczanie rozwinięcia skrótów. W mojej opinii powinno być podane rozwinięcie skrótu i/lub jego tłumaczenia tylko w przypadku kiedy w tekście pracy dany skrót występuje po raz pierwszy. Wybrane przykłady (rozwinięcie skrótu/linia tekstu/numer strony): *Envirometanl Protection Agency*/17/18, *Clean Air Act*/18/18,
- zamieszczony rysunek 9/strona 23 jest grafiką mało czytelną poprzez zastosowanie odcieni koloru niebieskiego do prezentowanych poszczególnych wartości w zestawieniu z niebieskim tłem,
- przy opracowaniu wzorów i zapisów związków chemicznych, w mojej opinii wystąpił błąd formatowania, który może wprowadzać w błędne ich odczytanie. Dotyczy zastosowania zmniejszonej czcionki do części zapisu, który powinien być zapisany w postaci dolnego indeksu (w pracy występują przykłady poprawnego formatowania np. SO_x , NO_x linia tekstu 10/numer strony 15). Wybrane przykłady (element tekstu/linia tekstu/numer strony):
 - wzór (3.3)/30/26 (dotyczy cyfry „4” przy zapisie „ CH_4 ” i „drugiej cyfry 2” przy zapisie „ 2H_2 ”),
 - CO_2 /29/27,
 - CO_2 /34/27,
 - $\text{Y}_2\text{O}_3\text{-ZrO}_2$ /27/36,
 - H_2 /31/67,
 - CO_2 /1/70,
 - CO_2 /3/70,
 - CO_2 /5/85,
 - CO_2 /7/85,
 - CO_2 /29/86,
- Autor powinien stosować jednostki układu SI. Wybrane przykłady (jednostka – linia tekstu/numer strony): [bar] – 12/28, 4/29, 6/29, 8/29, 12/29, 13/31, tabela 6/32, 5/33, 8/40, 15/48,
- nie jasne podanie wartości cyt. „...42 350 dm^3 ” koniec cyt., linia tekstu 12/numer strony 34,
- powinno zostać wprowadzone ujednolicenie jednostek dotyczące tych samych zagadnień, a prezentowanych w różnych miejscach dysertacji. W mojej opinii Doktorant wybrał dobre rozwiązanie, które zostało zastosowane w podrozdziale 7.2. pt. Opracowanie modelu zużycia energii, linia tekstu 22, strona 64 – cyt. „Prędkość eksploatacyjna: 5 węzłów (2,572 m/s)...” koniec cyt. W pracy podana jest:
 - prędkość w jednostkach [m/s] i [węzeł],
 - długość drogi [km] i [mila morska],
- błędne zastosowanie krótkiego myślnika (tzw. dywizu) zamiast długiego myślnika. Wybrane przykłady (linia tekstu/numer strony): 30/16, 17/18, 4/19, 30/19, 9/20, 25/20, 4/21, 6/21, 9/21, 25/21, 8/22, 22/27, 26/27, 5/44, 1/64, 4/64, 6/64, 8/64, 30/64, 33/64, 36/64, 2/74, 24/88,
- błędne wprowadzenie spacji pomiędzy wartością, a jednostką temperatury wyrażoną w $^{\circ}\text{C}$. Wybrane przykłady (linia tekstu/numer strony): 30/25, 8/28, 3/29, 14/29, 14/34, 21/36, 22/36, 26/36, tabela 6/wers 2÷7/kolumna 2/strona 32.

Uwaga: Numer linii tekstu – nie uwzględnia rysunku i/lub tabeli wraz z podpisem pod rysunkiem i/lub nad tabelą wraz z ewentualnym podaniem źródła dotyczącego tego elementu tekstu pracy.

8. Osiągnięcia Autora rozprawy doktorskiej

Za istotny dorobek Doktoranta należy uznać:

- poprawnie przeprowadzona analiza aktów prawnych związanych z tematyką dysertacji doktorskiej obowiązujących w różnych regionach świata,
- poprawnie przeprowadzona kompleksowa analiza stanu literatury,
- właściwe sformułowanie tematu pracy wraz z celem pracy.
- poprawne zaplanowanie i realizacja wieloetapowego procesu badawczego,
- przyjętą metodyka badań zgodna z zasadami prac eksperymentalnych stosowanych w nauce,
- przyjęty właściwy sposób analizowania wyników, a także ich prezentacja,
- opracowanie Autorskich wniosków z podziałem na Wnioski ogólne, Wnioski szczegółowe, Wnioski metodyczne Wnioski użyteczne i Kierunki dalszych badań.

Prezentowane zagadnienia rozważane przez Pana mgr. inż. Aleksa Jagielskiego są umiejscowione w zakresie nauk inżynieryjno-technicznych w dyscyplinie naukowej inżynieria lądowa, geodezja i transport.

Całość działań Doktoranta rokuje na dalsze poprawne działania w aspekcie realizacji prac badawczych i/lub potencjalnych prac wdrożeniowych.

9. Podsumowanie

Dysertacja doktorska Pana mgr. inż. Aleksa Jagielskiego pt.: „Napęd wodorowy w kategorii pozadrogowej” jest wartościowym i aktualnym opracowaniem o charakterze studyjnym, które wnosi treści poznawcze, a przede wszystkim wskazuje kierunki, jakie powinny być podjęte w aspekcie wykorzystania wodorowego ogniwa paliwowego, jako elementu systemu napędowego w zastosowaniach pozadrogowych. Ponadto stanowi wartościowe opracowanie ze względu na obecne trendy dotyczące przeznaczenia i wykorzystania jednostek napędowych zasilanych różnymi nośnikami energii w jednostkach pływających.

Doktorant mgr inż. Aleks Jagielski wykazał się umiejętnością samodzielnego formułowania i rozwiązywania zadań naukowych na poziomie prac doktorskich, a także reprezentuje wysoki poziom wiedzy w dziedzinie tematyki dysertacji doktorskiej. Podkreślenia wymaga dobre przygotowanie merytoryczne i analityczne Autora co odzwierciedlone jest w przeprowadzonym procesie badawczym, zaprezentowanych analizach w przedłożonej pracy naukowej. Praca jest opatrzona rysunkami, wykresami i tabelami, co podnosi jej wartość i komunikatywność.

Praca jest napisana poprawnym językiem. Użyta terminologia jest zgodna z ogólnie przyjętymi kanonami redagowania prac naukowych. Szyk zdań i stylistyka nie budzą zastrzeżeń. Występujące błędy, które pojawiają się w tekście, nie umniejszają wartości merytorycznej i poznawczej przedłożonej dysertacji doktorskiej.

10. Konkluzja

Przedłożona dysertacja doktorska dotyczy bardzo ważnego i aktualnego zagadnienia badawczo-konstrukcyjnego i naukowego. Stanowi oryginalne rozwiązanie w ujęciu aplikacyjnym. Uważam, że rozprawa doktorska Pana mgr. inż. Aleksa Jagielskiego spełnia warunki dla prac naukowych w rozumieniu przepisów ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. – Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2023 r. poz. 742 z późn. zm.).

Stawiam wniosek o przyjęcie dysertacji doktorskiej Pana mgr. inż. Aleksa Jagielskiego pt.: „Napęd wodorowy w kategorii pozadrogowej” i dopuszczenie do publicznej obrony na Wydziale Inżynierii Lądowej i Transportu Politechniki Poznańskiej w ramach Dziedziny nauk: Inżynieryjno-technicznych, Dyscypliny naukowej: Inżynieria Lądowa, Geodezja i Transport, zgodnie z rozporządzeniem Ministra Edukacji i Nauki z dnia 11 października 2022 r. w sprawie dziedzin nauki i dyscyplin naukowych oraz dyscyplin artystycznych (Dz. U. z 2022 r. poz. 2022).

Koniec recenzji

Recenzję opracował:

dr hab. inż. Marcin Rychter, prof. PANS

Liczba stron recenzji:

11 stron

Data opracowania recenzji:

22 luty 2026 r.

Podpis:

dr hab. inż. Marcin Rychter

