

Katedra Silników Spalinowych i Pojazdów

Wydział Budowy Maszyn i Informatyki

Uniwersytet Bielsko-Bialski

Ul. Willowa 2

43-309 Bielsko-Biała

**Recenzja**  
**osiągnięcia naukowego oraz całokształtu dorobku naukowego,**  
**dydaktycznego i organizacyjnego dr inż. Łukasza Grabowskiego**  
**w związku z postępowaniem habilitacyjnym.**

Opinię opracowano na podstawie pisma Przewodniczącego Rady Dyscypliny Inżynieria Lądowa, Geodezja i Transport Politechniki Poznańskiej prof. dr hab. inż. Jacka Pielechy z dnia 24.10.2023.

### **1. Sylwetka dr inż. Łukasza Grabowskiego**

Dr inż. Łukasz Grabowski jest absolwentem Politechniki Lubelskiej. Tytuł magistra inżyniera uzyskał na Wydziale Mechanicznym na kierunku Mechanika i budowa maszyn, specjalność Samochody i ciągniki w roku 2005. Studia doktoranckie kontynuował na Wydziale Mechanicznym Politechniki Lubelskiej w zakresie nauk technicznych w dyscyplinie Budowa i eksploatacja maszyn, które ukończył w roku 2009. W 2010 roku ukończył studia podyplomowe Zarządzanie energią na Wydziale Elektrotechniki i Informatyki Politechniki Lubelskiej. Stopień doktora nauk technicznych w dyscyplinie Budowa i eksploatacja maszyn, specjalność Silniki spalinowe uzyskał na Politechnice Lubelskiej na Wydziale Mechanicznym w roku 2010 na podstawie rozprawy doktorskiej pt. „*Badania procesu tworzenia mieszanki w silnik o zapłonie iskrowym zasilanym wtryskiem gazu propan-butan*”, promotor prof. dr hab. inż. Mirosław Wendeker.

Dr inż. Łukasz Grabowski pracował w latach 2005-2015 jako pracownik naukowy w projektach badawczych i wdrożeniowych na Politechnice Lubelskiej. Od 2015 roku jest zatrudniony jako adiunkt oraz pracownik naukowy w projektach badawczych i wdrożeniowych w Katedrze Termodynamiki, Mechaniki Płynów i Napędów Lotniczych na Wydziale Mechanicznym Politechniki Lubelskiej. W latach 2011-2016 pracował jako wykładowca w Państwowej Wyższej Szkole Zawodowej w Zamościu oraz w Wyższej Szkole Przedsiębiorczości i Administracji w Lublinie.

Dr inż. Łukasz Grabowski jest ekspertem Narodowego Centrum Badań i Rozwoju. Habilitant jest członkiem Polskiego Towarzystwa Naukowego Silników Spalinowych oraz Polskiego Stowarzyszenia Wodoru i Ogniw Paliwowych. Dr inż. Łukasz Grabowski uczestniczył w szkoleniach dotyczących zarówno kompetencji z zakresu pozyskiwania środków na badania,

zarządzania projektami jak również z zakresu analizy danych, projektowania CAD oraz programowania mikrokontrolerów PLC.

Habilitant za swoje osiągnięcia naukowe, dydaktyczne i organizacyjne uzyskał nagrody m.in.:

- Polska Akademia Nauk Oddział w Lublinie, Marszałek Województwa Lubelskiego, Wyróżnienie za udział w programie „Stypendia naukowe dla doktorantów” zakończony obroną rozprawy doktorskiej, w roku 2010.

- Dyplom Rektora Politechniki Lubelskiej za osiągnięcia zawodowe w roku 2011/2012.

- Dyplom Rektora Politechniki Lubelskiej za osiągnięcia organizacyjne (I stopnia) w roku 2022.

Rozwój naukowy dr inż. Łukasza Grabowskiego wynika z otrzymanej edukacji, zainteresowań naukowych a także praktyki zawodowej.

## 2. Ocena osiągnięć naukowo - badawczych

### 2.1. Ocena monografii

Osiągnięcie naukowe dr inż. Łukasza Grabowskiego, zrealizowane po otrzymaniu stopnia doktora nauk technicznych, stanowiące znaczny wkład w rozwój dyscypliny Inżynieria lądowa, geodezja i transport o których mowa w art. 219 ust. 1. pkt 2 Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. *Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce* stanowi publikacja - monografia naukowa, zgodnie z art. 219 ust. 1. pkt 2a Ustawy, pt. „*Konwersja energii chemicznej paliwa na energię elektryczną w spalinowym autobusie miejskim*”. Monografia ukazała się nakładem Wydawnictwa Politechniki Lubelskiej, rok wydania 2023, ISBN: 978-83-7947-552-0. Recenzenci wydawniczy: Prof. dr hab. inż. Marek Idzior, Politechnika Poznańska, dr hab. inż. Paweł Woś Politechnika Rzeszowska. Monografia jest w pełni autorskim opracowaniem i nie była dotychczas przedstawiana jako dorobek naukowy Habilitanta.

Rozwój środków transportu miejskiego w tym autobusów miejskich z układami napędowymi opartymi o silnik o zapłonie samoczynnym, wymagania w zakresie bezpieczeństwa i komfortu podróży, powodują zwiększone zużycie energii elektrycznej przez instalację elektryczną na pokładzie pojazdów komunikacji miejskiej. W autobusach miejskich paliwo zużywane jest zarówno na pokonanie oporów ruchu jak i do wytworzenia energii elektrycznej dla zasilania urządzeń zamontowanych w pojeździe.

Aby zapewnić możliwość wytwarzania energii elektrycznej wymaganej przez współczesny autobus miejski, w pojazdach w układzie napędowym montuje się kilka (nawet trzy lub cztery alternatory), każdy o mocy sięgającej 3 kW. Pozwala to na zapewnienie wymaganego w warunkach pełnego zapotrzebowania przez odbiorniki pojazdu jak i urządzenia pasażerów wytwarzania energii elektrycznej, o wartości nawet 25 kWh na dobę. Wytwarzanie energii elektrycznej przez układ napędowy pojazdu prowadzi do wzrostu zużycia paliwa. Jest to związane z procesami przetwarzania energii w silniku i alternatorze, czyli konwersją energii chemicznej zawartej w oleju napędowym na energię mechaniczną silnika pojazdu, a następnie na energię elektryczną w alternatorze.

Rozprawa dotyczy zagadnienia szacowania sprawności wytwarzania energii elektrycznej w złożonym układzie napędowym autobusu miejskiego oraz określenie jak na ten proces wpływają warunki ruchu pojazdu, zmiany obciążenia silnika spalinowego oraz zmiany obciążenia elektrycznego alternatora. W pracy przedstawiono przebieg oraz wyniki badań procesów konwersji: energii zawartej w paliwie na energię mechaniczną w silniku spalinowym o zapłonie samoczynnym, energii mechanicznej na energię elektryczną w alternatorze, energii zawartej w paliwie na energię elektryczną w warunkach ustalonych na hamowni podwoziowej, energii zawartej w paliwie na energię elektryczną w zmiennych warunkach drogowych.

Dr inż. Łukasz Grabowski zrealizował m.in. następujące zadania badawcze:

- opracował założenia modelu przetwarzania energii zawartej w paliwie na energię elektryczną w układzie napędowym autobusu,
- przeprowadził analizę procesu konwersji energii w silniku spalinowym,
- przeprowadził identyfikację modelu sprawności silnika,
- przeprowadził analizę procesu konwersji energii w alternatorze oraz identyfikację modelu sprawności alternatora,
- wykonał badania procesu konwersji energii w warunkach ustalonych na hamowni podwoziowej oraz wyznaczył sprawność w warunkach ustalonych,
- wykonał badania procesu konwersji energii podczas testów jezdnych na hamowni podwoziowej oraz wyznaczył sprawność w symulowanych warunkach drogowych bez udziału energii zakumulowanej w masie autobusu,
- wykonał badania procesu konwersji energii podczas testów jezdnych w warunkach drogowych,
- wykonał badania modelowe procesu wytwarzania energii elektrycznej oraz określił wpływ warunków ruchu (prędkość autobusu, nachylenie drogi, masa pojazdu) na sprawność procesu konwersji energii.

Obiektem badań doświadczalnych był autobus miejski Mercedes Conecto spełniający normę emisji spalin Euro IV, w którym zamontowano układy elektryczne umożliwiające zmianę obciążenia alternatorów oraz system pomiaru i rejestracji parametrów pracy układu napędowego pojazdu. Podczas badań doświadczalnych prowadzono pomiar zużycia paliwa przez zespół napędowy dla różnych wartości obciążenia elektrycznego alternatorów. Rejestrowano napięcie i natężenie prądu w instalacji elektrycznej pojazdu.

Do badań symulacyjnych wykorzystano oprogramowanie Vecto, które jest przeznaczone do obliczania zużycia paliwa oraz emisji dwutlenku węgla przez autobusy miejskie oraz pojazdy ciężkiej trakcji drogowej.

Sprawność procesu konwersji energii wyznaczono na podstawie różnic zużycia paliwa. Badania doświadczalne umożliwiły określenie w jaki sposób dostarczenie energii elektrycznej z zewnętrznego źródła do odbiorników zamontowanych w autobusie zmienia sprawność zespołu napędowego w tym sprawność silnika spalinowego oraz alternatora.

Dr inż. Łukasz Grabowski opracował model konwersji energii w autobusie miejskim z silnikiem o zapłonie samoczynnym. Model Habilitanta umożliwia obliczenie zużycia paliwa w zależności od mocy elektrycznej wytwarzanej przez alternatory pojazdu. W modelu uwzględniono sprawność silnika i alternatora oraz zmianę obciążenia układu napędowego pojazdu wynikające z prędkości, nachylenia drogi oraz masy pojazdu. W modelu nie uwzględniono zmiennych warunków otoczenia. W modelu dr inż. Łukasza Grabowskiego uwzględniono możliwość wprowadzenia danych ze statystycznej analizy zarejestrowanych rzeczywistych przebiegów autobusu miejskiego. Model uzupełniono o charakterystyki przedstawiające zależność mocy efektywnej silnika autobusu od mocy zawartej w paliwie zużywanym przez silnik spalinowy.

Habilitant wprowadził wskaźnik, który pozwala ilościowo określić wpływ zmiany obciążenia mechanicznego silnika na sprawność przetwarzania energii zawartej w paliwie na energię mechaniczną.

Habilitant opracował model konwersji energii w alternatorze, który został zweryfikowany w oparciu o wykonane badania identyfikacyjne przetwarzania energii mechanicznej na energię elektryczną w alternatorze. Dr inż. Łukasz Grabowski określił sprawność zamiany energii mechanicznej na elektryczną w alternatorze zamontowanym w autobusie miejskim. Model umożliwia wyznaczenie mocy elektrycznej w zależności od prędkości obrotowej wirnika alternatora oraz mocy mechanicznej doprowadzonej do koła pasowego alternatora.

Badania identyfikacyjne zrealizowano na wykonanym przez Habilitanta stanowisku badawczym. Dr inż. Łukasz Grabowski wyznaczył moc strat mechanicznych, której wartość reprezentuje zapotrzebowanie mocy niezbędnej na pokonanie oporów tarcia oraz oporów aerodynamicznych. Sprawność przetwarzania energii ulega zmianie w związku ze zmianą mocy elektrycznej przy każdej prędkości obrotowej alternatora.

Dr inż. Łukasz Grabowski przeprowadził badania na hamowni podwoziowej autobusu Mercedes Conecto obejmujące badania procesu konwersji energii w warunkach ustalonych oraz podczas testów jezdnych SORT2 i WHVC przy różnych wariantach obciążenia elektrycznego. Habilitant wykazał, że wzrost obciążenia elektrycznego prowadzi do zwiększonego zapotrzebowania na paliwo w całym zakresie prędkości obrotowej silnika zespołu napędowego autobusu. Wyznaczył sprawność całkowitą na poziomie od 12 do 20%. Testy jezdne charakteryzują się mniejszą wartością wynikowej sprawności niż wynika to z charakterystyk silnika oraz alternatora w warunkach ustalonych. Badania przeprowadzone przez Habilitanta wykazały, że ilość zakumulowanej energii w masach wirujących zespołu napędowego jest na tyle niewielka, że nie wpływa na średnią wartość sprawności.

Habilitant przeprowadził badania konwersji energii zawartej w paliwie na energię elektryczną w autobusie miejskim z silnikiem spalinowym w warunkach drogowych. W trakcie badań zrealizowano cykl jezdny SORT2 oraz proces przyspieszania przy maksymalnym wychyleniu pedału przyspieszenia i różnych wartościach obciążenia elektrycznego. Opracował innowacyjną, autorską metodę analizy, która pozwala na wyznaczenie efektywności konwersji energii dla takich warunków pracy jak: przyspieszanie pojazdu, hamowanie pojazdu, praca silnika na biegu jałowym oraz jazda ze stałą prędkością. Habilitant opracował autorskie programy obliczeniowe umożliwiające automatyzację obliczeń i rozpoznawanie poszczególnych stanów pracy na podstawie ich zmian. Wykazał, że średnia sprawność wynosiła około 34%. Ustalił również, że bez udziału stanu pracy określanego jako hamowanie silnikiem, sprawność wynosiła jedynie 20%. Średnia sprawność podczas przyspieszania, przy maksymalnym wychyleniu pedału przyspieszenia wynosiła 24%. Uzyskane wyniki pozwoliły na uzyskanie podstawowych danych i wyników pracy takich jak sprawność silnika, alternatora oraz sprawność wynikowa w zależności od prędkości obrotowej wału korbowego i obciążenia odbiornikami elektrycznymi.

Habilitant opracował model pojazdu oraz przeprowadził badania symulacyjne dotyczące konwersji energii. Celem tych obliczeń było ustalenie, jak opory ruchu oraz masa pojazdu wpływają na proces konwersji energii. Przeanalizował cztery wybrane cykle jezdne i dokonał stosownych obliczeń. W zakresie tego zadania badawczego dr inż. Łukasz Grabowski zaproponował autorskie narzędzia analizy wyników badań. Cykle różniły się założoną prędkością jazdy autobusu oraz kątem nachylenia drogi. Wykazał, że zarówno wartości jak i dynamika zmian kąta nachylenia drogi wpływają na średnią sprawność przetwarzania energii zawartej w paliwie na energię elektryczną. Uzyskano wartości sprawności wynoszące od 26 do 32%. Przeprowadzone obliczenia wykazały również, że masa pojazdu wpływa na ilość energii elektrycznej generowanej podczas hamowania silnikiem. Wpływ ten jest wprost proporcjonalny do masy pojazdu. Wzrost masy autobusu o 1000 kg zwiększa sprawność analizowanego procesu o 1,5%.

Wyniki badań mogą mieć różnorodne zastosowania. Po pierwsze, poznanie składowych sprawności (silnika, alternatora, sprawności wynikowej) pozwala na zidentyfikowanie, które elementy układu autobusu są mniej wydajne i wymagają modyfikacji. Dzięki temu można podjąć działania konstrukcyjne i technologiczne w nowo projektowanych jak i częściowo eksploatowanych autobusach w zakresie optymalizacji układu napędowego ze względu na zwiększenie efektywności konwersji energii zawartej w paliwie na energię elektryczną oraz zmniejszenie emisji gazów cieplarnianych.

Badania przeprowadzone przez dr inż. Łukasza Grabowskiego zostały poprzedzone analizą możliwości zastosowania opracowanych wcześniej modeli symulacyjnych do rozwiązania zadania sprawności wytwarzania energii elektrycznej w złożonym układzie napędowym autobusu miejskiego oraz określenie jak na ten proces wpływają warunki ruchu pojazdu, zmiany obciążenia silnika spalinowego oraz zmiany obciążenia elektrycznego alternatora. Na tej podstawie Habilitant przedstawił możliwość/celowość realizacji badań w oparciu o opracowany autorski zaawansowany model symulacyjny. Współczesne badania naukowe jak i przemysłowe są prowadzone przy wspomaganium modelami obliczeniowymi procesów fizycznych występujących w technice jak i często badaniami modeli obiektów rzeczywistych. Habilitant w tym zakresie wykazał się bardzo dużą znajomością literatury przedmiotu, dużą wiedzą teoretyczną i praktyczną w dziedzinie budowy, eksploatacji i badań pojazdów jak i ich zespołów napędowych.

Rozprawa habilitacyjna dr inż. Łukasza Grabowskiego stanowi kompletne studium wiedzy o zagadnieniu sprawności wytwarzania energii elektrycznej w złożonym układzie napędowym autobusu miejskiego oraz wpływie na sprawność zespołu warunków ruchu pojazdu, zmian obciążenia silnika spalinowego oraz zmian obciążenia elektrycznego alternatora. Oceniana rozprawa habilitacyjna ma bardzo istotne elementy naukowe jak i użyteczne w dziedzinie transportu drogowego w tym badań autobusów z silnikiem o zapłonie samoczynnym. Wyniki badań mogą mieć praktyczne zastosowanie dla firm transportowych i producentów autobusów w zakresie zmniejszenia kosztów eksploatacji floty pojazdów.

Do najważniejszych osiągnięć rozprawy zaliczam:

- nowoczesną tematykę badawczą, ważną z naukowego i aplikacyjnego punktu widzenia, związaną z transportem drogowym,
- usystematyzowanie wiedzy o zagadnieniu sprawności wytwarzania energii elektrycznej w złożonym układzie napędowym autobusu miejskiego, Habilitant przeprowadził bardzo obszerną analizę stanu wiedzy w zakresie tematyki monografii, którą poprawnie wykorzystał podczas realizacji badań własnych,
- opracowano autorską strategię optymalizacji systemu napędowego, co pozwala na zwiększenie sprawności wytwarzania energii elektrycznej w złożonym układzie napędowym autobusu miejskiego z silnikiem spalinowym a tym samym zmniejszenie emisji gazów cieplarnianych,
- przeprowadzenie obszernych badań symulacyjnych oraz analiz co pozwoliło na opracowanie baz danych dotyczących sprawności wytwarzania energii elektrycznej w złożonym układzie napędowym autobusu miejskiego oraz określenie jak na ten proces wpływają warunki ruchu pojazdu, zmiana obciążenia silnika spalinowego oraz zmiana obciążenia elektrycznego alternatora.

**Pod względem naukowym oraz poznawczym rozprawę oceniam pozytywnie.**

W ramach realizacji pracy dr inż. Łukasz Grabowski przeprowadził badania doświadczalne autobusu miejskiego Mercedes Conecto na hamowni podwoziowej oraz trakcyjne drogowe na torze doświadczalnym (płycie lotniska wojskowego). Badania alternatora zrealizowano na zaprojektowanym i wykonanym przez Habilitanta stanowisku badawczym. Realizacja badań doświadczalnych niezbędnych do wykonania analiz symulacyjnych wymagała opracowania koncepcji i realizacji systemów pomiaru i akwizycji danych pomiarowych. Habilitant opracował również programy komputerowe do konwersji i analizy danych pomiarowych z hamowni podwoziowej, do analizy wyników badań trakcyjnych, do obliczania mocy paliwa oraz wyznaczania funkcji aproksymacyjnych, do obliczania energii podczas procesu przyspieszania oraz do wyznaczania funkcji aproksymacyjnych charakterystyk alternatora.

**Habilitant w tym zakresie realizacji pracy wykazał się wyróżniającym zaangażowaniem i wiedzą inżynierską w dziedzinie metodyki badań doświadczalnych.**

Rozprawa obejmuje 10 rozdziałów, streszczenie w języku polskim i angielskim, wykaz symboli i skrótów, wykaz 149 pozycji literatury /w większości opublikowanej po 2010 roku, większość to publikacje zagraniczne/ dotyczącej tematyki rozprawy oraz załączniki ze schematami stanowisk badawczych, torów pomiarowych i opis programu do analizy danych. Rozprawa liczy 206 stron, rozważania zostały przedstawione na licznych rysunkach, wykresach, schematach oraz zestawieniach tabelarycznych. Redakcja oraz edycja rozprawy jest bardzo dobra. Całość została napisana poprawnym polskim językiem technicznym. Wspomniany materiał ilustracyjny zasługuje na specjalne uznanie. Dr inż. Łukasz Grabowski zwrócił szczególną uwagę na stronę merytoryczną ilustracji oraz walory estetyczne opracowania.

**Pod względem wydawniczym pracę oceniam bardzo dobrze.**

## **2.2. Ocena dorobku naukowego dr inż. Łukasza Grabowskiego**

Dorobek naukowy dr inż. Łukasza Grabowskiego obejmuje łącznie 64 publikacje w tym 54 po uzyskaniu stopnia doktora.. Ponadto dr inż. Łukasz Grabowski jest współautorem 2 monografii naukowych oraz współautorem 4 rozdziałów w monografiach naukowych w tym 3 po uzyskaniu stopnia doktora. Habilitant był po doktoracie członkiem redakcji naukowej 1 monografii.

Dr inż. Łukasz Grabowski uczestniczył w wielu projektach naukowo-badawczych oraz inwestycyjnych, które były finansowane ze środków krajowych i przy współfinansowaniu ze środków Unii Europejskiej. Był także współautorem licznych opracowań zbiorowych, na które głównie składały się sprawozdania z projektów badawczych realizowanych w ramach grantów badawczych, prac zleconych oraz projektów badawczych realizowanych w ramach działalności statutowej uczelni. Działalność Habilitanta w tym obszarze oceny dorobku naukowego jest wyróżniająca i potwierdzająca duże zaangażowanie i kompetencje dr inż. Łukasza Grabowskiego w dziedzinie rozwoju, badań i eksploatacji układów napędowych, silników spalinowych oraz technologii związanych z alternatywnymi źródłami energii oraz ochrony środowiska.

Wskaźniki bibliometryczne dr inż. Łukasza Grabowskiego:

Sumaryczny Impact Factor według listy Journal Citation Reports (JCR), zgodny z rokiem opublikowania 22,41.

Liczba cytowań według bazy WoS Web of Science 52.

Liczba cytowań według bazy SCOPUS 65.

Indeks Hirscha według bazy WoS Web of Science 5.

Indeks Hirscha według bazy SCOPUS 5.

Przedstawiony dorobek naukowy po uzyskaniu stopnia doktora przez Habilitanta dotyczy rozwoju, badań i eksploatacji układów napędowych, silników spalinowych oraz technologii związanych z alternatywnymi źródłami energii, takimi jak wodór czy ogniwa paliwowe stosowanymi w transporcie. W dużym stopniu dorobek jest związany z zagadnieniami poruszonymi w monografii i mieści się w dyscyplinie Inżynieria lądowa, geodezja i transport. Wyniki swojej działalności naukowej Habilitant przedstawił również w postaci szeregu wystąpień na krajowych lub międzynarodowych konferencjach naukowych. Dr inż. Łukasz Grabowski był zaangażowany w pracach komitetów organizacyjnych i naukowych

konferencji krajowych jak i międzynarodowych. Habilitant recenzował prace naukowe, w szczególności publikowane w czasopiśmie międzynarodowych.

Habilitant podczas swojej działalności zawodowej uczestniczył w pracach naukowo-badawczych z zakresu rozwoju, badań i eksploatacji układów napędowych, silników spalinowych oraz technologii związanych z alternatywnymi źródłami energii oraz ochrony środowiska. Dr inż. Łukasz Grabowski znacząco powiększył swój dorobek naukowy po doktoracie.

**Uważam, że dorobek naukowy oraz monografia habilitacyjna dr inż. Łukasza Grabowskiego spełniają kryterium znacznego wkładu w rozwój dyscypliny Inżynieria lądowa, geodezja i transport, o których mowa w art. 219 Ustawy z dnia 20 lipca 2018 roku Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce.**

### **2.3. Ocena istotnej aktywności naukowej realizowanej w więcej niż jednej uczelni, instytucji naukowej, w szczególności zagranicznej, prowadzonej przez dr inż. Łukasza Grabowskiego**

Aktywność naukowa dr inż. Łukasza Grabowskiego dotyczy rozwoju, badań i eksploatacji układów napędowych, silników spalinowych oraz technologii związanych z alternatywnymi źródłami energii, takimi jak wodór, ogniwa paliwowe stosowanymi w transporcie. Habilitant brał udział w współpracy międzynarodowej, w tym szkoleniach i stażach naukowych poza granicami Polski (Austria, Francja, Grecja, Hiszpania). Współpraca międzynarodowa obejmowała liczne staże i szkolenia w renomowanych ośrodkach badawczych w Europie, jak również publikację monografii na temat zaawansowanych programów obliczeniowych firmy AVL. Dr inż. Łukasz Grabowski nawiązał kontakty z naukowcami z zagranicznych ośrodków naukowo-badawczych w dziedzinie silników i napędów. Ta forma aktywności Habilitanta umożliwiła rozwój badań na polskich uczelniach, takich jak Akademia Bialska Nauk Stosowanych im. Jana Pawła II w Białej Podlaskiej. Międzynarodowa współpraca podjęta przez dr inż. Łukasza Grabowskiego doprowadziła do nawiązania nowych kontaktów i współpracy z innymi instytucjami oraz przedsiębiorcami w zakresie źródeł napędu w transporcie.

Do najważniejszych działań prowadzonych przez Habilitanta w zakresie istotnej aktywności naukowej realizowanej w więcej niż jednej uczelni, instytucji naukowej, w szczególności zagranicznej należy zaliczyć:

- Współpraca z ośrodkiem badawczo-rozwojowym silników spalinowych i układów napędowych AVL List GmbH, Graz, Austria. Współpraca dotyczyła zastosowania zaawansowanych programów obliczeniowych firmy AVL do badań układów napędowych. Istotnym efektem tej współpracy było wydanie w 2012 roku monografii pt. „AVL Simulation Tools Practical Applications”, pod redakcją: Ł. Grabowski, K. Pietrykowski, M. Wendeker.
- Staż naukowy dotyczący zasilania wodorowego oraz ogniwa paliwowych w Katedrze Energetyki Dipartimento di ingegneria meccanica, Triest, Włochy.
- Staż naukowy dotyczący doładowania silników spalinowych w Mechanical Faculty, Institute Universitaire de Technologie de Bethune, Bethune, Francja.
- Współpraca z Akademią Bialską Nauk Stosowanych im. Jana Pawła II w Białej Podlaskiej, współpraca w zakresie opracowania specyfikacji oraz uruchomienia aparatury do badań optycznych rozkładów prędkości opartych na technologii PIV (Particle Image Velocimetry) firmy LaVision.
- Udział w szkoleniu w ramach programu Erasmus+, badania i rozwój silników spalinowych w Universitat Politècnica de València, Dept. of Thermal Engines and Machines/CMT-Motores Térmicos, Walencja, Hiszpania.

- Udział w szkolenie w ramach programu Erasmus+, badania w tunelu aerodynamicznym w Aristotle University of Thessaloniki, Department of Mechanical Engineering, Laboratory of Fluid Mechanics & Turbomachinery, Saloniki, Grecja.

**Pozytywnie oceniam aktywność naukową realizowaną w więcej niż jednej uczelni, instytucji naukowej, w szczególności zagranicznej, dr inż. Łukasza Grabowskiego.**

### **3. Ocena działalności dydaktycznej, organizacyjnej oraz popularyzującej naukę dr inż. Łukasza Grabowskiego**

Dr inż. Łukasz Grabowski prowadzi wszystkie formy zajęć dydaktycznych na Politechnice Lubelskiej na Wydziale Mechanicznym dla studentów studiów stacjonarnych i niestacjonarnych na kierunkach Mechanika i Budowa Maszyn oraz Transport. Są to wykłady, ćwiczenia, laboratoria, projekty. Prowadzi również zajęcia w języku angielskim dla zagranicznych studentów uczestniczących w programie Erasmus. Przedmioty prowadzone przez dr Łukasza Grabowskiego to: Mechanika płynów, Lotnicze zespoły napędowe, Tłokowe i turbinowe silniki lotnicze, Algorytmy sterowania w systemach napędowych pojazdów, Procesy spalania w silnikach lotniczych, Termodynamika techniczna, Dynamika zespołów napędowych, Silniki lotnicze, Eksploatacja statków powietrznych, Seminarium dyplomowe, Projekt inżynierski.

W latach 2012-2016 dr inż. Łukasz Grabowski prowadził zajęcia dydaktyczne, wykłady i laboratoria w Wyższej Szkole Przedsiębiorczości i Administracji w Lublinie, Wydziału Nauk Technicznych: Eksploatacja techniczna, Zespoły napędowe, Środki transportu. W roku 2011 prowadził zajęcia dydaktyczne, wykłady i laboratoria w Państwowej Wyższej Szkole Zawodowej w Zamościu, Instytut Przyrodniczo-Techniczny: Układy zasilania i instalacje gazowe, Systemy OBD, a w ramach studiów podyplomowych "Diagnostyka pojazdów samochodowych".

W latach 2008-2014 prowadził wykłady oraz laboratoria w ramach szkoleń finansowanych z Europejskiego Funduszu Społecznego m.in. Naprawiam samochody XXI wieku, Naprawiam samochody benzyna + gaz, Projektant urządzeń energii odnawialnej, Obsługuję i naprawiam nowoczesne samochody.

Dr inż. Łukasz Grabowski jest promotorem 25 prac dyplomowych inżynierskich i magisterskich na kierunkach Mechanika i Budowa Maszyn oraz Mechatronika. Dr inż. Łukasz Grabowski pełnił funkcję promotora pomocniczego 2 rozpraw doktorskich:

- Radosław Raczyński, rozprawa pt. „Studium teoretyczno-eksperymentalne izolowanego wirnika nośnego o zmiennej geometrii skręcenia geometrycznego”. Promotor: prof. dr hab. inż. Mirosław Wendeker.

- Paweł Karpiński, rozprawa pt. „Badania procesu wtrysku w bezgłowicowym dwusuwowym silniku o zapłonie samoczynnym”. Promotor: prof. dr hab. inż. Mirosław Wendeker.

Dr inż. Łukasz Grabowski działa w sferze organizacyjnej Uczelni, Wydziału jak i Katedry. Działania organizacyjne Habilitanta to m.in.:

- Był współautorem opisu wpływu do III kryterium ewaluacji działalności naukowej Wydziału Mechanicznego Politechniki Lubelskiej.

- Brał udział w opracowaniu dokumentacji do kierunku Transport, realizowanym na Wydziale Mechanicznym Politechniki Lubelskiej.

- Prezentował projekt pt. „Opracowanie technologii autobusowych struktur fotowoltaicznych zmniejszających zużycie paliwa i emisję toksycznych składników spalin”, na gali zorganizowanej przez Lubelskie Towarzystwo Zrównoważonego Transportu.



- Prezentował możliwości badawcze oraz dydaktyczne Katedry Termodynamiki, Mechaniki Płynów i Napędów Lotniczych uczniom z technikum im. Eugeniusza Kwiatkowskiego z Poniatowej.

**Aktywność i osiągnięcia dr inż. Łukasza Grabowskiego w obszarze działalności dydaktycznej, organizacyjnej oraz popularyzującej naukę oceniam bardzo dobrze.**

#### **4. Inna aktywność zawodowa dr inż. Łukasza Grabowskiego**

Dr inż. Łukasz Grabowski jest współautorem 2 zgłoszeń patentowych i 2 patentów w dziedzinie silników spalinowych oraz technologii związanych z paliwami alternatywnymi stosowanymi w transporcie.

Habilitant ma w swoim dorobku udział w pracach dotyczących wdrożenia nowych technologii w dziedzinie napędów lotniczych, paliw alternatywnych, energii odnawialnej oraz ochrony środowiska w transporcie.

Dr inż. Łukasz Grabowski był współautorem oraz wykonawcą m.in. następujących projektów badawczo-rozwojowych:

- Opracowanie prototypowego systemu zasilania wtryskiem wodoru silnika Wankla, w ramach projektu rozwojowego „Zasilanie wodorem silnika Wankla”, finansowanego z Programu Operacyjnego Innowacyjna Gospodarka.
- Opracowanie projektu silnika o zapłonie samoczynni o zapłonie samoczynnym do napędu lekkiego śmigłowca, w ramach projektu „Diesel Engine Matching the Ideal Light Platform of the Helicopter”, finansowanego z 7 Programu Ramowego.
- Opracowanie elektronicznego układu zapłonowego do tłokowego silnika lotniczego w ramach projektu pt. Urządzenia zasilające i kontrolujące aparaturę pokładową i naziemną INNOLOT, INNOLOT/I/NCBR/2013. Projekt realizowany w konsorcjum Politechnika Lubelska, Wytwórnia Sprzętu Komunikacyjnego „PZL – KALISZ”.
- Opracowanie prototypu systemu oczyszczania wody z samoobsługowej myjni samochodowej, „Samoobsługowa myjnia bezdotykowa z kompaktowym systemem odzyskiwania i oszczędzania wody i energii”, finansowanego z Programu Operacyjnego Inteligentny Rozwój.

Dr inż. Łukasz Grabowski wykonał ekspertyzy i inne opracowania techniczne na zamówienie instytucji publicznych lub przedsiębiorców m.in.:

- Ekspertyza możliwości wykorzystania modeli 3D jamy ustnej, uzyskanych ze skanera, do dokładnych pomiarów i planowania zabiegów w protetyce i ortodoncji. Projekt „Wsparcie Regionalnej Sieci Współpracy” realizowany przez Samorząd Województwa Lubelskiego, finansowany z Program Operacyjny Kapitał Ludzki 2007-2013.
- Ocena zagrożeń ze strony elektrowni wiatrowych w zakresie oddziaływania mechanicznego w ramach projektu na rzecz Polskiego Stowarzyszenia Energetyki Wiatrowej.

**Aktywność i zaangażowanie dr inż. Łukasza Grabowskiego we współpracę z otoczeniem społecznym i gospodarczym jest bardzo dobre i ma charakter interdyscyplinarny.**

#### **5. Podsumowanie opinii w sprawie nadania stopnia doktora habilitowanego doktorowi Łukaszowi Grabowskiemu**

Po zapoznaniu się z monografią habilitacyjną dr inż. Łukasza Grabowskiego pt. „*Konwersja energii chemicznej paliwa na energię elektryczną w spalinowym autobusie miejskim*” stwierdzam, że w pracy rozwiązano kompleksowo ważne problemy z dziedziny transportu drogowego. Opracowano autorską metodę szacowania sprawności wytwarzania energii elektrycznej w złożonym układzie napędowym autobusu miejskiego oraz określono jak na ten proces wpływają warunki ruchu pojazdu, zmiana obciążenia silnika spalinowego oraz zmiana

obciążenia elektrycznego alternatora. Wykonano badania symulacyjne i poddano naukowej analizie wpływ szerokiego spectrum parametrów na ocenę sprawności wytwarzania energii elektrycznej w złożonym układzie napędowym autobusu miejskiego, których badania rzeczywiste byłyby kosztowne lub niemożliwe do wykonania.

Tematyka rozprawy jest nowoczesna i powiązana z współczesnymi tendencjami w zakresie badań transportu drogowego, o dużych wartościach użytkowych. Treści zawarte w pracy zawierają duży potencjał naukowy, zastosowane metody badań są nowoczesne, a uzyskane wyniki są oryginalne i nowatorskie.

Dr inż. Łukasz Grabowski posiada bardzo dobry i tematycznie ukierunkowany w zakresie rozpatrywanych zagadnień dorobek publikacyjny po doktoracie. Zawiera on szereg oryginalnych i ważnych wyników badań. Rozprawa habilitacyjna i dorobek naukowy wnoszą istotny wkład do rozwoju transportu drogowego i dyscypliny Inżynieria lądowa, geodezja i transport. Pozytywnie oceniam aktywność naukową realizowaną w więcej niż jednej uczelni, instytucji naukowej, w szczególności zagranicznej. Bardzo dobrze oceniam również dorobek dydaktyczny, organizacyjny, popularyzujący naukę dr inż. Łukasza Grabowskiego. Ponadto aktywność zawodowa i zaangażowanie dr inż. Łukasza Grabowskiego we współpracę z otoczeniem społecznym i gospodarczym jest bardzo dobre i ma charakter interdyscyplinarny. Habilitant spełnia wymagania stawiane przez regulacje prawne oraz środowisko akademickie w sprawie nadania stopnia doktora habilitowanego. |

**Uważam, że oryginalna monografia habilitacyjna, dorobek naukowy, dydaktyczny i organizacyjny dr inż. Łukasza Grabowskiego spełniają wymagania ustawy z dnia 20 lipca 2018 roku – Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce i mogą być podstawą do ubiegania się przez dr inż. Łukasza Grabowskiego nadania stopnia naukowego doktora habilitowanego nauk technicznych w dyscyplinie Inżynieria lądowa, geodezja i transport.**

7 Nawakowski,  
B-B 14.12.2023