

RECENZJA

osiągnięcia naukowego i pozostałej aktywności naukowej, dorobku dydaktycznego, organizacyjnego oraz w zakresie popularyzacji nauki dr. inż. Łukasza GRABOWSKIEGO w postępowaniu o nadanie stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych w dyscyplinie: *inżynieria lądowa, geodezja i transport*

1. **Podstawa opracowania opinii:** pismo (sygn. RD/hab./13/6/2023) podpisane przez Pana prof. dr hab. inż. Jacka PIELECHĘ- Przewodniczącego Rady Dyscypliny Inżynieria Lądowa, Geodezja i Transport oraz dołączona do niego treść uchwały Nr RD/48/2023 Rady z dnia 23 października 2023r. w sprawie powołania komisji habilitacyjnej dotyczącej powołania na recenzenta w związku z wszczętym w dniu 16.05.2023r. postępowaniem o nadanie dr. inż. Łukaszowi GRABOWSKIEMU z Politechniki Lubelskiej stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych, w dyscyplinie *inżynieria lądowa, geodezja i transport* wraz ze stosowną dokumentacją.

Tytuł osiągnięcia naukowego: *Konwersja energii chemicznej paliwa na energię elektryczną w spalinowym autobusie miejskim*

2. Sylwetka Habilitanta

Tytuł magistra inżyniera dr inż. Łukasz GRABOWSKI uzyskał w 2005 roku na kierunku mechanika i budowa maszyn na Wydziale Mechanicznym Politechniki Lubelskiej. Po ukończeniu studiów został pracownikiem naukowym w projektach badawczych i wdrożeniowych, najpierw w Katedrze Silników Spalinowych, tj. w latach 2005-2007, a następnie (okres 2008-2015) w Katedrze Termodynamiki, Mechaniki Płynów i Napędów Lotniczych. W obu przypadkach były to jednostki organizacyjne Wydziału Mechanicznego Politechniki Lubelskiej. W roku 2010 na wspomnianym powyżej wydziale uzyskał stopień doktora nauk technicznych w dyscyplinie budowa i eksploatacja maszyn. Promotorem rozprawy pt. *Badania procesu tworzenia mieszanki w silniku o zapłonie iskrowym zasilanym wtryskiem gazu propan-butan* był prof. dr hab. inż. Mirosław Wendeker. Od roku 2015 do chwili obecnej dr inż. Łukasz GRABOWSKI jest zatrudniony jako adiunkt oraz pracownik naukowy w Swojej macierzystej uczelni. Habilitant posiada również dodatkowe (zewnętrzne) doświadczenie zawodowe z dwóch innych uczelni, tj. Państwowej Wyższej Zawodowej Szkoły w Zamościu (2011) a także Wyższej Szkoły Przedsiębiorczości i Administracji w Lublinie (2012-2016), w których pracował jako wykładowca.

3. Ocena osiągnięcia naukowego

Zgodnie z ustawą Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce z dnia 20 lipca 2018 roku, osiągnięcie naukowe mogące stanowić podstawę do ubiegania się o stopień doktora habilitowanego może alternatywnie stanowić: po pierwsze: monografia naukowa, (lub) po drugie: cykl powiązanych tematycznie artykułów naukowych, (lub) po trzecie: jedno zrealizowane oryginalne osiągnięcie

projektowe, konstrukcyjne, technologiczne lub artystyczne. W każdym przypadku osiągnięcie powinno stanowić znaczący wkład w rozwój dyscypliny.

Dr inż. Łukasz GRABOWSKI we wniosku z dnia 16 maja 2023r. o przeprowadzenie postępowania w sprawie nadania stopnia naukowego doktora habilitowanego wskazał i przedłożył do oceny monografię autorską pt.

Konwersja energii chemicznej paliwa na energię elektryczną w spalinowym autobusie miejskim.
Wydawnictwo Politechniki Lubelskiej, Lublin 2023, ISBN: 978-83-7947-552-0

Recenzentami w procesie wydawniczym byli:

prof. dr hab. inż. Marek Idzior z Politechniki Poznańskiej oraz dr hab. inż. Paweł Woś, prof. uczelni,
z Politechniki Rzeszowskiej

Przedstawiona do recenzji monografia naukowa liczy łącznie 206 stron, zawiera spis treści, 10 rozdziałów merytorycznych (w tym Podsumowanie), wykaz bibliografii oraz 2 załączniki, przy czym Załącznik nr 1 zawiera Pojazdowe stanowisko badawcze, natomiast Załącznik nr 2 obejmuje Kody źródłowe programów służące do analizy danych opracowane w programie NI Diadem. Praca wpisuje się w istotną i aktualną problematykę optymalizacji wykorzystania energii w transporcie publicznym i jest zarazem odpowiedzią na rosnące wymagania dotyczące ograniczenia emisji CO₂ w sektorze transportu drogowego, który odpowiada za 27% emisji gazów cieplarnianych w Europie.

Myslą przewodnią monografii było przedstawienie wyników badań dotyczące sprawności przetwarzania energii w związku z warunkami pracy analizowanego pojazdu, natomiast jej głównym celem było wyznaczenie sprawności generowania energii elektrycznej na pokładzie autobusu miejskiego. Podstawowym problemem badawczym, stanowiącym doprecyzowanie celu głównego pracy była odpowiedź na następujące pytanie: jak warunki ruchu pojazdu, w tym zmiany obciążenia silnika spalinowego oraz obciążenia elektryczne alternatora wpływają na proces konwersji energii chemicznej paliwa na energię elektryczną. Habilitant postanowił odnieść się do powyższego problemu badawczego w dwóch aspektach jakościowym oraz ilościowym. Aby osiągnąć zamierzony efekt Autor sprecyzował szereg problemów (zagadnień) cząstkowych, do których zaliczył:

- opracowanie założeń modelu przetwarzania energii zawartej w paliwie na energię elektryczną na pokładzie autobusu z silnikiem o ZS,
- analizę procesu konwersji energii w silniku spalinowym o ZS,
- identyfikację modelu sprawności silnika,
- analizę procesu konwersji energii w alternatorze – identyfikację modelu sprawności alternatora,
- badania procesu konwersji energii w warunkach ustalonych na hamowni podwoziowej – wyznaczenie sprawności w warunkach ustalonych,
- badania procesu konwersji energii podczas testów jezdnych na hamowni podwoziowej – wyznaczenie sprawności w symulowanych warunkach drogowych bez udziału energii zakumulowanej w masie autobusu,
- badania procesu konwersji energii podczas testów jezdnych w warunkach drogowych,
- badania modelowe procesu generowania energii elektrycznej – wyznaczenie wpływu warunków ruchu (prędkość pojazdu, nachylenie drogi, masa pojazdu) na sprawność procesu konwersji energii.

Dbając o rzetelność wykonanych badań stanowiących podstawę uzyskanych wyników Autor przeprowadził badania eksperymentalne i symulacyjne. Pierwsze z nich przeprowadzono w autobusie miejskim, spełniającym normę emisji spalin Euro IV, wyposażonym w dodatkowe układy pomiarowe oraz możliwość zmiany obciążenia elektrycznego alternatorów. W czasie badań rejestrowano pomiary zużycia

paliwa dla różnych wartości mocy elektrycznej generowanej przez alternatory. Odczytywano również napięcie i natężenie prądu w instalacji elektrycznej pojazdu. Drugie symulacyjne badania przeprowadzono przy zastosowaniu oprogramowania Vecto, dedykowanego do szacunkowego określania zużycia ilości paliwa oraz emisji dwutlenku węgla przez autobusy miejskie oraz pojazdy ciężarowe. Na podstawie uzyskanych różnic zużycia paliwa Habilitant obliczył sprawność analizowanego procesu konwersji energii. Przeprowadzone analizy miały również na celu określenie w jaki sposób dostarczenie energii elektrycznej z zewnętrznego źródła do odbiorników zamontowanych w pojeździe wpływa na sprawność procesu, w tym na sprawność silnika spalinowego oraz samego alternatora.

Autor opracował innowacyjny model, który umożliwia wyznaczenie zużycia paliwa w zależności od mocy elektrycznej generowanej przez alternatory. Model uwzględnia sprawności silnika i alternatora oraz obciążenia pojazdu, co jest znaczącym postępowaniem w dziedzinie inżynierii pojazdów. Autor wprowadził nowy wskaźnik sprawności, który pozwala ilościowo określić wpływ zmiany obciążenia mechanicznego silnika na sprawność przetwarzania energii. To innowacyjne podejście daje możliwość lepszego zrozumienia i optymalizacji pracy silników spalinowych. W ramach badań symulacyjnych, Habilitant opracował model konwersji energii uwzględniający specyfikacje techniczne autobusu, w tym sprawność silnika i alternatora. Model ten uwzględniał zarówno charakterystyki techniczne autobusu miejskiego z silnikiem o zapłonie samoczynnym, jak i różne scenariusze warunków drogowych, w tym nachylenie drogi, prędkość pojazdu oraz jego masę. Symulacje te pozwoliły na dogłębne zrozumienie i analizę wpływu tych czynników na efektywność energetyczną. Następnie przeprowadzono identyfikację modelu przetwarzania energii w układzie silnik-alternator. W przypadku silnika spalinowego, Autor skupił się na analizie jego sprawności energetycznej, opracowując model konwersji energii i analizując różne parametry techniczne. Podobne badanie przeprowadzono w odniesieniu do alternatora, gdzie szczegółowo zbadano proces konwersji energii mechanicznej na elektryczną i opracowano model jego sprawności.

W pracy zastosowano zarówno badania eksperymentalne, jak i symulacyjne. Eksperymenty przeprowadzono na autobusie miejskim Mercedes Conecto 12LF, wyposażonym w dodatkowe układy pomiarowe i alternatory o zmiennej mocy elektrycznej. Analizowano m.in. położenie dźwigni przyspieszenia, prędkość obrotową silnika i godzinowe zużycie paliwa. Badania symulacyjne wykonano przy użyciu oprogramowania Vecto, służącego do szacowania zużycia paliwa i emisji CO₂. Badania Autora pokazują, jak zmienia się sprawność alternatora w zależności od prędkości obrotowej i obciążenia elektrycznego. Jest to istotne dla projektowania bardziej efektywnych systemów elektrycznych w pojazdach. Przeprowadzone prace obejmują opracowanie modelu przetwarzania energii, analizę procesu konwersji w silniku spalinowym oraz alternatorze, a także badania wpływu różnych warunków ruchu (prędkość, nachylenie drogi, masa pojazdu) na sprawność konwersji energii. W części eksperymentalnej pracy skupiono uwagę głównie na badaniach przetwarzania energii w autobusie miejskim, spełniającym normę emisji spalin Euro IV. Wykorzystano autobus wyposażony w dodatkowe układy pomiarowe oraz alternatory o zmiennej mocy elektrycznej. Przeprowadzono testy w kontrolowanych warunkach, wykorzystując do tego stanowisko badawcze do symulacji warunków drogowych na hamowni podwoziowej. Badania te obejmowały różne cykle jezdne, takie jak SORT2 i WHVC, dzięki czemu możliwe było szczegółowe zbadanie zmian sprawności energetycznej w różnych warunkach eksploatacyjnych. Wyniki tych badań pozwoliły na dogłębne zrozumienie efektywności energetycznej w realnych warunkach drogowych oraz podczas przyspieszania i hamowania. Autor zwraca uwagę na znaczącą zmienność warunków eksploatacji autobusu miejskiego, która wpływa na sprawność procesu wytwarzania energii elektrycznej. Badania drogowe wykonane na lotnisku obejmowały dwa etapy: test jezdny SORT2 oraz przyspieszanie pojazdu. Ich procedura została szczegółowo opisana w monografii. W ramach obliczeń sprawności przetwarzania energii, na podstawie uzyskanych wyników wyznaczono ilość energii zawartej w paliwie oraz energii elektrycznej w każdym z przeprowadzonych

testów jezdnych. Jak opisano w planie tego eksperymentu, test SORT2 został przeprowadzony dla trzech różnych wartości obciążeń elektrycznych.

Kulminacyjnym punktem pracy były badania symulacyjne przetwarzania energii elektrycznej, w których wykorzystano symulacje komputerowe do analizy i optymalizacji procesu konwersji energii. Odzwierciedlały one różnorodne scenariusze eksploatacyjne i warunki drogowe, co umożliwiło kompleksowe zrozumienie i optymalizację procesów energetycznych w autobusie miejskim. W ramach badań symulacyjnych przetwarzania energii elektrycznej dokonano analizy procesu konwersji energii chemicznej zawartej w paliwie na energię elektryczną w warunkach nieustalonego ruchu miejskiego. Wykorzystując oprogramowanie Vecto, opisane szczegółowo w czwartym rozdziale pracy, Autor opracował model symulacyjny bazujący na wynikach uzyskanych z badań stanowiskowych oraz drogowych. Głównym celem tych badań było określenie całkowitej sprawności przetwarzania energii z paliwa na energię elektryczną oraz analiza wpływu mocy elektrycznej generowanej przez alternatory i masy pojazdu na ten proces. W ramach badań symulacyjnych przeprowadzono obliczenia dla czterech różnych cykli jezdnych, które odzwierciedlały typowe warunki ruchu miejskiego, takie jak zmienna prędkość pojazdu i zmienne nachylenie drogi. Te warunki miały bezpośredni wpływ na zużycie energii z paliwa, niezbędną do pokonania oporów ruchu pojazdu. Kolejnym istotnym aspektem badania był wpływ mocy elektrycznej generowanej przez alternatory na proces konwersji energii. W pracy przedstawiono wyniki uzyskane z badań eksploatacyjnych autobusu miejskiego, w których analizowano moc elektryczną i natężenie prądu. Wyniki te ukazały, że moc elektryczna w autobusie miejskim może się znacząco zmieniać, w zależności od wyposażenia pojazdu, w tym od obciążenia alternatorów przez takie urządzenia jak elektryczne wentylatory klimatyzacji. Na ich podstawie opracowano plan badań symulacyjnych, który obejmował wykonanie obliczeń dla każdego z cykli jezdnych przy różnych wartościach obciążeń elektrycznych. Zakres tych obciążeń określono na podstawie natężeń prądu, wahających się od 0 do 200 A, z obliczeniami przeprowadzonymi co 20 A. Plan ten został schematycznie przedstawiony na rysunkach, ilustrujących zarówno moc elektryczną, jak i natężenie prądu podczas eksploatacji autobusu miejskiego. Całość badań symulacyjnych stanowiła zatem kompleksowe podejście do analizy efektywności energetycznej w warunkach miejskiego transportu, z uwzględnieniem zarówno różnych scenariuszy eksploatacyjnych, jak i zmiennej dynamiki obciążeń elektrycznych w autobusie. Wyniki te miały za zadanie poszerzyć zrozumienie procesów energetycznych w transporcie miejskim i przyczynić się do optymalizacji wykorzystania energii w autobusach miejskich.

Przeprowadzone analizy wykazały, że całkowita sprawność procesu zależy nie tylko od sprawności silnika spalinowego i alternatora, ale także od procesów akumulacji energii potencjalnej i kinetycznej w masie autobusu, zmienności obciążeń mechanicznych i elektrycznych oraz od warunków ruchu pojazdu. Analiza procesu konwersji energii w silniku spalinowym o zapłonie samoczynnym umożliwiła opracowanie modelu przetwarzania mocy zawartej w paliwie na moc mechaniczną. Ustalono, że sprawność konwersji jest zależna od obciążenia silnika i prędkości obrotowej wału. Uzyskano sprawności w zakresie od 10 do 43%, co wskazuje na różnice w zużyciu paliwa w zależności od warunków pracy. Badania w warunkach stacjonarnych na specjalnie opracowanym stanowisku pozwoliły na charakterystykę sprawności alternatora, która mieściła się w przedziale od 10 do 73%. Podobnie jak w przypadku silnika, sprawność alternatora zależała od prędkości obrotowej i obciążenia elektrycznego. Wskazano, że zmiany obciążenia elektrycznego w zakresie powyżej 30% generowanej mocy powodują mniejsze zmiany sprawności alternatora. Autor zauważył, że wprowadzenie dodatkowego źródła energii elektrycznej, na przykład w postaci modułów fotowoltaicznych, może znacząco zmniejszyć sprawność przetwarzania energii przez silnik i alternator. Uzyskane wartości sprawności przetwarzania energii chemicznej na energię elektryczną w warunkach ustalonych na hamowni podwozowej zawierały się w zakresie od 15 do 32%, co było wynikiem aktualnych stanów obciążenia systemu. Sprawność była najwyższa przy obciążeniach od 30 do 100% maksymalnej wartości. Podczas testów drogowych zauważono, że sprawność konwersji energii waha się od 29 do 34%, przy czym jest wyższa podczas przyspieszania pojazdu. Dodatkowo,

analiza pozwoliła na określenie wpływu różnych stanów pracy pojazdu na proces konwersji energii. Ostatnim etapem badań było przeprowadzenie symulacji w programie Vecto, których celem było wyznaczenie wpływu oporów ruchu i masy pojazdu na proces konwersji energii. Analiza wykazała, że zarówno wartości, jak i dynamika zmian kąta nachylenia drogi mają wpływ na średnią sprawność przetwarzania energii. Masa pojazdu wpływała na ilość energii elektrycznej generowanej podczas hamowania silnikiem.

W rezultacie przeprowadzonych badań i analiz wykonanych w monografii uzyskano cenne dane i wnioski, które mogą znacząco przyczynić się do rozwoju efektywniejszych i ekologiczniejszych systemów napędowych w transporcie miejskim. Praca ma istotne implikacje dla branży transportowej i producentów pojazdów, oferując możliwości optymalizacji systemów napędowych, co może przyczynić się do redukcji emisji szkodliwych substancji i zmniejszenia kosztów eksploatacji. Monografia prezentuje dogłębną analizę problemu, łącząc eksperymenty z symulacjami. Autor prezentuje nowe metody i modele, które stanowią znaczący wkład w dziedzinie nauk inżynierijno-technicznych w tym głównie w odniesieniu do pojazdów i zrównoważonego transportu. Wyniki badań mają szerokie zastosowanie w branży motoryzacyjnej i transportowej, co jest kluczowe dla przyszłości zrównoważonego rozwoju. Praca wykazuje się wysokim poziomem szczegółowości, który przekłada się na lepsze zrozumienie procesu konwersji energii w autobusach miejskich. Autor proponuje nowe metody wyznaczania sprawności, uwzględniające czynniki takie jak obciążenie silnika i alternatora, zmienne warunki drogowe oraz masę pojazdu. Wyniki mogą mieć znaczący wpływ na optymalizację systemów napędowych autobusów, zmniejszając zarówno zużycie paliwa, jak również emisję szkodliwych gazów.

Pomimo, że przedstawione w monografii badania są kompleksowe, Habilitant mógłby rozważyć bardziej zróżnicowane warunki środowiskowe, takie jak ekstremalne temperatury czy różnorodne warunki drogowe. Praca skupia się głównie na aspektach technicznych. Dodanie analizy kosztów i korzyści dla różnych scenariuszy eksploatacji tworzyłoby moim zdaniem wartość dodaną. Porównanie wyników z innymi, bardziej zrównoważonymi technologiami napędowymi (np. elektrycznymi, hybrydowymi) mogłoby wzbogacić pracę o perspektywę ekologiczną. Skupienie się na wpływie optymalizacji systemów napędowych na emisję gazów cieplarnianych byłoby korzystne dla dalszych badań w kontekście zmian klimatycznych.

Praca dr inż. Łukasza GRABOWSKIEGO jest innowacyjna w zakresie modelowania procesów energetycznych w transporcie miejskim. Autor wprowadza nowatorskie podejście do analizy sprawności energetycznej, łącząc teorię z praktyką. Nie stwierdzono istotnych nieścisłości naukowych, jednakże dalsze badania mogą przyczynić się do rozszerzenia zakresu i głębi analizy. Monografia habilitacyjna dr inż. Łukasza GRABOWSKIEGO w mojej ocenie stanowi znaczący wkład w dyscyplinie *inżynieria lądowa, geodezja i transport* odniesiony głównie do pojazdów i zrównoważonego rozwoju transportu miejskiego. Praca charakteryzuje się wysokim poziomem naukowym, innowacyjnością oraz potencjałem praktycznym. Sugeruje się kontynuację badań w celu rozszerzenia zakresu analizy oraz porównania z alternatywnymi technologiami napędowymi.

4. Ocena pozostałej aktywności naukowej

Obszar działalności naukowej Habilitanta stanowią badania i rozwój układów napędowych mających zastosowanie w pojazdach samochodowych a także silniki spalinowe i technologie związane z alternatywnymi źródłami energii, takimi jak wodór czy ogniwa paliwowe. Dr inż. Łukasz GRABOWSKI zdobywał wiedzę i doświadczenie naukowe w czasie szkoleń oraz staży naukowych zrealizowanych w kilku ośrodkach badawczych krajów europejskich takich jak: Włochy, Francja, Hiszpania i Grecja. Łącznie brał udział w 5 stażach w latach 2011, 2012, 2016, 2018 oraz 2019. Stanowiły one impuls do rozwijania współpracy z przedsiębiorcami, uczelniami i instytucjami naukowymi zarówno krajowymi, jak

również zagranicznymi. W efekcie nawiązał współpracę z 11. podmiotami naukowo-badawczymi i przedsiębiorstwami.

Do innych (poza monografią) istotnych osiągnięć naukowych Habilitanta po uzyskaniu przez Niego stopnia doktora należy zaliczyć:

- 54 publikacje naukowe o zróżnicowanym poziomie merytorycznym i prestiżu naukowym, z których 4 moim zdaniem zasługują na szczególną uwagę, tj.
 1. *Measurements and analysis of a solar-assisted city bus with a diesel engine*, Mirosław Wendeker, Michał Jan Gęca, Łukasz Grabowski, Konrad Pietrykowski, Nanthagopal Kasianantham, *Applied Energy*, 2022, vol. 309, s. 1-16 [MNIŚW: 200];
 2. *Ceramic-Based Piezoelectric Material for Energy Harvesting Using Hybrid Excitation*, Bartłomiej Ambrożkiewicz, Zbigniew Czyż, Paweł Karpiński, Paweł Stączek, Grzegorz Litak, Łukasz Grabowski, *Materials*, 2021, vol. 14, nr 19, s. 1-15 [MNIŚW: 140];
 3. *Measuring Regenerative Braking Electricity Generated by the City Bus with Internal Combustion Engine*, Mirosław Wendeker, Michał Jan Gęca, Łukasz Grabowski, Grzegorz Barański, *Advances in Science and Technology Research Journal*, 2021, vol. 15, nr 3, s. 215-223 [MNIŚW: 100];
 4. *Simulation Research of the Influence of Compression Ratio on the Performance of an Aircraft Piston Diesel Engine*, Łukasz Grabowski, Paweł Karpiński, Paweł Magryta, *Advances in Science and Technology Research Journal*, 2020, vol. 14, nr 3, s. 175-181 [MNIŚW: 100].

Powyższe opracowania są w wartościowe z uwagi na oryginalność poruszanej problematyki, rangę wydawnictwa oraz zaangażowanie Kandydata (szkoda, że tylko w poz. 4 Habilitant jest pierwszym Autorem). Odnosząc się do zbioru 54 artykułów należy stwierdzić, że tylko część z nich została opublikowana w renomowanych bazach naukowych Scopus i Web of Science (WoS). I tak powyżej wskazany zbiór osiągnięć Habilitanta zawiera:

- ✓ 17 publikacji naukowych indeksowanych w bazie Scopus, które tworzy: 9 artykułów w czasopismach oraz 8 publikacji stanowiących materiały konferencyjne (conference papers). Sumaryczna liczba cytowań wynosi 81 a indeks Hirscha (h-indeks) 5;
- ✓ 11 publikacji naukowych indeksowanych w Web of Science z łączną liczbą cytowań wynoszącą 40 i indeksem Hirscha (h-index) wynoszącym 4.
- współautorstwo 2 monografii (po uzyskaniu stopnia doktora) w obu przypadkach wydawnictwa Politechniki Lubelskiej (wydanych odpowiednio w latach 2010 oraz 2012);
- autorstwo/współautorstwo rozdziału w monografii naukowej w liczbie 3 (wydanych w latach 2010, 2012, 2014);
- osiągnięcia projektowe, konstrukcyjne i technologiczne związane z opracowaniem prototypu, demonstratora lub technologii w łącznej liczbie wynoszącej 7;
- 20 wystąpień na konferencjach krajowych i zagranicznych;
- udział w projektach badawczych jako: główny wykonawca (1), kierownik pracy zleconej (1), pracownik naukowy (12) oraz pracownik naukowy i kierownik zarządzający (1)- projekt w realizacji;
- wykonanie recenzji artykułów naukowych w czasopismach zagranicznych (razem 6) oraz recenzji rozdziałów w monografii Wydawnictwa Tygiel w łącznej liczbie wynoszącej 11.

Habilitant posiada ponadto, co cenne, dorobek związany z uzyskiwaniem praw ochrony własności przemysłowej, który tworzą 4 zgłoszenia patentowe. Ponadto posiada wdrożone wyniki badań z projektu celowego (lata 2009-2012) Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego 4503/C.ZR6-6/09, pt. *Wielopaliwowy system zasilania silnika ASZ-62IR* z budżetem wynoszącym 5 [mln zł] oraz jest współtwórcą technologii autobusowych struktur fotowoltaicznych zmniejszających zużycie paliwa

i emisję toksycznych składników spalin. Jej efektem była licencja sprzedana w roku 2017 firmie VERS Produkcja sp. zoo.

Reasumując, dorobek naukowy Habilitanta (z wyłączeniem osiągnięcia naukowego) oceniam pozytywnie. Spełnia on wymagania stawiane w postępowaniu o nadanie stopnia doktora habilitowanego w obszarze nauk inżynieryjno-technicznych.

5. Ocena działalności dydaktycznej, organizacyjnej i w zakresie popularyzacji nauki

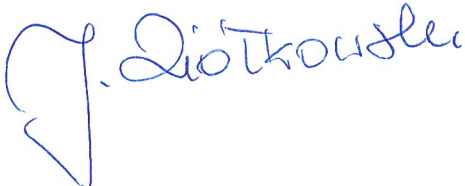
Dorobek dydaktyczny dr inż. Łukasza GRABOWSKIEGO po uzyskaniu stopnia doktora jest głównie związany z Wydziałem Mechanicznym Politechniki Lubelskiej, w której Habilitant prowadził zajęcia dydaktyczne na dwóch kierunkach: mechanika i budowa maszyn oraz transport. Jego doświadczenie obejmuje także zajęcia realizowane w języku angielskim w ramach programu ERASMUS (lata 2015-2019). Wykaz przedmiotów jest dość szeroki, ale mieści się w głównym obszarze zainteresowań Habilitanta. Dr inż. Łukasz GRABOWSKI posiada również doświadczenie dydaktyczne z 2 innych uczelni, tj. Państwowej Wyższej Szkole Zawodowej w Zamościu (2011) oraz Wyższej Szkole Przedsiębiorczości i Administracji w Lublinie (2012-16). Kandydat latach 2008-2014 prowadził wykłady i laboratoria w ramach szkoleń finansowanych z Europejskiego Funduszu Społecznego. Habilitant był promotorem łącznie 18 prac inżynierskich oraz 7 magisterskich a także recenzentem prac inżynierskich i magisterskich (łącznie zrecenzował 22 prace). Pozytywnie oceniam pełnienie funkcji promotora pomocniczego w 2 rozprawach doktorskich (1. Studium teoretyczno-eksperymentalne izolowanego wirnika nośnego o zmiennej geometrii skręcenia geometrycznego; 2. Badania procesu wtrysku w bezgłowicowym dwusuwowym silniku o zapłonie samoczynnym) w obu przypadkach promotorem był prof. dr hab. inż. Mirosław Wendeker. Powyżej wskazane prace zostały pozytywnie zakończone w roku 2022.

Dorobek organizacyjny dr inż. Łukasza GRABOWSKIEGO po uzyskaniu stopnia doktora oceniam jako dobry, tj. był on członkiem komitetu naukowego w 2 konferencjach, tj. *Interdyscyplinarnej Konferencji Naukowej TYGIEL* w latach 2017-2022 oraz *International Conference of Computational Methods in Engineering Science*, dwukrotnie w latach 2021 oraz 2023. Ponadto jest członkiem zwyczajnym w Polskim Towarzystwie Naukowym Silników Spalinowych (od roku 2010) oraz w Polskim Stowarzyszeniu Wodoru i Ogniw Paliwowych (od roku 2011). Pełnił także funkcję członka komitetu organizacyjnego *Interdyscyplinarnej Konferencji Naukowej TYGIEL* (lata 2017, 2018) oraz członka komitetu organizacyjnego *International Conference of Computational Methods in Engineering Science* (lata 2017, 2018). Kandydat jest laureatem szeregu nagród oraz wyróżnień za osiągnięcia organizacyjne (nagrody I-go stopnia Rektora Politechniki Lubelskiej uzyskane w latach 2019 oraz 2022, nagroda indywidualna II-go stopnia 2020). Otrzymał również wyróżnienia przez PAN Oddział w Lublinie i Marszałka Województwa Lubelskiego za udział w programie „Stypendia naukowe dla doktorantów” zakończony obroną rozprawy doktorskiej - 2010 oraz dyplomem Rektora Politechniki Lubelskiej za osiągnięcia zawodowe w roku 2011/2012.

Pozytywnie oceniam *współpracę* Habilitanta z *otoczeniem społeczno-gospodarczym*. Po uzyskaniu stopnia doktora aktywność w tym zakresie przejawiała się m. in. współpracą z sektorem gospodarczym reprezentowanym przez takie przedsiębiorstwa jak: WSK PZL Kalisz S.A., Tixewasch Polska, BIGHAND Rafał Bichta czy Grip Four sp. z o.o. w ramach projektów lub umów, a także wykonaniem szeregu ekspertyz lub opracowań/analiz na zamówienie instytucji publicznych lub przedsiębiorców (w łącznej liczbie wynoszącej 6). Swoje umiejętności praktyczne Kandydat rozwijał uczestnicząc w szkoleniach z zakresu pozyskiwania środków na badania, zarządzania projektami, jak również analizy danych, a także projektowania CAD oraz programowania mikrokontrolerów PLC (łącznie po doktoracie było to 10 szkoleń przeprowadzonych w latach 2010-2023).

6. Wniosek końcowy

Przedstawiona do recenzji monografia naukowa pt. *Konwersja energii chemicznej paliwa na energię elektryczną w spalinowym autobusie miejskim*, a także pozostała istotna aktywność naukowa Habilitanta stanowią znaczący dorobek naukowy dr. inż. Łukasza GRABOWSKIEGO i wnoszą znaczny wkład w rozwój dyscypliny naukowej *inżynieria lądowa, geodezja i transport*. Stwierdzam, że przedłożona jako osiągnięcie naukowe monografia, a także działalność dydaktyczna, organizacyjna oraz pozostała aktywność naukowa spełniają warunki dotyczące nadania stopnia naukowego doktora habilitowanego w dyscyplinie naukowej *inżynieria lądowa, geodezja i transport* określone w Ustawie z dnia 20 lipca 2018 r.- Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2018 r. poz. 1668, z późn. zm.). Uważam, że nadanie doktorowi inżynierowi Łukaszowi GRABOWSKIEMU stopnia naukowego doktora habilitowanego w dziedzinie *nauk inżynieryjno-technicznych* w dyscyplinie naukowej *inżynieria lądowa, geodezja i transport* jest zasadne.

 J. Diotkouski