

RECENZJA

w postępowaniu w sprawie nadania stopnia doktora habilitowanego

dr inż. Andrzejowi Borawskiemu

Podstawą niniejszej recenzji jest UCHWAŁA nr 9/2024 Rady Naukowej Wydziału Mechanicznego Politechniki Białostockiej z dnia 27.03.2024 r. w sprawie powołania komisji habilitacyjnej w postępowaniu w sprawie nadania stopnia doktora habilitowanego dr inż. Andrzejowi Borawskiemu w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych, w dyscyplinie inżynieria mechaniczna

1. Charakterystyka ogólna Wniosku

Habilitant wskazał, że jego głównym osiągnięciem naukowym jest jednotematyczny cykl publikacji pt. Ocena termofizycznych i tribotechnicznych właściwości ciernych materiałów kompozytowych stosowanych w układach hamulcowych pojazdów. Lista publikacji poniżej.

1. Borawski A. (2016) Suggested research method for testing selected tribological properties of friction components in vehicle braking systems, *Acta Mechanica et Automatica*, 10 (3), 223 – 226, DOI: 10.1515/ama-2016-0034 (IF=0)
2. Borawski A. (2021) Impact of operating time on selected tribological properties of the friction material in the brake pads of passenger cars, *Materials*, 14 (4), 884, 1 – 13, DOI: 10.3390/ma14040884 (IF=3,748)

3. Borawski A. (2022) Testing Passenger Car Brake Pad Exploitation Time's Impact on the Values of the Coefficient of Friction and Abrasive Wear Rate Using a Pin-on-Disc Method, *Materials*, 15 (6), 1991, 1 – 16, DOI: 10.3390/ma15061991 (IF=3,748)
4. Borawski A. (2018) Simulation Study of the Process of Friction in the Working Elements of a Car Braking System at Different Degrees of Wear, *Acta Mechanica et Automatica*, 12 (3), 221 – 226, DOI: 10.2478/ama-2018-0034 (IF=0)
5. Borawski A. (2020) Effects of initial speed and load of universal semitrailer on braking system's friction pair heating, *Heat Transfer Research*, 51 (15), 1417 – 1428, DOI: 10.1615/HEATTRANSRES.2020035553 (IF=2,443)
6. Borawski A., Szpica D., Mieczkowski G. (2020) Verification tests of frictional heat modeling results, *Mechanika*, 26 (3), 260 – 264, DOI: 10.5755/j01.mech.26.3.23775 (IF=0,597)
7. Borawski A., Szpica D., Mieczkowski G., Awad M.M., Shalaby R.M., Sallah M. (2021) Simulation study of the vehicle braking process with temperature-dependent coefficient of friction between brake pad and disc, *Heat Transfer Research*, 52 (2), 1 – 11, DOI: 10.1615/HEATTRANSRES.2020036668 (IF=1,975)
8. Borawski A., Szpica D., Mieczkowski G. (2022) Research on Tribological Features of Brake Friction Materials - Comparison of the Results Obtained with the Pin-On-Disc and Ball-Cratering Methods, *Mechanika*, 28 (4), 317 – 322, DOI: 10.5755/j02.mech.31673 (IF=0,579)
9. Borawski A. (2023) Study of the Influence of the Copper Component's Shape on the Properties of the Friction Material Used in Brakes - Part One, *Tribological Properties*, *Materials*, 16 (2), 749, 1 – 13, DOI: 10.3390/ma16020749 (IF=3,748)
10. Borawski A. (2023) Influence of the shape of the copper component on the mechanical properties of the friction material used in the disc brakes, *Journal of Theoretical and Applied Mechanics*, 4 (61), 807 – 818, DOI:10.15632/jtam-pl/172571 (IF=0,722)

11. Borawski A. (2023) Study of the influence of the shape of the copper component on the properties of the friction material used in brakes. Part III: Heating process during braking, Heat Transfer Research, 54(12), 1 – 13, DOI: 10.1615/HeatTransRes.v54.i12.10 (IF=1,975)

Ponadto wskazano informację o aktywności naukowej oraz opisano osiągnięcia natury dydaktycznej i organizacyjnej. Zgodnie z Art. 219. Ustawy Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce recenzent poddał ocenie to czy habilitant posiada w dorobku osiągnięcia naukowe stanowiące znaczny wkład w rozwój dyscypliny naukowej inżynieria mechaniczna oraz czy wykazuje się istotną aktywnością naukową realizowaną w więcej niż jednej uczelni, instytucji naukowej lub instytucji kultury, w szczególności zagranicznej. Dodatkowa oceniono działalność na polu dydaktycznym i organizacyjnym. Ocena tych ostatnich elementów nie jest związana z aspektami spełnienia wymogów ustawowych ale w według mnie stanowi istotne tło umożliwiające szersze spojrzenie na habilitanta.

2. Ocena osiągnięcia naukowego

2.1. Problematyka osiągnięcia naukowego

Badania elementów ciernych w układach hamulcowych pojazdów samochodowych są niezwykle istotne z kilku kluczowych powodów.

Układy hamulcowe są jednymi z najważniejszych systemów w pojazdach, bezpośrednio wpływając na zdolność do bezpiecznego zatrzymania pojazdu. Elementy cierne, takie jak klocki i tarcze hamulcowe, odgrywają kluczową rolę w tym procesie, dlatego ich właściwości muszą być dokładnie badane, aby zapewnić skuteczne i niezawodne hamowanie w różnych warunkach drogowych i atmosferycznych.

Elementy cierne są narażone na duże obciążenia mechaniczne i termiczne. Ich wytrzymałość i trwałość są kluczowe dla zapewnienia długiego okresu użytkowania bez

konieczności częstej wymiany. Badania pomagają określić, jakie materiały i konstrukcje są najbardziej odporne na zużycie i degradację w warunkach eksploatacji.

Efektywność hamowania jest bezpośrednio związana z jakością elementów ciernych. Badania pozwalają na optymalizację współczynnika tarcia, co przekłada się na lepszą kontrolę nad pojazdem podczas hamowania. Dzięki temu możliwe jest skrócenie drogi hamowania oraz poprawa stabilności pojazdu.

Współczesne badania koncentrują się również na minimalizowaniu wpływu elementów ciernych na środowisko. Tradycyjne materiały, takie jak azbest, zostały zastąpione bardziej przyjaznymi dla środowiska alternatywami. Jednak nowe materiały również muszą być dokładnie badane pod kątem emisji pyłów i innych substancji podczas eksploatacji, aby zminimalizować ich negatywny wpływ na zdrowie ludzi i środowisko.

Optymalizacja elementów ciernych pod kątem trwałości i wydajności ma bezpośredni wpływ na koszty eksploatacji pojazdów. Trwalsze i bardziej efektywne materiały mogą zmniejszyć częstotliwość i koszty wymiany części, co jest korzystne zarówno dla użytkowników pojazdów, jak i dla producentów.

Badania nad elementami ciernymi prowadzą do ciągłego rozwoju nowych technologii i materiałów. Wprowadzanie innowacyjnych rozwiązań, takich jak kompozytowe materiały cierne, pozwala na poprawę parametrów technicznych i użytkowych układów hamulcowych, co jest kluczowe w kontekście postępu technologicznego w przemyśle motoryzacyjnym.

Badania elementów ciernych w układach hamulcowych są zatem kluczowe dla zapewnienia bezpieczeństwa, efektywności, trwałości oraz ochrony środowiska. Dzięki nim możliwy jest rozwój nowoczesnych i bardziej zaawansowanych technologii hamowania, które przyczyniają się do poprawy jakości i bezpieczeństwa transportu drogowego. Hamulce cierne w pojazdach samochodowych na chwilę obecną wydają się być niezastąpione. Proces hamowania wspomagają wprowadzone systemy odzysku energii ale nadal nawet w pojazdach elektrycznych hamulce cierne będą stanowić

podstawowy układ umożliwiający zwalnianie lub zatrzymanie pojazdów mechanicznych.

Wobec powyższego recenzent jest zdania, że tematyka osiągnięcia naukowego dr. inż. Andrzeja Borawskiego jest aktualna, posiada elementy poznawcze i użytkowe uzupełniające dotychczasowy dorobek w tym obszarze.

2.2. Analiza i ocena merytoryczna osiągnięcia Autora

Najważniejsze osiągnięcia naukowe Andrzeja Borawskiego to cykl publikacji dotyczących termofizycznych i tribotechnicznych właściwości ciernych materiałów kompozytowych stosowanych w układach hamulcowych pojazdów. Cykl ten obejmuje 11 artykułów, z których osiem zostało napisanych samodzielnie, a trzy we współautorstwie. Publikacje te ukazały się w renomowanych czasopismach, takich jak "Materials", "Acta Mechanica et Automatica", "Heat Transfer Research" i "Mechanika".

Genezą podjęcia tematu były aspekty związane z problemami produkcyjnymi, eksploatacyjnymi i uтиlizacyjnymi materiałów wykorzystywanych jako zamiennik azbestu i pełniących rolę zbrojenia w kompozytowych materiałach ciernych. Uwagę zwracają dwa najczęściej stosowane: włókna aramidowe (w tym kevlar) oraz włókna węglowe. Badania habilitanta skupiają się na właściwościach ciernych materiałów hamulcowych, wpływie temperatury na te właściwości oraz metodach ich testowania. Habilitant przeprowadził symulacje i eksperymenty laboratoryjne, które pozwoliły na lepsze zrozumienie procesów zachodzących w układach hamulcowych podczas eksploatacji. Jego prace wykazały, że istnieje możliwość zastąpienia szkodliwych materiałów, takich jak włókna aramidowe, miedzią w postaci włóknistej, co może poprawić zarówno bezpieczeństwo, jak i właściwości mechaniczne materiałów hamulcowych.

W artykule nr 1 na podstawie uzyskanych wyników i przyjętych wcześniej kryteriów ustalono parametry docelowego eksperymentu, które zapewniają największą powtarzalność wyników. Wybrane wartości prędkości obrotowej kuli, siły nacisku i drogi tarcia muszą być stałe podczas testów wszystkich próbek z danej grupy.

Jednym z kluczowych, bezpośrednich wyników były czasowe profile siły tarcia. Po odrzuceniu okresu docierania, średnia wartość siły tarcia w czasie trwania procesu umożliwiła wyznaczenie współczynnika tarcia za pomocą prawa Coulomba. Wartości współczynnika szybkości zużycia ściernego ustalano pośrednio, mierząc wielkość kraterów zgodnie z prawem Archarda.

W artykule 2 na podstawie metodyki opracowanej w artykule 1 zbadano wpływ długości okresu eksploatacji na właściwości tribologiczne klocków hamulcowych. Analiza strukturalna elementów roboczych hamulców wykazała, iż w klocku hamulcowym (nakładce) występują wyraźne trzy warstwy: warstwa cierna, stanowiąca 70 – 90 % całkowitej grubości materiału kompozytowego, międzywarstwa oraz płyta nośna. Każda z nich wykonana jest z innego materiału, cechuje się więc odmiennymi właściwościami tribologicznymi oraz mechanicznymi.

W artykule nr 3 celem badań było sprawdzenie, czy opisana w artykułach 1 i 2 nowatorska metoda, oparta na skojarzeniu punktowym kula – tarcza, może być alternatywą dla powszechnie stosowanego kontaktu liniowego trzpień – tarcza. Badania właściwości ciernych przy użyciu kontaktu liniowego są najczęściej wykorzystywane w analizach tribologicznych układów hamulcowych. W artykule 3 przedstawiono wyniki badań, które pokazują wpływ długości okresu eksploatacji na wartości współczynnika tarcia i szybkości zużycia ściernego, uzyskane przy użyciu tej metody. Przedmiotem badań były próbki pobrane z czterech rodzajów klocków hamulcowych, przeznaczonych do: małego pojazdu miejskiego (grupa I), samochodu klasy premium (grupa II), pojazdu sportowo-użytkowego (SUV) (grupa III) i pojazdu dostawczego (grupa IV). Przygotowano w sumie sto jedenaście próbek walcowych o średnicy 25,4 mm. Każda z czterech grup zawierała zarówno nowe materiały, jak i te o różnym stopniu zużycia. Badania tribologiczne próbek wykonano na certyfikowanym stanowisku laboratoryjnym T-11 produkcji „Instytutu Technologii Eksploatacji Radom”. Rezultaty pomiarów siły tarcia pozwoliły obliczyć za pomocą prawa Coulomba odpowiednie wartości współczynnika tarcia μ . Zbadano wpływ długości okresu eksploatacji na współczynnik szybkości zużywania ściernego. Obliczono ubytki masy w

każdym badaniu oraz określono odchylenia standardowe dla poszczególnych grup próbek. Ustalano wartości współczynnika szybkości zużywania ściernego K_c . Badania potwierdziły istnienie etapu nieznacznej redukcji K_c do wartości stopnia zużycia eksploatacyjnego 70%, a następnie gwałtownego zmniejszenia w późniejszym okresie, odpowiadającego znacznemu zużyciu warstwy ciernej. Otrzymane rezultaty wykazały, że badania tribologiczne przeprowadzane na stanowisku T-20 (kontakt punktowy tarcza – kula) mogą być stosowane zamiennie z badaniami realizowanymi na stanowisku T-11 (kontakt liniowy tarcza – trzpień).

W artykule 4 sformułowano zagadnienie początkowo-brzegowe dotyczące przewodnictwa cieplnego, uwzględniając generację ciepła na skutek tarcia w obszarze kontaktu nakładki z tarczą. Założono doskonały kontakt cieplny, co oznaczało, że suma intensywności strumieni ciepła skierowanych od powierzchni ciernej do wnętrza nakładki i tarczy była równa gęstości mocy tarcia, a temperatura powierzchni ciernych nakładki i tarczy w obszarze kontaktu była taka sama. Na wolnych powierzchniach obu elementów uwzględniono chłodzenie konwekcyjne i radiacyjne. Przyjęto, że właściwości materiałów nakładki i tarczy nie zmieniały się pod wpływem temperatury, a współczynnik konwekcyjnej wymiany ciepła zależał od prędkości pojazdu. Rozwiązanie zagadnienia uzyskano przy użyciu metody elementów skończonych wbudowanej w programie COMSOL Multiphysics. Zbadano wpływ procentowego stopnia zużycia klocka hamulcowego na ewolucję temperatury powierzchni ciernej oraz maksymalną temperaturę układu.

W artykule 5 postanowiono sprawdzić, do jakich temperatur nagrzewają się materiały cierne stosowane w układach hamulcowych pojazdów ciężarowych. Do badań wybrano uniwersalną naczepę o masie własnej 6190 kg i ładowności 32 380 kg. Rozpatrzono sześć różnych wariantów analizy numerycznej, obejmujących trzy wersje obciążenia ładunkiem (bez ładunku, połowa dopuszczalnej masy oraz pełne obciążenie) przy dwóch wartościach prędkości początkowej (50 i 80 km/h). Symulacje procesów nagrzewania w układzie hamulcowym przeprowadzono za pomocą metody elementów skończonych (MES) w rozwiązaniu początkowo-brzegowego zagadnienia

przewodnictwa cieplnego, uwzględniając generację ciepła na skutek tarcia. Założono, że materiały bębna i okładziny ciernej były jednorodne i ich właściwości nie zmieniały się pod wpływem temperatury. Przeanalizowano przypadek hamowania ze stałym opóźnieniem, zakładając, że ciśnienie kontaktowe osiąga swoją wartość nominalną, pomijając czas narastania siły hamowania. W modelu obliczeniowym uwzględniono również wymianę ciepła przez konwekcję i radiację na powierzchniach wolnych elementów roboczych.

W artykule 6 celem pracy była ocena, w jakim stopniu badania symulacyjne prezentowane w artykule nr 5 odzwierciedlają rzeczywiste warunki. Do przeprowadzenia badań wykorzystano certyfikowane stanowisko T-11. Stanowisko laboratoryjne zapewniało stałą prędkość poślizgu oraz stałą wartość siły docisku. Cylindryczna próbka użyta w eksperymencie została wykonana ze stali ŁH15, natomiast przeciwpróbką była tarcza o średnicy 1 cala wykonana z żeliwa szarego ZI250. Temperaturę mierzono za pomocą termopary typu K umieszczonej w odległości 1 mm od powierzchni ciernej próbki.

W artykule nr 7 opracowano model numeryczny do wyznaczenia temperatury układu ciernego nakładka – tarcza z uwzględnieniem wrażliwości termicznej współczynnika tarcia. Opracowane zależności temperaturowe współczynnika tarcia były oparte na rezultatach badań doświadczalnych. Badając wpływ temperatury na współczynnik tarcia ustalono, że dla większości materiałów ciernych wartość współczynnika tarcia wraz ze wzrostem temperatury zmniejsza się osiągając wartość minimalną, a następnie gdy temperatura staje się dość wysoka występuje jego gwałtowny wzrost.

W artykule nr 8 rozwinęto zagadnienie podjęte artykułach 2 i 3. Współczynnik tarcia w tarczowym układzie hamulcowym wyznaczano tam z wykorzystaniem stanowisk laboratoryjnych T-20 (kula – tarcza) i T-11 (sworzeń – tarcza). Wówczas wykonano pomiary z użyciem klocków hamulcowych stosowanych w różnych modelach pojazdów osobowych. W pracy 8 postanowiono sprawdzić, czy między wynikami uzyskanymi tymi dwoma metodami występują rozbieżności, a jeśli tak, to jak

duże. Badania przeprowadzono na próbkach pobranych z trzech rodzajów klocków hamulcowych o różnym stopniu zużycia: fabrycznie nowych oraz zużytych w około 50%. Powstało sześć grup badawczych, z których każda zawierała po cztery próbki. Łącznie zbadano 24 próbki.

A artykule nr 9 postawiono pytanie: czy miedź może pełnić też funkcję zbrojenia bez pogorszenia właściwości tribologicznych pary ciernej eliminując tym samym aramid ze składu materiału klocka hamulcowego? Rezultaty przeprowadzonych badań doświadczalnych wykazały, że wraz ze spadkiem zawartości aramidu wartość współczynnika tarcia jak i intensywność zużywania ściernego rośnie. Najlepsze z punktu widzenia bezpieczeństwa wyniki otrzymano przy całkowitym zastąpieniu aramidu włóknami miedzi. Spowodowało to wzrost wartości współczynnika tarcia o około 13 % przy jednoczesnym zwiększeniu współczynnika szybkości zużywania ściernego o około 8 %.

W artykule nr 10 stwierdzono, że możliwe jest zastąpienie aramidu włóknami miedzianymi przy jednoczesnym wzroście właściwości mechanicznych kompozytowego materiału cierneho. Najkorzystniejsze wyniki uzyskano dla o zawartość aramid 4%, a włókien miedzi o długości 4 - 6 mm – 25 %.

W artykule 11 założono, że ciśnienie jest rozłożone równomiernie w obszarze kontaktu tarczy z nakładką. Przyjęto, że czynniki zewnętrzne takie jak: wiatr, pochylenie nawierzchni, nierówności drogi nie mają wpływu na przebieg procesu hamowania, a hamowanie (rozpędzanie) odbywa się ze stałym opóźnieniem (przyspieszeniem) i bez poślizgu. Wyznaczone doświadczalnie właściwości cieplno - fizyczne oraz mechaniczne stosowanych materiałów ciernych. Badania symulacyjne wykonano z wykorzystaniem metody elementów skończonych zaimplementowanej w pakiecie COMSOL Multiphysics.

Podsumowując, opracowano metodykę prowadzenia trybologicznych badań eksperymentalnych materiałów kompozytowych. Kluczowym elementem tych badań jest zastosowanie układu kula-tarcza. Starannie zaprojektowany proces badawczy pozwolił na osiągnięcie powtarzalnych wyników z błędem względnym poniżej 1%.

Udowodniono możliwość zastąpienia konwencjonalnego zbrojenia kompozytowego materiału ciernego, takiego jak aramid, za pomocą włókien miedzi. Miedź pełni funkcję modyfikatora tarcia. Miedź wpływa pozytywnie na właściwości mechaniczne, nie zmieniając jednocześnie w sposób znaczący parametrów tribologicznych i trybu temperaturowego układu hamulcowego.

Badania naukowe zaprezentowane w jedenastu wykazanych pracach naukowych mają charakter logicznie uporządkowanego i spójnego cyklu. Mogą mieć one znaczący wpływ na rozwój technologii materiałów hamulcowych, i mogą przyczyniając się do poprawy ich wydajności i bezpieczeństwa. Stanowią zatem znaczny wkład w rozwój dyscypliny naukowej inżynieria mechaniczna **Z uwagi na powyższe główne osiągnięcie naukowe habilitanta oceniam pozytywnie.**

2.3. Ocena istotnej aktywności naukowej

Parametry bibliometryczne habilitanta wynoszą

h-index:

Google Scholar: 11

Scopus: 12

Liczba cytowań:

Google Scholar: 348

Scopus: 363

Sumaryczny IF - Σ IF: 64,803

Publikacje:

Łączna liczba publikacji: 66

Artykuły z listy A (do 2018): 1

Artykuły z listy B (do 2018): 4

Artykuły z aktualnego wykazu (od 2019): 26

Artykuły spoza aktualnego wykazu czasopism: 5

Materiały konferencyjne (spoza WoS): 108

Rozdziały w monografiach: 20

Patenty: 1

Inne Osiągnięcia:

Rozprawy doktorskie: 1 – promotorstwo pomocnicze

Udział w projektach: 3

Wskaźniki h-index zarówno w Google Scholar (11), jak i Scopus (12) są solidne, świadcząc o uznaniu i wpływie prac naukowych w środowisku akademickim. Liczba cytowań (348 w Google Scholar i 363 w Scopus) jest zadowalająca, co sugeruje, że prace autora są regularnie cytowane przez innych naukowców.

Łączna liczba publikacji (66) jest duża. Wysoka liczba artykułów z aktualnego wykazu (26 od 2019) świadczy o aktywnej działalności naukowej i aktualnym wkładzie w rozwój dziedziny. Liczba artykułów spoza aktualnego wykazu czasopism (5) oraz materiałów konferencyjnych (108) wskazuje na szeroką dystrybucję badań naukowych.

Rozdziały w monografiach (20) i patenty (1) podkreślają wszechstronność autora w dziedzinie badań i rozwoju. Wysoki wskaźnik IF wskazuje na publikowanie w czasopismach o wysokim wpływie, co potwierdza jakość i znaczenie badań autora.

Reasumując dorobek naukowy jest znaczny, obejmuje szeroki zakres publikacji, wysoki wskaźnik cytowań oraz udział w projektach badawczych. Wszystkie te czynniki świadczą o znaczącym wkładzie autora w rozwój nauki i technologii. Zdecydowana większość osiągnięć naukowych powstała po uzyskaniu stopnia doktora nauk technicznych. – jest datowana po roku 2014.

Pan Andrzej Borawski odbył staż naukowy w Kaunas University of Technology na Litwie, gdzie prowadził badania nad ekologicznymi komponentami do produkcji materiałów ciernych. Wyniki tych badań zostały opublikowane w kilku artykułach naukowych. Od 2019r. Habilitant współpracuje z Uniwersytetu w Mansourze (Egipt). Rezultatem współpracy było wykonanie wspólnych badań, których rezultaty opublikowano w 7 artykułach naukowych

Reasumując, ocena istotnej aktywności naukowej dr. inż. Andrzeja Borawskiego jest pozytywna.

3. Ocena dorobku dydaktycznego i organizacyjnego

Osiągnięcia dydaktyczne:

Jako promotor, habilitant zakończył 58 prac dyplomowych, w tym 42 inżynierskie i 16 magisterskich. Prace dyplomowe były realizowane głównie na kierunku mechanika i budowa maszyn. Pan Andrzej Borawski był recenzentem 39 prac dyplomowych.

Habilitant jest autorem programów nauczania dla wielu kierunków, co świadczy o jego szerokiej wiedzy i zdolności do tworzenia innowacyjnych i aktualnych programów edukacyjnych. Programy te obejmują różne dziedziny, takie jak mechanika i budowa maszyn, automatyka i robotyka, mechatronika oraz inżynieria biomedyczna. Tworzenie programów dla przedmiotów takich jak budowa pojazdów, napędy elektryczne i hybrydowe czy bezpieczeństwo i teoria ruchu pojazdów pokazuje umiejętność dostosowania treści dydaktycznych do potrzeb współczesnej techniki i przemysłu.

Prowadzenie zajęć z szerokiej gamy przedmiotów na różnych kierunkach i poziomach studiów (stacjonarne i niestacjonarne) świadczy o jego wszechstronności dydaktycznej i umiejętności przekazywania wiedzy w sposób przystępny i angażujący.

Osiągnięcia organizacyjne:

Habilitant pełnił funkcję opiekuna roczników, co wskazuje na jego zaangażowanie w rozwój i wsparcie studentów. Organizacja praktyk studenckich, w tym dla studentów zagranicznych, podkreśla jego umiejętność organizacyjną i zdolność do tworzenia międzynarodowych doświadczeń edukacyjnych.

Wielokrotne członkostwo w Wydziałowej Komisji Rekrutacyjnej świadczy o zaufaniu, jakim jest obdarzany oraz o jego roli w procesie rekrutacji i utrzymaniu wysokiego poziomu kształcenia na wydziale.

Udział w programie Teaching Staff Mobility (Erasmus+) oraz wygłaszanie wykładów na międzynarodowych konferencjach (np. Uniwersytet w Mansourze) świadczą o jego aktywności w międzynarodowej współpracy akademickiej oraz o umiejętności popularyzacji nauki na szeroką skalę.

Długoterminowa opieka nad studenckim kołem naukowym i sukcesy drużyny Cerber Motorsport, takie jak liczne nagrody i wyróżnienia w zawodach Formula Student, wskazują na jego zdolność do skutecznego mentorowania i inspirowania studentów do osiągania wysokich wyników.

Aktywny udział w licznych wydarzeniach promujących wydział i uczelnię, takich jak Dni Otwarte PB, Podlaski Festiwal Nauki i Sztuki, oraz prezentacje dla uczniów i gości, pokazuje jego zaangażowanie w popularyzację nauki i promocję uczelni.

Habilitant wykazuje znaczne osiągnięcia dydaktyczne i organizacyjne. Jego działalność obejmuje szerokie spektrum działań, od promotorstwa i recenzowania prac dyplomowych, przez tworzenie programów nauczania, po aktywną współpracę międzynarodową i opiekę nad kołem naukowym. Jego wkład w rozwój nauki i edukacji na Wydziale Mechanicznym Politechniki Białostockiej jest znaczący i wszechstronny, co czyni go cennym członkiem społeczności akademickiej.

Działalność Ekspercka:

Od 2014 roku habilitant sporządza opinie i ekspertyzy techniczne na zlecenia sądów, prokuratury, policji, firm i osób fizycznych. Jako rzeczoznawca ds. jakości towarów lub usług Podlaskiego Wojewódzkiego Inspektora Inspekcji Handlowej w Białymstoku, habilitant specjalizuje się w budowie i eksploatacji maszyn i pojazdów. Od 2019 roku wykonuje prace dla Instytutu Rzeczoznawstwa Samochodowego. Łącznie sporządził 119 opinii i ekspertyz technicznych, co świadczy o jego doświadczeniu i wysokiej kompetencji w tej dziedzinie.

Nagrody i wyróżnienia:

Habilitant został nagrodzony przez Rektora PB za działalność naukową, dydaktyczną i organizacyjną w latach akademickich 2016/17, 2017/18, 2018/19, 2019/20, 2020/21 i 2021/22. Te nagrody potwierdzają jego znaczący wkład w rozwój uczelni i wysoką jakość pracy. Odznaczenia i Wyróżnienia uzyskane przez Pan Andrzeja Borawskiego to: Srebrna Honorowa Odznaka SIMP, Medal Komisji Edukacji Narodowej, Brązowy Medal za Długoletnią Służbę.

Działalność dydaktyczną i organizacyjną dr. inż. Andrzeja Borawskiego udokumentowaną prezentowanymi osiągnięciami na tym polu oceniam bardzo wysoko.

4. Uwagi krytyczne w odniesieniu do złożonego Wniosku

W zakresie dalszych prac habilitanta proponuję uwzględnić to, że Norma Euro 7 wprowadza po raz pierwszy regulacje dotyczące emisji cząstek stałych z hamulców. Zgodnie z nowymi standardami, pojazdy będą musiały spełniać limity emisji pyłów hamulcowych wynoszące maksymalnie 7 mg na kilometr do roku 2035, po czym limit zostanie prawdopodobnie obniżony do 3 mg/km. Norma wprowadza również współczynniki korekcyjne dla różnych typów pojazdów. Pojazdy elektryczne (EV) będą miały znacznie niższe limity emisji cząstek stałych z hamulców ze względu na regeneracyjne hamowanie, które minimalizuje użycie tradycyjnych hamulców mechanicznych. Dla pojazdów hybrydowych również przewidziane są odpowiednie współczynniki korekcyjne, które uwzględniają mniejszą emisję pyłów w porównaniu do pojazdów z silnikami spalinowymi. Przemysł motoryzacyjny podejmuje działania mające na celu spełnienie tych wymagań, m.in. poprzez rozwój nowych materiałów ciernych oraz zaawansowanych systemów hamulcowych. Przykładowo, firma Brembo opracowała tarcze hamulcowe Greentive z powłoką zmniejszającą zużycie tarcz i emisję cząstek stałych. Nowe regulacje mają na celu znaczące poprawienie jakości powietrza, zwłaszcza w obszarach miejskich, gdzie emisje z hamulców mogą przekraczać emisje z nowoczesnych silników spalinowych. Implementacja normy Euro 7 rozpocznie się dla samochodów osobowych i lekkich pojazdów użytkowych pod koniec 2026 roku, a dla ciężkich pojazdów komercyjnych i autobusów w połowie 2028 roku.

5. Ocena ogólna i wniosek końcowy

Uwzględniając ocenione pozytywnie osiągnięcie naukowe dr inż. Andrzeja Borawskiego w postaci cyklu publikacji powiązanych tematycznie, zatytułowane: „Ocena termofizycznych i tribotechnicznych właściwości ciernych materiałów

kompozytowych stosowanych w układach hamulcowych pojazdów” oraz przedstawione do oceny wybrane publikacje naukowe autorstwa lub współautorstwa dr inż. Andrzeja Borawskiego, a także dojrzałość Habilitanta, znaczny Jego dorobek, krajowy i zagraniczny, świadczący o stale wzrastającej aktywności i pozycji naukowej, stwierdzam, że odpowiadają one wymaganiom określonym w Art. 219. Ustawy Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce w zakresie niezbędnym do ubiegania się o stopień doktora habilitowanego.

Wnioskuje o dopuszczenie dr. inż. Andrzeja Borawskiego do dalszych etapów postępowania habilitacyjnego.

Longwiec Rafał