

Warszawa, dn. 07.11.2019 r.

Prof. dr hab. inż. Krzysztof Zboiński  
Wydział Transportu Politechniki Warszawskiej  
Ul. Koszykowa 75  
00-662 Warszawa

**Recenzja**  
**osiągnięcia naukowego i wdrożeniowego (projektowo-konstrukcyjnego) nt.**

**Określenie wpływu wybranych czynników na zużycie elementów pojazdów szynowych i maszyn poprzez:**

- I. Badania zużycia i trwałości kół oraz innych elementów pojazdów szynowych z zastosowaniem smarowania oraz powłok przeciwzużyciowych;**
- II. Oryginalne rozwiązania projektowe i konstrukcyjne zwiększające trwałość oraz bezpieczeństwo eksploatacji pojazdów szynowych i maszyn**

**oraz istotnej aktywności naukowej dra inż. Grzegorza Zająca**

**w postępowaniu habilitacyjnym wszczętym w dziedzinie nauk technicznych, w dyscyplinie Budowa i Eksploatacja Maszyn, a kończącym się nadaniem stopnia w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych w dyscyplinie Inżynieria Mechaniczna**

## **1. Podstawa opracowania**

Podstawę wykonania recenzji stanowi pismo o znaku sprawy M.00.520.192/2019 z dnia 23.09.2019 roku Dziekana Wydziału Mechanicznego (WM) Politechniki Krakowskiej (PK) prof. dr hab. inż. Jerzego Andrzeja Śładka wystosowane na podstawie pisma nr BCK-VI-L-9068/2019 Centralnej Komisji do Spraw Stopni i Tytułów, w którym powołując komisję habilitacyjną w postępowaniu o nadanie stopnia doktora habilitowanego dr inż. Grzegorzowi zającowi powierza ona funkcję recenzenta mojej osobie.

## **2. Sylwetka habilitanta**

Dr inż. Grzegorz Zajac uzyskał tytuł zawodowy magistra inżyniera w roku 2000 w zakresie Eksploatacja Maszyn Roboczych i Transportowych na Wydziale Mechanicznym Politechniki Krakowskiej (WM PK). Stopień naukowy doktora nauk technicznych w dyscyplinie Budowa i Eksploatacja Maszyn uzyskał w roku 2005 również na WM PK. Tytuł rozprawy doktorskiej to: *Wpływ materiału klocków hamulcowych pojazdu szynowego na zużycie pary trącej i poziom hałasu*, a jej promotorem był dr hab. inż. Paweł Piec, prof. PK.

Po ukończeniu studiów w roku 2000 habilitant podjął studia doktoranckie w dziedzinie Budowa i Eksploatacja Maszyn na WM PK. W tym okresie podjął również podyplomowe studia pedagogiczne w Uczelnianym Centrum Pedagogiki i Psychologii Politechniki Krakowskiej. Jeszcze jako doktorant w roku 2005 zatrudniony został na stanowisku asystenta (naukowo-dydaktycznego) w Katedrze Niezawodności i Eksploatacji Technicznej Instytutu Pojazdów Szynowych PK. Po ukończeniu doktoratu i odbyciu półrocznego stażu przemysłowego uzyskał mianowanie na stanowisko adiunkta na którym pozostaje do obecnej chwili.

Ponadto w latach 2013-2014 pełnił obowiązki kierownika Zakładu Niezawodności i Bezpieczeństwa w Transporcie szynowym, a w latach 2014-2017 pełnił obowiązki Dyrektora Instytutu Pojazdów Szynowych PK.

## **3. Osiągnięcie naukowe**

### **3.1 Charakterystyka formalna osiągnięcia naukowego**

Osiągnięcie naukowe uzyskane po uzyskaniu stopnia dra i stanowiące, zgodnie z Ustawą z dn. 14.03.2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (z

późniejszymi zmianami), znaczny wkład autora w rozwój określonej dyscypliny naukowej (tu Inżynieria Mechaniczna) reprezentują przedstawione do oceny: cykl 9 publikacji naukowych powiązanych tematycznie oraz 11 oryginalnych i wdrożonych rozwiązań konstrukcyjnych i projektowych. Osiągnięcie to nosi tytuł: *Określenie wpływu wybranych czynników na zużycie elementów pojazdów szynowych i maszyn poprzez: I. Badania zużycia i trwałości kół oraz innych elementów pojazdów szynowych z zastosowaniem smarowania oraz powłok przeciwzużyciowych; II. Oryginalne rozwiązania projektowe i konstrukcyjne zwiększające trwałość oraz bezpieczeństwo eksploatacji pojazdów szynowych i maszyn.*

Uwzględniając udział habilitanta w pracach współautorskich na publikowane osiągnięcie habilitanta składają się literalnie:

1. **Zajac G.**, Wieloaspektowe badania empiryczne z zakresu zużycia kół pojazdów szynowych, Wydawnictwo Politechniki Krakowskiej, 2019, 202 s., ISBN 978-83-65991-60-7, **25 pkt MNiSW** (obecnie 80 pkt).
2. Ortiz J.O., Betancur G.R, Gómez J., Castañeda L.F., **Zajac G.**, Gutiérrez-Carvajal R.E., *Detection of structural damage and estimation of reliability using a multidimensional monitoring approach.* Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers. Part F, Journal of Rail and Rapid Transit 232(4), pp. 1021-1032, 2018, doi: 10.1177/0954409717707122. **25 pkt MNiSW** (obecnie 70 pkt).  
Zadeklarowany i potwierdzony oświadczeniami udział habilitanta w publikacji wynosi 17%. Wkład ten polegał na: opracowaniu koncepcji, metodyki badań obciążeń działających na belkę skrętową i ich implementacji do badań zmęczeniowych prototypu z uwzględnieniem wymagań norm i przepisów dotyczących badania elementów konstrukcyjnych pojazdów szynowych.
3. Gutiérrez-Carvajal R.E., Betancur G.R, Castañeda L.F., **Zajac G.**, *A fractional Fourier transform-based method to detect impacts between the bogie and the car body of a railway vehicle: A data-driven approach.* Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers. Part F, Journal of Rail and Rapid Transit 232(1), pp. 288-296, 2018, doi: 10.1177/0954409716675187. **25 pkt MNiSW** (obecnie 70 pkt).  
Zadeklarowany i potwierdzony oświadczeniami udział habilitanta w publikacji wynosi 25%. Wkład ten polegał na: opracowaniu metodyki badań w zakresie oddziaływania układu biegowego na czop skrzętu i ocenie wyników badań.
4. Gutiérrez-Carvajal R.E., Betancur G.R, Barbosa J., Castañeda L.F., **Zajac G.**, *Full scale fatigue test performed to the bolster beam of a railway vehicle.* International Journal on Interactive Design and Manufacturing (IJIDeM) 12(1), pp. 253-261, 2018, doi: 10.1007/s12008-016-0361-0. **5 pkt. MNiSW** (obecnie 70 pkt).  
Zadeklarowany i potwierdzony oświadczeniami udział habilitanta w publikacji wynosi 20%. Wkład ten polegał na: walidacji metodyki badań z uwzględnieniem uwarunkowań formalno-prawnych w zakresie dopuszczenia do eksploatacji pojazdu szynowego ze zmodernizowaną belką. Habilitant wykonał również ocenę wyników badań.
5. **Zajac G.**, Kuźnar M., The effect of water lubrication with addition of non-ionic and anionic surfactants on the wear of the friction pair with a concentrated contact. Wpływ smarowania wodą z dodatkiem niejonowych oraz anionowych środków powierzchniowoczynnych na zużycie pary trącej ze stykiem skoncentrowanym. Tribologia 2017/4, str. 115-123. **15 pkt MNiSW** (obecnie 20 pkt).  
Zadeklarowany i potwierdzony oświadczeniami udział habilitanta w publikacji wynosi 90%. Wkład ten polegał na: opracowaniu koncepcji tribologicznych badań eksperymentalnych, przygotowaniu propozycji i selekcji środków modyfikujących tarcie w otwartym węźle tribologicznym oraz opracowaniu wyników badań.
6. **Zajac G.**, Michnej M., Analiza przyczyn nadmiernego zużycia kół jezdnych zestawów kołowych lokomotyw elektrycznych do ruchu towarowego typu BB 3700. Prace Naukowe Politechniki

Warszawskiej - Transport z. 15, s. 213-220, 2017. **7 pkt MNiSW** (obecnie 5 pkt).

Zadeklarowany i potwierdzony oświadczeniami udział habilitanta w publikacji wynosi 80%. Wkład ten polegał na: analizie stanu technicznego lokomotyw eksploatowanych w ruchu towarowym na niemieckiej sieci kolejowej, a także opracowaniu metodyki badań i przeprowadzeniu analizy uszkodzeń ze wskazaniem ich przyczyn.

7. Piec P., **Zajac G.**, Analysis of wear of wheel sets of rail vehicles in the aspect of contact phenomena. In eds. Aleksander Sladkovski [et al.], Most Transportowy Europa-Azja: 2 Polsko-Gruzińska Naukowo-Techniczna Konferencja, Tbilisi, 11-14 October 2016, Transport Bridge Europe-Asia Georgian Technical University. Tbilisi :Publishing House "Transport and Machinebuilding", 2016. pp. 35-41. ISBN 978-9941-0-9270-1. Rozdział w monografii **5 pkt MNiSW** (obecnie 5 pkt).

Zadeklarowany i potwierdzony oświadczeniami udział habilitanta w publikacji wynosi 50%. Wkład ten polegał na: akwizycji danych z badań eksploatacyjnych zużycia kół pojazdów szynowych, wskazanie wiodących procesów zużycia i określenie środków zmierzających do ograniczenia zużycia kół pojazdów szynowych.

8. Guzowski S., Michnej M., **Zajac G.**, Tribological wear of wheel rims in rail vehicles in operating conditions. Zużycie tribologiczne wieńców kół tocznych pojazdów szynowych w warunkach eksploatacji. Tribologia, 2016/4, str. 91-99, 2016. **15 pkt MNiSW** (obecnie 20 pkt).

Zadeklarowany i potwierdzony oświadczeniami udział habilitanta w publikacji wynosi 55%. Wkład ten polegał na: analizie procesu wytwarzania kół kolejowych, w szczególności odnośnie właściwych parametrów obróbki cieplnej wieńców kół, doboru materiałów, obrazów zużycia typu spalling tych obręczy, wskazaniu mechanizmu zużycia wieńców kół pojazdów szynowych eksploatowanych w różnych warunkach i określeniu związku pomiędzy zużyciem a technologią wytwarzania.

9. Guzowski S., **Zajac G.**, Kaczor G., Scuffing wear of the tribological pairs under oscillatory motion. Tribologia, 2016/5, str. 31-406. **15 pkt MNiSW** (obecnie 20 pkt).

Zadeklarowany udział habilitanta w publikacji wynosi 50%. Wkład ten polegał na: przygotowaniu metodyki badań laboratoryjnych na testerze T-05, wyborze modelu kinematycznego węzła tarcia, doborze parametrów obciążenia i prędkości. Ponadto udziałem było opracowanie wniosków do dalszych badań, w tym w zakresie zużycia typu scuffing.

Publikacje te można łącznie scharakteryzować w następujący sposób. Są to:

- 1 monografia autorska – odpowiednio poz. 1;
- 2 artykuły w czasopiśmie z listy A MNiSW, tj. posiadającym impact factor (IF) oraz znajdującym się w bazie Journal Citation Reports (JCR) – poz. 2 i 3;
- 1 artykuł w czasopiśmie zagranicznym indeksowany w bazach WoS i SCOPUS – poz. 4
- 1 rozdział w monografii (tzw. pokonferencyjny) – poz. 7;
- 4 artykuły w czasopismach z listy B MNiSW – poz. 5, 6, 8 i 9.

Punktacja poszczególnych pozycji (tu i dalej w recenzji) jest zgodna z obowiązującą w roku wydania danej publikacji. Ponadto w nawiasie podano punktację obecną, zgodną z obowiązującą ustawą *Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce*. Uczyniono to bardziej dla celów informacyjnych, a nie dla potrzeb oceny osiągnięcia.

Pośród wszystkich 9 publikacji 7 opublikowano w języku angielskim, a jedna publikacja (monografia) jest autorska. W czterech pracach współautorskich udział habilitanta jest proporcjonalny do liczby autorów współpracujących przy ich opracowaniu (poz. 2, 3, 4 i 7). Wyjątki stanowią publikacje dwuautorskie (poz. 5 i 6) gdzie udział habilitanta wynosi odpowiednio 90 i 80% oraz publikacje trzyautorskie (poz. 8 i 9) gdzie udział habilitanta wynosi 55 i 50%. Lata opublikowania elementów osiągnięcia to okres od 2016 do 2019 roku.

Na 11 oryginalnych i wdrożonych rozwiązań konstrukcyjnych i projektowych, wchodzących w skład osiągnięcia, składają się uwzględniając zadeklarowany udział procentowy następujące pozycje:

1. Opracowanie dokumentacji technicznej modernizacji lokomotywy spalinowej serii SM42 eksploatowanej w warunkach przedsiębiorstwa hutniczego (lokomotywa manewrowa 6Dg) M-8/363/2006, (NEWAG S.A. ul. Wyspiańskiego 3, 33-300 Nowy Sącz).
2. Prace badawcze i wdrożeniowe Projektu pt. „Opracowanie i wdrożenie innowacyjnej technologii zwiększenia trwałości kół w transporcie szynowym” Umowa o dofinansowanie z dnia 19.10.2009 r. nr UDA-POIG.01.04.00-24-040/09-00, UDA-POIG. 04.01.00-24-040/09-00, Program Operacyjny: Innowacyjna Gospodarka. M-8/443/2010, M-8/516/2011, M-8/653/2011.
3. Automation of the technical evaluation of railway wheels for the Metro of Medellin, Developments DiagnoVision-Rueda and DiagnoDefecto-Rueda. Universidad EAFIT and Merto de Medellin Ltda., Medellin, Kolumbia (2010 – 2013).
4. „Refurbishing of railway vehicles” Case: Optimizacion of the bolster beam as the main technological element of the passenger carbody. COLCIENCIAS, Universidad EAFIT and Merto de Medellin Ltda., Medellin, Kolumbia (2013 – 2017).
5. Perform normalization and metrology studies to determine the service life of a repaired bolster beam. Universidad EAFIT and Merto de Medellin Ltda., Medellin, Kolumbia (January – July, 2017).
6. Design, manufacture and instal equipment for the safe identification of the tram in the area of exit of the workshops through the transition rail. Universidad EAFIT and Merto de Medellin Ltda., Medellin, Kolumbia (March 2017 – January 2018).
7. Opracowanie skwantyfikowanych w eksploatacji parametrów technicznych i eksploatacyjnych wieńców kół tramwajowych M-8/546/2017/P, (Veritech sp. z o.o., ul. Czarnoleśna 18, 41-709 Ruda Śląska).
8. Opracowanie dokumentacji techniczno-konstrukcyjnej dla prototypu automatycznej windy osobowej montowanej na pojazdach szynowych zgodnej z TSI PRM, M-8/99/2017/P, (Tech-Stal, Łukasz Kozera, ul. K. Szymanowskiego 6, 33-300 Nowy Sącz).  
*Zadeklarowany i potwierdzony oświadczeniami udział habilitanta w osiągnięciu wynosi 40%.*
9. Technologia zwiększania wytrzymałości płaszcza krążnika stalowego gładkiego wykonanego ze stali S235. M-8/593/2016/P, (INTERkrąż sp. z o.o., Trzyciąż 179, 32-353 Trzyciąż).
10. Projekt innowacyjnego wspornika tras przenośnikowych. M-8/12/2017/P, (INTERkrąż sp. z o.o., Trzyciąż 179, 32-353 Trzyciąż).
11. Badania triboakustyczne modelowego węzła tarcia dla wybranych obciążeń w warunkach ograniczonego smarowania dla potrzeb projektu „Innowacyjny zestaw kołowy pojazdów szynowych ze zintegrowanym systemem triboaktywnym zmniejszającym zużycie kół i emisję hałasu. M-8/537/2015/P, INVICTUS Sp. z o.o., ul. Kapelanka 6A/79, 30-347 Kraków.  
*Zadeklarowany i potwierdzony oświadczeniami udział habilitanta w osiągnięciu wynosi 80%.*

Jedenaście wyżej wymienionych osiągnięć konstrukcyjnych i projektowych obejmuje wdrożenia zwiększające trwałość oraz bezpieczeństwo eksploatacji pojazdów szynowych i maszyn. Cztery z tych osiągnięć zrealizowano przy tym zagranicą.

## **3.2 Zawartość merytoryczna osiągnięcia naukowego**

### **3.2.1. Zawartość cyklu publikacji**

Tematyka osiągnięcia dra inż. Grzegorz Zająca w zakresie cyklu 9 publikacji naukowych dotyczy w głównej mierze problematyki zużycia ciernego i zmęczeniowego oraz diagnostyki i niezawodności elementów pojazdów szynowych i szerzej maszyn z uwzględnieniem metod zmniejszenia zużycia a tym samym zwiększenia ich trwałości.

Publikacja [1] (numeracja jak w podrozdziale 3.1) to monografia autorska stanowiąca podsumowanie, uogólnienie i rozszerzenie działalności i osiągnięć habilitanta w części dorobku dotyczącej badań w zakresie badań empirycznych zużycia obręczy kół pojazdów szynowych. Przedstawiono w niej szeroko wykonane badania laboratoryjne obejmujące badania twardości materiałów bazowych i powłok przeciwzużyciowych, struktury geometrycznej tych materiałów,

własności tribologiczne tych materiałów i środków smarnych do aplikacji w układzie koło-szyna, własności probabilistyczne powłok przeciwzużyciowych a także modelowanie współczynnika tarcia powłok przeciwzużyciowych z wykorzystaniem sztucznych sieci neuronowych. W zakresie badań poligonowych i eksploatacyjnych przedstawiono badania środków do modyfikacji warunków tarcia obręczy kół pojazdów szynowych, probabilistyczne obręczy kół tramwajowych standardowych, probabilistyczne obręczy kół tramwajowych z powłoką przeciwzużyciową z szerokim omówieniem tej innowacji. Ponadto omówiono problematykę diagnostyki kół pojazdów szynowych, w tym tramwajowych i zastosowanie empirycznych modeli zużycia w diagnostyce kół tramwaju. Przedstawiono wnioski i kierunki przyszłych badań.

W publikacji [2] osiągnięcia naukowego poruszany jest problem trudnych do zamodelowania i wzięcia pod uwagę warunków obciążenia elementów konstrukcji takich jak niepewności o charakterze środowiskowym, oddziaływania losowe czy przeciążenia, które skutkują wzrostem czynności obsługowych (utrzymaniowych) i spadkiem pewności w zakresie niezawodności. W pracy zaproponowano i wykorzystano metodę diagnozującą i oceniającą niezawodność konstrukcji belki skrętowej pojazdu szynowego podczas próby zmęczeniowej. Wyniki wykazały, że zastosowane wielowymiarowe monitorowanie nie tylko dokładnie diagnozuje badany element ale skutkuje prawidłowym oszacowaniem niezawodności.

W publikacji [3] osiągnięcia przedstawiono analizę niepożądanych oddziaływań pomiędzy wózkiem i sworzniem belki skrętowej pojazdu wynikającymi z niedoszacowania warunków w modelach obciążeń, a także skutkujących pęknięciami belki skrętowej po 12 latach eksploatacji w pojazdach metra w Medellin, w Kolumbii. Zaproponowano oryginalną technikę wykrywającą w sposób automatyczny niepożądane oddziaływania z wykorzystaniem wielokrotnych sygnałów czasowych i częstotliwościowych oraz ułamkowych transformat Fouriera i keprstralnej.

W publikacji [4] przedstawiono wyniki badań zmęczeniowych belki skrętowej pojazdu szynowego o przeprojektowanej konstrukcji, jako obiektu o naturalnej wielkości. W badaniach uwzględniono krytyczne warunki obciążenia w trzech wariantach odpowiadających trzem hipotezom dotyczącym obciążenia. Wyniki badań umożliwiły identyfikację spoin o krytycznym z punktu widzenia ich narażenia na uszkodzenia charakterze oraz obliczono sumaryczne uszkodzenia dla badanego elementu stanowiące ekwiwalent 18 letniej jego pracy (działania).

W artykule [5] osiągnięcia naukowego wyniki badań laboratoryjnych właściwości smarnych wody z niejonowymi i anionowymi dodatkami substancji powierzchniowo czynnych. Uwzględniono różne stężenia tych dodatków. Obserwowano wielkość zużycia pary trącej ze stykiem skoncentrowanym w tak zmieniających się warunkach, tj. wariantach smarowania. Badania uwzględniają przy tym kryteria związane z minimalizacją kosztów smarów oraz negatywnego oddziaływania przy jednoczesnym ograniczeniu zużycia elementów współpracujących ciernie. Przeanalizowano wpływ dodatku detergentów o różnych stężeniach na własności smarne i napięcie powierzchniowe smaru oraz zużycie objętościowe elementów pary trącej.

W artykule [6] osiągnięcia przedstawiono analizę przyczyn przedwczesnego zużycia zarysu kół jezdnych lokomotyw elektrycznych BB3700 produkcji ALSTOM. Zjawisko to zaobserwowano zarówno po niewielkich przebiegach kół nowych jak i kół po reprofilacji zarysu w wyniku toczenia. Analizę wykonano na podstawie materiałów źródłowych, oceny wizualnej oraz badań stanu zużycia wybranych egzemplarzy lokomotyw.

W artykule [7] przedstawiono analizę zużycia powierzchni obręczy kół zestawów kołowych o charakterze zużycia falistego (ang. corrugation). Przedstawiono wyniki symulacji komputerowych i badań porównawczych zestawów. Pokazano wpływ różnych charakterystyk współczynnika tarcia, odpowiadających różnym wkładkom hamulcowym hamulców klockowych, na inicjację falistego zużycia powierzchni obręczy kół. Pokazano, że zużycie tego typu jest poprzedzone tarcie wstecznym w wyniku zjawisk kontaktowych typu stick-slip.

W artykule [8] na podstawie badań dokonano analizy wpływu niedotrzymania wymaganych wartości parametrów obróbki cieplnej wieńców kół kolejowych na zużycie występujące na ich powierzchni. W szczególności dotyczy ono obrzeży kół włączając uszkodzenia typu spalling na powierzchni toczonej.

W artykule [9] rozważano ruch oscylacyjny par ciernych. Skupiono się na zużyciu typu scuffing, łączącego zużycie ściernie z adhezyjnym. Badania przeprowadzono na testerze T-05 dla modelu rolka-klocek. Wyniki badań potwierdziły dla przyjętych parametrów możliwość wystąpienia omawianego typu zużycia. Wyniki stanowią też podstawę do planowania dalszych badań w omawianym zakresie.

### 3.2.2. Zawartość merytoryczna w części osiągnięcia dotyczącej rozwiązań konstrukcyjnych i projektowych.

W ramach 11 pozycji składających się na część dotyczącą osiągnięcia w zakresie wdrożonych rozwiązań konstrukcyjnych i projektowych habilitant uzyskał następujące efekty merytoryczne.

W przypadku osiągnięcia wskazanego w tej grupie jako **poz.1** habilitant zrealizował i wykonał: analizę konstrukcji obiektu badanego i pomiary widma hałasu układu silnik prądnica główna w funkcji prędkości obrotowej i obciążenia. Następnie, na podstawie analizy widma hałasu opracował dokumentację sposobu wytłumienia przedziału silnikowego lokomotywy pozwalającego na spełnienie kolejowych norm dopuszczalnego poziomu dźwięku emitowanego do środowiska. Przeprowadził też badania poziomu hałasu zewnętrznego emitowanego do otoczenia oraz poziomu hałasu słyszalnego w kabinie maszynisty, a także przeprowadził sprawdzenie i ocenę sygnałów dźwiękowych lokomotywy spalinowej typu 6Dg. Badania potwierdziły możliwość uzyskania świadectwa dopuszczenia do eksploatacji tej lokomotywy.

W przypadku osiągnięcia wskazanego w tej grupie jako **poz. 2** habilitant opracował koncepcję możliwości zastosowania powłok ochronnych na powierzchni współpracy wieńca koła z szyną, doboru materiałów, opracowania metodyki badań laboratoryjnych tribologicznych i materiałowych, przeprowadzenia testów stanowiskowych i badań poligonowych oraz eksploatacji obserwowanej w MPK S.A. w Krakowie. Na podstawie badań laboratoryjnych dokonał selekcji właściwości materiałów badanych w z punktu widzenia efektywnego ich wdrożenia. Ponadto koordynował procesy związane z wdrożeniem w zakresie technologii i badań poligonowych oraz eksploatacyjnych.

W ramach części osiągnięcia wskazanego jako **poz. 3** do osiągnięć habilitanta zaliczyć trzeba: weryfikację koncepcje: modelu automatycznego stanowiska diagnostycznego do oceny stanu technicznego kół wagonów metra przy użyciu bezstykowego pomiaru laserem, walidacji modelu opracowanego przez Uniwersytet EAFIT i ulepszeń systemu diagnostycznego wdrażanego w Metro de Medellin (w Medellin, Kolumbia).

Na osiągnięcie konstrukcyjne i projektowe habilitanta wskazane jako **poz. 5** zaliczają się: opracowanie metodyki pomiarów kontrolnych w eksploatacji obserwowanej naprawionej belki skrętowej pojazdu metra. Uczestnictwo w badaniach nieniszczących połączeń spawanych belki i struktur nadwozia połączonych z belką skrętową. Ponadto, ocena metodami penetracyjnymi połączeń elementów belki oraz struktury nośnej pojazdu metra w bezpośrednim sąsiedztwie belki skrętowej. Także nadzór nad pomiarami metrologicznymi i analiza wyników tych pomiarów z punktu widzenia norm obowiązujących w zakresie konstrukcji pojazdów szynowych, co miało na celu określenie trwałości eksploatacyjnej belki.

Za efekty merytoryczne uzyskane w ramach osiągnięcia wskazanego jako **poz. 6** uznać należy: zaproponowanie nowego rozwiązania urządzenia do podnoszenia układu prowadzenia tramwaju typu Translohr, eksploatowanego w mieście Medellin, dla celów inspekcji w ramach badań diagnostycznych układu pozycjonowania pojazdu w torze; prowadzenie nadzoru wykonawczego tego urządzenia oraz testów skuteczności wdrożonego rozwiązania.

W przypadku osiągnięcia wskazanego jako **poz. 7** habilitant: określił parametry techniczne i eksploatacyjne wieńców obręczy kół tramwajowych, ustalił kryteria oceny ich zużycia i opracował model interpretacji wyników dotyczący identyfikacji stanu technicznego obręczy, przy tym w taki sposób aby możliwa była implementacja kryteriów w zbudowanym, zautomatyzowanym systemie pomiarowym kół i zestawów kołowych pojazdów szynowych komunikacji miejskiej.

Wkład habilitanta w zrealizowanie osiągnięcia wskazanego jako **poz. 8** polegał na: analizie wymagań normatywnych TSI PRM odnośnie wind osobowych montowanych w pojazdach szynowych przystosowanych dla osób o ograniczonej możliwości poruszania się, analizie wymiarowej konstrukcji, doborze komponentów i sprawdzeniu funkcjonalności oraz ergonomii prototypu windy.

Osiągnięcie wskazane jako **poz. 9** obejmuje następujące efekty merytoryczne: opracowanie koncepcji modyfikacji warstwy wierzchniej krążnika w celu zmniejszenia jego zużycia ściernego oraz ograniczenia występowania korozji zmęczeniowej. Ponadto habilitant opracował technologię nagniatania dynamicznego w sposób zautomatyzowany, z uwzględnieniem doboru średnicy kulek, zalecanej ich prędkości początkowej, wydajności kulowania oraz kąta oddziaływania. Habilitant przeprowadził także badania eksperymentalne i walidacyjne w celu finalnego sformułowania wdrażanej technologii.

Wkład habilitanta w zrealizowanie osiągnięcia wskazanego jako **poz. 10** objął: opracowanie innowacyjnej konstrukcji wspornika tras przenośnikowych wraz ze zautomatyzowaną technologią produkcji obejmującej cięcie laserowe, obróbkę ubytkową i spawanie elementów z wykorzystaniem robotów spawalniczych.

Efekty merytoryczne osiągnięcia projektowego i konstrukcyjnego wskazanego jako **poz. 11** polegają na: opracowaniu konstrukcji innowacyjnego zestawu kołowego przeznaczonego do wagonów towarowych, wyposażonego w zintegrowany układ smarowania obrzeża oraz koła z identyfikacją graficzną wielkości zużycia wieńca koła na kręgu tocznym. Osiągnięcie obejmuje zgłoszenie w Urzędzie Patentowym RP nt. „Wagonowy zestaw kołowy i sposób wytwarzania wagonowego zestawu kołowego” pod numerem zgłoszeniowym P.414519 oraz wzór użytkowy o nazwie „Koło kolejowe” PL 69509, o dacie objęcia ochroną 30.11.2017 r.

#### **4. Ocena osiągnięcia naukowego**

##### **4.1. Pozytywne elementy osiągnięcia**

Tematyka osiągnięcia dra inż. Grzegorz Zająca dotyczy zagadnienia określenia wpływu wybranych czynników na zużycie zmęczeniowe i cierne elementów pojazdów szynowych i maszyn, a także zwiększenia ich trwałości, w tym metod i wdrożeń do tego prowadzących. Biorąc pod uwagę to, że transport szynowy, w tym miejski, mimo przejściowego kryzysu jest obecnie w fazie ponownego rozkwitu i to, że pojazdy szynowe eksploatowane są przez dziesiątki nawet lat, a ich naprawa, modernizacja i utrzymanie pochłaniają znaczne kwoty tematykę podjętą przez habilitanta uznać należy za ważną ze społecznego punktu widzenia bo mającą odniesienia do bezpieczeństwa podróżowania i dającą efekty ekonomiczne. Te praktyczne efekty osiągnięte zostały przez habilitanta z wykorzystaniem: współczesnych, nietrywialnych metod naukowych, w tym trudnych, kosztownych i złożonych badań empirycznych, oraz weryfikacji wyników poprzez implementację innowacyjnych i zmodyfikowanych rozwiązań projektowo-konstrukcyjnych o charakterze wdrożeniowym. Całość osiągnięcia dr inż. Grzegorza Zająca stanowiąca podstawę ubiegania się o stopień dr hab. można uznać za wynikającą z działalności pożytecznej i trafnie ułożonej tematycznie, wnoszącej poprzez elementy oryginalne i innowacyjne wkład w rozwój dyscypliny Inżynieria Mechaniczna i w poprawę funkcjonowania społeczeństwa.

Za pozytywnie oceniane przez recenzenta, największe osiągnięcie autora przedstawione w ocenianym cyklu publikacji oraz serii prac konstrukcyjnych i projektowych recenzent uznaje potwierdzenie w sposób naukowy tez postawionych przy przyjętych założeniach. W efekcie habilitant pokazał, że:

1. Wiodącymi czynnikami ograniczającymi zużycie kół pojazdów szynowych jest dobór materiałów bazowych, dobór materiałów na powłoki przeciwzużyciowe, a także zastosowanie specjalistycznych systemów smarowania;
2. Wykrywanie inicjacji procesu zacierania możliwe jest przy użyciu metod probabilistycznych na podstawie analizy sygnałów wibroakustycznych w węźle tarcia;
3. Wykorzystanie sztucznych sieci neuronowych umożliwia predykcję charakterystyki siły tarcia w otwartym węźle tribologicznym;
4. Zastosowanie autorskiej metodyki badań laboratoryjnych umożliwia wybranie powłok przeciwzużyciowych, które mogą być zastosowane w przypadku kół tramwaju istotnie zwiększając ich trwałość.

5. Przytorowe aplikatory środków smarnych okazały się być najlepszym rozwiązaniem smarowania szyn i kół.

6. Opracowanie i wdrożenie belki skrętowej wagonu pozwala zwiększyć trwałość eksploatacyjną wagonów metra MAN SE o 25 lat.

7. Zmniejszenie zużycia ściernego oraz ograniczenie korozji zmęczeniowej jako wynik ulepszenia warstwy wierzchniej krążnika stalowego w procesie nagniatania dynamicznego zwiększa trwałość krążnika.

8. Autorska, innowacyjna konstrukcja wspornika tras przenośnikowych taśmowych zwiększa ich niezawodność.

9. Zastosowanie zestawu kołowego ze zintegrowanym systemem smarowania stanowi rozwiązanie innowacyjne, które pozwala na zmniejszenie zużycia wieńców kół wagonów towarowych oraz ogranicza hałas generowany przez przejeżdżający przez łuk pociąg towarowy.

10. Zastosowanie koła z sygnalizacją graficzną zużycia zwiększa bezpieczeństwo prowadzenia ruchu kolejowego gdyż pozwala na szybką ocenę zużycia wieńców kół na kręgu tocznym podczas formowania składu pociągu, bez użycia specjalistycznego sprzętu pomiarowego.

11. Wprowadzenie zautomatyzowanego systemu diagnostyki kół pojazdów szynowych komunikacji miejskiej (tramwajów i metra) pozwala na zwiększenie efektywności eksploatacji zestawów kołowych i układów biegowych tramwaju oraz metra powodując zmniejszenie emisji drgań i hałasu do otoczenia.

12. Zwiększenie bezpieczeństwa prowadzenia pojazdu możliwe jest poprzez zastosowanie innowacyjnego urządzenia do inspekcji układu prowadzenia tramwaju Translohr w torze, z hydraulicznym podnoszeniem oraz systemem wizyjnym skracającym czas operacji, ułatwiającym diagnostykę oraz archiwizującym obraz.

Wymienione powyżej osiągnięcia posiadają oprócz istotnej wartości naukowej dużą wartość aplikacyjną. Świadectwem tego są wdrożone rozwiązania konstrukcyjne i projektowe wchodzące w skład prezentowanego osiągnięcia naukowego i wdrożeniowego dr inż. Grzegorza Zająca.

Ważnym, bo wartościowym, elementem przedstawionego do oceny osiągnięcia jest autorska monografia G. Zająca pt. *Wieloaspektowe badania empiryczne z zakresu zużycia kół pojazdów szynowych* wydana przez Wydawnictwo Politechniki Krakowskiej w roku 2019, licząca 202 str. W pracy tej autor przedstawił część osiągnięcia dotyczącą kompleksowej analizy czynników mających istotny wpływ na zużycie obręczy kół pojazdów szynowych a w efekcie na ich trwałość.

W warstwie badawczej w wymienionej pracy habilitant:

- określił intensywność zużycia współpracujących ze sobą elementów wykonanych z różnych materiałów na podstawie stanowiskowych badań laboratoryjnych. Objęły one badania twardości, struktury geometrycznej powierzchni, próby na stanowisku badawczym T-05 i na aparacie czterokulowym T-02U dla wybranych skojarzeń materiałów elementów współpracujących jednorodnych i z warstwą przeciwzużyciową naniesioną na jeden z nich;
- dokonał oceny wpływu środków smarnych na intensywność zużycia współpracujących elementów. Badania objęły szereg środków, wskazano wszakże jeden rokujący najlepiej;
- określił możliwość wykorzystania sygnałów wibroakustycznych do detekcji chwili inicjacji zjawiska zacierania się współpracujących elementów. W badaniach wykorzystał wysokiej klasy mierniki, analizatory i czujniki pomiarowe;
- zweryfikował możliwość użycia sieci neuronowych do modelowania współczynnika tarcia w trakcie badań stanowiskowych. Wykorzystał dwuwarstwową sieć neuronową typu feedforward z funkcją aktywacji TanSigmoid;
- zweryfikował możliwość wykorzystania metod badania niezawodności w procesie określania trwałości elementów współpracujących. Do analizy danych uzyskanych podczas badań tribologicznych zastosował tu pakiet oprogramowania Weibull++.

W warstwie praktycznej w omawianej monografii autor:



- przeprowadził sprawdzenie efektów użytkowych zastosowania obręczy kół z naniesioną powłoką przeciwzużyciową. Dokonał tego w wyniku badań poligonowych i eksploatacyjnych, co pozwoliło na wytypowanie najlepszej tego rodzaju powłoki;
- dokonał analizy skuteczności hamowania i możliwości trakcyjnych (rozruchowych) pojazdów szynowych w warunkach odpowiadających rzeczywistym szlaku kolejowego z uwzględnieniem zaproponowanych innowacyjnych systemów smarowania;
- wskazał sposób wykorzystania danych o intensywności zużycia obręczy kół w procesie eksploatacji kół pojazdów szynowych. Obejmuje to określenie reguł decyzyjnych pozwalających na kwalifikowanie pojazdów szynowych do odpowiednich klas stanów technicznych oraz tworzenie prognoz odnośnie możliwości dalszego użytkowania pojazdów.

W przypadku omawianej monografii uwagę zwracają ponadto złożone, nowoczesne metody pomiaru i analizy wyników oraz wysoka wartość użyteczna wynikająca z empirycznego charakteru wyników. Ponadto praca napisana jest poprawnym, komunikatywnym językiem. Cechuje ją zdaniem recenzenta wysoki poziom edycji, tak w warstwie tekstu jak i graficznej. Przedstawienie przedmiotowej pracy, oprócz wykazania istotnego wkładu autora w rozwój omawianej tematyki, świadczy o jego dojrzałości jako badacza i pracownika nauki.

Podsumowując ocenę wyników merytorycznych przedstawionych w osiągnięciu naukowym oraz konstrukcyjnym i projektowym (wdrożeńowym) recenzent uznaje, że zawiera ono istotną liczbę elementów świadczących o oryginalności podjętej tematyki i szerokim spektrum wykorzystanych metod badawczych, w tym w szczególności pomiaru i analizy. Ponadto, wykonane badania kończą się licznymi nietuzinkowymi wdrożeniami o charakterze konstrukcyjno-projektowym. Dorobek badawczy zawarty w przedstawionym osiągnięciu habilitanta recenzent uznaje za w pełni wystarczający do ubiegania się o stopień doktora habilitowanego w dyscyplinie inżynieria mechaniczna, a dorobek konstrukcyjny i projektowy recenzent określiłby jako prawdziwie imponujący. Współ z osiągnięciami badawczymi stanowi on spójną całość, podnosząc jednocześnie znacząco wartość osiągnięć o charakterze naukowym.

#### **4.2. Uwagi do osiągnięcia**

Recenzent uznaje, że przedstawione osiągnięcie może być przedmiotem skutecznego ubiegania się kandydata o stopień doktora habilitowanego w dyscyplinie naukowej Inżynieria Mechaniczna. Stanowi ono pewną zamkniętą całość o zaspokajającym potrzeby postępowania habilitacyjnego stopniu uogólnienia i szerokości potraktowania tematu. Wobec tego stwierdzenia, recenzent nie będzie dalej formułował uwag ogólnych i szczegółowych natury merytorycznej.

Gdyby szukać słabszych stron osiągnięcia dr inż. Grzegorza Zajęca, to należałoby zasygnalizować nieco słabsze od zawartości merytorycznej efekty dotyczące formalnej jakości publikacji. Recenzent, chce być tu dobrze zrozumianym. Dla recenzenta osiągnięciem nie są publikacje same w sobie, a właśnie to co w nich się znajduje. I tu ocena recenzenta jest bardzo wysoka. Z drugiej strony, oprócz tego rodzaju w jakimś stopniu subiektywnej oceny, pewną ocenę stanowi i sama publikacja. Im bowiem ona bardziej prestiżowa (wysoko punktowana), tym większa pewność, że osiągnięte wyniki są oryginalne i wartościowe oraz, że ich waga ma międzynarodowy zasięg. I tu, dwie tylko wieloautorskie publikacje w czasopiśmie z bazy JCR (lista A MNiSW) być może nie wszystkich w pełni satysfakcjonują. Z drugiej strony, udział w międzynarodowym składzie autorów tych publikacji świadczy o wysokiej pozycji habilitanta w środowisku międzynarodowym i podnosi wydatnie wartość tych elementów osiągnięcia oraz uwiarygadnia je. Zdaniem recenzenta ocenę jakości publikacji podnosi również 3 publikacja w czasopiśmie zagranicznym, które indeksowane jest w bazie SCOPUS i na obowiązującej od 2019 roku liście MNiSW posiada punktację 70 pkt, tyle ile wiele z czasopism pochodzących z bazy JCR. Ponadto wartość formalną publikacji zawartych w osiągnięciu podnosi znacząco omówiona wcześniej i pozytywnie oceniona przez recenzenta monografia naukowa. Dlatego recenzent uznaje, że wyłącznie formalne spojrzenie na publikacje, tj. poprzez pryzmat punktów, które one generują nie powinno i nie jest w stanie przesłonić wartości merytorycznej wynikającej z zawartości osiągnięcia dr inż. Grzegorza Zajęca.

## 5. Charakterystyka formalna istotnej aktywności naukowej, w tym dorobku naukowego, dydaktycznego, popularyzatorskiego (także organizacyjnego) oraz współpracy międzynarodowej

### 5.1. Dorobek naukowy

Na ujęty liczbowo dorobek naukowy habilitanta przedstawiony w dokumentacji składają się **94** pozycje publikowane lub przedstawione publicznie, z uwzględnieniem 9 publikacji osiągnięcia naukowego. W dorobku jest także **167** raportów i opracowań z prac badawczych i dla przemysłu, z uwzględnieniem 11 pozycji osiągnięcia naukowego o charakterze wdrożeniowym. Całość tego dorobku recenzent podzielił na 3 grupy.

Pierwsza grupa to opublikowane prace twórcze i naukowe reprezentowane przez **54(41)** (w nawiasie po doktoracie) publikacji. Na wymienione publikacje składają się:

- **1(1)** monografia autorska w języku polskim;
- rozprawa doktorska **1**;
- **4(4)** rozdziały w monografiach zbiorowych, w tym 1 autorski i 3 współautorskie, w tym 1 w języku angielskim;
- **2(2)** artykuły w czasopiśmie z listy A MNiSW, tj. posiadającym impact factor (IF) czyli znajdującym się w bazie Journal Citation Reports (JCR) – oba w języku angielskim, opublikowane po doktoracie – oba 25 pkt MNiSW;
- **1(1)** artykuł w czasopiśmie indeksowanym w bazie SCOPUS, formalnie 5 pkt MNiSW (obecnie 70 pkt), 1 w języku angielskim,
- **23(16)** artykułów w czasopismach z listy B MNiSW, w tym 4 w języku angielskim;
- **7(5)** artykułów w czasopismach niepunktowanych spoza list A oraz B MNiSW, w tym 1 w j. angielskim;
- **16(12)** publikowanych artykułów konferencyjnych, w tym 3 indeksowane w bazie konferencji Web of Science (WoS), 3 w języku angielskim.

Drugą grupę w dorobku naukowym habilitanta stanowi:

- **40(32)** wygłoszonych, niepublikowanych referatów konferencyjnych lub prezentacji plakatowych, z czego 2 w języku angielskim. Mogą one zostać doliczone do dorobku liczbowego habilitanta jako niepublikowane wystąpienia konferencyjne, gdyż nie duplikują publikowanych artykułów konferencyjnych.

Prace samodzielne w pierwszej i drugiej grupie stanowią ok. 47% wszystkich publikacji, co jest wynikiem bardzo dobrym (optymalnym).

Trzecią grupę w dorobku naukowym habilitanta stanowią raporty z realizacji projektów naukowo-badawczych oraz prace dla przemysłu. Jest to łącznie odpowiednio **7(5)** oraz **160** pozycji. W grupie projektów i prac naukowo-badawczych znajdują się prace finansowane ze środków KBN, MNiSW, NCBiR, w tym programy operacyjne, oraz środki międzynarodowe (Kolumbia). Jeden z tych projektów miał charakter międzynarodowy **1(1)**. W grupie projektów naukowo-badawczych habilitant **3** razy był kierownikiem. W grupie prac dla przemysłu znajduje się **95** wykonanych jako pracownik PK oraz **65** jako ekspert, rzeczoznawca SIMP. W tej grupie prace mają głównie charakter ekspercki. Habilitant w grupie prac dla przemysłu kierował **88** pracami.

Z trzecią grupą powiązać można **11** zrealizowanych wdrożeń, które wszystkie włączone zostały do przedstawionego do oceny osiągnięcia habilitanta. Charakter międzynarodowy mają **4** z nich.

### 5.2. Dorobek w kształceniu kadry

Habilitant był promotorem pomocniczym w przewodzie doktorskim mgr inż. Grzegorza Kaczora nt. *Rozwój zużycia typu scuffing w ruchu oscylacyjnym*. Rozprawa została obroniona w roku 2018 na WM PK w dziedzinie nauk technicznych, w dyscyplinie Budowa i Eksploatacja Maszyn. Wskazana specjalność to tribologia.

### 5.3. Dorobek dydaktyczny

Na dorobek dydaktyczny habilitanta składają się:

1. Opracowanie programów przedmiotów, stanowisk i prowadzenie zajęć ze studentami z przedmiotów:
    - Ochrona środowiska w transporcie,
    - Materiały eksploatacyjne w transporcie,
    - Systemy eksploatacji, diagnostyka i utrzymanie pojazdów szynowych,
    - Eksploatacja techniczna,
    - Eksploatacja w systemach logistycznych,
    - Materiały i technologia produkcji pojazdów szynowych,
    - Podstawy eksploatacji maszyn i materiałów,
    - Podstawy eksploatacji i niezawodności maszyn,
    - Badania eksploatacyjne,
    - Zagadnienia tribologiczne w transporcie,
    - Procesy zużycia w środkach transportu,
    - Badania eksploatacyjne środków transportu.
  2. Opracowanie programów przedmiotów, stanowisk i prowadzenie zajęć ze słuchaczami studiów podyplomowych z przedmiotów:
    - Eksploatacja, utrzymanie pojazdów szynowych,
    - Techniki wytwarzania pojazdów szynowych.
  3. Opracowanie programów przedmiotów, stanowisk i prowadzenie zajęć w języku angielskim dla studentów uniwersytetu EAFIT w Medellin w Kolumbii oraz w ramach programu Erasmus:
    - Construction and maintenance of rail vehicles,
    - Tribology,
    - Operational testing of components means of transport,
    - Environmental protection in transport.
  4. Kierowanie ponad 120 pracami inżynierskimi i magisterskimi na kierunkach Transport, Mechanika i Budowa Maszyn, Inżynieria Produkcji oraz 9 na kierunku Wzornictwo Przemysłowe, ostatnie we współdziałaniu promotora pomocniczego z przemysłu.
  5. Przeprowadzenie szkoleń w obszarze projektowania, numerycznych obliczeń elementów konstrukcyjnych pojazdów szynowych dla pracowników i studentów Uniwersytetu EAFIT w Medellin w Kolumbii w ramach wymiany naukowej – lata 2013, 2015, 2018, 2019.
  6. Przeprowadzenie wykładów dla studentów EAFIT University, Kolumbia jako profesor wizytujący - rok 2015.
  7. Organizacja i opieka praktyk studenckich, programowych i fakultatywnych, od roku 2005. W tym czasie 534 osoby odbyły praktyki.
  8. Organizacja i opieka staży przemysłowych dla studentów macierzystego wydziału (2012-2019).
  9. Organizacja szkoleń technicznych dla personelu inżynierskiego wielu zakładów.
  10. Zaangażowanie w utworzenie innowacyjnych studiów dualnych *Inżynieria pojazdów szynowych*, prowadzonych przez Instytut Pojazdów Szynowych WM PK we współpracy z Grupą Newag S.A., MEDCOM i Knorr Bremse. W roku akad. 2017/2018 uzyskały one certyfikat *Studia z Przyszłością*.
  11. Udział w uruchomieniu studiów podyplomowych w zakresie *Budowy i eksploatacji pojazdów szynowych* od roku akad. 2015/2016.
- 5.4. Dorobek dotyczący działalności popularyzatorskiej (i organizacyjnej) w tym współpraca z innymi jednostkami z uwzględnieniem zagranicznych**

Popularyzacja Nauki:

Do działań w ramach popularyzacji nauki recenzent zalicza wymienione już wcześniej w

podrozdziale 5.3 tej recenzji następujące punkty: 5, 7, 8, 9, 10 oraz 11. Ponadto:

- Działalność promocyjna WM PK obejmująca 6 istotnych aktywności w tym obszarze.
- Organizacja wizyt studyjnych w fabrykach firm MAN i Volkswagen, także zagranicą.

#### Działalność organizacyjna, w tym pełnione funkcje:

- Członek komitetu organizacyjnego 4 krajowych konferencji naukowych III, IV, V i VI Międzynarodowej Konferencji Naukowej *Jakość, Bezpieczeństwo i Ekologia w Pojazdach* (odpowiednio 3th, 4th, 5th and 6th *International Conference Quality, Safety and Ecology in Vehicles QSEV'03, 05, 07 and 09*),
- Przewodniczący komitetu organizacyjnego XIX Konferencji Naukowej Pojazdy Szynowe,
- Członek komitetu naukowego 5 krajowych konferencji: *Perspektywy Kolei Dużych Prędkości - 2015*, XXII konferencji naukowej *Pojazdy Szynowe*, Ogólnopolskiej konferencji naukowo-technicznej *Transport Kolejowy 2017* oraz *2018* - Urząd Transportu Kolejowego, XXIII konferencji naukowej *Pojazdy Szynowe*,
- Prowadzenie sesji i członkostwo panelu dyskusyjnego 2 konferencji naukowych.
- Członkostwo Komisji Rekrutacyjnej WM PK w latach 2007-2008.
- Pełnienie funkcji p.o. Kierownika Zakładu Niezawodności i Eksploatacji w Instytucie Pojazdów Szynowych PK w okresie 2013-2015.
- Pełnienie funkcji p.o. Dyrektora Instytutu Pojazdów Szynowych PK w okresie 2015-2018.

#### Współpraca międzynarodowa habilitanta

Habilitant współpracował i współpracuje z kilkoma jednostkami naukowymi oraz instytucjami zagranicznymi. Na szczególną uwagę zasługuje wieloletnia współpraca z Uniwersytetem EAFIT oraz firmą Metro de Medellin w Medellin w Kolumbii. Efektem tych kontaktów są wspólne prace badawcze, wspólne publikacje, współpraca w zakresie dydaktyki oraz wspólne wdrożenia, mające miejsce w Kolumbii. Wymienić tu można następujące jednostki.

- EAFIT Universidad w Medellin, Kolumbia;
- Metro de Medellin w Medellin, Kolumbia
- Uniwersytet w Żylinie, Słowacja;
- JSC "VNIIZhT" (Railway Research Institute) w Moskwie, Rosja;
- LogoMotiv GmbH, w Norymbergdze, Niemcy.

#### Współpraca krajowa habilitanta

Współpraca krajowa dr inż. Grzegorza Zajęcia obejmuje:

- Realizację projektów i zleceń badawczych dla 31 następujących podmiotów gospodarczych: Grupa Newag S.A.; PKP Cargo S.A., Przewozy Regionalne Sp. z o.o.; PKP LHS Sp. z o.o.; PKP ENERGETYKA S.A., PKP Intercity S.A.; PKP Polskie Linie Kolejowe S.A.; KOLSAM Sp. z o.o.; Track Tec S.A.; KOLMECH Sp. z o.o.; Mavex-Rekord KFT Sp. z o.o.; FABLOK S.A.; RAIL TECH PAPLA Sp. z o.o.; CTL Express Sp. z o.o.; STK S.A., CTL Logistics Sp. z o.o.; F.H.U. ORION Kolej; Plasma System S.A.; VERITECH Sp. z o.o.; MPK S.A. Kraków; Zakład Komunikacji Miejskiej w Gdańsku Sp. z o.o.; INTERkrąż sp. z o.o.; PAMAR; Piomar Plus s.c.; Tech-Stal; INVICTUS Sp. z o.o.; POLTECH TRADING sp. z o.o. sp.k.; Konserwacja Naprawa Urządzeń Dźwignicowych KOLSAM; Pomorskie Przedsiębiorstwo Mechaniczno-Torowe Sp. z o.o.; Polskie Towarzystwo Ubezpieczeń S.A.; oraz TÜV Rheinland Polska Sp. z o.o.
- Wykonanie prac, ekspertyz i opinii w ścisłej współpracy i dla jednostek samorządowych oraz instytucji. Wymienić to można 7 takich jednostek: Skarb Państwa Urząd Zamówień Publicznych, Urząd Marszałkowski Województwa Małopolskiego, Województwo Małopolskie z siedzibą w Krakowie, Komendę Miejską Policji w Nowym Sączu, Sąd Okręgowy w

Katowicach Wydział XIV Gospodarczy, Sąd Okręgowy w Łodzi Wydział X Gospodarczy, Sąd Arbitrażowy przy Krajowej Izbie Gospodarczej w Warszawie.

- Bycie koordynatorem i inicjatorem umów o współpracy Politechniki Krakowskiej z 5 jednostkami badawczymi, certyfikującymi i produkcyjnymi, takimi jak: Instytut Kolejnictwa w Warszawie, Transportowy Dozór Techniczny, Urząd Transportu Kolejowego, Newag S.A. oraz Spawsystem Gniewczyna Railway Components Sp. z o.o. (producent części oraz podzespołów do pojazdów szynowych firm PESA, Stadler, Newag i innych).

#### Podnoszenie kwalifikacji własnych

Dr inż. Grzegorz Zając podnosi w sposób ciągły kwalifikacje własne. Realizuje to poprzez:

- Wizyty studyjne, które zrealizował w: Instytucie Kolejnictwa w Warszawie, a w szczególności na torze badawczym w Żmigrodzie; Instytucie Spawalnictwa w Gliwicach, a w szczególności w Polskim Spawalniczym Centrum Doskonałości; Instytucie Odlewnictwa w Krakowie; Uniwersytet w Żylinie, a w szczególności na stanowisku bezwładnościowym do badań wstawek hamulcowych pojazdów szynowych; LogoMotiv GmbH w Norymberdze; oraz JSC "VNIIZhT" (Railway Research Institute) w Moskwie, Rosja.
- Kursy i szkolenia, których w latach 2002-2013 ukończył 13.

#### Nagrody i wyróżnienia za działalność dydaktyczną i organizacyjną:

- Nagroda JM Rektora Politechniki Krakowskiej (2018). Nagroda zespołowa za osiągnięcia dydaktyczne. Uruchomienie innowacyjnej specjalności Inżynieria Pojazdów Szynowych.
- Nagroda JM Rektora Politechniki Krakowskiej (2017). Nagroda zespołowa za Osiągnięcia organizacyjne.
- Nagroda JM Rektora Politechniki Krakowskiej (2015). Nagroda zespołowa za Osiągnięcia organizacyjne.

### **6. Ocena istotnej aktywności naukowej a także dydaktycznej i popularyzatorskiej (w tym organizatorskiej) oraz współpracy międzynarodowej i krajowej**

#### **6.1. Ocena dorobku naukowo badawczego**

Dorobek habilitanta należy uznać za ogólnie spójny. Przed uzyskaniem stopnia doktora główny nurtu prowadzonych przez niego badań to:

- problematyka badania zużycia elementów pojazdów szynowych i innych urządzeń technicznych,
- analiza właściwości tribologicznych otwartych węzłów tarcia w układach hamulcowych pojazdów szynowych.

W okresie tym zrealizował dwa projekty promotorskie KBN dot. monitorowania zużycia kół pojazdów szynowych oraz wpływu materiału klocków hamulcowych na zużycie pary trącej i poziom hałasu. Wyniki badań z tego okresu przedstawił w 14 publikacjach i 12 wystąpieniach konferencyjnych.

Po obronie rozprawy doktorskiej prowadzona przez niego działalność naukowa, dotyczyła trzech głównych obszarów badawczych, wśród których można wyróżnić:

- badania w zakresie trwałości i niezawodności układów technicznych stosowanych w pojazdach szynowych w aspekcie własności tribologicznych węzłów tarcia, w szczególności w odniesieniu do układu koło-szyna;
- badania związane z drganiami i hałasem w pojazdach szynowych komunikacji miejskiej;
- badania związane z nowymi technologiami, innowacyjnymi rozwiązaniami i nowymi konstrukcjami elementów pojazdów szynowych i maszyn.

Wyniki tych prac przedstawił w 41 publikacjach i 32 niepublikowanych wystąpieniach

konferencyjnych. Widać, że stosownie do stopnia rozwoju naukowego dorobek ten można uznać za obszerny. Widać jednoznacznie, że dorobek naukowy został po uzyskaniu stopnia doktora znacząco zwiększony. Liczba prac z okresu po doktoracie jest ok. 3 razy większa niż przed uzyskaniem stopnia doktora. Można też stwierdzić, że w grupie po uzyskaniu stopnia doktora obszary badawcze pierwszy i trzeci pokrywają się z przedstawionym osiągnięciem habilitanta, tak w części złożonej z publikacji jak i w części dotyczącej wdrożeń konstrukcyjno-projektowych. Obszar drugi można uznać za pominięty w osiągnięciu.

Oceny jakości publikacji nie wchodzących w skład osiągnięcia naukowego recenzent może dokonać w pewnym tylko zakresie, gdyż nie są one dołączone do przedstawionej dokumentacji i ze względów oczywistych recenzent nie jest w stanie przejrzeć dokładnie wszystkich z nich. Dlatego ocena publikacji spoza osiągnięcia oparta zostanie na jakości publikacji mierzonej liczbą punktów MNiSW. Publikacji w czasopismach z listy A (baza JCR) oraz z bazy Scopus w tej grupie nie ma. Nie ma też monografii. W tej sytuacji najbardziej wartościowe są tu publikacje w czasopismach z listy B MNiSW, których po doktoracie jest 12. Ponadto, mamy tu 5 artykułów w czasopismach spoza list A i B MNiSW (1 w języku angielskim) oraz 12 publikacji konferencyjnych, w tym 2 indeksowane w bazie WoS (w języku angielskim). Są też 32 wystąpienia konferencyjne niepublikowane. Recenzent uznaje, że dorobek ten jest wystarczający i w kategoriach liczby publikacji i poziomu naukowego. Znalezienie się publikacji w czasopismach z dawnej listy B jest dla recenzenta wystarczającą, dla potrzeb tej oceny, gwarancją jej wystarczającego poziomu, stosownie oczywiście do wagi poszczególnych czasopism. Ponadto recenzent uważa, że o ile to możliwe to najwartościowsze publikacje warto włączać do osiągnięcia naukowego. Tak właśnie zrobił habilitant.

Przejdźmy teraz do: oceny jakości wszystkich już publikacji mierzonej ich oddziaływaniem naukowym, ich oceny ilościowej, oraz do wybranych wskaźników bibliometrycznych. Za najwyższe cenione w dorobku publikacyjnym habilitanta należy uznać: **1** monografię autorską oraz **2** artykuły w czasopiśmie *Proceedings IMechE part F Journal of Rail and Rapid Transit* z listy A MNiSW, oba po **25** pkt. W dalszej kolejności wskazać należy **2** artykuły w materiałach konferencyjnych, uwzględnionych przez Clarivate Analytics w bazie WoS (oba po 15 pkt.) oraz **16** artykułów w czasopismach z listy B MNiSW z czego 4 w j. angielskim. Wyróżniają się tu właśnie 4 publikacje anglojęzyczne punktacją po 15 pkt. w czasopiśmie *Tribology*. Warto wspomnieć tu też o jednym pokonferencyjnym rozdziale w monografii w języku angielskim i anglojęzycznym artykule w czasopiśmie, indeksowanej w bazach WoS i Scopus. Polskojęzyczne artykuły w czasopismach z listy B w liczbie 12, rozdziały w monografiach redagowanych w liczbie 3, artykuły w materiałach konferencji nie znajdujących się w bazie WoS w liczbie 9 oraz niepublikowane prezentacje konferencyjne w liczbie 32 można uznać za pewne tło dla publikacji najważniejszych.

W dokumentacji podano całkowitą liczbę punktów MNiSW za publikacje, w których habilitant był autorem lub współautorem równą przed doktoratem 48, a po doktoracie 224. Ponadto sumaryczny Impact Factor (IF) to wartość 2,206. Ważniejsze miary wartości i zasięgu publikacji w postaci liczby cytowań i indexu Hirscha są następujące. W bazie Google Scholar liczba cytowań wynosi 50(42), w nawiasie bez autocytowań, a indeks Hirscha wynosi 4. W bazie Scopus są to liczby 8(8) oraz 2. W bazie WoS liczba cytowań to 9(9), a indeks Hirscha wynosi 2. Wymienionych wartości w zakresie cytowani i indexu Hirscha w kategoriach bezwzględnych nie da się uznać za wysokie. Z drugiej strony, pochodzą one głównie z publikacji, które ukazały się zupełnie niedawno, bo w 2018 roku. Częściowo także z publikacji z okresu 2016-2017. Jeśli wziąć to pod uwagę, to wyniki te uznać należy za zaskakująco dobre. Zdaniem recenzenta nie jest to przypadkowe i świadczy o świadomej dbałości habilitanta o rozpowszechnianie wyników w skali międzynarodowej poprzez ulokowanie artykułów w tytułach, które takie rozpowszechnienie gwarantują. Z reguły bowiem jeden nawet artykuł umieszczony w czasopiśmie indeksowanym w bazie JCR daje tu większe korzyści niż kilkanaście o niższej randze. Dlatego liczba cytowani publikacji habilitanta w kolejnych latach na pewno jeszcze wzrośnie.

Ewentualne uwagi o braku samodzielnej publikacji w czasopiśmie z listy A czy wyższej punktacji w tej grupie czasopism zrekompensowane są zdaniem recenzenta przez wdrożone osiągnięcia konstrukcyjne i projektowe. Mają one poważny wymiar, międzynarodowy zasięg i silny związek z naukową częścią osiągnięcia. Dorobek w tym obszarze recenzent uznaje za imponujący. Ponadto, nie do przecenienia są umiejętności, wiedza i doświadczenie habilitanta w prowadzeniu badań

eksperymentalnych na rzeczywistych obiektach o wielkiej skali (pojazdy szynowe i przonośniki). Biorąc pod uwagę, że tego typu badania i specjaliści to obecnie stosunkowa rzadkość, to wydaje się oczywistym że pozyskanie tego typu osoby w grupie samodzielnych pracowników naukowych przyniesie środowisku bezsprzeczne korzyści.

Trzeba też dodać, że w dorobku habilitanta znajduje się objęty ochroną wzór użytkowy PL 69509 o nazwie *Koło kolejowe* (data objęcia ochroną 2017-11-30). Ponadto, jest też zgłoszenie patentowe w UP RP o numerze P.414519 pod nazwą *Wagonowy zestaw kołowy i sposób wytwarzania wagonowego zestawu kołowego*.

O pozytywnej ocenie osiągnięć habilitanta świadczy powoływanie go na recenzenta artykułów w czasopiśmie: ujętym w bazie JCR (lista A MNiSW) *Journal of Vibroengineering* – 2 recenzje oraz czasopiśmie z listy B *Tribologia* – 4 recenzje, Prace Naukowe Politechniki Warszawskiej – Transport – 3 recenzje oraz *Problemy Kolejnictwa* – 5 recenzji.

Bardzo wysoko recenzent ceni udział habilitanta w projektach i pracach naukowo-badawczych różnego rodzaju. Bez wątplenia udział w 7 projektach finansowanych ze środków na naukę i 160 pracach dla przemysłu oraz kierowanie w sumie 91 pracami świadczy o dużym doświadczeniu jako badacza i w kierowaniu pracami badawczymi. Wartość tych prac podnosi międzynarodowy charakter 1 pracy oraz 11 powiązanych z nimi poważnych wdrożeń natury konstrukcyjnej i projektowej, z których 4 mają międzynarodowy charakter.

Na podstawie oceny osiągnięcia naukowego i pozostałych prac autorstwa habilitanta recenzent określa dr inż. Grzegorza Zajacę jako badacza, który osiągnął pozycję specjalisty w zakresie *badania wpływu określonych czynników na zużycie elementów pojazdów szynowych i maszyn oraz podwyższania ich trwałości, w szczególności z wykorzystaniem badań eksperymentalnych i wdrażaniem metod poprawy do praktyki konstrukcyjnej i eksploatacyjnej*, problemu istotnego dla teorii i praktyki projektowania i eksploatacji pojazdów szynowych i maszyn, a jednocześnie nietrywialnego w kategoriach badawczych.

Biorąc powyższe pod uwagę recenzent stwierdza, że dorobek naukowy i wdrożeniowy dr inż. Grzegorza Zajacę świadczy bez wątplenia o realizacji przez niego istotnej działalności naukowej po uzyskaniu stopnia doktora, w stopniu umożliwiającym skuteczne ubieganie się o stopień dr hab.

## **6.2. Ocena dorobku dydaktycznego**

Dorobek dydaktyczny dr inż. Grzegorza Zajacę recenzent określa wg swojego subiektywnego doświadczenia jako przewyższający przeciętny dorobek kandydatów do stopnia dra habilitowanego, a także dużej części kandydatów do stopnia, którzy są nauczycielami akademickimi. Recenzent określiłby ten dorobek jako bardzo dobry. Na szczególne podkreślenie zasługują tu: znaczne doświadczenie dydaktyczne wynikające z opracowania programów, stanowisk i prowadzenia 18 różnych przedmiotów nauczania akademickiego; kierowanie 129 pracami dyplomowymi inżynierskimi i magisterskimi; 1 nagroda JM Rektora PK za osiągnięcia dydaktyczne; zdobyte doświadczenie w prowadzeniu szkoleń, zajęć i wykładów zagranicą (Uniwersytet EAFIT w Kolumbii), w tym na stanowisku profesora wizytującego; oraz zaangażowanie organizacyjne i jako wykładowcy w system studiów podyplomowych.

## **6.3. Ocena dorobku popularyzatorskiego i organizacyjnego oraz współpracy międzynarodowej i krajowej**

Recenzent ocenia dobrze dorobek dr inż. Grzegorza Zajacę w obszarze popularyzacji nauki, a organizacyjny bardzo dobrze. W zakresie w zakresie współpracy międzynarodowej i krajowej oceny są zdaniem recenzenta wyróżniające.

W zakresie popularyzacji nauki na podkreślenie zasługuje: organizacja i opieka staży przemysłowych dla studentów WM PK, organizacja szkoleń technicznych dla personelu inżynierskiego wielu zakładów; udział w utworzeniu innowacyjnych studiów dualnych z zakresu *Inżynierii pojazdów szynowych*, prowadzonych przez Instytut Pojazdów Szynowych PK we współpracy z Grupą Newag S.A., MEDCOM i Knorr Bremse; oraz działalność promocyjna na WM PK obejmująca 6 istotnych aktywności w tym obszarze.

W zakresie dorobku organizacyjnego habilitanta na podkreślenie zasługują: członkostwo komitetu organizacyjnego 4 krajowych konferencji naukowych, członkostwo komitetu naukowego 5 krajowych konferencji; przewodniczenie komitetowi organizacyjnemu 1 krajowej konferencji naukowej; udział w uruchomieniu studiów podyplomowych w zakresie *Budowy i eksploatacji pojazdów szynowych* od roku akad. 2015/2016

W zakresie współpracy międzynarodowej, która obejmuje 5 jednostek naukowych i firm z 4 krajów na szczególne wyróżnienie zasługuje współpraca z Uniwersytetem EAFIT oraz firmą Metro de Medellin, w Medellin w Kolumbii. Wysoka ocena tej współpracy wynika dla recenzenta z pewnej kompletności te współpracy, co obejmuje wspólne badania i projekty badawcze, publikacje, wdrożenia oraz przedsięwzięcia dydaktyczne, a także wieloletni charakter tej współpracy co obejmuje wielokrotne wizyty i pobyty dr inż. Grzegorza Zająca w Kolumbii w okresie 2010-2018.

W zakresie współpracy krajowej warto wyróżnić współpracę habilitanta w zakresie prowadzonych prac badawczych z wieloma jednostkami gospodarki, samorządowymi i publicznymi w kraju. Jednostek tych jest co najmniej 43. Współpraca ta zaowocowała 160 pracami badawczymi na zlecenie tych jednostek, przede wszystkim o charakterze eksperckim.

## 7. Konkluzje końcowe

Doktor inżynier Grzegorz Zając przedstawił wartościowe osiągnięcie naukowe w postaci *Określenia wpływu wybranych czynników na zużycie elementów pojazdów szynowych i maszyn poprzez: I. Badania zużycia i trwałości kół oraz innych elementów pojazdów szynowych z zastosowaniem smarowania oraz powłok przeciwzużyciowych; II. Oryginalne rozwiązania projektowe i konstrukcyjne zwiększające trwałość oraz bezpieczeństwo eksploatacji pojazdów szynowych i maszyn.* W skład tego osiągnięcia wchodzi 9 publikacji stanowiących cykl powiązanych publikacji naukowych oraz 11 osiągnięć konstrukcyjnych i projektowych o charakterze wdrożeń mających powiązanie z tematyką publikacji. Przedstawione osiągnięcie stanowi wg recenzenta znaczny wkład autora w rozwój dyscypliny naukowej Inżynieria Mechaniczna.

Ponadto dr inż. Grzegorz Zając udokumentował elementy swojej istotnej aktywności naukowej. W szczególności zgromadził dorobek naukowy na dobrym poziomie ilościowym i jakościowym. Dorobek ten oprócz publikacji obejmuje bardzo wartościowe osiągnięcia konstrukcyjne i projektowe powiązane z prowadzonymi badaniami. Dorobek ten jest dostrzegany przez środowisko, czego dowodem są powierzane mu recenzje artykułów naukowych i prace na zlecenie przemysłu. Brał udział w 7 projektach badawczych finansowanych ze środków na naukę i w 160 pracach na zlecenie przemysłu i jednostek administracji. Zdobył znaczące doświadczenie w kierowaniu takimi pracami.

Habilitant zgromadził też dorobek dydaktyczny poświadczający istotną aktywność w tym obszarze i zdobycie znaczącego doświadczenia w pracy dydaktyka, w tym zagranicą. W jego dorobku znajdują się elementy świadczące o działalności popularyzującej naukę. Zgromadził warty podkreślenia dorobek organizacyjny oraz pełnił odpowiedzialne funkcje na WM PK. Posiada wyróżniający się, ponadprzeciętny dorobek we współpracy międzynarodowej i krajowej.

Biorąc powyższe pod uwagę recenzent stwierdza, że przedstawione osiągnięcie naukowe oraz zgromadzony dorobek naukowy, dydaktyczny, popularyzatorski, organizacyjny i we współpracy krajowej i międzynarodowej dr inż. Grzegorza Zająca spełniają wymagania *Ustawy o stopniach i tytułach naukowych oraz o stopniach i tytułach w zakresie sztuki* z dnia 14.03.2003 roku (wraz z późniejszymi zmianami), Rozporządzenia Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego (MNiSW) z dn. 01.09. 2011 r. *W sprawie kryteriów oceny osiągnięć osoby ubiegającej się o nadanie stopnia doktora habilitowanego* (Dz.U. Nr 196 poz.1165) oraz Rozporządzenia MNiSW z dnia 26.09.2016 r. *W sprawie szczegółowego trybu i warunków przeprowadzania czynności w przewodach doktorskich w postępowaniu habilitacyjnym oraz postępowaniu o nadanie tytułu profesora* (Dz.U. poz. 1586) w związku z art. 179 ust. 2 ustawy z dnia 03.07.2018 r. *Przepisy wprowadzające ustawę – Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce* (Dz. U. z 2018 r., poz. 1669) w zakresie niezbędnym do nadania stopnia doktora habilitowanego i w związku z tym stanowią dla recenzenta skuteczną podstawę do nadania wymienionemu tego stopnia w dziedzinie Nauk Inżynieryjno-Technicznych w dyscyplinie naukowej Inżynieria Mechaniczna.

