

Poznań, 17.03.2020 r.

prof. dr hab. inż. Paweł Fuć
Politechnika Poznańska
Instytut Silników Spalinowych i Napędów

RECENZJA

wniosku habilitacyjnego o całokształcie działalności naukowej, organizacyjnej i dydaktycznej dr. inż. Bartosza Firlika, w związku z postępowaniem habilitacyjnym w dziedzinie Nauk Technicznych w dyscyplinie Inżynieria Lądowa i Transport, wykonana na zlecenie Dziekana Wydziału Inżynierii Lądowej i Transportu Politechniki Poznańskiej z dnia 27.01.2020 roku

1. Podstawa opracowania recenzji

Tytuł osiągnięcia naukowego: *„Analiza i ocena dynamiki układu lekkiego pojazdu szynowego – tor w warunkach rzeczywistej eksploatacji”*

Podstawa wniosku: *Dokumentacja z wykazem osiągnięć w pracy naukowej, dydaktycznej i organizacyjnej po uzyskaniu stopnia doktora nauk technicznych w dyscyplinie Transport. Podstawą osiągnięcia naukowego jest 15 publikacji naukowych, a także zestawienie pozostałego dorobku naukowego w postaci:*

- 5 publikacji naukowych w czasopismach znajdujących się w bazie Journal Citation Report (JRC)
- 4 zrealizowane oryginalne osiągnięcia projektowe, konstrukcyjne i technologiczne
- 3 współautorstwa rozdziałów w książkach
- 46 innych publikacji naukowych w czasopismach międzynarodowych lub krajowych
- 64 opracowania zbiorowe, katalogi zbiorów, dokumentacja prac badawczych, ekspertyz, utworów i dzieł artystycznych

2. Informacje wstępne

Posiadane dyplomy i stopnie naukowe przez kandydata

- doktor nauk technicznych – 2008 r., Politechnika Warszawska, Wydział Transportu. Tytuł rozprawy doktorskiej: „Wpływ stanu zużycia profili szyn oraz geometrii toru na bezpieczeństwo jazdy lekkiego pojazdu szynowego” (promotor: prof. Andrzej Chudzikiewicz, Politechnika Warszawska)
- magister inżynier – 2003 r., Politechnika Poznańska, Wydział Maszyn Roboczych i Transportu, kierunek Mechanika, specjalność Pojazdy Transportu Masowego. Tytuł pracy magisterskiej: „Dynamika pojazdu szynowego w płaszczyźnie poziomej z wykorzystaniem programu MATLAB” (promotor: prof. Tadeusz Piechowiak, Politechnika Poznańska)

3. Ocena dorobku naukowego Habilitanta

Kandydat ubiega się o nadanie stopnia doktora habilitowanego nauk technicznych w dyscyplinie Transport, w rozumieniu Ustawy, a jego podstawą jest 15 publikacji naukowych oraz pozostały dorobek naukowy. Całość ocenianego dorobku zestawiono w tabeli poniżej.

Rodzaj osiągnięcia	Przed doktorem	Po doktoracie	Razem
Publikacje naukowe w czasopismach znajdujących się w bazie Journal Citation Report	0	8	8
Publikacje naukowe w czasopismach znajdujących się w bazie Scopus	0	22	22
Publikacje w czasopismach z listy A MNiSW	0	2	2
Publikacje w czasopismach z listy B MNiSW	2	20	22
Publikacje w innych czasopismach	2	6	8
Monografie i rozdziały w książkach	0	4	4
Rozdziały w recenzowanych materiałach konferencji krajowych	1	5	6
Rozdziały w recenzowanych materiałach konferencji międzynarodowych	1	28	29
Dokumentacja prac badawczych	0	64	64
Ekspertyzy	3	10	13
Referaty wygłoszone na konferencjach międzynarodowych	0	29	29

Referaty wygłoszone na konferencjach krajowych	3	14	17
Recenzje artykułów	0	6	6
Kierownictwo projektów badawczych	0	6	6
Udział w projektach badawczych	4	17	21

Zestawienie numeryczne osiągnięć habilitanta to:

Liczba punktów MNiSW	539
Sumaryczny Impact Factor wg WoS	4,343
Index Hirscha wg WoS	1

Należy podkreślić, że dorobek, jaki jest przedmiotem oceny, tzn. zarówno wybranych 15 publikacji, stanowiących podstawę dorobku habilitanta, jak i pozostałe wchodzące w jego skład pozycje, są spójne tematycznie, korespondują ze sobą tematycznie i prezentują znaczącą wartość naukową.

Przedstawione w publikacjach zagadnienia dotyczą obszaru dynamiki lekkich pojazdów tramwajowych, celem poprawy ich oddziaływania dynamicznego z torem, a także zwiększenia bezpieczeństwa i komfortu jazdy. Celem naukowym prowadzonych przez Habilitanta badań jest identyfikacja, modelowanie, symulacja oraz pomiary eksperymentalne nieliniowych zjawisk wibroakustycznych zachodzących podczas jazdy tramwaju na torze zużyтым. Należy podkreślić fakt, że są to badania o szczególnym znaczeniu praktycznym, gdyż rozwiązuje on w sposób naukowy konkretne problemy występujące w systemach transportowych polskich miast.

Badania w tym obszarze Habilitant rozpoczął już na etapie realizowania swojej pracy doktorkiej i konsekwentnie od tamtego czasu rozwija swój warsztat badawczy. Realizowane w początkowym okresie po doktoracie prace dotyczyły opracowania autorskich kryteriów oceny bezpieczeństwa jazdy lekkich pojazdów szynowych, w odniesieniu do zużycia toru i zmiany jego geometrii. Bazowały one na pomiarze przyspieszeń wybranych elementów pojazdu, a także (w metodzie symulacyjnej) na wyznaczeniu sił na styku koła i szyny. Zaproponowana metoda była zweryfikowana na etapie badań symulacyjnych, z wykorzystaniem nieliniowych modeli pojazdu i toru, a także podczas obszernych badań eksperymentalnych (poligonowych). W kolejnym etapie swojej pracy badawczej Habilitant skupił się na wykorzystaniu odpowiedzi dynamicznej lekkiego pojazdu szynowego do monitorowania stanu technicznego układu po-

jazd-tor. Prace prowadzone były w ramach projekt badawczego „Monitorowanie Stanu Technicznego Konstrukcji i Ocena jej Żywotności (MONIT)” (POIG.01.01.02-00-013/08), realizowanym ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego w ramach Programu Operacyjnego Innowacyjna Gospodarka. W projekcie tym Habilitant był kierownikiem 20-osobowego zespołu badawczego, odpowiedzialnego za zaprojektowanie, wykonanie i wdrożenie systemu monitorowania stanu technicznego lekkiego pojazdu szynowego oraz toru. Jako kierownik czuwał merytorycznie nad całością prowadzonych prac, sformułował główne założenia systemu, opracował metodykę pracy i był głównym wykonawcą analiz symulacyjnych. W toku tych badań, opracował nowe modele dynamiczne lekkich pojazdów szynowych, uwzględniając w nich możliwe uszkodzenia zarówno pojazdu, jak i toru. Dla każdego uszkodzenia wykonał analizy detekcji i identyfikacji, w oparciu o przyjęte miary statystyczne. Efektem prowadzonych prac, opisanym w ocenianych publikacjach, było opracowanie, zbudowanie i przetestowanie systemu monitorowania stanu technicznego układu lekkiego pojazdu szynowego – tor. Jest to nowoczesne, kompleksowe rozwiązanie w zakresie monitorowania stanu technicznego kluczowych układów i elementów układu biegowego tramwaju oraz jakościowej oceny infrastruktury torowej. System opiera się na rozproszonej sieci przetworników zainstalowanych na pojeździe wraz z jednostką akwizycji danych oraz serwera danych z aplikacją do analizy i zarządzania danymi diagnostycznymi.

Opisywane przez Habilitanta badania z tego okresu dotyczyły analizy dynamiki tramwaju w skali makro, bez wnikania w charakter zjawisk na styku koła i szyny. Chcąc skutecznie rozwiązać również i ten obszar, Habilitant uzyskał dofinansowanie na duży projekt badawczy pt. „Identyfikacja i modelowanie zjawisk nieliniowych w strefie kontaktu koła z szyną, celem opracowania nowego profilu koła tramwajowego”, w ramach IV edycji programu LIDER (wsparcie rozwoju kadry naukowej, a w szczególności podniesienie kompetencji w samodzielnym planowaniu, zarządzaniu oraz kierowaniu zespołem badawczym poprzez realizację projektów badawczych o charakterze aplikacyjnym).

W ramach tego projektu, zajął się szczegółowo zjawiskami występującymi na styku koła i szyny, jako uszczegółowienie wcześniej prowadzonych analiz dla całego pojazdu. Wykonał identyfikację wybranych zjawisk, a następnie szczegółową analizę wpływu parametrów zużycia koła i szyny na zachowanie dynamiczne pojazdu. Badania prowadzone były nie tylko a podstawie analiz symulacyjnych, ale również zaawansowanych badań poligonowych, z wykorzystaniem opracowanego przez siebie multisensorowego systemu pomiarowego, umożliwiającego badania metodami optycznymi, termograficznymi, tensometrycznymi oraz wibroaku-

stycznymi. Habilitant wykorzystał m. in. kamerę termowizyjną, umożliwiającą śledzenie położenia punktu styku między kłem a szyną podczas jazdy tramwaju, a także kamerę szybkoobrotową, która umożliwiła precyzyjne śledzenie ruchu koła w różnych warunkach ruchu.

Wykonane zostały również analizy metalograficzne wybranych kół i szyn w aspekcie zjawisk zachodzących w warstwie powierzchniowej. Efektem prowadzonych prac była nie tylko pełna identyfikacja wybranych zjawisk, ale przede wszystkim optymalizacja istniejącego profilu koła tramwajowego w aspekcie przyjętych kryteriów bezpieczeństwa jazdy, naprężeni kontaktowych, a także zużycia koła.

Oceniane prace naukowe z tego okresu są już w pełni dojrzałymi artykułami naukowymi, publikowanymi wysoko punktowanych czasopismach. Kilka kolejnych było w trakcie recenzji na etapie składania wniosku, a obecnie zostały już opublikowane.

Uwagi ogólne dotyczące osiągnięcia naukowego:

- Publikacje z początkowego okresu po doktoracie zawierają pewną ilość kolokwializmów, które obniżają wartość naukową. Niemniej jednak widać wyraźny wzrost jakości prac w czasie.
- Mimo innowacyjnych metod proponowanych w publikacjach, brak patentów w dorobku Habilitanta.
- Przy tak obszernym dorobku naukowym, mogłoby się pojawić więcej publikacji w czasopismach z wyższym wskaźnikiem IF. Niemniej jednak od daty złożenia wniosku o przeprowadzenie postępowania habilitacyjnego pojawiły się już dwie nowe publikacje w takich czasopismach, a kolejne są w druku, więc dorobek Habilitanta stale rośnie.
- Przeważają publikacje współautorskie, co na pewno ma swoje uzasadnienie w tym, że są one efektem pracy zespołowej przy dużych projektach badawczych. Należy podkreślić, że udział Habilitanta w ocenianych publikacjach jest większościowy.

Wyżej wymienione uwagi nie umniejszają wagi prezentowanego osiągnięcia naukowego Habilitanta, który dokonał obszernej analizy i oceny odpowiedzi dynamicznej układu lekki pojazd szynowy – tor z uwzględnieniem warunków rzeczywistej eksploatacji. Podjęcie tej tematyki, mając na uwadze stworzenie i przetestowanie metody badawczej, można uznać za celowe i dysertabilne. Zaproponowana metodologia badawcza zawiera wszystkie elementy procesu badawczego, takie jak: proces identyfikacji zjawisk, opracowanie modeli matematycznych i fizycznych, walidację i weryfikację opracowanych modeli, proces badań symulacyjnych i badań

poligonowych oraz porównanie otrzymanych wyników. Na szczególną uwagę zasługuje element twórczy, związany z zaproponowaniem własnych, autorskich kryteriów oceny bezpieczeństwa jazdy, opracowania nowego profilu koła tramwajowego celem poprawy współpracy koła i szyny, a także opracowanie systemu pomiarowego do monitorowania zachowania pojazdu na torze podczas jazdy.

4. Ocena istotnej aktywności naukowej Habilitanta

Po uzyskaniu stopnia doktora nauk technicznych habilitant kontynuował pracę naukową na Wydziale Maszyn Roboczych i Transportu Politechniki Poznańskiej. Od początku swojej kariery naukowej ściśle współpracował z producentami taboru oraz przedsiębiorstwami komunikacji miejskiej, gdzie weryfikowane były zarówno założenia, jak i proponowane przez niego rozwiązania.

Oprócz prezentowanych prac w ramach osiągnięcia naukowego, Habilitant był również kierownikiem lub głównym wykonawcą kilkunastu innych projektów, z których wszystkie dotyczyły obszaru lekkich pojazdów szynowych. Brał udział w projektowaniu nowych wózków tramwajowych, opracowywał innowacyjny pakiet podsystemów poprawiających właściwości funkcjonalne i eksploatacyjne lekkich pojazdów szynowych, a także kierował po stronie uczelni dużym projektem, którego efektem było powstanie innowacyjnego tramwaju dla polskich miast. Ponadto kierował pracami zmierzającymi do opracowania koncepcji uniwersalnego koła tramwajowego, czy też opracowania nowych narzędzi i metodologii symulacji hałasu oraz analizy kosztów i korzyści działań łagodzących hałas zewnętrzny i wewnętrzny pojazdów szynowych.

Dzięki podejmowanym działaniom Habilitant stał się osobą rozpoznawalną w branży transportu szynowego, a w dziedzinie dynamiki pojazdów jednym z nielicznych ekspertów w Polsce. W każdym z kierowanych przez niego projektów udało mu się również utworzyć prężnie działający zespół badawczy, który potrafi rozwiązywać bieżące problemy w konstrukcji i eksploatacji pojazdów. Posiada więc pełne predyspozycje do bycia samodzielnym pracownikiem naukowym.

Wyniki swoich prac Habilitant prezentował na największych branżowych konferencjach na świecie, w tym m. in.

- International Conference on Railway Technology: Research, Development and Maintenance (RAILWAYS)

- European Workshop on Structural Health Monitoring (EWSHM)
- International Congress on Sound and Vibration (ICSV)
- Conference on Vehicle System Dynamics, Identification and Anomalies (VSDIA).
- Colloquium in Rolling Contact Mechanics for Multibody System Dynamics
- Polish-German Workshop on Dynamical Problems in Mechanical Systems

Na powyższych konferencjach nawiązał trwające do dzisiaj kontakty z czołowymi ekspertami z zakresu dynamiki pojazdów szynowych, takimi jak prof. Stefano Bruni (Politecnico di Milano), prof. Markus Hecht (Technische Universität Berlin), prof. Hugues Chollet (Institut Français des Sciences et Technologies), prof. Rolf Dollevoet (Delft University of Technology), prof. Simon Iwnicki (Manchester Metropolitan University), prof. Akira Matsumoto (Nihon University, Japonia) czy prof. Yoshihiro Suda (University of Tokio, Japonia).

Habilitant współpracuje również ściśle z Izbą Gospodarczą Komunikacji Miejskiej (IGKM), która wspierała jego projekty. Efektem tej współpracy było włączenie go do prac nad aktualizacją poszczególnych dokumentów technicznych, które mają służyć kompetentnej nowelizacji zapisów specjalistycznych norm i rozporządzeń tramwajowych. Znalazł się tym samym w ścisłym gronie osób zmieniających obecne przepisy tramwajowe, a istotna część tych zmian przeprowadzana jest w oparciu o wyniki jego prac badawczych. Prowadzone prace badawcze od początku ich realizacji służą więc praktyce przemysłowej, ciesząc się dużym uznaniem w branży, która widzi w nich duży potencjał.

Od kilku lat Habilitant prowadzi też spółkę TechSolutions Group, funkcjonującą początkowo jako spółka spin-off Politechniki Warszawskiej, a następnie inkubowaną przy Politechnice Poznańskiej. Od tamtej pory funkcjonuje ona coraz aktywniej w branży pojazdów szynowych, zdobywając zaufanie czołowych producentów i operatorów pojazdów tramwajowych.

Swoistym zwieńczeniem prezentowanego dorobku naukowego Habilitanta jest projekt pt. „Tramwaj pomiarowy do pomiarów i oceny stanu infrastruktury”, realizowany obecnie w ramach programu sektorowego INNOTABOR (finansowanie prac B+R na rzecz przedsiębiorców w sektorze innowacyjnego taboru szynowego do przewozów pasażerskich, towarowych i specjalnego przeznaczenia). Jest to projekt ściśle przemysłowy, którego Habilitant jest pomysło-

dawcą i kierownikiem po stronie partnera projektu. Efektem prowadzonych prac będzie opracowanie i wykonanie pojazdu pomiarowego, który będzie pełnił rolę mobilnego laboratorium badawczego, analizującego stan infrastruktury torowo-sieciowej w polskich miastach.

Habilitant jest również laureatem wielu nagród za działalność naukową, w tym m.in. prestiżowej Nagrody Siemens (edycja 2008), przyznawanej za wybitne osiągnięcia w technice i badaniach naukowych prowadzonych przez pracowników instytucji akademickich i pozaakademickich w Polsce. Jest również laureatem Stypendium Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego dla wybitnych młodych naukowców na lata 2013-2016, przyznawanym co roku młodym wybitnym naukowcom, którzy prowadzą wysokiej jakości badania i cieszą się imponującym dorobkiem naukowym. Nagradzany był również przez Prezydenta Miasta Poznania, Prezesa Polskich Kolei Państwowych, Rektora Politechniki Warszawskiej oraz Rektora Politechniki Poznańskiej. Był również nominowany do nagrody im. Gen. Ignacego Prądzyńskiego 2013 za wybitne zasługi w rozwoju systemu transportowego aglomeracji poznańskiej w kategorii „badania, studia i prace naukowe” – za zintegrowany system diagnostyczny sieci i układów jezdnych w systemie transportu szynowego.

Prezentowany dorobek ukazuje Habilitanta jako człowieka bardzo aktywnego naukowo, który nie spoczywa na laurach tylko cały czas poszukuje nowych wyzwań badawczych dla siebie i swojego zespołu. Dodatkowo dba o ciągły kontakt z przemysłem, starając się aby jego prace odpowiadały bieżącym problemom. Wyniki realizowanych przez niego prac zapewniają mu odpowiednią pozycję w branży, w której jest cenionym specjalistą z zakresu współpracy pojazdu z torem.

5. Ocena dorobku dydaktycznego, organizacyjnego i popularyzatorskiego

Habilitanta

Poza dorobkiem naukowym, habilitant wykazuje również obszerny dorobek dydaktyczny, organizacyjny i popularyzatorski. Na konferencjach naukowych nie tylko prezentując własny dorobek, ale także reprezentuje świat nauki w panelach dyskusyjnych. Ponadto, jako członek komitetów organizacyjnych, współorganizował kilka konferencji i prowadził seminaria dla specjalistów z branży pojazdów szynowych.

Ponadto, w ramach projektu europejskiego finansowanego z programu POKL brał udział w 6-miesięcznym stażu jako naukowiec w Dziale Badań i Rozwoju firmy Solaris Bus & Coach, poznając od strony praktycznej funkcjonowanie przedsiębiorstwa i pomagając w rozwiązywaniu bieżących problemów oddziaływania pojazdu z infrastrukturą.

Habilitant uczestniczył również jako przedstawiciel uczelni w koordynowaniu pracy sieci badawczej „European Railway R&D Network”, a także konsorcjum „Koleje zwiększonych Prędkości, Badania – Rozwój – Kształcenie”.

Prowadzona działalność organizacyjna była regularnie doceniana przez władze Politechniki Poznańskiej, co znajduje swoje odbicie w przyznanych sześciu nagrodach za tę działalność.

Na duża uwagę zasługuje działalność dydaktyczna habilitanta. Nie ogranicza się ona tylko do prowadzenia zajęć i wykładów, ale również do aktywnej poza godzinowej działalności ze studentami. Jako pomysłodawca i organizator, od 10 lat organizuje wspólnie z prof. Hechtem z Technische Universität Berlin, coroczne, tygodniowe warsztaty **Workshop on Rail Technology, przeznaczone dla studentów** i pracowników trzech uczelni związanych z transportem szynowym (Technische Universität Berlin, Technische Universiteit Delft, Politechnika Poznańska). W warsztatach co roku bierze udział prawie 50 studentów z kilkunastu różnych krajów. Podobną inicjatywę habilitant rozpoczął dwa lata temu z Université Polytechnique Hauts-de-France, organizując cykliczne spotkania studentów pod hasłem Workshop of Railway Engineering.

Habilitant dba o rozwój uczelni, stale rozwijając jej zaplecze badawcze. Utworzył na wydziale „**Laboratorium Projektowania i Dynamiki Pojazdów**”, realizujące prace badawcze dla nauki i przemysłu. Aktywnie włącza się także w dostosowywanie programów studiów do bieżących potrzeb przemysłu, m. in. opracowując nowe siatki dydaktyczne dla specjalności realizowanych w Zakładzie Pojazdów Szynowych. Ponadto, utworzył i przez wiele lat prowadził na wydziale Koło Naukowe Inżynierów Transportu Publicznego, które skupia studentów interesujących się transportem publicznym. Koło to jest obecnie jednym z najprężniej działających kół naukowych na uczelni.

Habilitant pełnił również funkcję Pełnomocnika ds. Dydaktyki Dyrektora Instytutu Silników Spalinowych i Transportu Politechniki Poznańskiej, a także był członkiem Wydziałowej Komisji ds. Jakości Kształcenia.

Na uwagę zasługuje również duża liczba wypromowanych prac inżynierskich (48 osób) jak i magisterskich (32 osoby). Są to w większości prace o charakterze praktycznym, odpowiadające bieżącym potrzebom przemysłu. Habilitant co roku angażuje najlepszych studentów w prace

przy swoich licznych projektach, otwierając przed nimi nowe możliwości zdobywania wiedzy i doświadczenia. Ponadto, jako promotor pomocniczy, pełnił opiekę naukową nad 4 doktorantami.

Realizowane projekty sprawiły, że habilitant skupił wokół siebie prężnie działający zespół badawczy, który obecnie pracuje pod jego kierunkiem nad realizacją kolejnych projektów. Zespół jest znany i ceniony w środowisku zajmującym się transportem szynowym.

6. Ocena końcowa

Dr inż. Bartosz Firlik jest naukowcem, który w swojej działalności badawczej, dydaktycznej, organizacyjnej i popularyzatorskiej, realizowanej w kraju i za granicą, stosuje szeroką wiedzę teoretyczną i empiryczną, pozyskiwaną konsekwentnie w wyniku wieloletniej pracy naukowej w obszarze dynamiki pojazdów szynowych. Posiada znaczącą wiedzę ogólną i techniczną, a w swoich badaniach wykorzystuje aktualne osiągnięcia naukowo-badawcze w analizowanym obszarze. O jego kompetencjach świadczy dobitnie liczba projektów, których w ostatnich latach był kierownikiem bądź też głównym wykonawcą, a także imponująca liczba prestiżowych nagród za działalność naukową. Rezultaty tych projektów stanowią zawsze wymierną korzyść dla obszaru nauki lub przemysłu.

Kompetencje naukowe, jak również aktywna działalność na różnych płaszczyznach funkcjonowania naukowo-badawczego i dydaktycznego sprawiły, że dr inż. Bartosz Firlik jest znany i ceniony w krajowym i międzynarodowym środowisku naukowym i przemysłowym w obszarze transportu szynowego. Jest on dojrzałym naukowcem, posiadającym kompetencje niezbędne do prowadzenia samodzielnej działalności naukowej, badawczej i dydaktycznej. Jego osiągnięcia i metody rozwiązywania problemów naukowych oraz umiejętności tworzenia i współpracy z innymi badaczami dowodzą jednocześnie dużego potencjału w zakresie tworzenia nowych i unikatowych rozwiązań inżynierskich.

Reasumując, uważam, że przedłożony do oceny dorobek naukowy dr. inż. Bartosza Firlika, Jego osiągnięcia dydaktyczne i organizacyjne spełniają warunki określone w Ustawie z dnia 14 marca 2003 roku o Stopniach Naukowych i Tytule Naukowym oraz o Stopniach i Tytule w Zakresie Sztuki (Dz. U. z 2014r. ze zm. w Dz. U. z 2015r.), stanowiąc

podstawę do nadania stopnia naukowego doktora habilitowanego w dyscyplinie Inżynieria Lądowa i Transport należącej do dziedziny nauk inżynieryjno-technicznych.

A handwritten signature in black ink, consisting of a stylized 'P' and 'F' with a long horizontal stroke extending to the right.

Paweł Fuć