Prof. dr hab. inż. Zdzisław Gosiewski

20.01.2023

Recenzja osiągnięć naukowych, dydaktycznych, popularyzatorskich oraz współpracy międzynarodowej

dra inż. Dawida Wajnerta

w związku z postępowaniem o nadanie stopnia naukowego doktora habilitowanego

Podstawą do wykonania niniejszej recenzji jest:

Pismo RR/1503/2022 z dnia 24.11.2022 wystosowane przez Rektora Politechniki Opolskiej, dr. hab. inż. Marcina Lorenca.

- **Sylwetka dra inż. Dawida Wajnerta, rocznik 1984**

Kariera naukowa. Studia na Wydziale Elektrotechniki i Automatyki, Politechniki Opolskiej ukończył w 2008 r. uzyskując stopień magistra inżyniera na kierunku *elektrotechnika* po obronie pracy *„Projekt i wykonanie układu sterowania aktywnym łożyskiem magnetycznym"*.
Stopień naukowy doktora nauk technicznych został mu nadany w 2012 r. uchwałą Rady Wydziału Elektrotechniki, Automatyki i Informatyki, Politechniki Opolskiej. Rozprawa doktorska pt. *„Charakterystyki pracy łożyska magnetycznego z uwzględnieniem jego układu regulacji"*, promotor prof. dr hab. inż. Bronisław Tomczuk, mieściła się w dyscyplinie naukowej *elektrotechnika*.
Tematyka obu rozpraw miała istotny wpływ na zainteresowania naukowe Kandydata w okresie przed i po obronie rozprawy doktorskiej, co znalazło również swój wyraz w Jego dorobku przedstawionym do oceny.

Kariera zawodowa. Dr inż Dawid Wajnert po uzyskaniu w 2012 r. stopnia naukowego doktora został zatrudniony na Politechnice Opolskiej, najpierw w Katedrze Elektrotechniki Przemysłowej na stanowisku asystenta, a od 1.10.2013 r w Katedrze Elektrotechniki i Mechatroniki na stanowisku adiunkta. Tam pracuje do chwili obecnej.
W ramach obowiązków służbowych prowadził i prowadzi ze studentami zajęcia dydaktyczne i opiekuje się wybranymi laboratoriami. Ponadto angażował się w projekty badawcze uczelniane, ministerialne i przemysłowe. Profil kariery zawodowej dra inż. Dawida Wajnerta jest więc typowy dla pracowników naukowo-dydaktycznych zatrudnionych w instytutach naukowych i uczelniach.

- **Osiągnięcie naukowe Habilitanta**

Jako osiągnięcie naukowe, zatytułowane "***Modelowanie i weryfikacja pomiarowa charakterystyk hybrydowych łożysk magnetycznych***", stanowiące podstawę wszczęcia postępowania habilitacyjnego wynikającego z art. 219 ust. 1 pkt. 2 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2020 r. poz. 85 z późn. zm.) prezentowana jest przez Habilitanta monografia *Mathematical modelling of hybrid magnetic bearings*, wydana w serii Studia i Monografie, z.576, przez Oficynę Wydawniczą Politechniki Opolskiej, Opole, 2022, oraz cykl 8 publikacji i 2 patentów powiązanych tematycznie z prezentowaną monografią, a merytorycznie

dotyczących projektowania, obliczania wybranych charakterystyk i badań eksperymentalnych łożysk magnetycznych.

Publikacje te, z wyjątkiem jednej, są indeksowane w *Web of Science Core Collection* i zostały one opublikowane w 5 czasopismach z *Impact Factor*. Trzy z wymienionych prac wykonał samodzielnie, pozostałych publikacji jest głównym współautorem. Jest również jedynym autorem wspomnianych dwóch patentów. Ponieważ dołączone publikacje zawierają treści, które w dużej mierze zostały powtórzone i uporządkowane w monografii, to w ocenie osiągnięcia naukowego skoncentruję się na zawartości monografii.

Opis zawartości

Przedmiotem badań Habilitanta są hybrydowe łożyska magnetyczne. Pierwszym, który zbudował i opisał te łożyska pod kątem zastosowania w maszynach wirnikowych był zespół profesora Gherarda Shweitzera z ETH w Zurichu. Ale już wcześniej interesował się zawieszeniami magnetycznymi profesor Sikora ze Szczecina oraz fizycy w wielu krajach, którzy pracowali nad fuzją termojądrową i budowali pułapkę magnetyczną dla wysokotemperaturowej plazmy. Mój zespół z WAT w Warszawie zbudował i przebadał wiele typów aktywnych łożysk magnetycznych. Kontynuując prace nad niekonwecjonalnymi łożyskami profesor Krzysztof Falkowski przebadał łożyska pasywne, wykorzystujące tablice Halbacha, zbudowane z magnesów trwałych.

Wkrótce okazało się że można połączyć oba typy łożysk i stworzyć łożyska hybrydowe, które charakteryzują się zaletami dwóch poprzednich typów łożysk i minimalizują ich wady. Prace badawcze nad tego typu łożyskami Habilitant podjął w 2016 r., podczas gdy wcześniej zajmował się aktywnymi łożyskami magnetycznymi. Wybór tej tematyki był więc wyborem świadomym i wynikającym z Jego wiedzy heurystycznej i pojawiających się wzmianek literaturowych. Habilitant własne wyniki badań z zakresu hybrydowych łożysk magnetycznych przedstawił w monografii ***Mathematical modelling of hybrid magnetic bearings***. Wybór tej tematyki przez Kandydata ma, obok natury poznawczej, duże znaczenie praktyczne, gdyż otrzymane wyniki otwierają drogę do wielu nowych zastosowań technicznych.

W **rozdziale pierwszym** monografii Kandydat przedstawił wady i zalety łożysk magnetycznych oraz ich liczne zastosowania. Następnie omówił różne typy łożysk i schematy sterowania zawieszeniem wirnika, ale tylko w odniesienu do jednego stopnia swobody. Wszystkie te rozważania poparte zostały wskazaniem licznie cytowanej literatury. W kolejnym punkcie tego wprowadzającego rozdziału omówione zostały problemy techniczne i naukowe, jakie zostały rozwiązane, lub które należy jeszcze rozwiązać przy budowaniu łożysk magnetycznych. Na koniec omówił cele badawcze jakie przed sobą postawił i wyniki badań, do których dąży w prezentowanej monografii. Niestety, nie opisał tych celów sposób klarowny. W miarę czytania monografii cele te stawały się dla mnie jasne. Po pierwsze, chodzi o optymalizację elementu wykonawczego, w którym generowane są sterowane i niesterowane strumienie magnetyczne. Po drugie, celem było zbudowanie takiego modelu magnetycznego, aby on w miarę dokładnie odzwierciedlał rzeczywistość. Ten ostatni cel nie tylko generuje walory poznawcze, ale również umożliwia zastosowanie bardziej złożonych i precyzyjnych algorytmów sterowania zawieszeniem wirnika.

W **rozdziale drugim** prezentowane są dwie koncepcje rozwiązania konstrukcyjnego badanych 6-biegunowych hybrydowych łożysk magnetycznych. W wariancie A, jak Habilitant oznaczył jedną z konstrukcji, drut cewkowy jest nawinięty na co drugi biegun. W pozostałych biegunach umieszczone są magnesy trwałe, które generują siły bias w punkcie pracy łożyska. W wariancie B, cewki, połączone w sąsiedujące pary, zostały nawinięte na wszystkie bieguny. Dwa rozwiązania różnią się ukierunkowaniem i rozmieszczeniem magnesów trwałych. Ostatecznie okazuje się, że bardziej korzystnym jest promieniowe, a nie obwodowe położenie tych magnesów w rdzeniu stojana. A dlaczego to jest korzystne, Habilitant ocenia przez wyliczenie odpowiednich parametrów takich jak: charakterystyki prądowe i przemieszczeniowe, które decydują o nośności łożysk, współczynniki określające odchylenie zlinearyzowanych charakterystyk od ich rzeczywistego przebiegu oraz wskaźniki oceniające sprzęganie oddziaływań siłowych łożyska przez upływy obwodów

magnetycznych na prostopadły kierunek do zadanego. Wydaje się, że kluczową sprawą w prawidłowym ukierunkowaniu obwodów magnetycznych są nie tyle magnesy, co wnęki pod te magnesy. Poszukiwanie ich najlepszej lokalizacji i gabarytów powinny być zrealizowane w procedurze optymalizacyjnej, np. stosukowo prostą metodą: Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution (TOPSIS). Na początku rozdziału wyraźnie brakuje rysunku łożyska z umieszczonym na nim układem współrzędnych, który by wskazywał, że jego początkiem, jak podejrzewam, jest środek geometryczny korpusu stojana. Tym niemiej z dwóch analizowanych przez Habilitanta konstrukcji zdecydowanie lepszą okazała się ta, którą określił wariantem B. Brakuje wyjaśnienia, dlaczego w tym wariancie zastosował 6 cewek, co zmniejsza powierzchnię czoła biegunów.

W krótkim **rozdziale trzecim** Kandydant prezentuje podstawy teorii pola elektromagnetycznego. Przekształca ogólne równania Maxwella do tej postaci, która będzie wygodna do obliczeń numerycznych charakterystyk hybrydowych łożysk magnetycznych. Jak wskazał, w obliczeniach zalecane jest użycie metody metody T-omega, gdyż duże obszary łożyska są wolne od obciążenia prądowego, co pozwala tą metodą efektywnie liczyć w trzech wymiarach rozkład strumienia magnetycznego i prowadzić analizę pola magnetycznego. Siłę oddziaływania statora na rotor można liczyć metodą pracy wirtualnej lub metodą tensora naprężeń Maxwella.

Wykorzystując pakiet programów Ansys Maxwell 3D i stosując się do omówionych wyżej zaleceń teoretycznych Kandydat, metodą trójwymiarowych elementów skończonych, zrealizował modelowanie obu rozważanych konstrukcji łożysk hybrydowych. Wyniki obliczeń przedstawił w **rozdziale czwartym**. Zgodnie z wieloletnią wiedzą obliczeniowca dobrał odpowiednie założenia i uproszcznia dla modelu obliczeniowego, mimo to liczba elementów typu czterościennego przekraczała pół miliona. Dla mnie szczególnie ciekawym wynikiem obliczeń jest ujawnienie gęstości strumienia magnetycznego, w połowie szczeliny powietrznej na pełnym obwodzie pomiędzy rotorem a statorem, podczas działania jedynie stałych magnesów jak i wówczas, gdy bieguny są obciążone stałym prądem sterującym. Różnica pomiędzy ich wartościami w trakcie sterowania jest generatorem sił zapewniających stabilną lewitację wirnika. Przy obliczeniach poszerzono rozmiar długość szczeliny powietrznej o wymiar warstwy demagnetyzowanej na statorze i rotorze podczas obróbki blachy prądnicowej techniką laserową. Ze względu na długi czas obliczeń metodą elementów skończonych, szczególnie niewygodny podczas obliczeń dynamicznych, Habilitant w tym rozdziale zaproponował model ekwiwalentnego obwodu magnetycznego. Jego parametry wynikają z reluktancji dużych fragmentów ścieżek magnetycznych i zostały tak skorygowane współczynnikami Cartera, aby wyniki obliczeń tego modelu były bliskie wynikom uzyskanym metodą elementów skończonych oraz wynikom uzyskanym eksperymentalnie. Po wykonaniu powyższych działań uzyskano model stosunkowo precyzyjny, który został wykorzystany później do symulacji dynamicznego zachowania się wirnika łożyskowanego magnetycznie.

W **rozdziale piątym** Kandydat analizuje wpływ geometrii obwodów magnetycznych na parametry hybrydowych łożysk magnetycznych. W analizach tych bierze pod uwagę lokalizację i wymiary magnesów trwałych, grubość ścianki biegunów statora pod wnęką na magnesy trwałe oraz szerokość biegunów. Jak się można było spodziewać, zgodnie z zasadą najmniejszego działania Hamiltona, strumień magnetyczny płynie tam, gdzie ma on najmniejszy opór magnetyczny i tam głównie mają miejsce niepożądane przepływy pomiędzy obwodami magnetycznymi. Tu chyba należałoby rozdzielić badania wpływu geometrii i lokalizacji wnęk na magnesy trwałe od wymiarów magnesów trwałych jako źródła strumienia magnetycznego.

Badania zachowania się dynamicznego wirnika zainstalowanego w stanowisku laboratoryjnym zostały opisane w **rozdziale szóstym**. Budowa stanowiska laboratoryjnego i jego wyposażenia zostało przedstawione w **Dodatku A**, natomiast procedury pomiarowe przedstawione są w **Dodatku B**. Kandydat skonfrontował wyniki badań laboratoryjnych z tymi uzyskanymi symulacyjnie z wykorzystaniem pakietu programów Matlab/Simulink. W modelu symulacyjnym uwzględnił parametry łożysk uzyskane wcześniej głównie metodą elementów skończonych i zastosował model matematyczny uzyskany metodą ekwiwalentnego obwodu. Charakterystyki nieliniowe wprowadził do modelu w postaci nielinowych funkcji lub w postaci tablicowej. Przy modelowaniu wykorzystał również przebiegi *run-out'u* zarówno mechanicznego jak i elektrycznego

wzdłuż obwodu czopa wirnika pod czujnikami wiroprądowymi. Po pomiarze, zostały one uwzględnione w budowanym modelu symulacyjnym. Do analizy procesów przejściowych drgań nieobracającego się wirnika wykorzystał cykliczne pobudzenie skokową siłą zewnętrzną w poziomym kierunku. Drugim rodzajem pobudzenia podczas wirowania wirnika z prędkością przekraczającą 4000 obr/min. było resztkowe niewyważenie. Różnice w otrzymanych charakterystykach otrzymanych na drodze eksperymentalnej i symulacyjnej zostały ocenione statystycznie. Należy tu podkreślić daleko idącą zgodność tych wyników, co świadczy o precyzyjnym zbudowaniu stosunkowo prostego modelu matematycznego obu rozpatrywanych konstrukcji hybrydowych łożysk magnetycznych.

Wnioski z przeprowadzonych badań zostały zebrane i podsumowane w ostatnim **rozdziale siódmym.**

Ocena osiągnięcia naukowego

Przy projektowaniu węzła łożyskowego dla maszyn wirnikowych bierze się po uwagę koszty jego wytworzenia i eksploatacji, nośność i gabaryty, charakterystyki dynamiczne zamkniętego układu sterowania pod kątem zakładanych prędkości obrotowych maszyny wirnikowej, a także możliwość realizacji specyficznych zadań stawianych danej maszynie. Główną przyczyną aplikacji łożysk magnetycznych jest możliwość osiągnięcia wysokich prędkości obrotowych wirników i ich bezkontaktowego zawieszenia, co eliminuje tarcie, smarowanie i zużywanie się łożysk. Tak więc, na przykład, przemysły kosmiczny, farmaceutyczny czy przemysł procesorów cyfrowych są i będą naturalnym użytkownikiem tego typu łożyskowania bez względu na ich koszty czy nośność. Ale to nie oznacza, że wraz z rozwojem ich technologii nie musimy poprawiać tych ostatnich wskaźników.

Prace dra inż. Dawida Wajnerta dotyczą właśnie poszukiwania takich rozwiązań łożysk magnetycznych, które spełniałyby jak najlepiej wszystkie wskaźniki jakościowe, o których była mowa wcześniej. Ze względu na koszty Jego wybór padł na łożyska hybrydowe. W łożyskach tych wykorzystuje się magnesy trwałe do zapewnienia niestabilnej równowagi sił zawieszenia czopa wirnika w środku geometrycznym. Siły te służą linearyzacji podstawowych charakterystyk łożyska - sztywności położeniowej oraz sztywności prądowej i na ich generowanie nie jest zużywana energia elektryczna. Co więcej, zaproponował rozwiązanie z trzema aktywnymi elektromagnesami. Wówczas do ich zasilania można wykorzystać układy mocy dedykowane do trójfazowych silników elektrycznych przez połączenie uzwojeń w konfigurację gwiazdy. Przecież w pętli regulacyjnej łożysk, obok czujników położenia i sterowników, wzmacniacze należą do najbardziej drogich podzespołów.

Nośność łożysk magnetycznych zależy w dużej mierze od powierzchni czoła biegunów statora i takiego ukształtowania obwodów magnetycznych, aby maksymalnie duża część ich energii była kierowana do szczeliny powietrznej pomiędzy czołem biegunów statora a rotorem. W ten sposób nośność ściśle związana jest z konstrukcją łożysk i ich gabarytami. Detaliczne badania charakterystyk dwóch różnych konstrukcji przeprowadzone przez Habilitanta pozwalają ujrzeć wpływ poszczególnych wymiarów na te charakterystyki, a tym samym dostarczają wiedzę i reguły jakimi powinien się kierować konstruktor tego typu łożysk. Praca ma więc również istotne znaczenie praktyczne i to nie tylko w zakresie jej tematu, ale również dostarcza informacji projektowych istotnych dla konstruktorów innych obwodów magnetycznych.

Habilitant opracował metodologię projektowania łożysk magnetycznych, szczególnie łożysk hybrydowych. Zbudował model matematyczny tych łożysk metodą ekwiwalentnego obwodu magnetycznego. Zwiększył dokładność tego modelu wykorzystując modele zbudowane metodą elementów skończonych i wykorzystując wyniki badań eksperymentalnych wykonanych na własnym stanowisku laboratoryjnym. Zbudował pełny nieliniowy model symulacyjny obiektu sterowania otwierając drogę do projektowania zaawansowanych praw sterowania. Jedynie szkoda, że nie przeprowadził procedury optymalizacji obwodów magnetycznych.

Monografia *Mathematical modelling of hybrid magnetic bearings* napisana jest dobrze edycyjnie, Habilitant prezentuje swoje wyniki badań w sposób klarowny. Jest napisana w sposób

zwięzły, ale łatwo przystępny dla czytelnika zajmującego się tematyką łożysk magnetycznych. Cytowane są wszystkie istotne dla tej problematyki pozycje literaturowe.

Podsumowując ocenę stwierdzam, że dr inż. Dawid Wajnert ma dużą wiedzę, umiejętności i znaczące osiągnięcia badawcze z zakresu tematyki zaproponowanego osiągnięcia naukowego: ***Modelowanie i weryfikacja pomiarowa charakterystyk hybrydowych łożysk magnetycznych.***

- **Ocena całości dorobku naukowego, dydaktycznego, popularyzatorskiego, współpracy międzynarodowej oraz nagród i wyróżnień**

Dorobek publikacyjny Habilitanta jest znaczący, z tymi podanymi w osiągnięciu naukowym wynosi łącznie 31 artykułów naukowych, 2 referaty w materiałach z konferencji naukowych oraz 3 patenty. Kilkanaście z artykułów zostało opublikowanych w czasopismach z listy JCR. Po doktoracie opublikował 21 artykułów recenzowanych, w tym 4 samodzielnie. Ponadto po doktoracie jest autorem monografii habilitacyjnej, 1 rozdziału w monografii i 2 referatów w materiałach pokonferencyjnych. Dane bibliometryczne za cały okres działalności naukowej według bazy WoS, podane przez Habilitanta, są następujące. Sumaryczny Impact Factor IF wynosi 10,727. Indeks Hirscha równa się 4. Ogólna liczba cytowań -36 (bez autocytowań-23). Natomiast liczba cytowań Jego publikacji według bazy SCOPUS wyniosła 67 (bez autocytowań-45). Wkład proporcjonalny Kandydata, liczony zgodnie z rokiem publikacji, wynosi 620,88 według punktacji MNiSW.

Habilitant uczestniczył z referatami w 10 konferencjach krajowych i międzynarodowych w kraju i za granicą. Brał udział jako sekretarz w organizacji konferencji *International Symposium on Electrodynamic and Mechatronic Systems* (SELM-2013). Wykonał 35 recenzji dla wysokopunktowanych czasopism naukowych i 2 recenzje referatów konferencyjnych.

Kandydat realizował jako wykonawca dwa projekty pozyskane przed doktoratem z Narodowego Centrum Badań i Rozwoju, a po doktoracie, z Narodowego Centrum Nauki. Ten ostatni był zatytuowany "*Badanie transformatorów i dławików z rdzeniami amorficznymi budowy modułowej w układach zasilanych podwyższoną częstotliwością*". Odbywając staż w firmie Ofama Vibra wziął udział w projekcie"*Innowacje w duecie - szansą na podniesienie konkurencyjności firm województwa opolskiego*". Ponadto uczestniczył w programie POIŚ jako wykonawca projektu "*Przebudowa budynków 1 i 3 Wydziału Elektrotechniki, Automatyki i Informatyki w II Kampusie Politechniki Opolskiej*". Pozyskał również grant Rektora Politechniki Opolskiej zatytułowany "*Badania osprzętu kablowego i kabli średniego napięcia w izolacji XLPE pod kątem detekcji, oceny intensywności oraz lokalizacji wewnętrznych wyładowań niezupełnych*". Uczestniczył regularnie w ramach badań statutowych w 8 pracach zbiorowych kierowanych kolejno przez prof. Bronisława Tomczuka i prof. Sławomira Szymańca.

Brał udział we wdrożeniu patentu "*Tubowy silnik liniowy z magnesami trwałymi*" na zlecenie Uniwersytetu Technicznego w Dortmundzie. Ponadto współpracował z prof. Stefanem Kuligiem z tego niemieckiego Uniwersytetu w zakresie budowy i wdrożenia siłownika elektromagnetycznego z układem zasilania i sterowania. Z prof. Janem Sykulskim z Uniwersytetu w Southhampton (Wielka Brytania) pracował nad modelowaniem hybrydowego łożyska magnetycznego. Z niektórymi członkami mojego zespołu z Politechniki Białostockiej współpracował przy konstrukcji siłowników łożysk magnetycznych. Ponadto brał udział w 3 projektach w ramach współpracy z krajowym sektorem gospodarczym.

W ramach obowiązków dydaktycznych prowadził wszystkie formy zajęć czyli wykłady ćwiczenia, projekty, laboratoria zarówno w języku polskim jak i angielskim. Prowadził zajęcia między innymi z przedmiotów: *elektrotechnika, electrical engineering, informatyka, programming, aktuatory w systemach mechatronicznych, miernictwo aten, antennas and wave propagation*. Był promotorem 18 prac inżynierskich i 4 magisterskich, a dwie prowadzone prace zajęły odpowiednio I i II miejsce w konkursie prac dyplomowych na Jego macierzystym Wydziale. Ponadto recenzował 10 prac

zwięzły, ale łatwo przystępny dla czytelnika zajmującego się tematyką łożysk magnetycznych. Cytowane są wszystkie istotne dla tej problematyki pozycje literaturowe.

Podsumowując ocenę stwierdzam, że dr inż. Dawid Wajnert ma dużą wiedzę, umiejętności i znaczące osiągnięcia badawcze z zakresu tematyki zaproponowanego osiągnięcia naukowego: ***Modelowanie i weryfikacja pomiarowa charakterystyk hybrydowych łożysk magnetycznych***.

- **Ocena całości dorobku naukowego, dydaktycznego, popularyzatorskiego, współpracy międzynarodowej oraz nagród i wyróżnień**

Dorobek publikacyjny Habilitanta jest znaczący, z tymi podanymi w osiągnięciu naukowym wynosi łącznie 31 artykułów naukowych, 2 referaty w materiałach z konferencji naukowych oraz 3 patenty. Kilkanaście z artykułów zostało opublikowanych w czasopismach z listy JCR. Po doktoracie opublikował 21 artykułów recenzowanych, w tym 4 samodzielnie. Ponadto po doktoracie jest autorem monografii habilitacyjnej, 1 rozdziału w monografii i 2 referatów w materiałach pokonferencyjnych. Dane bibliometryczne za cały okres działalności naukowej według bazy WoS, podane przez Habilitanta, są następujące. Sumaryczny Impact Factor IF wynosi 10,727. Indeks Hirscha równa się 4. Ogólna liczba cytowań -36 (bez autocytowań-23). Natomiast liczba cytowań Jego publikacji według bazy SCOPUS wyniosła 67 (bez autocytowań-45). Wkład proporcjonalny Kandydata, liczony zgodnie z rokiem publikacji, wynosi 620,88 według punktacji MNiSW.

Habilitant uczestniczył z referatami w 10 konferencjach krajowych i międzynarodowych w kraju i za granicą. Brał udział jako sekretarz w organizacji konferencji *International Symposium on Electrodynamic and Mechatronic Systems* (SELM-2013). Wykonał 35 recenzji dla wysokopunktowanych czasopism naukowych i 2 recenzje referatów konferencyjnych.

Kandydat realizował jako wykonawca dwa projekty pozyskane przed doktoratem z Narodowego Centrum Badań i Rozwoju, a po doktoracie, z Narodowego Centrum Nauki. Ten ostatni był zatytuowany "*Badanie transformatorów i dławików z rdzeniami amorficznymi budowy modułowej w układach zasilanych podwyższoną częstotliwością*". Odbywając staż w firmie Ofama Vibra wziął udział w projekcie"*Innowacje w duecie - szansą na podniesienie konkurencyjności firm województwa opolskiego*". Ponadto uczestniczył w programie POIŚ jako wykonawca projektu "*Przebudowa budynków 1 i 3 Wydziału Elektrotechniki, Automatyki i Informatyki w II Kampusie Politechniki Opolskiej*". Pozyskał również grant Rektora Politechniki Opolskiej zatytułowany "*Badania osprzętu kablowego i kabli średniego napięcia w izolacji XLPE pod kątem detekcji, oceny intensywności oraz lokalizacji wewnętrznych wyładowań niezupełnych*". Uczestniczył regularnie w ramach badań statutowych w 8 pracach zbiorowych kierowanych kolejno przez prof. Bronisława Tomczuka i prof. Sławomira Szymańca.

Brał udział we wdrożeniu patentu "*Tubowy silnik liniowy z magnesami trwałymi*" na zlecenie Uniwersytetu Technicznego w Dortmundzie. Ponadto współpracował z prof. Stefanem Kuligiem z tego niemieckiego Uniwersytetu w zakresie budowy i wdrożenia siłownika elektromagnetycznego z układem zasilania i sterowania. Z prof. Janem Sykulskim z Uniwersytetu w Southhampton (Wielka Brytania) pracował nad modelowaniem hybrydowego łożyska magnetycznego. Z niektórymi członkami mojego zespołu z Politechniki Białostockiej współpracował przy konstrukcji siłowników łożysk magnetycznych. Ponadto brał udział w 3 projektach w ramach współpracy z krajowym sektorem gospodarczym.

W ramach obowiązków dydaktycznych prowadził wszystkie formy zajęć czyli wykłady ćwiczenia, projekty, laboratoria zarówno w języku polskim jak i angielskim. Prowadził zajęcia między innymi z przedmiotów: *elektrotechnika, electrical engineering, informatyka, programming, aktuatory w systemach mechatronicznych, miernictwo aten, antennas and wave propagation*. Był promotorem 18 prac inżynierskich i 4 magisterskich, a dwie prowadzone prace zajęły odpowiednio I i II miejsce w konkursie prac dyplomowych na Jego macierzystym Wydziale. Ponadto recenzował 10 prac

inżynierskich i 12 prac magisterskich na dwóch Wydziałach Politechniki Opolskiej. Jest promotorem pomocniczym w jednym przewodzie doktorskim.

Kandydat włączył się w sprawy organizacyjne na macierzystym Wydziale jako członek Komisji ds. Programów Kształcenia i członek Rady Dydaktycznej dla kierunku Elektronika i Systemy Komputerowe. Był dwukrotnie członkiem zespołu oceniające prace dyplomowe na konkurs pod patronatem IEEE. Opiekuje się dwoma laboratoriami- *Laboratorium badawczym transformatorów i aktuatorów o ruchu liniowym* oraz *Laboratorium fal i anten* na Wydziale Elektrotechniki, Automatyki i Informatyki Politechniki Opolskiej. Brał również udział w modernizacji pomieszczeń laboratoryjnych i pracowniczych przynależnych macierzystej Katedrze Elektrotechniki i Mechatroniki.

Kandydat odbył tygodniowy staż naukowy na Technische Universitat Chemnitz w Niemczech. Jest członkiem organizacji Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE). Wspomaga studenckie Koło Naukowe Eledyn w przygotowaniu imprez popularyzujących naukę w województwie opolskim. Sam również promował Politechnikę Opolską wśród uczniów szkół średnich. Dwukrotnie zdobył nagrodę projakościową przyznawaną przez Rektora Politechniki Opolskiej.

W świetle powyższego jednoznacznie stwierdzam, że **Habilitant spełnia** w wystarczającym stopniu wymagane prawem kryteria w zakresie posiadania dorobku dydaktycznego, popularyzatorskiego, współpracy międzynarodowej oraz nagród i wyróżnień.

- **Konkluzja końcowa**

Przedstawione przez Habilitanta osiągnięcie naukowe ma związek z wysoko zaawansowanymi technologicznie maszynami wirnikowymi i ich aplikacjami w kosmosie i na ziemi. Zaproponowane przez Niego hybrydowe łożyska magnetyczne i metodyka ich badań zarówno symulacyjnych jak i laboratoryjnych będzie służyć projektantom przy tworzeniu rozwiązań obniżających koszty maszyn wirnikowych i zwiększających precyzję ruchu obrotowego wirników w szerokim zakresie prędkości obrotowych. Tym samym prezentowane osiągnięcie **można uznać** za istotny wkład do rozwoju nauki, a w szczególności jako wkład do dyscypliny *automatyka, elektronika i elektrotechnika*. Posiada również **stosowny**, dla obecnego etapu pracy zawodowej, dorobek: naukowy, dydaktyczny, popularyzatorski, współpracy międzynarodowej oraz nagród i wyróżnień. Uważam, że przedstawione przez dr inż. Dawida Wajnerta osiągnięcia naukowe spełniają wymogi, o których mówi art. 219 ust. 1 obowiązującej ustawy Prawo o Szkolnictwie Wyższym i Nauce.

W konkluzji, wniosek o nadanie **dr. inż. Dawidowi Wajnertowi** stopnia doktora habilitowanego nauk technicznych w dyscyplinie ***automatyka, elektronika i elektrotechnika*** uważam za **zasadny**.

L. Ciszewski