

Dr hab. inż. Zbigniew Kulesza
Katedra Automatyki i Robotyki
Wydział Elektryczny
Politechnika Białostocka

OCENA

w przedmiocie spełniania przez kandydata - dra inż. Dawida Wajnerta ubiegającego się o nadanie stopnia doktora habilitowanego wymogów, o których mowa w art. 219 ust. 1 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym (Dz. U. z 2021 r. poz. 478)

Podstawa opracowania

Niniejsza ocena została przygotowana w odpowiedzi na pismo dr hab. inż. Marcina Lorenca, Rektora Politechniki Opolskiej, z dnia 24 listopada 2022 r., nr RR/1500/2022, w sprawie powołania komisji habilitacyjnej w postępowaniu o nadanie stopnia doktora habilitowanego dr inż. Dawidowi Wajnertowi. Ocenę wykonano na podstawie dokumentacji przygotowanej przez Habilitanta zgodnie z wymaganiami określonymi w ustawie Prawo o szkolnictwie wyższym.

Sylwetka habilitanta

Pan dr inż. Dawid Wajnert ukończył studia w kierunku *elektrotechnika* na Wydziale Elektrotechniki i Automatyki Politechniki Opolskiej w 2008 r. W tej samej uczelni, na Wydziale Elektrotechniki, Automatyki i Informatyki, obronił w 2012 r. pracę doktorską nt. *Charakterystyki pracy łożyska magnetycznego z uwzględnieniem jego układu regulacji*. Promotorem rozprawy doktorskiej był prof. dr hab. inż. Bronisław Tomczuk. W latach 2012-2013 pracował jako asystent w Katedrze Elektrotechniki Przemysłowej, a od 2013 r. jest adiunktem w Katedrze Elektrotechniki i Mechatroniki Politechniki Opolskiej.

Ocena osiągnięcia naukowego

Zgodnie z art. 219 ust. 1 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym pan dr inż. Dawid Wajnert przedstawił osiągnięcie naukowe, składające się z jednej monografii naukowej pt. *Mathematical modelling of hybrid magnetic bearings* oraz powiązanego tematycznie cyklu ośmiu artykułów naukowych i dwóch patentów.

Ocena monografii naukowej

Przedstawiona monografia naukowa pt. *Mathematical modelling of hybrid magnetic bearings* została napisana w języku angielskim i wydana przez Oficynę Wydawniczą Politechniki Opolskiej w 2023 roku, w cyklu *Studia i Monografie*, zeszyt 567. Monografia składa się z siedmiu rozdziałów, zawartych na 126 stronach, wykazu oznaczeń i skrótów, spisu literatury, obejmującego 126 pozycji, 2 załączników oraz streszczeń w języku angielskim i polskim. Recenzentami

wydawniczymi rozprawy byli dr hab. inż. A. Mystkowski oraz dr hab. inż. M. Wardach, reprezentujący dyscyplinę *automatyka, elektronika i elektrotechnika*.

W rozdziale pierwszym monografii zawarto wprowadzenie w tematykę łożysk magnetycznych: aktywnych, pasywnych oraz hybrydowych. Omówiono budowę oraz zalety i wady każdego z omawianych rodzajów łożysk, zwracając szczególną uwagę na łożyska hybrydowe o sześciu biegunach. Przedstawiono aktualny stan badań w zakresie modelowania matematycznego i optymalizacji konstrukcji łożysk magnetycznych, podając przykłady stosowanych modeli i oprogramowania symulacyjnego. Na końcu rozdziału pierwszego sformułowano następujące cele pracy: opracowanie modeli symulacyjnych rozkładu pola magnetycznego w oparciu o metodę elementów skończonych oraz metodę zastępczych obwodów magnetycznych, analiza i weryfikacja eksperymentalna obliczonej siły i przebiegów przejściowych (w tym wymuszeń impulsowych) dwóch typów łożysk magnetycznych hybrydowych sześciobiegunowych.

W rozdziale drugim omówiono podstawowe parametry i charakterystyki łożysk magnetycznych: współczynniki sztywności przemieszczeniowej i prądowej oraz charakterystyki statyczne generowanej siły. Wprowadzono dodatkowe parametry: współczynnik nieliniowości charakterystyki siły magnetycznej oraz współczynnik sprzężenia między osiami biegunów. W dalszej części opisano szczegółowo dwa typy badanych hybrydowych łożysk magnetycznych o konstrukcji sześciobiegunowej: łożysko typu A, w którym magnesy trwałe są umieszczone w nabiegunnikach oraz łożysko typu B, w którym magnesy trwałe znajdują się w jarzmie stojana, a na jedno uzwojenie przypadają dwie cewki sprzężone magnetycznie zgodnie. Przedstawiono szczegóły konstrukcyjne, parametry geometryczne, prądowe i magnetyczne, wyznaczone eksperymentalnie charakterystyki magnesowania materiałów magnetycznych, obliczone charakterystyki przemieszczeniowe i prądowe siły generowanej w analizowanych łożyskach.

W rozdziale trzecim wprowadzono równania Maxwella, równania konstytutywne i pozostałe parametry i zależności, stanowiące podstawę do sformułowania modeli matematycznych analizowanych łożysk magnetycznych.

Rozdział czwarty zawiera opisy modeli symulacyjnych łożysk. Trójwymiarowe modele symulacyjne łożysk przygotowano w programie Ansys Maxwell 3D. Przedstawiono: opracowane siatki elementów skończonych, obliczone charakterystyki statyczne generowanej siły oraz rozkłady strumienia magnetycznego. W dalszej części omówiono modele łożysk otrzymane z wykorzystaniem metody zastępczych obwodów magnetycznych. Przyjęto parametry modeli oraz zaprezentowano obliczone charakterystyki statyczne generowanej siły oraz strumienia magnetycznego. Otrzymane układy nieliniowych równań różniczkowych zwyczajnych rozwiązywano metodą Broydena. Wyniki obliczeń z zastosowaniem obu metod, tzn. metody elementów skończonych oraz metody zastępczych obwodów magnetycznych porównano ze sobą oraz z wynikami otrzymanymi na zbudowanym stanowisku eksperymentalnym. Otrzymano dużą zgodność oraz dokładność prezentowanych wyników. Wskazano jednocześnie zalety metody zastępczych obwodów magnetycznych, która w znacznie krótszym czasie niż metoda elementów skończonych pozwala obliczyć dokładne charakterystyki statyczne analizowanych łożysk.

Zagadnienia optymalizacji konstrukcji dwóch typów badanych hybrydowych łożysk magnetycznych poruszono w rozdziale piątym. Analizy przeprowadzono w oparciu o dwuwymiarowe modele łożysk przygotowane z wykorzystaniem metody elementów skończonych w programie FEMM. Badano wpływ: szerokości i wysokości magnesów trwałych, grubości mostka oraz szerokości bieguna elektromagnesu na wartości generowanej indukcji magnetycznej, siły, współczynników sztywności przemieszczeniowej, prądowej i nieliniowości.

Rozdział szósty zawiera opisy i wyniki badań dwóch modeli dynamicznych analizowanych łożysk hybrydowych: modelu FC-FEM, czyli modelu połowo-obwodowego z pośrednim sprzężeniem z modelem otrzymanym metodą elementów skończonych oraz modelu FC-MEC, czyli modelu połowo-obwodowego z bezpośrednim sprzężeniem z modelem otrzymanym metodą zastępczych obwodów magnetycznych. Oba modele zostały zastosowane w układach regulacji z cyfrowymi regulatorami PID. W układach wprowadzono dodatkowo elementy uwzględniające wyznaczone eksperymentalnie błędy pomiaru położenia wirnika w osi poziomej i pionowej. Celem badania tych układów regulacji było wyznaczenie przebiegów czasowych prądu sterującego łożysk oraz przemieszczenia poprzecznego obracającego się i nieobracającego się wirnika. Można zatem powiedzieć, że przeprowadzono symulacje numeryczne rzeczywistej pracy łożysk magnetycznych maszyny wirnikowej w czasie jej normalnej pracy oraz w warunkach działających na wirnik zakłóceń impulsowych. Otrzymane wyniki symulacyjne były weryfikowane na zbudowanym stanowisku eksperymentalnym z łożyskami hybrydowymi. W przypadku nieobracającego się wirnika potwierdzono dużą zgodność otrzymanych wyników symulacyjnych i eksperymentalnych. W przypadku wirnika obracającego się, zauważalne są różnice w wynikach symulacyjnych i eksperymentalnych.

We wnioskach końcowych potwierdzono osiągnięcie celów pracy oraz podano praktyczne wskazówki dotyczące projektowania hybrydowych łożysk magnetycznych sześciobiegunowych.

Podsumowując, należy stwierdzić, że praca ma właściwy układ, a poszczególne rozdziały odzwierciedlają ich treść oraz tworzą spójną całość. Materiał jest opisany w sposób zrozumiały, a zamieszczone rysunki, wykresy i tabele dobrze ilustrują tok myślenia Autora. Praca jest napisana starannie.

Należy ocenić, że **tematyka monografii dr inż. D. Wajnerta jest aktualna, dobrze umotywowana pod względem poznawczym**. Poruszone w niej zagadnienia, takie jak obliczenia charakterystyk statycznych i dynamicznych hybrydowych łożysk magnetycznych oraz optymalizacja ich parametrów konstrukcyjnych i użytkowych, są ważne z punktu widzenia projektowania takich łożysk. Należy zaznaczyć, że problemy obliczania i projektowania łożysk sześciobiegunowych są znacznie trudniejsze, niż zwykle rozpatrywanych łożysk ośmiobiegunowych, a to ze względu na nieuniknione sprzężenia skrośne, jakie zachodzą między siłami magnetycznymi generowanymi w biegunach o przecinających się osiach. **W literaturze brakuje usystematyzowanego, praktycznego podejścia do projektowania łożysk sześciobiegunowych o konstrukcji hybrydowej i trzeba podkreślić, że oceniana monografia stanowi ważne wypełnienie tego braku.**

Wkład pracy Autora najlepiej obrazują rozdziały czwarty i szósty, które stanowią najwartościowsze części rozprawy. Omawiając wyniki obliczeń rozdziału czwartego, Autor podaje konkretne wskazówki dotyczące optymalizacji konstrukcji rozpatrywanych łożysk hybrydowych, polegające m.in. na: zwiększeniu szerokości magnesów trwałych oraz szerokości biegunów stojana, instalowaniu magnesów trwałych w wycięciach wewnątrz nabiegunników, zamiast ich przyklejania do stojana. W rozdziale szóstym prezentowane są wyniki obliczeń symulacyjnych, które śmiało można nazwać obliczeniami przebiegów dynamicznych rzeczywistego łożyska hybrydowego w trakcie jego normalnej pracy, tzn. w trakcie obracania się wirnika lub w trakcie działania nań wymuszeń impulsowych. Uzyskana dobra zgodność wyników obliczeń i pomiarów eksperymentalnych, potwierdza wysoką dokładność opracowanych modeli symulacyjnych. Należy jednocześnie zaznaczyć, że modele te, oparte na metodzie zastępczych obwodów magnetycznych, gwarantują wyznaczenie przebiegów czasowych w krótkim czasie, znacznie krótszym, niż modele bazujące na metodzie elementów skończonych. Można zatem stwierdzić, że korzystając z metody zastępczych obwodów magnetycznych, Autor **przygotował skuteczne narzędzie obliczeniowe**

hybrydowych łożysk magnetycznych, umożliwiające skuteczne, szybkie i dokładne obliczanie ich przebiegów dynamicznych, np. w układach regulacji PID.

Opracowanie monografii wymagało od Autora dobrej znajomości takich obszarów wiedzy jak: modelowanie pola magnetycznego magnesów trwałych i elektromagnesów, modelowanie i dynamika łożysk magnetycznych aktywnych, pasywnych i hybrydowych, metoda elementów skończonych, Eulera-Lagrange'a, metody obliczeniowe, a także znajomości specjalistycznego oprogramowania oraz umiejętności prowadzenia obliczeń numerycznych i eksperymentów.

Przedstawioną monografię dr inż. D. Wajnerta oceniam pozytywnie. Uważam, że Autor podjął w rozprawie ważną i perspektywiczną problematykę. Pracę cechuje zarówno dobry poziom naukowy jak i warsztat badawczy. Istotną sprawą jest powiązanie aspektów poznawczych i użytecznych. Na tej podstawie stwierdzam, iż **praca odpowiada ustawowym wymaganiom stawianym rozprawom habilitacyjnym i stanowi znaczny wkład Autora w rozwój dyscypliny naukowej: automatyka, elektronika i elektrotechnika.**

Ocena cyklu artykułów naukowych i patentów

Oceniany cykl publikacji oraz patentów składa się z 8 artykułów w czasopismach naukowych oraz dwóch patentów. Liczba punktów przyznanych za te osiągnięcia (zgodnie z punktacją MEiN z 2022 r.) wynosi łącznie 529. Habilitant jest wyłącznym autorem trzech artykułów oraz dwóch patentów. Pozostałe publikacje z ocenianego cyklu powstały we współautorstwie.

W pierwszym artykule (*Simulation for the determination of the hybrid magnetic bearing's electromagnetic parameters*) przedstawiono wyniki symulacji wstępnej wersji sześciobiegunowego łożyska magnetycznego z magnesami trwałymi umieszczonymi w nabiegunnikach. Jest to zatem pierwszy spośród dwóch typów hybrydowych łożysk magnetycznych analizowanych w recenzowanej monografii. Łożysko takie może być zasilane z układów mocy trójfazowych silników elektrycznych przy połączeniu uzwojeń w gwiazdę. Obliczenia metodą elementów skończonych wykonano w programie Ansys Maxwell 3D, otrzymując rozkłady strumienia magnetycznego w przekroju poprzecznym łożysk, a także wartości generowanej siły w zależności od położenia wirnika i prądu sterującego.

Drugi artykuł (*Analysis of spatial thermal field in a magnetic bearing*) zawiera wyniki symulacyjne oraz eksperymentalne analizy rozkładu temperatury w siłowniku hybrydowego łożyska magnetycznego z magnesami trwałymi umieszczonymi w nabiegunnikach. Obliczenia przeprowadzono w programach FEMM oraz Opera 3D Tempo, dla dwu- oraz trójwymiarowego modelu łożyska. Do pomiaru pola temperatury zastosowano kamerę termowizyjną. Stwierdzono, że model trójwymiarowy znacznie lepiej oddaje rzeczywisty rozkład temperatury. Celem prowadzonych badań było określenie maksymalnej wartości prądu sterującego, jaki może być zastosowany w analizowanej konstrukcji łożyska.

W trzecim artykule (*Analysis of the cross-coupling effect and magnetic force nonlinearity in the 6-pole radial magnetic bearing*) poruszono problemy nieliniowości generowanej siły oraz sprzęgania się strumienia magnetycznego między uzwojeniami sześciobiegunowego łożyska hybrydowego o konstrukcji przedstawionej w dwóch wcześniejszych artykułach. Otrzymane wyniki wskazują, że w celu zniwelowania tych niekorzystnych zjawisk, lepiej jest zmieniać wartość prądu w uzwojeniach, niż modyfikować strukturę obwodu magnetycznego, przez usunięcie połączenia magnetycznego między obwodami magnetycznymi elektromagnesów.

Omawiany w recenzowanej monografii model polowo-obwodowy hybrydowych łożysk magnetycznych z pośrednim sprzężeniem z modelem elementów skończonych (model FC-FEM) jest tematem czwartego artykułu (*A field-circuit model of the hybrid magnetic bearing*). Model ten opracowano dla opisanej w poprzednich artykułach konstrukcji łożyska sześciobiegunowego z magnesami trwałymi w nabiegownikach. W artykule omówiono przebieg tworzenia modelu oraz sposób wyznaczania jego parametrów na podstawie wykonanych wcześniej obliczeń metodą elementów skończonych. Model polowo-hybrydowy łożyska był analizowany w układzie regulacji z regulatorem PID. Otrzymane wyniki w postaci przebiegów przemieszczenia wirnika oraz prądu sterującego zostały zweryfikowane na specjalnie opracowanym stanowisku pomiarowym.

Piąty artykuł (*Nonlinear magnetic equivalent circuit of the hybrid magnetic bearing*) omawianego cyklu dotyczy opracowania zastępczego modelu matematycznego, mającego na celu skrócenie czasu obliczeń rozkładu pola magnetycznego hybrydowego łożyska magnetycznego z magnesami umieszczonymi w nabiegownikach. W modelu tym rozdzielono drogi magnetyczne wirnika i stojana wprowadzając reluktancje zastępcze ich poszczególnych elementów składowych. Wyniki obliczeń siły generowanej w łożysku, otrzymane na podstawie przedstawionego modelu zostały porównane z wynikami obliczeń metodą elementów skończonych oraz z wynikami pomiarów. W ten sposób potwierdzono wysoką dokładność proponowanego modelu oraz krótki czas obliczeń.

W artykule szóstym (*Comparison of two constructions of hybrid magnetic bearings*) dokonano porównania dwóch typów hybrydowych łożysk magnetycznych sześciobiegunowych: łożyska z magnesami trwałymi umieszczonymi w nabiegownikach oraz łożyska z magnesami trwałymi umieszczonymi w stojanie. Te dwa typy łożysk są szczegółowo omawiane w recenzowanej wcześniej monografii. W artykule opracowano modele trójwymiarowe MES prezentowanych łożysk magnetycznych. W wyniku przeprowadzonych obliczeń stwierdzono zmniejszenie wartości współczynników nieliniowości oraz sprzężenia drugiego typu łożyska, przy jednocześnie mniejszej wartości generowanej siły.

Model polowo-obwodowy bezpośrednio sprzężony z zastępczym modelem magnetycznym łożyska hybrydowego sześciopolowego z magnesami trwałymi w nabiegownikach został opisany w artykule siódmym (*An enhanced dynamic simulation model of a hybrid magnetic bearing taking into account of the sensor noise*) ocenianego cyklu publikacji. Model ten w rozszerzonej wersji został także zaprezentowany w rozdziale szóstym wcześniej omawianej monografii. W modelu wprowadzono wyznaczone eksperymentalnie elementy obliczające błędy pomiaru położenia wirnika w kierunku poziomym i pionowym. Otrzymane wyniki obliczeń i pomiarów potwierdziły zadowalającą dokładność modelu.

W artykule ósmym (*Two models for time-domain simulation of hybrid magnetic bearing's characteristics*) przedstawiono porównanie dwóch modeli dynamicznych łożyska hybrydowego sześciobiegunowego z magnesami trwałymi w jarzmie stojana. Oba badane modele były modelami polowo-obwodowymi, przy czym w pierwszym zastosowano bezpośrednio sprzężenie z zastępczym modelem obwodowym, a w drugi - pośrednie sprzężenie z modelem elementów skończonych. Otrzymane wyniki zostały zweryfikowane doświadczalnie i potwierdziły wysoką dokładność obu modeli.

W skład ocenianego cyklu wchodzi także dwa patenty, autorstwa dr inż. D. Wajnerta. W pierwszym z nich zastrzeżeniu podlega konstrukcja hybrydowego łożyska magnetycznego sześciobiegunowego, w którym magnesy trwałe są umieszczone w nabiegownikach w taki sposób, że blokują możliwość sprzęgania się strumieni generowanych przez uzwojenia. W drugim patencie przedmiotem zastrzeżenia jest konstrukcja hybrydowego łożyska magnetycznego sześciobiegunowego, w którym magnesy trwałe są umieszczone w jarzmie stojana, a na jedno

uzwojenie przypadają dwie cewki sprzężone magnetycznie zgodnie. W obu zastrzeżonych konstrukcjach oczekiwane jest zmniejszenie współczynnika nieliniowości oraz współczynnika sprzężenia między osiami łożyska sześciobiegunowego.

Z powyższego krótkiego przeglądu wynika, że **prezentowany cykl publikacji i patentów jest spójny, a jego tematyka jest zbliżona do tematyki omówionej wcześniej monografii naukowej.** Należy przy tym zauważyć, że **problemy poruszane wcześniej w artykułach omawianego cyklu, w monografii zostały uporządkowane i rozszerzone oraz przedstawione w sposób usystematyzowany.** Rozszerzenia polegały na zastosowaniu prezentowanych metod modelowania, symulacji oraz przedstawienia wyników do obu typów rozważanych łożysk hybrydowych, podczas gdy w cyklu artykułów oba typy łożysk są za każdym razem omawiane oddzielnie. Z kolei w odróżnieniu od monografii, w prezentowanym cyklu publikacji znalazł się artykuł, w którym zbadano ważne zagadnienie rozkładu temperatury wewnątrz hybrydowego łożyska magnetycznego sześciobiegunowego. **Ważną zaletą publikacji wchodzących w skład ocenianego cyklu jest ich strona praktyczna** - w większości z nich wyniki otrzymane drogą symulacyjną zostają zweryfikowane na opracowanym przez Autora stanowisku pomiarowym. Zwiększa to istotnie wiarygodność prezentowanych wniosków końcowych oraz wskazuje na rzetelność i dokładność Autora w prowadzeniu badań.

Uwagi krytyczne

Publikacje (monografia i cykl artykułów) składające się na oceniane osiągnięcie naukowe prezentują dobry poziom naukowy. Nie stwierdzono w nich poważniejszych uchybień merytorycznych, błędów w metodologii prowadzenia badań, czy interpretacji wyników. Pewnym mankamentem, a raczej wskazaniem dalszych kierunków badań w przyszłości mogą być następujące uwagi:

1. Prezentowane charakterystyki dynamiczne obu typów łożysk ograniczone są do przebiegów czasowych. Warto byłoby poznać charakterystyki częstotliwościowe tych konstrukcji, tak aby lepiej zbadać i zrozumieć ich zachowanie się przy wyższych częstotliwościach prądów sterujących.
2. Oprócz obu wariantów modelu polowo-obwodowego, warto byłoby pokusić się o opracowanie modelu dynamicznego analizowanych łożysk z bezpośrednim sprzężeniem z modelem elementów skończonych. Oczywiście można się spodziewać, że model taki będzie skomplikowany, a obliczenia symulacyjne prowadzone na jego podstawie będą długotrwałe. Niemniej, porównanie osiągnięć prezentowanych modeli z modelem dynamicznym opartym bezpośrednio na modelu elementów skończonych pozwoliłoby lepiej wyeksponować wady i zalety podejścia proponowanego w pracach Habilitanta.

Podsumowanie

Podsumowując, należy stwierdzić, że **monografia oraz cykl publikacji uzupełniają się wzajemnie i stanowią ważny materiał źródłowy do projektowania hybrydowych łożysk magnetycznych sześciobiegunowych.** Podobnie jak w monografii, problemy poruszone w ocenianym cyklu publikacji, zawierają się w pełni w dyscyplinie naukowej automatyka, elektronika i elektrotechnika.

Ocena aktywności naukowej

Oprócz publikacji i patentów, wykazanych zgodnie z art. 219 ust. 1 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym jako osiągnięcie naukowe, pan dr inż. D. Wajnert przedstawił także inne prace, świadczące o jego aktywności naukowej po uzyskaniu stopnia naukowego doktora.

Pracami tymi są: 13 artykułów w recenzowanych czasopismach naukowych oraz 2 referaty w materiałach konferencji międzynarodowych. Łączna liczba punktów przyznanych za te publikacje wynosi 143 (punktacja MNiSW do 2019 r.). Pan dr inż. D. Wajnert brał udział w 8 konferencjach międzynarodowych oraz był sekretarzem komitetu organizacyjnego konferencji International Symposium on Electrodynamics and Mechatronic Systems SELM 2013. **Pozostałą aktywność publikacyjną Habilitanta należy zatem ocenić dość dobrze.**

Oprócz dwóch patentów, wymienionych wcześniej, pan dr inż. D. Wajnert jest także współautorem jednego patentu pt. *Elektrodynamiczne łożysko magnetyczne*.

Sporządził 2 recenzje referatów konferencyjnych oraz 35 recenzji artykułów w takich czasopismach jak: International Journal for Computation and Mathematics in Electrical and Electronic Engineering, IEEE Transactions on Industrial Electronics, Actuators, Sensors, Machines, Electromagnetics Research, Energies, Electronics, Applied Sciences. **Wykazał się zatem dobrą aktywnością w recenzowaniu prac naukowych.** Nie przedstawił natomiast osiągnięć w zakresie udziału w zespołach eksperckich recenzujących wnioski o finansowanie badań, czy radach naukowych czasopism.

W latach 2021 i 2022 uczestniczył w pracach zespołu oceniającego studenckie prace dyplomowe w konkursach organizowanych pod patronatem IEEE.

W latach 2010-2013 był wykonawcą projektu badawczego Narodowego Centrum Nauki pt. *Badanie transformatorów i dławików z rdzeniami amorficznymi budowy modułowej w układach zasilanych podwyższoną częstotliwością*. W latach 2021-2022 brał udział w projekcie finansowanym ze środków Rektora Politechniki Opolskiej nt. *Badania osprzętu kablowego i kabli średniego napięcia*. Był także wykonawcą 7 prac statutowych realizowanych w Politechnice Opolskiej w latach 2013-2019. W okresie od stycznia do maja 2018 r. brał udział w projekcie nt. *Wykonanie elementów dwóch wersji prototypowego układu wykonawczego w postaci serwozaworu*, realizowanym w ramach Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego. W roku 2012 był jednym z wykonawców pracy zleconej przez Uniwersytet Techniczny w Dortmundzie, Niemcy. Praca ta miała na celu wdrożenie urządzenia, będącego przedmiotem patentu dwóch pracowników Politechniki Opolskiej, a mianowicie siłownika liniowego tubowego. Jest także autorem opracowania systemu sterowania hybrydowymi łożyskami magnetycznymi, które powstało w 2019 r. w Politechnice Opolskiej.

Zaangażowanie pana dr inż. D. Wajnerta w realizację projektów finansowanych ze źródeł zewnętrznych należy ocenić dość dobrze - był wykonawcą jednego projektu NCN, jednego projektu finansowanego ze środków europejskich oraz jednej pracy zleconej wykonanej dla uczelni zagranicznej. Był także wykonawcą prac statutowych. Nie kierował niestety żadną pracą badawczą.

W latach 2012 oraz 2015 brał udział w następujących programach europejskich:

a) Innowacje w duecie - szansą na podniesienie konkurencyjności firm województwa opolskiego, RPO woj. opolskiego; charakter udziału: staż w firmie Ofama Vibra Opole sp. z o.o.

b) Przebudowa budynków 1 i 3 Wydziału Elektrotechniki, Automatyki i Informatyki w II Kampusie Politechniki Opolskiej; charakter udziału: wykonawca.

W roku 2017 był promotorem pracy dyplomowej nt. *Tester kart interfejsowych na bazie oprogramowania LabView oraz TestStand*. Praca ta była wykonana we współpracy z firmą Diehl Controls Polska sp. z o.o.

W 2022 r. odbył jednodniowy staż naukowy w Uniwersytecie Technicznym w Chemnitz, Niemcy. **Okres stażu jest dość krótki, ale należy chyba wziąć pod uwagę trwający w latach 2020-2021 stan pandemii**, który z pewnością utrudnił realizację dłuższych wyjazdów.

Pan dr inż. D. Wajnert jest członkiem międzynarodowej organizacji Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE).

Sumaryczny wskaźnik wpływu IF publikacji wg bazy Journal Citation Reports wynosi **10,727**. Jest to dobry wynik, uzyskany przez publikowanie w takich uznanych czasopismach jak: Sensors i Open Physics.

Liczba cytowań (bez autocytowań) wg bazy Web of Science wynosi **23**, co jest wynikiem dość dobrym. Index Hirsha opublikowanych artykułów wynosi **4**, co można uznać za wartość dobrą.

Biorąc powyższe pod uwagę, **dorobek naukowo-badawczy pana dr inż. D. Wajnerta po doktoracie należy ocenić pozytywnie**. Habilitant wykazał się dużą aktywnością naukową nie tylko w swojej uczelni macierzystej, lecz także w dwóch uczelniach zagranicznych.

Wniosek końcowy

Podsumowując przedstawione **osiągnięcie naukowe oraz dorobek naukowy, dr inż. Dawida Wajnerta należy stwierdzić, że spełniają one wymagania ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym, podane w art. 219 ust. 1**. Po uzyskaniu stopnia naukowego doktora nauk technicznych pan dr inż. D. Wajnert wykazał się dobrą aktywnością naukową i powiększył wyraźnie swój dorobek naukowy. Przedstawione osiągnięcie naukowe w postaci jednej monografii naukowej oraz cyklu ośmiu artykułów naukowych i dwóch patentów **wnoszą pozytywny wkład w rozwój dyscypliny automatyka, elektronika i elektrotechnika, a w szczególności specjalności łożyska magnetyczne**.

Uważam, że pan dr inż. D. Wajnert jest dobrze przygotowany do pełnienia roli samodzielnego pracownika naukowego i niniejszym **popieram wniosek o nadanie mu stopnia naukowego doktora habilitowanego w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych, w dyscyplinie automatyka, elektronika i elektrotechnika**.

