

## RECENZJA

dorobku naukowego, dydaktycznego i organizacyjnego  
dr. inż. Piotra Bogusza w związku z postępowaniem o nadanie stopnia naukowego doktora  
habilitowanego nauk technicznych w dyscyplinie Elektrotechnika

opracowana na podstawie zlecenia  
Dziekana Wydziału Elektrotechniki i Informatyki Politechniki Rzeszowskiej

### 1. PODSTAWY FORMALNE RECENZJI

Recenzja została przygotowana na zlecenie Dziekana Wydziału Elektrotechniki i Informatyki Politechniki Rzeszowskiej, w związku z powołaniem mnie przez Centralną Komisję ds. Stopni i Tytułów na recenzenta w przewodzie habilitacyjnym dr. inż. Piotra Bogusza.

Podstawą opracowania recenzji jest dokumentacja postępowania habilitacyjnego przekazana przez Wydział. Zawiera ona następujące elementy:

- wniosek o przeprowadzenie postępowania habilitacyjnego;
- kopię dyplomu doktora nauk technicznych;
- autoreferat zawierający: podstawowe informacje o kandydacie, wskazanie osiągnięcia naukowego i jego omówienie oraz zaprezentowanie pozostałych osiągnięć naukowo-technicznych;
- wykaz dorobku;
- dane personalne i kontaktowe;
- monografię habilitacyjną;
- kopie wybranych publikacji niewchodzących w skład osiągnięcia.

Recenzja zawiera oceny wymagane przez Centralną Komisję:

- osiągnięcia naukowego,
- istotnej aktywności naukowej,

w rozumieniu artykułu 16 ust. 2 Ustawy o stopniach i tytule naukowym oraz stopnia i tytule w zakresie sztuki z dnia 14 marca 2003 roku z późniejszymi zmianami.

### 2. SKRÓCONY PRZEBIEG PRACY ZAWODOWEJ KANDYDATA

Dr inż. Piotr Bogusz ukończył studia magisterskie na Wydziale Elektrycznym Politechniki Rzeszowskiej na kierunku Elektrotechnika w zakresie Maszyny i Urządzenia w roku 1993. Pracę magisterską pt. „Wibroakustyka silników indukcyjnych trójfazowych” napisał pod opieką dr. inż. Krzysztofa Ptysia. Kolejny stopień naukowy – doktora nauk technicznych w dyscyplinie Elektrotechnika – uzyskał uchwałą Rady Naukowej Instytutu Elektrotechniki w Warszawie z dnia 23 października 2003 roku na podstawie rozprawy

doktorskiej zatytułowanej: „Silnik reluktancyjny przełączalny sterowany z procesora sygnałowego” pod opieką prof. dr. hab. inż. Mariana P. Kaźmierkowskiego. Od roku 1993 Kandydat jest zatrudniony na Wydziale Elektrycznym Politechniki Rzeszowskiej na stanowisku asystenta (1993-2003) i kolejno adiunkta (od 2003).

Najważniejsze parametry bibliograficzne Kandydata są następujące: całkowity IF artykułów opublikowanych w czasopismach JCR w liczbie siedmiu prac wynosi 6,76 liczba cytowań 32/92 (Web of Science/Scopus) a H indeks 2/4 (Web of Science/Scopus). Liczba punktów Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego dla publikacji z procentowym udziałem autora wynosi 243,2.

### 3. OCENA OSIĄGNIĘCIA NAUKOWEGO

Dr inż. Piotr Bogusz przedstawił jako osiągnięcie naukowe monografię habilitacyjną pt.:

#### **Sterowanie maszyn reluktancyjnych przełączalnych w napędach pojazdów elektrycznych**

Zgodnie z tytułem osiągnięcia naukowego, opiniowana praca związana jest analizą układów napędowych z silnikami reluktancyjnymi i zastosowania ich jako jednostki napędowe pojazdów elektrycznych. Tematyka zagadnień poruszanych w monografii umiejscowiona jest w dyscyplinie naukowej Elektrotechnika.

Przedstawiona jako osiągnięcie naukowe monografia habilitacyjna składa się z wykazu ważniejszych oznaczeń, dziewięciu rozdziałów, literatury liczącej 129 pozycji oraz streszczenia w języku polskim i angielskim.

We wstępie omówiono pokrótce rozwój pojazdów elektrycznych, wymieniono zalety napędu elektrycznego oraz przedstawiono cechy charakterystyczne poszczególnych typów silników elektrycznych. W szczególności zwrócono uwagę na silniki reluktancyjne będące głównym obiektem rozprawy. Cel monografii sprecyzowano jako: „... przedstawienie autorskich algorytmów sterowania mających za zadanie poprawę właściwości maszyn reluktancyjnych przełączalnych w zakresie pracy silnikowej i generatorowej oraz przedstawienie wyników badań symulacyjnych i laboratoryjnych zrealizowanych na opracowanych i wykonanych przez autora modelach symulacyjnych i stanowisku badawczym.”

W rozdziale drugim przedstawiono zagadnienia związane z napędami pojazdów elektrycznych i hybrydowych. Na wstępie odniesiono się do kwestii sprawności pojazdów z silnikami spalinowymi i elektrycznymi. Omówiono napędy pojazdów jedno i wielosilnikowych. Wskazano wady i zalety poszczególnych rozwiązań. Następnie zaprezentowano struktury napędów hybrydowych. Przedstawiono napędy szeregowo, napędy równoległe oraz napędy szeregowo-równoległe. Omówiono wybrane źródła zasilania pojazdów elektrycznych i hybrydowych. Scharakteryzowano różne typy akumulatorów jak również sposoby zarządzania ich pracą. Omówiono ponadto możliwości zastosowania super kondensatorów i ogniw paliwowych jako alternatywnych źródeł zasilania.

W rozdziale trzecim zawarto przegląd różnych konstrukcji silników reluktancyjnych oraz typów dedykowanych układów zasilających. Skupiono się na rozwiązaniach

klasycznych, wspominając o maszynach dwukanałowych, wielosegmentowych oraz z polem osiowym. Zaprezentowano konstrukcje poszczególnych maszyn, wraz z wybranymi przebiegami zmiennych (prądów i momentów) ukazujących ich właściwości. Omówiono straty występujące w tego typu maszynach. Następnie zaprezentowano wybrane układy zasilania maszyn reluktancyjnych. Skupiono się na klasycznym półmostku typu H jako najbardziej uniwersalnym układzie zasilającym – omówiono pracę silnikową jak i generatorową. Zaznaczono możliwość pracy układu generatora oddającego energię do układu akumulatorów i baterii kondensatorów. Omówiono również układ ładowania źródła energii z sieci prądu przemiennego.

Różne rodzaje modeli maszyn reluktancyjnych przedstawiono w rozdziale czwartym. Jako pierwszy omówiono model polowy (2D i 3D) i model polowo-obwodowy. Wskazano na jego właściwości – możliwość uzyskania dokładnych wyników jak i duża złożoność obliczeniową. Kolejno zaprezentowano modele obwodowe (strumieniowy, nieliniowy indukcyjnościowy, liniowy, z układem zasilającym). Przedstawiono zależności matematyczne odnoszące się do poszczególnych modeli. Nieliniowe zależności zostały zobrazowane przez trójwymiarowe wykresy. Następnie przedstawiono modele blokowe wybranych napędów wykonane w środowisku symulacyjnym Matlab/Simulink. W podsumowaniu scharakteryzowano opisane modele.

Klasyczne algorytmy sterowania maszyną reluktancyjną zaprezentowano w rozdziale piątym. Został on podzielony na dwie główne części dotyczące pracy silnikowej oraz generatorowej maszyny reluktancyjnej. W pierwszej części przedyskutowano trzy zakresy pracy napędu: stałego momentu, stałej mocy oraz wysokich prędkości. Wyodrębniono trzy charakterystyczne okresy związane z przebiegiem prądu: narastania, sterowania i opadania. Kolejno omówiono pracę silnikową maszyny w zakresie stałego momentu. Omówiono także właściwości układu przy sterowaniu z użyciem regulatorów histerezowych (ciągłych i dyskretnych), PID, PID z układem anti-windup. Przedstawiono metodę minimalizacji tętnień momentu elektromagnetycznego wraz ze strukturą sterowania DTC. Omówiono zagadnienia związane z wytwarzaniem strumieni i momentów pasmowych przy różnych prędkościach układu jak również wpływ punktu pracy na przebiegi indukcyjności własnych i wzajemnych. Omówiono sposoby sterowania kątami załączeń i wyłączeń oraz wybrane aspekty regulacji napięciowej. W drugiej części rozdziału zaprezentowano zagadnienia odnoszące się do pracy generatorowej maszyny reluktancyjnej. Po krótkim wprowadzeniu do tematyki, w którym przedstawiono pracę quasi-generatorową oraz pracę w zakresie sterowania prądowego, zwrócono uwagę na zakres dozwolonej prędkości przy generowaniu energii oraz kątów załączeń uzwojenia zwłaszcza przy pracy jednopulsowej. Następnie zaprezentowano metodę detekcji położenia nieruchomego wirnika.

Autorskie algorytmy sterowania maszyn reluktancyjnych zawarto w rozdziale szóstym. Podobnie jak poprzednie, został on podzielony na dwie części, dotyczące pracy silnikowej i generatorowej. Jako pierwszy algorytm przedstawiono metodę klasycznego sterowania prądowego. Wskazano na wady w niej występujące, tj. możliwość zwiększenia chwilowej wartości prądu stałego, co prowadzi do wzrostu zakłóceń elektromagnetycznych jak również nadmiernego obciążania źródła zasilania. Zjawisko to zilustrowano poprzez zamieszczone przebiegi wybranych zmiennych stanu. Następnie omówiono metodę sterowania prądowego (*Motor Dependent Current Control- MDCC*) zaproponowaną przez autora. Jej główną ideą jest uzależnienie prądu pasma bieżącego od prądu pasma odchodzącego. Umożliwia to ograniczenie wartości maksymalnej prądu źródła, a przez to

korzystnie wpływa na właściwości całego układu (np. ograniczenie strat w źródle, zwiększenie jego niezawodności). Zaproponowano zastosowanie funkcji sterującej prądem w pasmach silnika. Po rozważaniach teoretycznych zaprezentowano wyniki badań symulacyjnych obrazujących właściwości proponowanego rozwiązania. Wskazano również na jego wady, tj. zmniejszenie stromości narastania prądu a tym samym ograniczenie prędkości bazowej. Kolejno zaproponowano algorytmy sterowania oparte na MDCC ograniczające tętnienia momentu elektromagnetycznego (nazwane *Dependent Torque Motor Control*). Ich zastosowanie ogranicza prąd pobierany ze źródła w porównaniu do metody klasycznej. Działanie układu zilustrowano przy pomocy przebiegów symulacyjnych. Następna część rozdziału poświęcona jest pracy generatorowej układu. Omówiono w nim klasyczne sterowanie prądowe realizowane w tym zakresie. Opis właściwości zilustrowano wybranymi przebiegami. Kolejno zaprezentowano autorską metodę zależnego sterowania prądowego (*Generator Dependent Current Control*). Jej istotą jest uzależnienie pracy regulatora prądu w paśmie odchodzącym od pracy regulatora prądu w paśmie bieżącym. Uzyskuje się w ten sposób większą moc oddawaną do baterii akumulatorów, co jest efektywne w przypadku dużych prędkości wirowania układu. Wyniki rozważań teoretycznych zostały zilustrowane licznymi przebiegami symulacyjnymi.

W rozdziale siódmym przedstawiono obszerne wyniki badań symulacyjnych odnoszących się metod sterowania (klasycznych i autorskich) przedstawionych w rozdziale szóstym. Zamieszczono szereg przebiegów czasowych. Dodatkowo zamieszczono charakterystyki, np. wartości średniej wytwarzanego momentu, wartości skutecznej prądu pasmowego, wartości skutecznej prądu źródła czy poziomu tętnień momentu elektromagnetycznego w funkcji kąta załączania, obrazujące właściwości analizowanych układów. Bardzo istotna część tego rozdziału zaczyna się od podpunktu 7.3, w którym przeanalizowano zachowanie całego układu sterowania prędkością w stanach dynamicznych. Rozważano kaskadową strukturę sterowania gdzie w pętli podrzędnej zastosowano klasyczny/autorski algorytm sterowania prądami a w nadrzędnej pętli prędkości regulator PID. Badany układ testowano przy różnych rodzajach wymuszeń uzyskując poprawne wyniki. Zwrócono uwagę na zmniejszenie poziomu tętnień momentu elektromagnetycznego przy strategii MDCC jak również na możliwość pojawienia się uchybu ustalonego dla dużej wartości prędkości. Przedstawione wyniki potwierdzają wnioski sformułowane dla poszczególnych metod sterowania.

Wyniki weryfikacji eksperymentalnej przedstawionych w monografii klasycznych i autorskich algorytmów sterowania zawarto w rozdziale szóstym. Opisano w nim wykonane przez Autora stanowisko badawcze stacjonarne oraz mobilne oparte na pojeździe Melex. Przedstawiono szereg badań eksperymentalnych dowodzących poprawności działania opracowanych algorytmów w warunkach rzeczywistych.

Podsumowanie monografii zawarto w rozdziale ósmym. Sprecyzowano w nim najważniejsze osiągnięcia Autora monografii oraz zaproponowano przyszłe kierunki badań.

W opiniowanej monografii przedstawiono zagadnienia związane ze sterowaniem układem napędowym z maszyną reluktancyjną. Głównym celem autora było zaproponowanie nowych układów sterowania umożliwiających efektywne sterowanie napędem w zakresie pracy silnikowej jak i generatorowej. W mojej ocenie, zarówno tematyka jak i prezentowane wyniki są oryginalne i wnoszą istotny wkład w dyscyplinę Elektrotechnika. Dodatkowym czynnikiem wyróżniającym pracę jest fakt, iż opracowane struktury sterowania zostały wszechstronnie przebadane na stanowisku rzeczywistym, tym samym potwierdzono ich

właściwości. Dużą zaletą pracy jest podejście wybrane przez Autora i przedstawienie w rozprawie pełnego cyklu badawczego. Analiza teoretyczna jest poparta licznymi wynikami badań symulacyjnych oraz eksperymentem laboratoryjnym.

Do najważniejszych oryginalnych osiągnięć monografii należy zaliczyć:

- opracowanie nieliniowych modeli symulacyjnych układu napędowego z maszyną reluktancyjną;
- opracowanie autorskiej metody sterowania prądowego MDCC umożliwiającej poprawę właściwości układu napędowego – zwiększeniu ulega sprawność napędu, ogranicza się wartość skuteczną i maksymalną źródła;
- opracowanie algorytmu sterowania GDCC dla pracy generatorowej zwiększającego moc oddawaną do źródła w czasie hamowania układu;
- opracowanie algorytmów minimalizujących pulsacje momentu elektromagnetycznego;
- zaprojektowanie i wykonanie stanowiska badawczego (stacjonarnego i mobilnego);
- przeprowadzenie wszechstronnych badań symulacyjnych i eksperymentalnych.

Na uwagę zasługuje też redakcja pracy, która jest bardzo staranna, Autor w sposób dokładny omawia poszczególne zagadnienia i ilustruje je dużą ilością przebiegów symulacyjnych i eksperymentalnych. Z tego powodu analizowane osiągnięcie w pozytywny sposób wyróżnia się na tle innych wniosków habilitacyjnych.

Pomimo pozytywnej oceny monografii należy również wspomnieć o jej słabych stronach. Opiniowane dzieło jest napisane w sposób raczej popularno-naukowy niż naukowy. W pewnym zakresie stanowi to wadę, ponieważ Autor przedstawia swoje algorytmy sterowania w sposób opisowy, niejako inżynierski. Wyjaśnia szczegółowo ideę działania algorytmów i proponuje pewne rozwiązania, ale rezygnuje z ich formalnego matematycznego opisu (poza podstawowym). Dodatkowo, brakuje dyskusji perspektywy stosowania bardziej zaawansowanych algorytmów, np. rozmytych czy predykcyjnych zwłaszcza w przypadku zmian parametrów obiektu. Kilka kolejnych drobnych uwag odnoszących się bezpośrednio do tekstu monografii przedstawiam poniżej.

- Autor opisuje regulator PID i regulator PID z układem anti-windup jako dwa niezależne i poprawne regulatory. Przedstawia wyniki badań symulacyjnych ukazujących i właściwości oraz jej porównuje. Mam wątpliwości, czy Autor nie uprościł nieco opisu. W przypadku konieczności ograniczania wielkości sterujących należy zawsze stosować układ przeciwdziałający nasycaniu się integratora. W przeciwnym wypadku w przebiegach zmiennych stanu mogą wystąpić duże oscylacje.
- Autor stwierdza, że regulator PID nie jest w stanie zapewnić dobrej dynamiki układu sterowania, jednak nie podkreśla, że wartości nastawy regulatora mają duże znaczenie dla osiągniętej dynamiki.
- Autor nie podaje sposobu doboru nastaw regulatorów. Nie do końca jest jasna przyczyna powolnego eliminowania uchybu ustalonego w zamkniętej strukturze regulacji. Czy ma na to wpływ mała wartość współczynnika w gałęzi z integratorem?

Chciałbym przy tym podkreślić, że powyższe uwagi nie wpływają na pozytywną ocenę monografii habilitacyjnej.

Należy zauważyć, że obecnie rzadkość stanowią wnioski habilitacyjne w których Autorzy przedstawiają monografie habilitacyjną jako swoje główne osiągnięcie. Habilitant,

decydując się na napisanie monografii poświęcił znaczną ilość czasu i wysiłku na jej opracowanie. Sprawia to, że recenzent dostaje do oceny kompletne dzieło, bez skrótów charakterystycznych dla badań zawartych w ograniczonych objętościowo artykułach. Wpływa to dodatkowo na pozytywną ocenę opiniowanego wniosku.

Podsumowując, uważam, że przedstawione przez dr. inż. Piotra Bogusza osiągnięcie naukowe w postaci monografii habilitacyjnej wnosi znaczący wkład do dyscypliny Elektrotechnika i spełnia wymogi stawiane przez obowiązujące przepisy.

#### **4. OCENA ISTOTNEJ AKTYWNOŚCI NAUKOWEJ**

Ocenie podlegają inne niż w punkcie trzecim niniejszej recenzji osiągnięcia naukowo-badawcze zrealizowane po uzyskaniu stopnia doktora nauk technicznych.

##### *4.1 Ocena dorobku naukowego i współpracy z przemysłem*

W dorobku uzyskanym w okresie po uzyskaniu stopnia doktora niewchodzącym w skład osiągnięcia naukowego Habilitanta można wyróżnić następujące zakresy tematyczne.

Pierwsze zagadnienia związane są z projektowaniem napędów elektrycznych i hybrydowych do bezzałogowych aparatów latających. Zakres zrealizowanych prac jest następujący. Autorzy wyznaczają zapotrzebowanie na moc dla analizowanego przypadku i na tej podstawie prowadzą procedurę doboru jednego z dostępnych typów akumulatorów. Badania prowadzone są na stanowisku badawczym z możliwością programowania obciążenia. Kolejno proponują mikroprocesorowy układ sterowania nadzorujący pracę wszystkich urządzeń w napędzie hybrydowym. Sterują między innymi kątem otwarcia przepustnicy, procesem ładowania akumulatora, prędkością silnika napędzającego śmigło czy prędkością silnika spalinowego. Następnie autorzy rozważają układ sterowania napędu hybrydowego opartego na procesorze sygnałowym. Wykonane badania obejmują wszystkie stany pracy, tj. rozruch silnika spalinowego, pracę obu silników na wspólny wał, pracę tylko silnika spalinowego oraz pracę generatorową maszyny elektrycznej. W skład pierwszego zagadnienia wchodzi cztery publikacje naukowe w tym trzy artykuły (opublikowane w: Zeszyty Problemowe – Maszyny Elektryczne, Prace Naukowe Instytutu maszyn, Napędów i Pomiarów Elektrycznych Politechniki Wrocławskiej, International Journal of Electrochemical Science) oraz jeden referat konferencyjny (International Symposium of Electrical Machines - SME). Wkład Autora zawiera się pomiędzy 15 a 70%.

Kolejne zagadnienie dotyczy stanów awaryjnych maszyn reluktancyjnych przełączalnych. Autorzy rozważają dwa rodzaje uszkodzeń układu napędowego: uszkodzenie łączników energoelektronicznych oraz uszkodzenie poszczególnych pasm w maszynie. Badania oparto na analizie przebiegów prądu źródła oraz momentu elektromagnetycznego maszyny za pomocą szybkiej transformaty Fouriera. Określono wpływ poszczególnych uszkodzeń na rozkład harmonicznych w analizowanych przebiegach. Jako przydatną praktycznie metodę określono analizę prądu. Badania teoretyczne zostały zweryfikowane na podstawie badań eksperymentalnych w których uzyskano podobne rezultaty. Wyniki prac zostały opublikowane na jednej konferencji międzynarodowej. Udział własny Autor określił na 40%.

Następne zagadnienie zgłoszone przez Autora dotyczy napędów elektrycznych o podwyższonej niezawodności. W pracach rozpatrywane są maszyny dwukanałowe (BLDC, reluktancyjne). W ramach badań wyznaczono charakterystyki momentów dla różnych wariantów sposobu uzwojenia maszyn BLDC. Wykonano testy w stanach dynamicznych

dotyczących przejścia maszyn z pracy dwukanałowej na jednokanałowy podczas pracy ze znamionowym momentem obciążenia. Na podstawie przeprowadzonych prac potwierdzono możliwość wykorzystania maszyny do prac w warunkach krytycznych. Następnie przeanalizowano dwukanałową maszynę reluktancyjną. W badaniach przeanalizowano wpływ sprzężeń międzypasmowych na właściwości maszyny. Dowiedziono konieczności ich uwzględnienia w analizie maszyny pracującej na jeden kanał. Wyniki badań przedstawiono w dwóch artykułach w IET Electric Power Applications oraz w Przeglądzie Elektrotechnicznym. Wkład Autora został oceniony po 30% w obu pracach.

Napędy z silnikami reluktancyjnymi przełączalnymi przeznaczonymi do sprzętu AGD stanowią ostatnie dodatkowe zagadnienie zgłoszone przez Autora. Rozważa się w nich silniki o dużej prędkości obrotowej. Na podstawie badań symulacyjnych wyznaczono zależności pomiędzy kątami sterującymi, a prądem w poszczególnych uzwojeniach oraz uzyskanym momentem rozruchowym. Uzyskane wyniki badań wykorzystano podczas implementacji praktycznej układu sterowania takiego silnika. Następnie analizowano wpływ rodzaju wirnika (różne kształty) na kształt charakterystyk momentowo-kątowych dla różnych wartości prądów maszyny. Dowiedziono, że silnik z niesymetrycznym wirnikiem charakteryzuje się niezerowym momentem rozruchowym w każdym położeniu kątowym. Kolejno przeanalizowano wpływ szczeliny powietrznej oraz parametrów nawojowych na właściwości trójfazowego silnika reluktancyjnego. Do badań przyjęto maszynę z niesymetrycznym obwodem wirnika. Wyznaczono charakterystyki momentowo-prądowo-kątowe. Wykonano szereg testów symulacyjnych układu pracującego przy różnych prędkościach kątowych. W skład niniejszego zagadnienia wchodzi trzy artykuły (dwa w Przeglądzie Elektrotechnicznym oraz jeden w Maszynach Problemowych), w których wkład Autora wynosi pomiędzy 80 a 25%.

Należy zaznaczyć, że dorobek Autora inny niż wskazany jako osiągnięcie naukowe (monografia habilitacyjna) jest znacznie obszerniejszy niż wynika to z wyżej opisanych zagadnień (dokonanego na podstawie Autoreferatu). Obejmuje on w sumie 84 pozycje, co jest znaczącą liczbą. W ich skład wchodzi siedem artykułów z listy JCR (IET Electric Power Applications, Biuletyn of Polish Academy of Sciences – Technical Sciences, International Journal of Electrochemical Sciences, Open Physics, Przegląd Elektrotechniczny) o sumarycznym IF 6,76. Dodatkowo Autor posiada w swoim dorobku 20 innych artykułów opublikowanych w uznanych czasopismach (np. Archives of Electrical Engineering). Ponadto w jego skład wchodzi artykuły opublikowane w materiałach konferencji krajowych i międzynarodowych.

W latach 2010-2013 kandydat był kierownikiem projektu badawczego finansowanego ze środków państwowych pt. Elektryczny układ napędowy małych pojazdów mobilnych. Uczestniczył również jako wykonawca w realizacji pięciu innych projektów (lata 2009-2017).

Za swoją działalność dr inż. Piotr Bogusz otrzymał sześć nagród Rektora Politechniki Rzeszowskiej.

#### 4.2 Ocena współpracy międzynarodowej

Dr inż. Piotr Bogusz recenzował artykuły dla uznanych czasopism i konferencji międzynarodowych, np. dla *IEEE Transaction on Industrial Electronics*, *IEEE Transaction on Power Electronics*, *International Journal of Electrical Power and Energy Systems*, *Bulletin of Polish Academy of Sciences* i innych. Brał udział i wygłosił szereg referatów na uznanych konferencjach międzynarodowych.

Kandydat nie odbył staży naukowych czy dydaktycznych poza granicami kraju. Wywołuje to pewne zdziwienie biorąc pod uwagę łatwość uzyskania wsparcia finansowego chociażby w ramach programu Erasmus.

#### *4.3 Ocena dorobku organizacyjnego, popularyzatorskiego i dydaktycznego*

Dr inż. Piotr Bogusz pełnił szereg funkcji związanych z macierzystym Wydziałem. Był wiceprzewodniczącym Wydziałowej Komisji Stypendialnej w latach 2010-2018. Był członkiem macierzystej Rady Wydziału (2010-2016) oraz członkiem Wydziałowej Komisji ds. Jakości Kształcenia. Aktywnie uczestniczył w pozyskiwaniu środków z funduszy Unii Europejskiej przeznaczonych na organizację Laboratorium Napędów Eklektycznych i Hybrydowych. Uruchamiał laboratorium badawcze Zakładu Elektrodynamiki i Systemów Elektromaszynowych.

Kandydat prowadził szereg kursów, np. Automatyka Napędu Elektrycznego, Elektrotechnika i Elektronika Samochodowa, Inżynieria Elektryczna w Transporcie i inne. Opracował materiały dydaktyczne do szeregu kursów.

W ramach działalności popularyzatorskiej uczestniczył w audycji radiowej Radia Rzeszów na temat nowych technologii w napędach pojazdów. Wygłosił również referat na seminarium zorganizowanym pod patronatem PTETIS.

Dr inż. Piotr Bogusz jest promotorem pomocniczym w przewodzie doktorskim mgr inż. Adama Powrózka pt. Praca generatorowa Maszyny Reluktancyjnej Przełączalnej.

Podsumowując, Dorobek Kandydata oceniany w niniejszym punkcie spełnia kryteria stawiane przez obowiązujące przepisy.

#### **5. KONKLUZJA OCENY**

Na podstawie dokonanej oceny przedłożonego osiągnięcia naukowego, całokształtu dorobku naukowo-badawczego, dorobku w zakresie popularyzacji wiedzy, dorobku dydaktycznego i organizacyjnego Habilitanta po uzyskaniu przez niego stopnia doktora nauk technicznych stwierdzam, że w mojej opinii dr inż. Piotr Bogusz wniósł znaczący wkład w rozwój dyscypliny Elektrotechnika. Uważam, że osiągnięcia naukowe oraz działania na rzecz nauki dr. inż. Piotra Bogusza spełniają wymogi obowiązującej Ustawy o stopniach i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki.

Pozytywna ocena monografii habilitacyjnej zgłoszonej jako Osiągnięcie Naukowe powodują moje poparcie wniosku w sprawie nadania dr. inż. Piotrowi Boguszowi stopnia naukowego doktora habilitowanego w dziedzinie Nauk Technicznych.

*Krzysztof Szabca*