

Dr hab. inż. Jan Zawilak, prof. PWr.  
Politechnika Wrocławska  
Wydział Elektryczny  
Wybrzeże Wyspiańskiego 27, 50-370 Wrocław

Wrocław, 30 marzec 2019 r.

**Recenzja**  
**dorobku naukowego, dydaktycznego oraz aktywności naukowej**  
**dr inż. Marka Gołębiowskiego**  
**w związku z postępowaniem w sprawie nadania stopnia doktora habilitowanego**

Recenzję opracowano na zlecenie prof. dr hab. inż. Kazimierza Buczka, Dziekana Wydziału Elektrotechniki i Informatyki Politechniki Rzeszowskiej pismem nr RE.531/ 6 /2019 z dn. 06 marca 2019 r.

**Podstawa:** Pismo nr BCK-VI-L-9561/18 Centralnej Komisji Do Spraw Stopni i Tytułów z dn. 08 lutego 2019 r.

Wraz z informacją o powołaniu Komisji Habilitacyjnej otrzymałem kompletną dokumentację wniosku, nadesłaną przez Dziekana Wydziału Elektrotechniki i Informatyki Politechniki Rzeszowskiej.

Recenzję opracowałem po zapoznaniu się z w/w dokumentacją, obejmującą m.in.

- ✓ wniosek Kandydata o przeprowadzenie postępowania habilitacyjnego,
- ✓ poświadczoną kopię dyplomu doktora,
- ✓ autoreferat przedstawiający opis dorobku i osiągnięć naukowych w języku polskim i angielskim,
- ✓ wykaz dorobku habilitacyjnego - opublikowanych prac naukowych i twórczych prac zawodowych z określeniem merytorycznego i procentowego wkładu Habilitanta w poszczególne opracowania, informacja o osiągnięciach dydaktycznych, współpracy naukowej i popularyzacji nauki,
- ✓ monografię autorską (stanowiącą osiągnięcie),
- ✓ dane kontaktowe Wnioskodawcy,
- ✓ kopie wybranych publikacji niewchodzących w skład głównego osiągnięcia naukowego,
- ✓ potwierdzenie przyjęcia do druku publikacji „*Computationally efficient method for determining the most important electrical parameters of Axial Field Permanent Magnet Machine*” w Bulletin of the Polish Academy of Sciences: Technical Sciences.,
- ✓ raport analizy bibliometrycznej,
- ✓ płytę CD zawierającą wersję cyfrową dokumentacji.

Przedstawiona dokumentacja jest sporządzona z wystarczającą starannością i może stanowić podstawę do prawidłowej oceny osiągnięcia.

**Dane z życiorysu i przebiegu pracy zawodowej Kandydata**

Dr inż. **Marek Gołębiowski** urodził się 1978 roku. W 2002 r. ukończył studia na Politechnice Rzeszowskiej im. Ignacego Łukasiewicza w Rzeszowie, Wydział Elektryczny, kierunek: Elektrotechnika, specjalność: Automatyka i informatyka, uzyskując tytuł magistra inżyniera za pracę pt. „*Zastosowanie algorytmów optymalizacji w zadaniach kombinatorycznych*”.

Dyplom Doktora nauk technicznych w zakresie dyscypliny "elektrotechnika" uzyskał 19.03.2010 r. na Wydziale Elektrotechniki i Informatyki Politechniki Rzeszowskiej, na podstawie obronionej rozprawy pt. „*Wpływ indukcyjności rozproszenia autotransformatorów zasilających*”

wielopulsowe układy prostownicze na współczynnik odkształceń prądów sieciowych", której promotorem był dr hab. inż. Jerzy Lewicki.

W latach 2002 do 2010 był zatrudniony w Politechnice Rzeszowskiej na stanowisku asystenta, a od 2010 r. pracuje w tej Uczelni na stanowisku adiunkta.

### Ocena osiągnięć naukowo-badawczych

Wskazany przez Habilitanta osiągnięciem naukowym, stanowiącym podstawę wniosku habilitacyjnego w rozumieniu art. 16 ust. 2 stosownej ustawy z dnia 18 marca 2011 roku (Dz. U. nr 84, poz. 55), jest monografia autorska pt. „*Filtry w obliczeniach strat wiropędowych w blachach laminowanych rdzeni magnetycznych maszyn elektrycznych*”, październik 2018, Oficyna Wydawnicza Politechniki Rzeszowskiej, ISBN: 978-83-7934-255-6, recenzenci wydawniczy: prof. dr hab. inż. Marian Noga, dr hab. inż. Tadeusz Kwater, prof. Uniw.Rz.

Autor podejmuje bardzo ważną i wciąż intensywnie rozwijaną tematykę określenia strat w magnetowodach laminowanych, w których niesinusoidalne pole magnetyczne wywołane jest niesinusoidalnym zasilaniem za pomocą urządzeń energoelektronicznych (falowników).

Głównym celem osiągnięcia naukowego jest opracowanie metod obliczania zastępczej przenikalności magnetycznej blach laminowanych rdzeni magnetycznych maszyn elektrycznych oraz jej implementacja do obliczeń dynamiki maszyn elektrycznych. Obliczana zastępcza przenikalność magnetyczna blach laminowanych może być wykorzystana do obliczeń obwodowych oraz polowych pola magnetycznego magnetowodach maszyn elektrycznych. Obliczenia dynamiki dokonuje się w sposób sprzężony tzn. równocześnie rozwiązywane są równania dla obwodów elektrycznych uzwojeń oraz obliczane są pola magnetyczne wytworzone przez prądy tych uzwojeń. Straty wiropędowe w magnetowodzie obliczane są z uwzględnieniem nieliniowej charakterystyki magnesowania żelaza. Zastępcza przenikalność magnetyczna blach laminowanych jest syntetyzowana do postaci filtru jako funkcji wymiernej o liczniku i mianowniku, które są wielomianami zmiennej Laplace'a  $s$  lub zmiennej  $z$  przekształcenia  $Z$ . Obliczenia dynamiki maszyn mogą być wykonywane w sposób „ciągły” – np. metodą Rungego - Kuty lub w sposób dyskretny. Weryfikacja poprawności obliczeń polega na porównaniu strat wiropędowych w blachach z podawanymi w normach oraz katalogach.

Dodatkowym celem postawionym w monografii jest opracowanie metody zaimplementowaniu otrzymanych filtrów reprezentujących zastępczą przenikalność magnetyczną blach laminowanych w metodzie elementów skończonych do obliczania dynamiki maszyny.

Cele dodatkowe pracy rozszerzono o następujące zagadnienia:

- w obliczeniach uwzględniono zwarcia blach magnetowodu na przykładzie zawarcia dwóch blach przez konduktancję,
- uwzględniono straty histerezowe w żelazie magnetowodu na przykładzie modelu histerezy Tellinena.

Realizując cele udowodniono tezę pracy, która brzmi: „*Jest możliwe bezpośrednio uwzględnienie strat wiropędowych w blachach laminowanych rdzeni maszyn elektrycznych podczas obliczeń stanów dynamicznych*”.

### Najważniejsze osiągnięcia Habilitanta w prowadzonych pracach badawczych

W ramach prowadzonych prac badawczych autor zaproponował własne oryginalne metody oraz algorytmy obliczeniowe:

1. obliczania zastępczej przenikalności magnetycznej blach laminowanych rdzeni magnetycznych maszyn elektrycznych i przedstawienia jej w postaci filtru zmiennej Laplace'a  $s$  lub

zmiennej z przekształcenia  $Z$ . (metoda ta dotyczy również przypadku zwarcia blach konduktancją) w tym:

- ✓ metoda rozwijania w szereg rozwiązania równania Helmholtza w zastosowaniu dla pola magnetycznego w przekroju dwuwymiarowym blachy laminowanej dla zadanej pulsacji  $\omega$ .
  - ✓ zastosowanie metody elementów skończonych do rozwiązywania pola magnetycznego w przekroju blachy laminowanej o dowolnych kształtach brzegu dla założonej pulsacji,
  - ✓ metoda uwzględniania nieliniowej charakterystyki magnesowania żelaza wewnątrz blachy laminowanej,
  - ✓ bezpośrednia transformacja odwrotna Laplace'a wzoru na operatorową przenikalność magnetyczną blachy laminowanej przy pomocy tablic przekształcenia Laplace'a,
  - ✓ identyfikacja filtru z odpowiedzi impulsowej zastępczej przenikalności magnetycznej blach laminowanych,
  - ✓ metoda obliczania zastępczej przenikalności magnetycznej blach laminowanych przy ich zwarcu przez konduktancję,
2. implementacji filtru reprezentującego zastępczą przenikalność magnetyczną blach laminowanych do metod obliczeń stanów dynamicznych maszyn elektrycznych, gdzie pole magnetyczne obliczane jest zarówno metodami obwodowymi jak też metodami elementów skończonych 2D oraz 3D również dla pola wirującego,
- ✓ zastosowanie filtrów reprezentujących zastępczą przenikalność magnetyczną blach laminowanych w dziedzinie zmiennej Laplace'a  $s$  oraz zmiennej  $Z$  do obliczeń układów elektromagnetycznych metodą obwodową,
  - ✓ zastosowanie filtrów reprezentujących zastępczą przenikalność magnetyczną blach laminowanych w dziedzinie zmiennej Laplace'a  $s$  do obliczeń układów elektromagnetycznych metodą elementów skończonych 2D,
  - ✓ zastosowanie filtrów IIR reprezentujących zastępczą przenikalność magnetyczną blach laminowanych w dziedzinie zmiennej  $Z$  do obliczeń metodą elementów skończonych 2D przy wirującym polu magnetycznym,
3. szybkiego rozwiązywania niesymetrycznego układu równań otrzymanego po implementacji filtru reprezentującego zastępczą przenikalność blach laminowanych,
- ✓ zaprezentowano układy równań otrzymywane przy obliczaniu dynamiki maszyn elektrycznych z zastosowaniem metody elementów skończonych sprzęgniętej z obwodowymi równaniami zasilanych napięciowo uzwojeń posiadają duże, skośnosymetryczne macierze rzadkie, (podczas ich tworzenia filtry reprezentujące reluktywność zastępczą blach laminowanych stanowią elementy z diagonalą tensora reluktywności magnetycznej).
4. pomiaru strat histerezowych oraz wiropądowych w blachach laminowanych oparte na zastosowaniu filtrów Hilberta,
- ✓ zaproponowano metodę wyodrębnienia strat wiropądowych z ogólnych strat w blachach laminowanych (straty wiropądowe w blachach mogą być określone jako różnica strat sumarycznych i strat histerezowych),
5. uwzględniania strat histerezowych podczas obliczeń dynamiki maszyny, według modelu Tellinena
- ✓ możliwość uwzględniania strat histerezowych równocześnie z implementacją filtru reprezentującego straty wiropądowe blach laminowanych, polega na dodaniu do okładu magnesującego rdzeń, (obliczanego z wykorzystaniem zastępczej przenikalności blach rdzenia w postaci filtru) do części składowej otrzymanej z modelu histerezy Tellinena.

## Pozostałe osiągnięcia naukowo – badawcze Habilitanta

W swojej pracy Habilitant zajmował się również opublikowanymi zagadnieniami naukowymi, które nie zalicza bezpośrednio do rozprawy habilitacyjnej min.

1. Gołębiowski L., Gołębiowski M., Mazur D., Inverters operation in rigid and antonomous grid, COMPEL-THE INTERNATIONAL JOURNAL FOR COMPUTATION AND MATHEMATICS IN ELECTRICAL AND ELECTRONIC ENGINEERING, t.32, z.4, 2013, s.1345-1357,
2. Gołębiowski L., Gołębiowski M., Mazur D., *Sterowanie prostowników jedno- i trójfazowych typu Power Factor Correction (PFC)*, PRZEGLĄD ELEKTROTECHNICZNY, z.8, 2011, s.53-58,
3. Gołębiowski L., Gołębiowski M., Mazur D., *Prostownik 24-pulsowy z dławikami niesprzężonymi*, ZESZYTY PROBLEMOWE - MASZYNY ELEKTRYCZNE, t.3, z.91, 2011, s.153-161,
4. Gołębiowski L., Gołębiowski M., Mazur D., *Filtr UKF w diagnostyce wirnika silnika asynchronicznego*, PRZEGLĄD ELEKTROTECHNICZNY, z.8, 2011, s.48-52,
5. Kreisler C., Gołębiowski M., *Monitoring of End Winding Vibrations using Neural Networks*, PRZEGLĄD ELEKTROTECHNICZNY, t.89, z.11, 2013, s.317-321,
6. Gołębiowski M., *Fast control of the six phase asymmetric generator with the 3rd harmonic current injection*, ARCHIVES OF ELECTRICAL ENGINEERING, t.65, z.1/2016, 2016, s.59-71,
7. Gołębiowski L., Gołębiowski M., Mazur D., Humer M., *The gearless, grid-connected, 6-phase asymmetric wind turbine generator system*, ARCHIVES OF ELECTRICAL ENGINEERING, t.64, z.3, 2015, s.391-403,
8. Gołębiowski M., Gołębiowski L., Mazur D., Smoleń A., *Analysis of axial flux permanent magnet generator*, Konferencja: XXV Symposium "Electromagnetic Phenomena in Nonlinear Circuits", 2018.06.26-2018.06.29, Arras, Francja.

W pracach tych zajmuje się następującymi zagadnieniami:

1. układami energoelektronicznymi typu „clean power”, charakteryzujących się zmniejszoną zawartością wyższych harmonicznnych prądów pobieranych z sieci, w których badano metodę sterowania optymalnego jednego lub kilku układów falownik–kondensator–transformator do zasilania sieci autonomicznych (wspowych) oraz do współpracy z siecią energetyczną, badano prostowniki jedno i trójfazowych typu Vienna również prostowników 24–pulsowych z dławikami niesprzężonymi,
2. diagnostyką maszyn elektrycznych gdzie badano stan wirnika maszyny indukcyjnej przy pomocy filtru Kalmana typu UKF, przedstawiono metodę monitorowania drgań połączeń czołowych dużych turbogeneratorów oraz metodę sieci neuronowych wykazujących ich uszkodzenia,
3. maszynami elektrycznymi o zwiększonej ilości faz gdzie opisano metodę sterowania generatora PM sześciofazowego asymetrycznego z wykorzystaniem iniekcji prądów trzeciej harmonicznnej w celu poprawy kształtu momentu elektromagnetycznego, analizowano pracę takiego generatora w układzie turbina-generator-falownik do przekazywania energii wiatrowej do sieci bez stosowania przekładni mechanicznej,
4. maszynami elektrycznymi o strumieniu osiowym gdzie przedstawiono różne metody obliczeń parametrów tych maszyn, których wyniki były sprawdzane na wykonanych prototypach.

W wykazie publikacji Habilitant opisał najważniejsze osiągnięcia oraz własny wkład w opracowanie tych publikacji. Są to w większości prace zespołowe a udział Habilitanta jest proporcją do liczby współautorów. Jedna z zaprezentowanych prac jest samodzielna.

Prezentowane przez dr inż. Marka Gołębiowskiego wyniki badań pokazują, że stworzył dobry warsztat do obliczeń magnetowodów laminowanych a opracowane metody mogą być dostosowane do projektowania i optymalizacji magnetowodów. Wyniki badań nad tymi metodami są, moim zdaniem, najistotniejszymi osiągnięciami naukowymi Kandydata.

## Ocena aktywności naukowej, osiągnięć dydaktycznych i organizacyjnych

### Ocena działalności naukowej

Dorobek naukowy od czasu uzyskania stopnia nauk technicznych do dnia składania dokumentów tj. 02.11.2018 r. obejmuje łącznie 53 (do chwili obecnej 55) publikacje. Po złożeniu dokumentów opublikowano jeszcze 2 pozycje:

A. awizowaną w dokumentach z potwierdzeniem przyjęcia do druku: Smoleń, M. Golebiowski, Computationally efficient method for determining the most important electrical parameters of Axial Field Permanent Magnet Machine BULLETIN OF THE POLISH ACADEMY OF SCIENCES, TECHNICAL SCIENCES, Vol. 66, No. 6, 2018,

oraz

B. M. Golebiowski, A. Smoleń, L. Golebiowski, D. Mazur, Functional simulation model of the axial flux permanent magnet generator, ARCHIVES OF ELECTRICAL ENGINEERING, VOL. 67(4), pp. 857–868 (2018).

W dorobku naukowym Kandydata jest monografia stanowiąca główne osiągnięcie habilitacyjne, trzy współautorskie rozdziały w monografiach o zasięgu międzynarodowym (z udziałem odpowiednio 50, 25 oraz 25 %) oraz współudział (33,3 %) w monografii o zasięgu krajowym.

W czasopiśmie z listy *Journal Citation Report* (JCR) znajduje się obecnie 6 opublikowanych artykułów (7 uwzględniając publikacje w *Compel*-u bezpośrednio związaną z monografią habilitacyjną, o której mowa w punkcie II.G załącznika 3). Sumaryczny Imapct Factor (IF) dla publikacji Habilitanta w czasie składania dokumentów (tj. 09.01.2019 r) wynosił 1,946 w chwili obecnej (tj. 25.03.2019 r) 3,307. Artykuły opublikowano w czasopiśmie: *Compel - The International Journal For Computation And Mathematics In Electrical And Electronic Engineering*, *Przegląd Elektrotechniczny* oraz *Bulletin of the Polish Academy of Sciences - Technical Sciences PAN*.

Habilitant opublikował również 22 artykuły (23 uwzględniając artykuł, który ukazał się w *Archives of Electrical Engineering* po złożeniu dokumentów) w innych czasopiśmie naukowych takich jak: *Archives Of Electrical Engineering*, *Przegląd Elektrotechniczny*, *Maszyny Elektryczne: Zeszyty Problemowe*, *Lecture Notes In Electrical Engineering*, *Pomiary Automatyka Kontrola*, *Zeszyty Naukowe Politechniki Rzeszowskiej – Elektrotechnika*.

Kandydat brał czynny udział w międzynarodowych oraz krajowych konferencjach naukowych takich jak: *Electromagnetic Phenomena in Nonlinear Circuits* (EPNC), *International Symposium on Electrical Machines* (SME), *Essener Tagung "Turbogeneratoren in Kraftwerken: Technik - Instandhaltung - Schäden"*, *Conference of Selected Problems of Electrical Engineering and Electronics* (WZEE), *Konferencja z Podstaw Elektrotechniki i Teorii Obwodów* (SPETO), *Krajowa Konferencja Elektroniki* (KKE), *Symposium "Podstawowe Problemy Energoelektroniki, Elektromechaniki i Mechatroniki"* (PPEEM), w których wygłosił 20 referatów.

Baza *Web of Science* (WoS) indeksuje 14 (obecnie 16) publikacji Kandydata, które są cytowane 7 krotnie. H-index według bazy WoS wynosi 2. Baza *Scopus* indeksuje 20 (22 obecnie) artykułów autora, cytowanych 17 razy (14 razy bez uwzględnienia autocytowań). H-index według bazy *Scopus* wynosi 3 (2 bez uwzględnienia autocytowań). Liczba punktów Ministerstwa Nauki

i Szkolnictwa Wyższego dla publikacji w latach 2010-2018 z uwzględnieniem procentowego udziału Autora wynosi 216,99.

W latach 2017-2018 Habilitant brał czynny udział w pracach rozwojowych dla projektu „*Wdrożenie produkcyjne innowacyjnych siłowni wiatrowych jako wynik badań B+R HIPAR Sp. Z.o.o*” i wykonał obliczenia projektowe oraz symulacje bezrdzeniowej maszyny o strumieniu osiowym przeznaczonej do współpracy z turbiną wiatrową o osi pionowej a uzyskane wyniki potwierdzono pomiarami wykonanego prototypu maszyny.

Kandydat opracował 7 recenzji w czasopismach z listy JRC (6 recenzji - *COMPEL: The International Journal for Computation and Mathematics in Electrical and Electronic Engineering*, 1 recenzja - *Elektronika i Elektrotechnika*) oraz jedną recenzję w czasopiśmie uczelnianym.

Dwukrotnie był powołany na promotora pomocniczego w przewodach doktorskich:

- mgr inż. Doroty Borkowskiej pt. „*Ocena efektywności nieosobliwych metod Trefftza w analizie quasi-stacjonarnych pól elektromagnetycznych*” obronionej w lipcu 2018 r. (promotorem był prof. dr hab. inż. Adam Brański),
- mgr. inż. Andrzeja Smolenia pt. „*Modelowanie i analiza generatora AFPM w systemie małej elektrowni wiatrowej*” (promotorem jest dr hab. inż. Damian Mazur, prof. PRz.)

### **Ocena działalności dydaktycznej**

W ramach działalności dydaktycznej Habilitant prowadzi wszystkie formy zajęć (wykłady, ćwiczenia audytoryjne i laboratoryjne) z przedmiotów: *Metody Numeryczne, Teoria Obwodów II, Obwody i Sygnały II, Wybrane Zagadnienia Teorii Obwodów, Metody Numeryczne w Technice, Metody Numeryczne w Zastosowaniach Energetycznych, Obwody i Sygnały I, Technika Obliczeniowa i Symulacyjna, Układy Elektromagnetyczne w Energoelektronice.*

W latach 2014-2018 był promotorem 41 prac dyplomowych inżynierskich oraz 10 prac dyplomowych magisterskich.

W ramach programu Erasmus opracował materiały oraz prowadzi zajęcia w języku angielskim z czterech przedmiotów.

### **Ocena działalności organizacyjnej**

W ramach działalności popularyzatorskiej Habilitant aktywnie uczestniczył w programach skierowanych do młodzieży szkół średnich organizowanych przez Politechnikę Rzeszowską takich jak: *Kariera Inżyniera, Salon Maturzystów, Dni Otwarte Politechniki Rzeszowskiej.*

Czynnie uczestniczy w pracach organizacyjnych Polskiego Towarzystwa Elektrotechniki Teoretycznej i Stosowanej (PTETiS), którego jest członkiem.

Był w Komitecie Organizacyjnym i aktywnie uczestniczył w trzech konferencji naukowych.

Jest członkiem komitetu redakcyjnego czasopisma *Zeszyty Naukowe Politechniki Rzeszowskiej "Elektrotechnika"*.

W latach 2010-2016 był członkiem komisji rekrutacyjnej Wydziału Elektrotechniki i Informatyki Politechniki Rzeszowskiej.

Od wielu lat współpracuje z Faculty of Electrical Engineering & Information Technology Uniwersytetu Technicznego w Dortmundzie.

### **Uwagi Recenzenta**

Podczas czytania i analizowania działalności i dorobku Habilitacyjnego nasunęły mi się następujące uwagi:

- brakuje weryfikacji praktycznej prezentowanych, bardzo interesujących metod obliczeniowych,
- Habilitant ma skromne kontakty ze światowymi ośrodkami naukowymi.

W moim odczuciu warto uwzględnić również to w najbliższej działalności Habilitanta.

#### 4. Konkluzja

Monografia habilitacyjna dr inż. Marka Gołębiowskiego napisana jest bardzo starannie, poprawnym językiem polskim i dopracowanej stronie graficznej.

W moim odczuciu, wyniki zawarte w recenzowanym osiągnięciu naukowym dr inż. Marka Gołębiowskiego są rzeczywistymi osiągnięciami Autora. Monografia habilitacyjna jest dowodem znaczącego wkładu w rozwój dyscypliny naukowej, zawiera sformułowanie, analizę i rozwiązanie znanego lecz dotychczas nie rozstrzygniętego ważnego dla dziedziny problemu naukowego. Osiągnięcia w niej opisane stanowią znaczący wkład w rozwój *Elektrotechniki*.

Stwierdzam, że osiągnięcia naukowe dr inż. Marka Gołębiowskiego oraz Jego aktywność **spełniają wymagania** Ustawy o stopniach naukowych i tytułach naukowych oraz o stopniach i tytułach w zakresie sztuki (z odpowiednimi zmianami), a także spełniają kryteria Rozporządzenia Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dn. 01 września 2011 r. w sprawie kryteriów oceny osiągnięć osoby ubiegającej się o nadanie stopnia doktora habilitowanego oraz Rozporządzenia Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dn. 22 września 2011 r. w sprawie szczegółowego trybu i warunków przeprowadzenia czynności w przewodach doktorskich, w postępowaniu habilitacyjnym oraz postępowaniu o nadanie tytułu profesora, a to upoważnia mnie do poparcia wniosku o nadanie Mu stopnia naukowego doktora habilitowanego w dziedzinie nauk technicznych dyscyplinie Elektrotechnika.