

**Ocena
osiągnięć i aktywności naukowej
dr. inż. Szymona Racewicza
ubiegającego się o uzyskanie stopnia doktora habilitowanego w dyscyplinie
Automatyka, Elektronika, Elektrotechnika i Technologie Kosmiczne**

1. Podstawy formalne recenzji

Opinia została przygotowana na zamówienie Politechniki Gdańskiej, reprezentowanej przez prof. dr. hab. inż. Piotra Jasińskiego w związku z wyznaczeniem mnie przez Radę Doskonałości Naukowej na recenzenta w postępowaniu o nadanie stopnia doktora habilitowanego dr. inż. Szymonowi Racewiczowi.

Podstawą opracowania recenzji były materiały przekazane na płycie CD przez dr. S. Racewicza, a mianowicie:

- wniosek o przeprowadzenie postępowania w sprawie nadania stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych w dyscyplinie Automatyka, Elektronika, Elektrotechnika i Technologie Kosmiczne;
- Autoreferat zawierający opis dorobku i osiągnięć naukowych, w tym opis najważniejszych wyników badań w artykułach włączonych do cyklu stanowiącego osiągnięcie habilitacyjne pt. *„Generatory synchroniczne – wybrane techniki modelowania i identyfikacji parametrów”*, a także omówienie osiągnięć badawczych świadczących o aktywności naukowej Habilitanta;
- wykaz osiągnięć naukowych, stanowiących wkład Habilitanta w rozwój dyscypliny Automatyka, Elektronika, Elektrotechnika i Technologie Kosmiczne;
- kopie 8 publikacji, prezentujących osiągnięcie habilitacyjne, opublikowanych w czasopismach i materiałach konferencji międzynarodowej, spełniających wymogi ustawy (art. 265 pkt 9);
- kopie dokumentów potwierdzających posiadanie stopnia doktora nauk technicznych w dyscyplinie elektrotechnika;
- załączniki zawierające oświadczenia współautorów określające ich wkład w prace stanowiące osiągnięcie naukowe Habilitanta;
- załączniki z kopiami dokumentów potwierdzające posiadane wyróżnienia i udziały w stażach.

Pragnę odnotować, że na podstawie nadesłanej dokumentacji nie mogłem dokładnie ocenić aktywności naukowej Habilitanta w okresie pomiędzy zakończeniem studiów a podjęciem pracy w Politechnice Gdańskiej. Z dokumentacji wynika, że dr S. Racewicz przebywał w tym okresie na studiach doktoranckich (3 semestry) i na dwóch stażach (jeden miesiąc i jeden semestr).

2. Ogólne informacje o Habilitancie

Dr inż. Szymon Racewicz ukończył studia magisterskie na Wydziale Elektrotechniki i Automatyki Politechniki Gdańskiej (PG) w 2005 r. W roku 2010 uzyskał na macierzystym Wydziale oraz w Institut Polytechnique de Grenoble, Grenoble Genié Électrique Laboratoire stopień doktora nauk technicznych w dyscyplinie Elektrotechnika na podstawie rozprawy pt. „Identyfikacja i modelowanie rzędu ułamkowego maszyn synchronicznych pracujących jako generator” („Identification et modélisation d'ordre fractionnaire des machines synchrones fonctionnant comme générateur”). Promotorami w przewodzie doktorskim był prof. dr hab. inż. Piotr Chrzan z PG i prof. Nicolas Retière z Institut Polytechnique de Grenoble, a recenzentami prof. dr hab. inż. Kazimierz Zakrzewski z Politechniki Łódzkiej, dr hab. inż. Paweł Staszewski z Politechniki Warszawskiej i prof. Thierry Poinot z École Nationale Supérieure d'Ingénieurs de Poitiers, Francja. Rozprawa została wyróżniona przez Radę Wydziału Elektrotechniki i Automatyki Politechniki Gdańskiej i uzyskała Nagrodę Prezesa spółki ENERGA.

Dr S. Racewicz był w latach 2009-2014 zatrudniony na Wydziale Elektrotechniki i Automatyki PG, najpierw na stanowisku asystenta, a następnie od 2011 r. na stanowisku adiunkta. Obecnie, od 2015 r. pracuje na stanowisku adiunkta w Katedrze Mechatroniki na Wydziale Nauk Technicznych Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego (UWM) w Olsztynie.

Z porównania tytułu rozprawy doktorskiej i opisu osiągnięcia habilitacyjnego wynika, że po doktoracie Habilitant kontynuował badania nad zastosowaniem „modeli rzędu ułamkowego” do wyznaczania parametrów schematów zastępczych maszyn synchronicznych. Jego prace koncentrują się na tematyce prezentowanej w doktoracie i badaniach zaliczonych do osiągnięcia habilitacyjnego. W Autoreferacie nie znalazłem opisu innych badań naukowych dr. S. Racewicza. Na podstawie tytułów współautorskich artykułów można wnioskować, że Habilitant włączał się ostatnio do prac związanych z badaniami lekkich pojazdów elektrycznych. W ostatnich dokonaniach dr. S. Racewicza nie mogłem doszukać się wyników dotyczących nowych metod i modeli maszyn elektrycznych.

3. Ocena osiągnięcia naukowego, o którym mówi art. 219 ust. 1, pkt 2b obowiązującej ustawy „Prawo o Szkolnictwie Wyższym i Nauce”, zatytułowanego przez Habilitanta „Generatory synchroniczne – wybrane techniki modelowania i identyfikacji parametrów”

3.1. Ogólna charakterystyka i ocena aktualności oraz wartości osiągnięcia habilitacyjnego

Dr Szymon Racewicz uznał, że Jego habilitacyjne osiągnięcie naukowe, o którym mówi obowiązująca ustawa Prawo o Szkolnictwie Wyższym i Nauce, najpełniej dokumentuje zestaw 8 artykułów pod wspólnym tytułem *„Generatory synchroniczne – wybrane techniki modelowania i identyfikacji parametrów”*. Wszystkie artykuły są współautorskie i ukazały się w okresie pomiędzy rokiem 2011 a 2025. Średnia liczba autorów przypadająca na jeden artykuł jest bliska 4. Współautorem 5 prac jest dr Filip Kutt, a 4 dr hab. inż. Michał Michna z PG.

W oświadczeniach o udziale w badaniach i przygotowaniu artykułu współautorzy aż 16 razy podali, że udzielili tylko merytorycznego wsparcia. Nie napisali, na czym polegało to wsparcie.

Tytuł zbioru publikacji nie pozwala na zorientowanie się o celu i zakresie badań, których rezultatem jest osiągnięcie habilitacyjne dr. S. Racewicza. Szkoda, że Kandydat nie zdefiniował jakie techniki modelowania ma na myśli pisząc „wybrane”. Mało precyzyjnie określił metody stosowane w prezentowanych artykułach. Obecnie można wyodrębnić cztery grupy modeli zjawisk elektromagnetycznych w maszynach elektrycznych, dwie grupy podstawowe: (a) modele polowe, (b) modele obwodowe wykorzystujące schematy zastępcze i dwie grupy modeli „hybrydowych” łączących opis polowy z opisem obwodowym. Do modeli „hybrydowych” zaliczane są modele polowo-obwodowe, w których równania modelu polowego są uzupełniane równaniami obwodów zewnętrznych, np. obwodów układu zasilającego lub obciążającego i obwodów reprezentujących połączenia czołowe. Odmiennymi modelami są stosowane dość często modele, w którym wykorzystuje się schematy zastępcze, a parametry schematów wyznacza się na podstawie rozkładu pola. Tego typu modele czasami nazywa się obwodowo-polowymi. Takiej nazwy używają między innymi Andrzej Boboń, Jerzy Kudła i Aleksander Żywiec, autorzy monografii *„Parametry Elektromagnetyczne Maszyny Synchronicznej. Wykorzystanie Metody Elementów Skończonych”* wydanej w 1998 r. przez Wydawnictwo Politechniki Śląskiej w Gliwicach. W wymienionej monografii, do której Habilitant nie odnosi się w swoich pracach i której nie cytuje w żadnym z artykułów cyklu, omawiane są zagadnienia formowania modelu i zagadnienia wyznaczania jego parametrów, w tym też wyznaczania transmitancji widmowych.

Obecnie do analizy i syntezy zjawisk elektromagnetycznych w maszynach elektrycznych, w tym w maszynach synchronicznych wykorzystuje się pełne, trójwymiarowe (3D) modele polowe, a także jeszcze bardziej rozbudowane 3D modele polowo-obwodowe, w których równania pola dla układu zdyskretyzowanego uzupełnia się równaniami ruchu układu napędowego i równaniami elektrycznych obwodów zewnętrznych.

Z Autoreferatu wynika, że Habilitant stosuje typowy model obwodowy, a do zdefiniowania parametrów modelu korzysta z wyników pomiarów lub wyników obliczeń rozkładu pola metodą elementów skończonych, tj. stosuje ujęcie obwodowo-polowe. Na podstawie Autoreferatu można sądzić, że Habilitant koncentruje się na procedurze wykorzystującej odpowiedź częstotliwościową w stanie „spoczynku” (SSFR) opisanej w normie IEEE z 1995 r. Struktura stosowanych przez dr. S. Racewicza schematów odpowiada typowym schematom zastępczym. Nowością, wprowadzoną już w rozprawie doktorskiej, jest opis równań schematu za pomocą równań różniczkowych rzędu ułamkowego, a więc równań zawierających pochodne ułamkowe. W rezultacie otrzymuje się obwody równoważne o elementach rozpatrywanych jako impedancje rzędu półpełnego, które podobnie jak w klasycznym ujęciu mogą być aproksymowane, stosowanymi przez Habilitanta metodami Grünwalda-Letnikova lub Oustaloupa.

W pracach prezentujących osiągnięcie habilitacyjne dr. S. Racewicza nie ma dyskusji nad modyfikacją struktury i rozwojem modeli prądnic synchronicznych. Badania koncentrują się na ujęciach wykorzystujących modele obwodowe i charakterystyki częstotliwości. Habilitant nie uwzględnia, że w ostatnich latach do opisu zjawisk elektromagnetycznych w maszynach

synchronicznych coraz powszechniej stosuje się 3D modele polowe wykorzystujące metodę elementów węzłowych lub krawędziowych. Z uwagi na charakter wymuszeń i nieliniowość układu nawet ponad miliona równań różniczkowych zwyczajnych, uzyskanych po podziale obszaru na elementy skończone, rozwiązuje się metodą polegającą na dyskretyzacji czasu. Jeszcze kilkanaście lat temu, rezygnując ze stosowania tego typu modeli powoływano się na ich czasochłonność. Obecnie, po zastosowaniu obliczeń równoległych, można czas obliczeń znacznie skrócić.

Pragnę odnotować, że nawet jeśli dr S. Racewicz uzasadni powód pominięcia w dorobku habilitacyjnym dyskusji nad polowymi modelami maszyn synchronicznych, to będę miał do Niego pretensje, że nie odniósł się szerzej do prac poświęconych metodom obwodowym, wspieranym przez metody analizy pola elektromagnetycznego, a więc do prac wykorzystujących wspomniany wyżej model obwodowo-polowy. W pracach Habilitanta nie znalazłem powołań na wymienioną wyżej monografię pt. „*Parametry Elektromagnetyczne Maszyny Synchronicznej. Wykorzystanie Metody Elementów Skończonych*”. W monografii tej jest rozdział pt. „*Katalog Obwodowych Modeli Generatorów Synchronicznych*”. Uważam, że Habilitant przy porównywaniu prezentowanej w osiągnięciu metody wykorzystującej równania o pochodnych ułamkowych z metodą tradycyjną, wykorzystującą równania o pochodnych całkowitych powinien odnieść się do modeli podanych w tym rozdziale.

Mam zastrzeżenia do osiągnięć związanych z próbami uwzględnienia w opracowanych modelach zjawiska nasycania się rdzenia. Powszechnie wiadomo, że w przypadku układów nieliniowych metody wykorzystujące transmitancję widmową nie dają dokładnego opisu zjawisk elektromagnetycznych. Często stosuje się ujęcia uproszczone polegające na analizie widmowej układu dla różnych wartości amplitudy wymuszenia wejściowego. Habilitant mówiąc o rozpatrywaniu zjawisk przy różnym nasyceniu rdzenia miał prawdopodobnie na myśli takie metody. Niestety metody te zwykle nie pozwalają na wyłowienie harmonicznych wywołanych przez nieliniowość. Najbardziej wiarygodna jest metoda wykorzystująca 3D model polowo-obwodowy, w której układ równań różniczkowych uzyskany po dyskretyzacji przestrzeni jest rozwiązywany metodą kroków czasowych, a w kolejnych krokach czasowych zapamiętuje się rozkład przenikalności magnetycznej w nasycającym się rdzeniu maszyny i dla zapamiętanego rozkładu wyznacza się chwilowe wartości strumieni skojarzonych z uzwojeniami przy zadanych prądach jednostkowych. Niestety powszechnie dostępne komercyjne systemy obliczeniowe nie pozwalają, bez ingerencji w oprogramowanie, na wykonywanie obliczeń z procedurami zapamiętującymi rozkład przenikalności. Sądzę, że to było przyczyną stosowania przez Kandydata uproszczonego ujęcia wykorzystującego wielkości zespolone zamiast analizy w dziedzinie czasu z wykorzystaniem modeli polowych.

Mam też uwagi dotyczące rozpoznania przez dr. S. Racewicza badań poświęconych odwzorowywaniu nieliniowych właściwości rdzenia maszyn synchronicznych. Habilitant nie odnosi się do pomysłów przedstawionych w ponad 200-stronicowej monografii Jerzego Kudły „*Modele Matematyczne Maszyn Elektrycznych Prądu Przemianowego Uwzględniające Nasycenie Rdzenia*”, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Zeszyty Naukowe, Nr 1683, Gliwice 2005. Wprawdzie w artykule oznaczonym przez Habilitanta numerem A4 w wykazie literatury pod pozycją [7] jest wymieniony zeszyt o tym numerze, ale podany tytuł monografii jest błędny

i zupełnie nie odpowiada tytułowi prawdziwemu. Poprawny, angielski tytuł monografii, podany na ostatnich jej stronach, przed angielskim streszczeniem brzmi „*Mathematical Models of Alternating Current Electrical Machines Taking into Account Magnetic Saturation of Cores*”. W wykazie literatury w artykule A4 pod pozycją [7] jest zapis: „J. Kudła, „Condition of ferromagnetic machine elements in magnetic field - a survey” (in Polish) *Zeszyty Naukowe Pol. Śląskiej*, Nr 1683, Gliwie 2005”. Jeśli czytelnik sądzi, że jest to „omyłka pisarska” i sprawdzi dlaczego autorzy A4 powołują się na artykuł [7], to znajdzie zapis „Next, a combined variables transformations from the natural stator a_s, b_s, c_s axes to $q, d, 0$ axes, and vice versa, are performed under the conventional assumptions [1, 3, 6, 7, 8, 9, 11, 12]”. Z tego zapisu nie wynika, że Habilitant zapoznał się z ciekawymi wynikami prezentowanymi w monografii J. Kudły.

Po przeanalizowaniu treści artykułów omawiających osiągnięcie Habilitanta odniosłem wrażenie, że dr S. Racewicz zapoznał się z niektórymi cytowanymi pracami niezbyt wnikliwie i nie wy dobył z nich najważniejszych wniosków. Na przykład, w wymienionej wyżej monografii J. Kudły bardzo dużo miejsca jest poświęcone sprzężeniu skrośnemu (cross coupling) pomiędzy obwodami. Sprzężenie skrośne ujawnia się w modelach uwzględniających zjawiska nieliniowe, tj. zjawiska nasycania się rdzenia i nie występuje w modelach pomijających nasycenie rdzenia. W związku z tym w literaturze światowej sprzężenie to traktowane jest także jako sprzężenie nasyceniowe (cross saturation). Habilitant nie rozpatruje tej cechy modeli obwodowych uwzględniających zjawisko nieliniowości. W pracach prezentujących osiągnięcie habilitacyjne dr. S. Racewicza są wprowadzone powołania na artykuły, które rozpatrują modele uwzględniające zjawisko nasycenia, ale komentarz do tych prac w odniesieniu do ujęcia proponowanego przez Habilitanta jest zdawkowy. Świadczy o tym między innymi komentarz odnoszący się do powołań na artykuły [12], [13], [14], [15], [16] w A3 i na artykuł [8] w A4. Na przykład, odnosząc się do artykułów [15], [16] Autorzy pracy A3 skąpo napisali, “The cross-magnetization impact of a two-axis frame saturated SM model, as analyzed in [15], has been previously studied by anisotropic saturated SM models [16]”.

Pragnę dodać, że w ww. monografii J. Kudły znajduje się cały rozdział pt. „Indukcyjności Statyczne i Dynamiczne Maszyn Elektrycznych Prądu Przemienne. Sprzężenie Skrośne Statyczne i Dynamiczne” (“Static and Dynamic Inductances of Alternating Current Electrical Machines. Static and Dynamic Cross-Coupling Linkage”) poświęcony obwodowym modelom ze sprzężeniem skrośnym. Brak szerszego odniesienia się Habilitanta do prac prezentujących modele uwzględniające zjawiska nasycenia, w tym do rozważań w ww. rozdziale monografii J. Kudły, a także zdawkowość dyskusji nad sprzężeniem skrośnym uważam za istotne uchybienie.

Z dat artykułów prezentujących osiągnięcie habilitacyjne dr. S. Racewicza wynika, że badania dotyczące problematyki osiągnięcia były realizowane przez 15 lat. Pierwsze badania bardzo ściśle łączą się z badaniami realizowanymi w ramach rozprawy doktorskiej. W Autoreferacie Habilitant w paru miejscach podaje, że prezentowane modele były „szerzej omówione i wyprowadzone we wcześniejszych Jego pracach, tj. w pracach oznaczonych w wykazie osiągnięć numerami B1, B2. Prace B1, B2 mają tytuły francuskie, ukazały się odpowiednio w roku 2011 i 2013 i niestety nie miałem do nich dostępu. Wydaje mi się jednak,

że tematyka pochodnych ułamkowych była prezentowana przez dr. S. Racewicza już wcześniej, co wynika z tytułów referatów B17, B18, B19 wygłoszonych przez Habilitanta już w latach 2006-2009, jeszcze przed opublikowaniem rozprawy doktorskiej. We wszystkich tytułach referatów B17, B18, B19 jest mowa o „half-order modeling”.

W okresie od ukazania się pierwszego artykułu cyklu prezentującego dorobek dr. S. Racewicza nastąpił bardzo dynamiczny rozwój algorytmów i programów do analizy i syntezy zjawisk elektromagnetycznych w maszynach elektrycznych. Obecnie coraz powszechniej stosuje się trójwymiarowe modele polowe, które pozwalają między innymi na odwzorowanie zjawisk związanych z występowaniem strumienia rozproszenia wokół połączeń czołowych, a tym samym stwarzają możliwość polowej reprezentacji składnika, który w modelach obwodowych jest opisywany przez iloczyn prądów uzwojeń i indukcyjności połączeń czołowych. W modelach 3D wielowymiarowo odwzorowywany jest rozptyw prądów indukowanych. Zwracam na to uwagę, bo nie rozumiem, dlaczego Habilitant do obliczeń przedstawionych w najstarszym artykule cyklu, tj. artykule A1 z roku 2011 wykorzystywał program Flux 3D, a do obliczeń prezentowanych w artykule A5 z 2014 r. program Flux 2D. O wykorzystywaniu programu Flux pisze też w artykule A3. Nie wiadomo jednak, czy wykorzystywał program Flux do analizy struktur dwu- czy trójwymiarowych, bo w artykule A3 jest tylko informacja o stosowaniu programu Flux, a w Autoreferacie przy opisywaniu osiągnięć prezentowanych w tym artykule Habilitant napisał „Walidacja nieliniowego modelu impedancji rzędu $\frac{1}{2}$ typu indukcyjnego na podstawie symulacji metodą elementów skończonych w oprogramowaniu Flux 3D”. W tym miejscu pragnę zauważyć, że w artykule A3 jest rozpatrywany model blach, który wydaje się tożsamy z modelem w artykule A1. Świadczy o tym między innymi porównanie rysunków 1 i 6 w artykule A1 z rysunkami 1 i 3 w artykule A3. Porównując wymienione rysunki myślałem, że może prezentowane w A1 i A3 modele różnią się warunkami brzegowymi i charakterem wymuszeń. Niestety nie mogłem dotrzeć do opisu warunków brzegowych i wymuszeń. Nie pomogło mi w tym też zapoznanie się z monografią Isaaka Mayergoyz’a, na którą bez szczegółowych wyjaśnień powołuje się Habilitant, bo w monografii są rozpatrywane różnorodne wymuszenia. Może dr S. Racewicz w artykule A3 zawarł dotyczące blachy treści z artykułu A1, w którym wykorzystywany był program Flux 3D, a do modelowania całego obwodu magnetycznego maszyny synchronicznej zastosował program Flux 2D. Szkoda, że Habilitant nie wyjaśnił w Autoreferacie, dlaczego do analizy układu w artykule A1 stosował Flux 3D, skoro rysunek 1 w tym artykule sugeruje, że założono występowanie tylko jednej składowej gęstości strumienia (składowa w osi y) i jednej składowej gęstości prądu (składowa w osi x).

W artykule A5 Autorzy wykorzystują oprogramowanie komercyjne do rozwiązywania równań modeli, które nazwałem wyżej modelami polowo-obwodowymi. W analizowanym modelu do równań pola dodane zostały równania wyrażające za pomocą parametrów skupionych połączenia czołowe uzwojeń stojana i reprezentowane przez wycinki pierścieni połączenia czołowe prętów klatki. Z uwagi na wypieranie prądu w wycinkach pierścieni powinno się uwzględnić, że wartości parametrów skupionych przyporządkowanych wycinkom pierścieni zależą od częstotliwości. Autorzy artykułu nie wyjaśniają, czy przy wykorzystywaniu komercyjnego oprogramowania uwzględnili tę zależność? W artykule A5 i w przedstawionym

w Autoreferacie wkładzie dr. S. Racewicza w powstawanie tego artykułu trudno doszukać się nowych, nieomówionych we wcześniejszych artykułach, wyników, które wnoszą znaczny wkład w rozwój dyscypliny obejmującej tematykę osiągnięcia habilitacyjnego. Podobnie oceniam wkład w rozwój dyscypliny rezultaty badań omawianych w artykule A6. Nie oznacza to, że nie cenię umiejętności Autorów w stosowaniu i implementacji komercyjnego oprogramowania do rozwiązywania równań obwodowych modeli zjawisk elektromagnetycznych, w tym także umiejętności opisu zjawisk za pomocą równań o pochodnych ułamkowych.

Dwa ostatnie artykuły cyklu prezentującego osiągnięcie Habilitanta dotyczą układów wykorzystujących programowo sprzętową platformę symulacyjną systemów zasilania/mocy (PHIL, Power Hardware in the Loop). Badania koncentrują się na układzie z prądnicą synchroniczną pracującą w autonomicznym systemie elektroenergetycznym. Znaczna część artykułu A7 jest poświęcona opisowi stosowanych rozwiązań technicznych i wykorzystywanej aparatury, w tym aparatury będącej na wyposażeniu laboratoriów PG, np. laboratorium LINTe². W artykule A7 nie znalazłem wyników, które wnoszą wkład w rozwój dyscypliny. Uważam, że artykuł ten należy zaliczyć do ciekawych prac propagujących osiągnięcie techniczne.

W tym miejscu pragnę zwrócić uwagę na utrudnienie, na które natrafiłem przy zapoznawaniu się z przedstawionymi przez Autorów charakterystykami i przebiegami uzyskanymi na podstawie pomiarów i rozpatrywanych metod symulacyjnych. Przedstawianie na rysunku zbliżonych charakterystyk czy przebiegów, np. w Autoreferacie przebiegów na rysunkach 38 i 39, bardzo utrudnia czytelnikowi ocenę rozbieżności pomiędzy rezultatami. Szkoda, że Autorzy nie przedstawili w formie graficznej względnych wartości różnic wyników.

W ostatnim artykule cyklu prac prezentujących osiągnięcie habilitacyjne dr. S. Racewicza jest rozpatrywana możliwość implementacji w technice PHIL opracowanej przez Habilitanta i omówionej wcześniej metody wykorzystującej pochodne rzędu niecałkowitego. Implementacja dotyczy już opracowanego układu opisanego w artykule A7. Z Autoreferatu wynika, że podstawową trudnością, na którą napotyka się przy wykorzystywaniu tego układu jest konieczność korzystania ze standardowego oprogramowania Matlab-Simulink. Habilitant przedstawia schematy blokowe, które w oprogramowaniu Matlab-Simulink odwzorowują rozpatrywany układ równań z trzema równaniami o pochodnych ułamkowych. Prezentuje uzyskane charakterystyki Bodego i skokowe dla pochodnych rzędu 1 i rzędu $\frac{1}{2}$. Niestety opracowana metoda, choć wydaje się dokładniejsza od metody wykorzystującej model klasyczny, nie uwzględnia zjawiska nieliniowości i tym samym niejednorodny rozkład przenikalności magnetycznej w obszarze rdzenia. W Autoreferacie w podsumowaniu komentarza do artykułu A8 Habilitant napisał, że dalsze badania skupiają się na „zaimplementowaniu nieliniowego modelu rzędu niecałkowitego (...) do przedstawionej platformy PHIL w celu dokładniejszego odwzorowania zachowań rzeczywistego generatora synchronicznego”. Zatem zdaje sobie sprawę z niedoskonałości rezultatów dotychczasowych badań.

Pragnę dodać, że w Polsce wykorzystaniem pochodnych ułamkowych do analizy obwodowych modeli maszyn elektrycznych zajmuje się między innymi Jan Staszak, prof.

Politechniki Świętokrzyskiej. Proponowane przez niego modele zostały przedstawione w dwóch znanych mi artykułach opublikowanych w *Energies* w numerze 15 z 2022 r. i w numerze 18 z 2025 r. Habilitant w A8 zdawkowo powołuje się na dotyczący maszyny indukcyjnej artykuł J. Staszaka z 2022 r. W artykule z 2025 r. J. Staszak rozpatruje implementację pochodnych ułamkowych do zapisu równań układu klasycznego i układu bardziej rozbudowanego o dodatkowej gałęzi w obwodzie przyporządkowanych osi q. Zaproponowany model wykorzystuje do analizy zjawiska kołysania wirnika turbogeneratora.

Ponieważ pierwszych 5 z 8 artykułów prezentujących osiągnięcie habilitacyjne dr. S. Racewicza zostało opublikowanych już ponad 10 lat temu, to uznałem, że dokonania Kandydata powinny być znane i rozpowszechnione w środowisku naukowym zajmującym się modelami i metodami wyznaczania parametrów prądnic synchronicznych. Niestety Habilitant nie przedstawił w Autoreferacie, które z opracowanych przez Niego metod, czy modeli lub algorytmów obliczeniowych wywołały szczególne zainteresowanie wśród osób zajmujących się tematyką zbliżoną do tematyki osiągnięcia habilitacyjnego. W związku z tym postanowiłem, na podstawie danych zawartych w najbardziej wiarygodnej dla mnie platformie Web of Science (WoS), zapoznać się z artykułami odwołującymi się do prac Habilitanta. W bazie WoS jest informacja o wszystkich 8 pracach prezentujących osiągnięcie habilitacyjne dr. S. Racewicza. Bez autocytowań na prace te jest 29 powołań. Najczęściej cytowana jest praca oznaczona przez Habilitanta numerem A3. Autorzy spoza PG cytują ją 11 razy. Wśród cytujących tę pracę przeważają autorzy z Algierii z zespołu prof. Simone Laribi (4 cytowania w artykułach, które nie dotyczą maszyn synchronicznych) i z Chin (2 cytowania). Wydawać się może, że godne odnotowania jest powołanie przez autorów z Włoch w artykule „Investigation into Electrical Resonance Phenomena in the Field Circuit of Wound-Rotor Synchronous Machines” oraz przez autorów z Francji w artykule „Identification of a PEMFC fractional order model” opublikowanym w 2016 r. w *International Journal of Hydrogen Energy*. Autorzy z Włoch tylko wzmiankują o pracy A3 zwracając uwagę na konieczność, przy wysokiej częstotliwości, uwzględniania prądów wirowych w rdzeniu maszyny. Autorzy z Francji powołują się na pracę A3 w kontekście zaproponowanej przez M. Usman Iftikhara i S. Saillera aproksymacji impedancji Warburga.

Artykuł A7 jest wprawdzie 7 razy cytowany przez autorów spoza PG, ale tylko jedno powołanie odnosi się do modelu maszyny synchronicznej. W artykule “Improved dynamic model of small stand-alone diesel generators to assess the stability of autonomous microgrids” (*AIP Advance*, 15 (2), 2025) autorzy z Brazylii, zwracają uwagę na ułomność modelu opisanego w A7 wynikającą z uproszczenia polegającego na pominięciu zjawiska nasycania się rdzenia. Praca A7 jest też cytowana w artykule „Power Hardware-in-the-Loop (PHIL): A Review to Advance Smart Inverter-Based Grid-Edge Solutions” opublikowanym w 2023 r. w *Energies* 16 (2). Z uwagi na przeglądowy charakter tego artykułu zainteresowałem się czego dotyczy powołanie. Powołanie informuje tylko, że w pracy A7 przedstawiono PHIL do analizy autonomicznych systemów wytwarzania energii (a PHIL approach for autonomous power generation system analysis is presented).

Tytuł pracy A6 sugeruje, że Autorzy prezentują wyniki studiów porównawczych pomiędzy metodą klasyczną a metodą wykorzystującą pochodne ułamkowe. Postanowiłem więc

sprawdzić jakie jest zainteresowanie pracą A6 opublikowaną w 2020 r. (*Energies*, Vol. 13, Issue 17). Odnutowałem, że po pominięciu autocytowań i cytowań osób ze środowiska związanego z Habilitantem praca ta jest bez szerszego komentarza cytowana dwukrotnie przez J. Staszaka w artykułach, o których wspomniałem wcześniej.

Po pominięciu powołań własnych i powołań osób z PG liczba cytowań, każdej z nie wymienionych wyżej 5 pozostałych prac prezentujących osiągnięcie habilitacyjne dr. S. Racewicza, nie przekracza 2. W powołującym się na pracę A5 artykule "Parameter Identification from SSFR Tests and d-q Model Validation of Synchronous Generator" opublikowanym w materiałach „*IEEE International Electric Machines and Drives Conference*” w 2015 r. jest tylko wzmianka w zdaniu „If the generator is unavailable for experimental testing, the SSFR results can be obtained by simulation [A5]”. Natomiast w cytującym A5 artykule „Methods for Determining Losses and Parameters of Cylindrical-Rotor Medium-Power Synchronous Generators” opublikowanym w 2024 r. w *Electronics* 13(14) jest tylko stwierdzenie, że w A5 „the use of the standstill frequency response method was presented”.

Na artykuł A4 powołują się autorzy z Brazylii i Chin. Autorzy z Brazylii w przedstawionej w języku portugalskim pracy „A Study of the Effects of Magnetic Saturation and Spatial Harmonics on Isolated Salient-Pole Synchronous Generators” odnotowują artykuł A4 jako jeden z kilkunastu artykułów, w których przedstawione zostały badania, w których uwzględniono zjawisko nasycania się rdzenia generatorów o wydrotnych biegunach, ale pominięto występowanie harmonicznych przestrzennych. Autorzy z Chin w pracy opublikowanej w *Energies* wymieniają artykuł A4 w kontekście układu z generatorem, w którym może występować wiele nieliniowych elementów („there are many nonlinear factors in the power generator system”).

Z przedstawionego wyżej przeglądu prac powołujących się na artykuły Habilitanta nie wynika, że prezentowane przez Niego metody znalazły szerokie zainteresowanie i są wykorzystywane przez osoby zajmujące się prądnicami synchronicznymi.

3.2 Podsumowanie oceny osiągnięcia habilitacyjnego

Ocena podsumowująca osiągnięcie habilitacyjne dr. Szymona Racewicza wynika z przedstawionego wyżej poglądu na wyniki Jego badań i oceny odbioru tych wyników przez środowisko naukowe. Habilitant ma wiedzę na temat analizy obwodów elektrycznych z wykorzystaniem pochodnych ułamkowych. Podstawy tej wiedzy nabył podczas przygotowywania rozprawy doktorskiej. Niestety w opisie prowadzonych w ostatnich latach badań nie widać osiągnięć przyczyniających się do rozwoju nowych modeli i metod odwzorowywania zjawisk w prądnicach synchronicznych. Habilitant w kolejnych artykułach koncentruje się na aplikacji wcześniej stosowanego ujęcia, wykorzystującego model obwodowy, a w równaniach modelu korzysta z pochodnych ułamkowych. W rezultacie uzyskuje modele, w których indukcyjności są reprezentowane przez zależne od częstotliwości „impedancje operatorowe” złożone z indukcyjności i rezystancji. Z analizy powołań na prace Habilitanta nie wynika, że Jego metody i modele są wykorzystywane przez inne zespoły badawcze.

Dr S. Racewicz w cyklu pt. „*Generatory synchroniczne – wybrane techniki modelowania i identyfikacji parametrów*” nie przedstawił osiągnięć w pracach nad polowymi modelami maszyn synchronicznych i nazbyt ogólnie opisał badania wykorzystujące komercyjne oprogramowanie do analizy pola elektromagnetycznego w tych maszynach. W artykułach prezentujących osiągnięcie habilitacyjne nie odniósł się do rezultatów badań nad modelami maszyn synchronicznych, w tym nad modelami obwodowo-polowymi prezentowanymi w dwóch monografiach, których autorami są pracownicy Politechniki Śląskiej, wychowankowie prof. Władysława Paszka. Nie rozpatrzył ujęć uwzględniających sprzężenie skośne przy odwzorowywaniu zjawiska nasycania się rdzenia. Można odczuć, że w artykułach Habilitanta zbyt ogólnikowo i nieprecyzyjnie komentowane są osiągnięcia cytowanych prac innych autorów, a także można mieć zastrzeżenia do poglądu, że przedstawione przez Niego modele nadają się do odwzorowywania zjawisk związanych z nieliniowymi właściwościami materiału rdzenia maszyn synchronicznych.

Uważam, że osiągnięcie naukowe pt. „Generatory synchroniczne – wybrane techniki modelowania i identyfikacji parametrów” przedstawione w cyklu 8 powiązanych tematycznie publikacji nie spełnia wymogów obowiązującej ustawy „Prawo o Szkolnictwie Wyższym i Nauce”, bo nie wnosi znacznego wkładu w rozwój dyscypliny „Automatyka, Elektronika, Elektrotechnika i Technologie Kosmiczne”, a w szczególności w rozwój badań nad opisem i modelami zjawisk elektromagnetycznych w generatorach synchronicznych.

4. Wkład Habilitanta w rozwój dyscypliny i jego aktywność naukowa, o której mówi art. 219 ust. 1, pkt 3 obowiązującej ustawy „Prawo o Szkolnictwie Wyższym i Nauce”

Dr Szymon Racewicz od 20 lat prowadzi badania poświęcone modelowaniu zjawisk elektromagnetycznych w maszynach synchronicznych i układach z generatorami synchronicznymi. Z przedstawionych przez Habilitanta dokumentów można wywnioskować, że badania rozpoczął we Francji, gdzie przygotował rozprawę doktorską. Tematyka badań wykonywanych w ramach rozprawy doktorskiej jest ściśle związana z tematyką badań opisanych w cyklu publikacji prezentujących osiągnięcie habilitacyjne. O związku tematyki habilitacyjnej z tematyką doktoratu świadczy między innymi cytowanie pracy A1, prezentującej osiągnięcie habilitacyjne w autorskim artykule B4, pt. „Identification and non-integer order modelling of synchronous machines operating as generator” (*Acta Energetica*, nr 03/2012, pp. 75–80), który został nagrodzony I nagrodą Prezesa Zarządu ENERGA SA w konkursie na najlepsze prace doktorskie obronione w roku akademickim 2010/2011.

Z wykazu publikacji wynika, że w ostatnich latach badania Habilitanta są też poświęcone lekkim pojazdom elektrycznym. O badaniach tych świadczą 3, odnotowane w bazie WoS współautorskie artykuły poświęcone pojazdom dwukołowym. Artykuły dotyczą między innymi bilansu energetycznego i badań laboratoryjnych parametrów trakcyjnych lekkiego dwukołowego pojazdu elektrycznego, a także silnika BLDC dostosowanego do tego typu pojazdów.

W bazie WoS poza wspomnianymi 3 pracami dotyczącymi lekkich pojazdów i 8 pracami prezentującymi osiągnięcie habilitacyjne dr. S. Racewicza znalazłem informacje o jeszcze 6 Jego współautorskich artykułach.

Z dostarczonej przez dr. S. Racewicza dokumentacji wynika, że Jego dorobek publikacyjny zawiera 23 pozycje, w tym, jak wynika z moich obliczeń, 17, wszystkie współautorskie, są odnotowane w bazie WoS. W dorobku Habilitanta jest 13 wystąpień na konferencjach, w tym 9 wystąpień po doktoracie.

W dokumentacji, którą otrzymałem Habilitant podał, że wg bazy WoS liczba cytowań Jego prac z pominięciem autocytowań wynosi 40, a indeks Hirscha dla całego Jego dorobku publikacyjnego równa się 5. Z moich obliczeń wynika, że po pominięciu autocytowań wartość tego indeksu jest mniejsza o 2. Podane wyżej wartości wskaźników bibliometrycznych zaliczam do niskich na tle wartości wskaźników określających dorobek osób starających się o uzyskanie stopnia doktora habilitowanego w dyscyplinie Automatyka, Elektronika, Elektrotechnika i Technologie Kosmiczne.

Godna odnotowania jest aktywność dr. S. Racewicza na arenie międzynarodowej. Habilitant realizował badania w Grenoble w Laboratoire de Génie Electrique, National Polytechnique de Grenoble. Przed uzyskaniem stopnia doktora nauk technicznych, w latach 2007-2008, podczas pobytu we Francji uczestniczył w realizacji projektu zintegrowanego More Open Electrical Technologies (MOET), w ramach szóstego Programu Ramowego Unii Europejskiej.

Habilitant recenzował artykuły naukowe do renomowanych czasopism, np. *IEEE Transactions on Energy Conversion*, *IEEE Transactions on Industrial Informatics*, czy *Bulletin of the Polish Academy of Sciences: Technical Sciences*. Od 3 lat pełni funkcję sekretarza anglojęzycznego czasopisma naukowego *Technical Sciences* (ISSN: 1505-4675, e-ISSN: 2083-4527) wydawanego od 1998 roku przez UWM w Olsztynie.

W Polsce w latach 2020-2021 Habilitant kierował projektem badawczym pt. „Modelowanie generatorów synchronicznych z wykorzystaniem techniki Hardware-in-the-Loop” przyznanego UWM w Olsztynie przez Narodowe Centrum Nauki w ramach konkursu MINIATURA 4. Aktualnie Habilitant kieruje projektem badawczym pt. „Platforma Power-Hardware-in-the-Loop zespołu prądotwórczego z silnikiem Diesla” przyznanym przez Rektora UWM w Olsztynie w ramach konkursu na Naukowy Grant Rektora.

W dorobku Habilitanta nie znalazłem prac wdrożeniowych i osiągnięć technologicznych. W wykazie osiągnięć dr S. Racewicz nie wymienia wdrożonych technologii. Podaje, że przygotował 6 opinii o innowacyjności dla firm z regionu Warmii i Mazur i przez rok, w latach 2023-2024 współpracował z firmą *Upthermo* w Olsztynie.

Na podkreślenie zasługuje zaangażowanie dr. S. Racewicza w działania na rzecz doskonalenia dydaktyki i popularyzacji wiedzy. Przygotował i przedstawił wykłady oraz pokazy laboratoryjne promujące Wydział Nauk Technicznych UWM w Olsztynie.

W mojej ocenie, omówiony powyżej dorobek naukowy, w tym dorobek publikacyjny i projektowy oraz cała działalność badawcza dr. Szymona Racewicza nie świadczą o Jego istotnej aktywności naukowej, choć nie można Habilitantowi zarzucić braku zaangażowania w działania promujące wiedzę i poszerzające kontakty międzynarodowe.

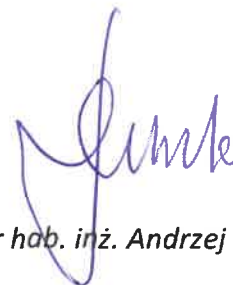
5. Podsumowanie

Uważam, że przedstawione przez dr. Szymona Racewicza **osiągnięcia naukowe** nie spełniają wymogów, o których mówi **art. 219 ust. 1, pkt 2a obowiązującej ustawy Prawo o Szkolnictwie Wyższym i Nauce**, to znaczy, że cykl 8 artykułów pod wspólnym tytułem „*Generatory synchroniczne – wybrane techniki modelowania i identyfikacji parametrów*” stanowiący osiągnięcie habilitacyjne nie wnosi znacznego wkładu w rozwój dyscypliny **Automatyka, Elektronika, Elektrotechnika i Technologie Kosmiczne**, w szczególności w rozwój elektrotechniki.

Dorobek naukowy i publikacyjny dr. S. Racewicza oraz zainteresowanie Jego publikacjami, a także udział w realizacji projektów badawczych oraz współpraca ze środowiskiem gospodarczym nie świadczą o **wyróżniającej się aktywności naukowej Habilitanta**.

W związku z powyższym, nie mogę stwierdzić, że osiągnięcia naukowe oraz aktywność naukowa dr. inż. Szymona Racewicza **spełniają wymogi obowiązującej ustawy Prawo o Szkolnictwie Wyższym i Nauce**.

Przedstawiona opinia **nie upoważnia mnie do poparcia wniosku o nadanie dr. inż. Szymonowi Racewiczowi stopnia naukowego doktora habilitowanego w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych w dyscyplinie Automatyka, Elektronika, Elektrotechnika i Technologie Kosmiczne**.



Prof. dr hab. inż. Andrzej Demenko