

dr hab. inż. Konrad Urbański
Instytut Robotyki i Inteligencji Maszynowej
Wydziału Automatyki, Robotyki i Elektrotechniki
Politechnika Poznańska

Poznań, 19.06.2025 r.

Ocena osiągnięć naukowych
dr. inż. Marcina Zygmantowskiego

POLITECHNIKA ŚLĄSKA
Biuro Rady Dyscypliny
Automatyka, Elektronika, Elektrotechnika
i Technologie Kosmiczne
wpłynęło dnia 30.06.2025
nr zał. Oluz

w związku z postępowaniem habilitacyjnym w dziedzinie **nauk inżyniersko-
technicznych** w dyscyplinie **automatyka, elektronika, elektrotechnika i technologie
kosmiczne**

Podstawą opracowania recenzji jest pismo nr DRKN.Z2.400.125.2024 z dnia 14 marca 2025 r. informujące, że w oparciu o decyzję Rady Doskonałości Naukowej, działającej na podstawie art. 221 ust.4. ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. *Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce* (Dz. U. z 2024r. poz. 1571), zostałem powołany na recenzenta w postępowaniu w sprawie nadania stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk inżyniersko-technicznych w dyscyplinie automatyka, elektronika, elektrotechnika i technologie kosmiczne dr. inż. Marcinowi Zygmantowskiemu oraz pismo RDAEETK.532.6.2025 z dnia 8 kwietnia 2025 r. informujące, że Rada Dyscypliny Automatyka, Elektronika, Elektrotechnika i Technologie Kosmiczne Politechniki Śląskiej przekazuje mi dokumentację w.w. wniosku.

Recenzja i ocena została przygotowana na podstawie następujących dokumentów:

1. Wniosku przewodniego.
2. Autoreferatu opartego na cyklu nr 1 powiązanych tematycznie 10 artykułów naukowych pt. „*Projektowanie, sterowanie i analiza właściwości wielopoziomowych przekształtników energoelektronicznych i systemów wieloprzekształtnikowych*” oraz pozostałych osiągnięć naukowych określonych jako cykl nr 2 powiązanych tematycznie 6 artykułów naukowych pt. „*Analiza strat mocy w wielopoziomowych przekształtnikach energoelektronicznych i systemach wieloprzekształtnikowych*”.
3. Wykazu osiągnięć naukowych, stanowiących znaczny wkład w rozwój określonej dyscypliny.
4. Kopii publikacji wykazanych w osiągnięciu 1 i 2 z oświadczeniami współautorów o merytorycznym wkładzie w powstanie artykułów.
5. Poświadczeń związanych z dorobkiem Habilitanta w związku z współpracą z firmą ENEL-PC Sp. z o.o.

oraz stosownie do art. 221 ust. 8 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. *Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce* oraz zaleceń Rady Doskonałości Naukowej „*Postępowania dotyczące nadawania stopnia doktora habilitowanego*” (aktualizacja: 9 sierpnia 2023 r.).



1. Informacje ogólne

Pan dr inż. Marcin Zygmantowski ukończył studia magisterskie na Politechnice Śląskiej, na Wydziale Elektrycznym, w specjalności Przetwarzanie i Użytkowanie Energii Elektrycznej. W dniu 17 czerwca 2002 roku obronił pracę magisterską pt. „*Power Active Filter with Hysteretic Controller*”, uzyskując tytuł zawodowy magistra inżyniera. W dniu 29 września 2009 roku, decyzją Rady Wydziału Elektrycznego Politechniki Śląskiej, uzyskał stopień naukowy doktora nauk technicznych w dyscyplinie Elektrotechnika. Rozprawa doktorska pt. „*Analiza porównawcza właściwości wybranych wielopoziomowych przekształtników energoelektronicznych przeznaczonych do układów kondycjonowania energii elektrycznej*” została przygotowana pod kierunkiem dr. hab. inż. Bogusława Grzesika, prof. PŚ. Recenzentami rozprawy byli prof. dr hab. inż. Roman Barlik oraz dr hab. inż. Zbigniew Kaczmarczyk, prof. PŚ. Habilitant od 1 października 2007 roku do 31 grudnia 2009 roku zatrudniony był na stanowisku asystenta w Katedrze Energoelektroniki, Napędu Elektrycznego i Robotyki Politechniki Śląskiej. Następnie, od 1 stycznia 2010 roku do chwili obecnej, pracuje na stanowisku adiunkta w tej samej katedrze, prowadząc działalność naukowo-dydaktyczną związaną z energoelektroniką oraz napędem elektrycznym.

Współpraca Habilitanta z przemysłem obejmowała szereg projektów realizowanych we współpracy z przedsiębiorstwami krajowymi i zagranicznymi. Po obronie pracy doktorskiej Habilitant rozwijał temat przekształtników kaskadowych. Opracowana metoda wyrównywania napięć kondensatorów została opatentowana w 2014 r. W latach 2011–2013 Habilitant kierował projektem finansowanym przez MNiSW, dotyczącym hybrydowego przekształtnika NPC+HB. W latach 2017–2019 współpracował z Uniwersytetem w Astanie (Kazachstan) nad dalszym rozwojem tej topologii. W ramach współpracy z firmą Kopex Electric Systems S.A. Habilitant uczestniczył w pracach nad przekształtnikiem NPC dla napędów średniego napięcia o mocy do 1 MW, przeznaczonym dla górnictwa. Efektem tych prac było wdrożenie przekształtnika do produkcji w 2017 r. W latach 2011–2014 Habilitant realizował zleconą przez ABB Sp. z o.o. pracę badawczo-naukową, w ramach której opracowano modele symulacyjne przekształtnika MMC. W 2013–2014 kontynuował współpracę z ABB Sp. z o.o. w zakresie przekształtnika DAB i systemów wieloprzekształtnikowych. Po przerwie, temat ten był kontynuowany we współpracy z Politechniką Wrocławską oraz w ramach projektów realizowanych dla firmy ML System S.A. W latach 2018–2019 rozpoczęto współpracę z firmą Rabbit Sp. z o.o., której efektem było opracowanie aktywnego filtra harmonicznego. W ramach projektu POIR.01.01.01-00-0658/19 opracowano typoszereg filtrów aktywnych na prądy 5, 10 i 50 A, z wykorzystaniem topologii ANPC. W latach 2021–2023 Habilitant uczestniczył w projekcie europejskim HEET II, obejmującym systemy wieloprzekształtnikowe stosowane w górnictwie.

Podsumowując można stwierdzić, że Habilitant prowadzi współpracę z przemysłem obejmującą projekty badawczo-rozwojowe realizowane na zlecenie firm krajowych i zagranicznych. Zakres tej współpracy wskazuje na znajomość aktualnych potrzeb technologicznych przemysłu oraz zdolność do praktycznego wykorzystania wiedzy naukowej w realizacji konkretnych rozwiązań technicznych.

2. Ocena osiągnięć naukowych Habilitanta

Habilitant, opisując swoje osiągnięcia w autoreferacie (załącznik 3), odwołuje się do nieaktualnej wersji ustawy *Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce* (Dz.U. z 2021 r. poz. 478). Obowiązującą wersją, wskazaną w decyzji RDN, jest ustawa opublikowana w Dz.U. z 2024 r. poz. 1571. Choć w kontekście powołania się na art. 219 ust. 1 pkt 2 nie ma to istotnego znaczenia — ze względu na brak zmian w

treści tego przepisu — warto, aby Habilitant był świadomy, na podstawie jakich przepisów prowadzona jest procedura awansowa.

Do oceny osiągnięć naukowych zgłoszono cykl powiązanych tematycznie dziesięciu publikacji (cykl nr 1) pod wspólnym tytułem „Projektowanie, sterowanie i analiza właściwości wielopoziomowych przekształtników energoelektronicznych i systemów wieloprzekształtnikowych”. Jako kolejne osiągnięcia zgłoszono drugi cykl sześciu powiązanych tematycznie publikacji naukowych pod wspólnym tytułem „Analiza strat mocy w wielopoziomowych przekształtnikach energoelektronicznych i systemach wieloprzekształtnikowych” oraz wykaz osiągnięć naukowych, stanowiących znaczny wkład w rozwój określonej dyscypliny.

Przedstawione publikacje w cyklach 1. i 2. nie zostały uszeregowane według kolejności czasowej, co utrudnia ocenę sekwencji prowadzenia badań.

Osiągnięcie nr 1: przedstawiono 10 publikacji, bez samodzielnych prac (autorskich), wszystkie są współautorskie. Habilitant pierwszym autorem jest w 6 pracach. Zostały one opublikowane w czasopismach o zróżnicowanej renomie: w czasopismach powszechnie znanych i poważanych w tej dyscyplinie naukowej, a także w czasopismach dobrze punktowanych przez Ministerstwo Edukacji i Nauki. Są to: *Bulletin of the Polish Academy of Sciences, Technical Sciences, MDPI Electronics, Przegląd Elektrotechniczny*. Prace zostały także opublikowane w materiałach znanych i uznanych w branży konferencji: *PEMC, EPE* oraz *ICPE ECCE Asia*.

Publikacja [A5] nie spełnia warunków Art. 219 ust.1. pkt.2b, tak więc do oceny pozostaje 9 prac.

Prace wchodzące w skład osiągnięcia naukowego zostały opublikowane w latach 2011-2024, są ze sobą powiązane tematycznie i stanowią cykl publikacji. Przedstawione publikacje koncentrują się na zaawansowanych zagadnieniach z zakresu energoelektroniki, ze szczególnym uwzględnieniem projektowania, analizy i sterowania nowoczesnymi przekształtnikami mocy. Badane są różne topologie konwerterów, takie jak mostki aktywne, przekształtniki wielopoziomowe oraz systemy hybrydowe, analizowane ich zastosowania w magazynowaniu i przetwarzaniu energii, np. w systemach zasilania IT, układach zasilania wodorowego czy kondycjonowania energii. Prace podejmują również kwestie doboru parametrów elementów pasywnych (indukcyjności, pojemności), strategii balansowania napięcia w szynach DC (DC-link), kompensacji prądów składowych stałych oraz metod modulacji umożliwiających poprawę sprawności i niezawodności układów. Obejmują zarówno aspekty teoretyczne, jak i wyniki badań eksperymentalnych oraz symulacyjnych, prezentując nowatorskie podejścia do rozwiązywania problemów inżynierskich w systemach energoelektronicznych.

W artykule [A1] przedstawiono projekt i analizę 10 kW dwukierunkowego przekształtnika typu Dual Active Bridge (DAB), pełniącego rolę interfejsu między baterią litowo-żelazowo-fosforanową, a systemem wodorowym (ogniwem paliwowym lub generatorem wodoru) w systemie zasilania awaryjnego. Przekształtnik zaprojektowano do pracy w szerokim zakresie napięć, co wiąże się ze zmienną sprawnością i stratami mocy. Zastosowano rozwiązanie z dwoma przekształtnikami po stronie niskiego napięcia, co pozwoliło ograniczyć straty przewodzenia i ułatwić konstrukcję. Symulacje oraz testy laboratoryjne przekształtnika potwierdziły skuteczność przyjętej topologii. Mimo

że opisany wkład Habilitanta w powstanie publikacji obejmuje liczne aspekty, **nie jest jednak w żaden sposób wiodący**, a w kolejności autorów został on wymieniony jako przedostatni, piąty współautor. Praca została opublikowana w znanym w branży i dobrze punktowanym (100 pkt.) przez Ministerstwo czasopiśmie *MDPI Electronics* (2024 r.)

Artykuł [A2] przedstawia projekt oraz procedurę doboru parametrów filtra LCL z dławikiem składowej wspólnej, przeznaczonego do dwupoziomowych przekształtników pracujących w sieciach IT. Praca oparta jest na studium przypadku systemu wieloprzekształtnikowego zasilanego z trójfazowej sieci 500 V. Ze względu na identyczną topologię przekształtników AC/DC i DC/AC, zastosowano wspólny filtr dla obu. W artykule szczegółowo przeanalizowano wpływ nasycenia rdzenia dławika składowej wspólnej oraz określono warunki doboru jego parametrów, takich jak indukcyjność, liczba zwojów i typ materiału magnetycznego (porównując rdzenie ferrytowe i nanokrystaliczne). Zaprezentowano także wyniki testów laboratoryjnych dla różnych konfiguracji filtrów. Zrealizowano filtr na płytce PCB oraz zweryfikowano działanie w warunkach eksperymentalnych. Artykuł opublikowano na konferencji naukowej o uznanej w branży renomie (*PEMC 2022*). Habilitant jest pierwszym autorem (współautorem) publikacji, a bazując na opisie wkładu w powstanie artykułu można uznać, że **wkład ten był wiodący**.

W artykule [A3] przedstawiono strategię modulacji umożliwiającą naturalne wyrównywanie napięć w przekształtniku hybrydowym typu NPC+HB (Neutral Point Clamped + H-Bridge) z pięcioma poziomami napięcia i dodatkowymi kondensatorami. W pracy zaproponowano oryginalny algorytm równoważenia napięć kondensatorów bez potrzeby stosowania dodatkowych układów aktywnych. Strategia ta została zweryfikowana zarówno za pomocą modelu symulacyjnego jak i badań eksperymentalnych. Analiza porównawcza wyników symulacyjnych i eksperymentalnych potwierdziła skuteczność metody. Artykuł opublikowano na konferencji naukowej o uznanej renomie (*ICPE ECCE Asia 2019*). Habilitant jest drugim autorem (współautorem) publikacji. Bazując na dostarczonym opisie wkładu w powstanie artykułu można uznać, że w przypadku Habilitanta był on **obszerny i wystarczający** w kontekście procedury awansowej, **jednak wiodący w zakresie naukowym wkład w mojej opinii mieli autorzy publikacji z *Power Electronics Research Lab* z Kazachstanu**. Artykuł jest istotny dla całości cyklu, technicznie solidny i dobrze udokumentowany. W ocenie dorobku może być traktowany jako **praca wspierająca, a nie główna**, dokumentująca kompetencje, ale niekoniecznie samodzielność koncepcyjną.

Artykuł [A4] opublikowany w *Przeglądzie Elektrotechnicznym* (2018 r.) przedstawia analizę oraz propozycję strategii sterowania mającej na celu kompensację składowej stałej prądu w dławiku przekształtnika typu DAB (Dual Active Bridge) w szerokim zakresie obciążeń – od poniżej 1 % do 100 % mocy znamionowej. Zaprojektowano oraz przetestowano trzy różne układy sterowania (podstawowy, z kompensacją liniową i z nieliniową ścieżką feed-forward), wykorzystując szczegółowy model symulacyjny oraz weryfikację na stanowisku laboratoryjnym. Autorzy wykazali, że zastosowanie sterowania z nieliniową kompensacją redukuje niepożądaną składową stałą prądu dławika, która pojawia się szczególnie w stanach przejściowych. Zaproponowane podejście poprawia jakość działania przekształtnika, co ma istotne znaczenie m.in. w kontekście transformatorów półprzewodnikowych (SST) stosowanych w nowoczesnych sieciach DC. W przypadku tej publikacji, zgodnie z dostarczonym opisem wkładu w powstanie artykułu, **twórcą tezy badawczej nie jest Habilitant, pełni jedynie rolę wykonawczą** w realizacji badań. Rola ta jest istotna, jednak z dostarczonego opisu wynika, że ma ona charakter bardziej „inżynierski” niż „naukowy”.

W artykule [A5] przedstawiono analizę i implementację hybrydowego, asymetrycznego przekształtnika wielopoziomowego o topologii NPC-HB, umożliwiającego uzyskanie 5-, 7- lub 9-poziomowego napięcia wyjściowego w zależności od stosunku napięć w obwodach pośredniczących. Opisano pasywną metodę stabilizacji napięć kondensatorów w mostkach H, eliminującą konieczność dodatkowych źródeł pomocniczych. Skuteczność rozwiązania została potwierdzona symulacyjnie i eksperymentalnie na stanowisku laboratoryjnym zasilającym silnik indukcyjny. Praca zawiera opis układu, sposób sterowania, przebiegi napięć i prądów oraz podstawową ocenę wpływu zaproponowanej metody na działanie przekształtnika. Habilitant, drugi autor, jest tu twórcą tezy badawczej, jednakże **publikacja [A5] nie spełnia warunków Art. 219 ust.1. pkt.2b. nie jest więc brana do oceny osiągnięcia.**

Artykuł [A6] zawiera syntetyczny przegląd wybranych zagadnień związanych z działaniem przekształtnika modularnego MMC (Modular Multilevel Converter). Opublikowany w znanym i poważanym czasopiśmie *Bulletin of the Polish Academy of Sciences, Technical Sciences* w roku 2014. Opisano w nim podstawową budowę MMC oraz zasady jego działania, skupiając się na metodach sterowania. Przedstawiono wyniki podstawowych symulacji wykonanych w środowisku Matlab/Simulink, pokazujących zachowanie MMC w warunkach nominalnych. Jako **artykuł o charakterze wprowadzającym i dydaktycznym**, zawierający wyniki symulacyjne bez odniesienia się do eksperymentu, **w mojej ocenie nie stanowi znacznego wkładu w rozwój dyscypliny.**

Artykuł [A7] przedstawiono na konferencji naukowej o uznanej renomie *EPE 2013*. **Ma charakter techniczno-analityczny** i dotyczy doboru wartości pojemności i indukcyjności w przekształtnikach typu MMC (Modular Multilevel Converter). Autorzy przedstawiają kryteria doboru kondensatorów w modułach oraz dławików w obwodach ramion MMC. Artykuł zawiera m.in. przykładowe procedury obliczeń, które mają zastosowanie przy projektowaniu rzeczywistych układów. Ma formę opracowania projektowego, przydatnego z punktu widzenia inżynierskiego, czym zapewne można tłumaczyć **wysoką cytowalność pracy** (116 cytowań wg *ieeexplore.ieee.org*, stan na dzień 16.06.2025 r.). Zawartość artykułu generalnie bazuje na znanym stanie wiedzy. Praca nie zawiera elementów eksperymentalnych.

W artykule [A8] przedstawiono metodę wyrównywania napięć w hybrydowym przekształtniku pięciopoziomowym typu NPC-HB. Praca zawiera analizę teoretyczną, symulacje oraz weryfikację laboratoryjną. W pracy opisano implementację oraz dokonano porównań różnych metod. Habilitant jest pierwszym autorem, **twórcą tezy badawczej, a wkład w powstanie artykułu jest dominujący.** Ten artykuł został zaprezentowany podobnie jak [A7], na konferencji *EPE 2013*.

Artykuł [A9] prezentuje praktyczne rozwiązanie problemu wyrównywania napięć szyn DC w kaskadowych przekształtnikach wielopoziomowych typu H-bridge, wykorzystywanych w systemach kondycjonowania energii z magazynami energii (superkondensatory). Praca zawiera zarówno uzasadnienie teoretyczne, jak i wyniki eksperymentalne przeprowadzone na stanowisku laboratoryjnym z pięciopoziomowym przekształtnikiem oraz symulacje dla przekształtnika siedmiopoziomowego. Metoda okazała się skuteczna i nie wymagała dodatkowych elementów sprzętowych. Prace przedstawiono na konferencji naukowej o uznanej renomie *EPE 2011*. **Wkład Habilitanta na powstanie tej pracy można ocenić na podstawie dostarczonej dokumentacji jako istotny.**



Artykuł [A10] jest **publikacją o charakterze inżynierskim**, dokumentującą umiejętność zaprojektowania, zbudowania i eksperymentalnej weryfikacji złożonego systemu energoelektronicznego. Opisuje konkretne rozwiązania problemów technicznych, co czyni ten artykuł wartościowym z punktu widzenia zastosowań praktycznych. Praca dobrze integruje wiedzę z zakresu projektowania przekształtników wielopoziomowych i magazynów energii, zawiera rzetelne wyniki eksperymentalne dokumentujące poprawną pracę prototypu. **Habilitant posiada znaczący wkład w powstanie artykułu**, co jest oczywiste w związku z deklaracją Habilitanta (cytat: „*praca przedstawia najważniejsze osiągnięcia powstałe w wyniku realizacji mojej pracy doktorskiej*”). Tego rodzaju publikacja może zostać uwzględniona przy ocenie dorobku i zgodnie z interpretacją obowiązującej ustawy *Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce* nie ma formalnych przeszkód do jej oceny. Praca ma niewątpliwy walor edukacyjny. Artykuł został opublikowany w czasopiśmie *Bulletin of the Polish Academy of Sciences, Technical Sciences* w roku 2011.

Podsumowując, można stwierdzić, że przedstawione **osiągnięcie naukowe** obejmuje cykl publikacji z lat 2011–2024, dotyczących projektowania, analizy i sterowania nowoczesnymi przekształtnikami energoelektronicznymi. W pracach poruszono szerokie spektrum zagadnień: od doboru parametrów elementów pasywnych, przez strategie balansowania napięcia, aż po metody kompensacji składowej stałej prądu i implementację układów wielopoziomowych. Część publikacji zawiera wyniki badań eksperymentalnych i symulacyjnych potwierdzających skuteczność zaproponowanych rozwiązań, inne mają charakter przeglądowy lub inżynierski. Wkład Habilitanta w poszczególne artykuły jest zróżnicowany – od wiodącego do mniej znaczącego lub wykonawczego. Wybrane do oceny prace wykazują, że Habilitant świetnie odnajduje się w zespołach badawczych. Habilitant nie przedstawił do oceny prac autorskich.

Warto zaznaczyć, że niektóre publikacje, mimo określonej wartości technicznej, nie spełniają warunków uznania za *osiągnięcie naukowe* w rozumieniu ustawy (A5, A6). Analiza całości wskazuje na solidne kompetencje inżynierskie i umiejętność prowadzenia badań aplikacyjnych, choć nie wszystkie prace wykazują znaczący wkład w rozwój dyscypliny naukowej.

W oparciu o powyższe informacje można stwierdzić, że mimo pewnych uwag odnośnie adekwatności niektórych publikacji przedstawionych do oceny, osiągnięcia naukowe przedstawione przez Habilitanta w formie cyklu nr 1 powiązanych tematycznie artykułów naukowych **mieszczą się w ramach wymagań stawianych kandydatom** ubiegającym się o nadanie stopnia doktora habilitowanego. Przedstawione prace wpisują się w standardy kwalifikacyjne i wykazują spełnienie niezbędnych kryteriów.



Jako **pozostałe osiągnięcia naukowe** został oceniony cykl nr 2 zawierający sześć publikacji pod wspólnym tytułem „Analiza strat mocy w wielopoziomowych przekształtnikach energoelektronicznych i systemach wieloprzekształtnikowych” oraz pozostała aktywność Habilitanta wykazana w załączonej do wniosku dokumentacji. W przekazanej dla mnie dokumentacji brakowało publikacji [B1], którą pobrałem ze strony wydawcy.

Przedstawiony zestaw sześciu publikacji obejmuje prace skoncentrowane wokół zagadnień strat mocy w przekształtnikach energoelektronicznych. Artykuł [B1] opublikowany w *MDPI Electronics* (2022 r.) to jednoautorska publikacja prezentująca analityczne opracowanie strat mocy w trójpoziomowym przekształtniku typu T (TNPC) pracującym jako aktywny filtr mocy biernej. Autor zastosował model oparty na charakterystykach katalogowych elementów półprzewodnikowych, uwzględniając zmienne operacyjne, takie jak temperatura, wartość prądu, częstotliwość przełączania oraz kąt przesunięcia fazowego. Przeprowadzono rozdzielną analizę strat przewodzenia i przełączania. Wyniki zostały zweryfikowane eksperymentalnie na stanowisku laboratoryjnym. Publikacja [B2] została przedstawiona na konferencji naukowej o uznanej renomie *EDPE 2021*. Przedstawia analizę strat mocy w systemie złożonym z sześciu przekształtników. Habilitant jest pierwszym autorem. Przeprowadzono obliczenia strat przewodzenia i przełączania dla poszczególnych konwerterów z wykorzystaniem danych katalogowych elementów SiC MOSFET, a wyniki uzupełniono weryfikacją eksperymentalną na modelach laboratoryjnych. Badania eksperymentalne były przeprowadzane na oddzielnie skonstruowanych i testowanych przekształtnikach, a nie na kompletnym, połączonym systemie wieloprzekształtnikowym. Wyniki badań [B3] przedstawiono na konferencji *PEMC 2021*. Habilitant jest drugim współautorem. Artykuł dotyczy analizy strat mocy w przekształtniku ANPC (Advanced Neutral Point Clamped), w którym zastosowano dwa tranzystory SiC MOSFET oraz cztery tranzystory IGBT w jednej gałęzi fazowej. Celem pracy było porównanie strat mocy (przewodzenia i przełączania) między przekształtnikiem ANPC a konwencjonalnym NPC, przy wysokich częstotliwościach przełączania. Autorzy zastosowali model analityczny oparty na danych katalogowych i zweryfikowali go eksperymentalnie na rzeczywistym, jednofazowym modelu laboratoryjnym przekształtnika ANPC. W artykule [B4] przedstawiono analizę strat mocy w średnionapięciowym układzie napędowym opartym na dwóch trójpoziomowych przekształtnikach typu NPC, współpracujących z maszyną indukcyjną. Opracowano model analityczny strat przewodzenia i przełączania dla poszczególnych komponentów systemu oraz przeprowadzono jego walidację w oparciu o pomiary eksperymentalne na stanowisku laboratoryjnym. Habilitant jest pierwszym autorem, a Jego wkład na podstawie dostarczonej dokumentacji oceniam jako znaczący. Wyniki zostały przedstawione na konferencji *EPE 2016 ECCE Europe*. Artykuł oznaczony jako [B5] przedstawia analizę strat mocy w przemysłowym układzie przekształtnikowym średniego napięcia, zbudowanym w topologii back-to-back z wykorzystaniem dwóch trójpoziomowych falowników typu NPC (Neutral Point Clamped). Układ pracuje z napięciem 3,3 kV i mocą 1 MW, a jego zadaniem jest zasilanie maszyny indukcyjnej w aplikacjach napędowych. W pracy przeprowadzono obliczenia strat przewodzenia i przełączania w poszczególnych elementach półprzewodnikowych, a następnie zweryfikowano je eksperymentalnie na rzeczywistym układzie. Artykuł ukazał się w *Przeglądzie Elektrotechnicznym* w roku 2016. Tu także Habilitant jest pierwszym autorem o znaczącym wkładzie. Praca [B6]. bazuje na porównaniu dwóch metod szacowania strat mocy w przekształtniku MMC: podejścia analitycznego i numerycznego. Została przedstawiona na konferencji *IECON* w roku 2013. Habilitant jest pierwszym autorem, a Jego wkład w powstanie pracy oceniam jako istotny. Opracowanie ma charakter metodologiczno-symulacyjny, a jego znaczącym

ograniczeniem pozostaje brak weryfikacji eksperymentalnej, co wpływa na możliwość bezpośredniego odniesienia uzyskanych wyników do zastosowań praktycznych.

Habilitant posiada bogate doświadczenie **dydaktyczne**. W latach 2010–2024 Habilitant prowadził działalność dydaktyczną obejmującą łącznie 18 kursów realizowanych zarówno w języku polskim, jak i angielskim, na studiach I i II stopnia, dziennych oraz zaocznych. Wśród przedmiotów prowadzonych w języku polskim znalazły się m.in. „Energoelektronika”, „Przekształtniki energoelektroniczne”, „Metody CAD w energoelektronice”, „Jakość energii elektrycznej” oraz „Projektowanie układów mikroprocesorowych”, natomiast w języku angielskim m.in.: „Power Electronics”, „Electrical Power Quality” oraz „Computer Aided Design in Power Electronics”. Część zajęć obejmowała wykłady, inne ćwiczenia, projekty lub laboratoria. W ramach opieki nad pracami dyplomowymi, Habilitant był promotorem 41 prac magisterskich oraz opiekunem 45 projektów inżynierskich. W ramach działalności dydaktycznej Habilitant brał także udział w opracowywaniu i modernizacji stanowisk laboratoryjnych. W zakresie projektów edukacyjnych Habilitant uczestniczył jako główny wykonawca w międzynarodowym projekcie dydaktycznym REMAKER, realizowanym w ramach programu Erasmus+ (2021–2024). W projekcie tym, przy współpracy z uczelniami z Niemiec, Estonii i Czech, przygotował materiały kursowe z zakresu energoelektroniki, obejmujące prezentacje, filmy i quizy udostępnione na platformie e-learningowej. W roku 2024 Habilitant uczestniczył w projekcie Politechniki Śląskiej „Uczelnia wspierająca kadrę w drodze do doskonałości”, w ramach którego przeprowadził szkolenie dla pracowników uczelni dotyczące wykorzystania programu PLECS w modelowaniu urządzeń energoelektronicznych. Odbił też wiele staży w zagranicznych instytucjach naukowych.

Przedstawiona działalność Habilitanta w zakresie dydaktyki obejmuje prowadzenie zajęć dydaktycznych, udział w projektach edukacyjnych oraz opracowanie materiałów i stanowisk laboratoryjnych. Obejmuje zarówno pracę ze studentami, jak i przygotowanie zaplecza dydaktycznego oraz uczestnictwo w projektach realizowanych na poziomie krajowym oraz międzynarodowym.

W ramach działalności **organizacyjnej** Habilitant wykazał udział w działaniach wspierających organizację międzynarodowej konferencji *19th IEEE International Power Electronics and Motion Control Conference IEEE-PEMC*, Gliwice, 2021. Od 2010 roku jest członkiem Polskiego Towarzystwa Elektrotechniki Teoretycznej i Stosowanej (PTETIS) oraz Stowarzyszenia Elektryków Polskich SEP.

W ramach działań **popularyzujących naukę** Habilitant aktywnie opracowuje recenzje artykułów dla różnych konferencji i czasopism, w tym z listy filadelfijskiej, m.in. czasopisma grupy *MDPI*, *IEEE Transaction on...*, *IET* i innych. W sumie przygotował ponad 270 recenzji. Systematycznie bierze udział w krajowych i międzynarodowych konferencjach naukowych, gdzie prezentuje swoje prace badawcze, np. w konferencjach takich jak *International Conference on Electrical Drives and Power Electronics*, *SENE*, konferencjach *EPE* i innych. W roku 2003 zdobył nagrodę *Best Paper Award* na konferencji *EDPE*. Pełnił funkcję redaktora gościnnego (Guest Editor) wydania specjalnego czasopisma *MDPI Energies* od 23 października 2020 do 25 marca 2022. Był członkiem komisji stypendialnej w programie partnerskim Politechniki Śląskiej i firmy Rockwell Automation Sp. z o.o.



Habilitant wykazuje szeroki i wieloletni udział w projektach międzynarodowych oraz europejskich **programach badawczych i edukacyjnych**, obejmujących zarówno współpracę naukową, jak i wdrożeniową. W ostatnim czasie uczestniczył w przygotowaniu wniosku projektowego POSTEN, dotyczącego instalacji fotowoltaicznych, który uzyskał pozytywną ocenę i został zakwalifikowany do finansowania w ramach programu RFCS. Wcześniej brał udział jako członek zespołu badawczego w projekcie HEET II (2020–2023), także finansowanym z RFCS, realizowanym przez międzynarodowe konsorcjum, w tym jednostki z Polski, Niemiec i Rumunii. Uczestniczył również w projektach 6. i 7. Programu Ramowego UE (Hipolity, Hydrogenie), a także w projekcie dydaktycznym REMAKER (2021–2024) w ramach Erasmus+, jako główny wykonawca. Ponadto Habilitant odbywał staże zagraniczne w ramach programu Erasmus+ oraz brał udział w licznych projektach badawczych realizowanych na zlecenie przemysłu, często jako kierownik prac. Projekty te dotyczyły m.in. projektowania i testowania przekształtników, układów magazynowania energii, optymalizacji systemów energoelektronicznych i analizy strat mocy. Partnerami tych prac były firmy z Polski, Niemiec i Szwajcarii, takie jak ABB, Infineon Technologies AG, ML System czy Schaffner EMV AG. Łącznie przedstawiona aktywność wskazuje na systematyczne zaangażowanie Habilitanta w międzynarodowe i przemysłowe projekty badawcze, realizowane w ramach programów finansowanych ze środków europejskich oraz we współpracy z jednostkami gospodarczymi. Habilitant wykazuje aktywność jako ekspert w ocenie projektów badawczych, rozwojowych i dydaktycznych, zarówno w krajowych, jak i międzynarodowych programach finansowania nauki. W latach 2011–2024 był ekspertem Narodowego Centrum Badań i Rozwoju (NCBR), wykonując recenzje różnego typu dokumentów projektowych (wnioski, raporty, protesty, sprawozdania wdrożeniowe), w tym w ramach Programu Operacyjnego Inteligentny Rozwój (POIR), Programu Innotech, Badań Stosowanych (PBS), IniTECH, GEKON oraz projektów dwustronnych. Dodatkowo pełnił funkcję eksperta merytorycznego w Konkursie Innowator Śląska (2021), recenzenta projektów w Narodowym Centrum Nauki (konkurs Preludium, 2014), eksperta Polskiej Agencji Rozwoju Przedsiębiorczości (POIG, 2013) oraz recenzenta projektów europejskich w agencji REA w Brukseli (programy Clean Sky i H2020). Całość tego dorobku wskazuje na wysoką rozpoznawalność ekspercką Habilitanta w środowisku naukowo-badawczym oraz istotny wkład w system oceny projektów badawczych i rozwojowych w Polsce i Unii Europejskiej. Habilitant jest współautorem trzech rozwiązań objętych ochroną własności przemysłowej. W 2019 r. uzyskał patent nr 233980 (wspólnie z J. Michalakiem i M. Jeleniem) na „Sposób pomiaru wartości średniej prądu wejściowego pojedynczego i wielofazowego przekształtnika podwyższającego napięcie” (zgłoszenie: 27.12.2017). W 2017 r. uzyskano prawo ochronne na wzór użytkowy nr W.125000 pt. „Zespół blach połączeniowych dla 3-poziomowego wysokonapięciowego przekształtnika tranzystorowego AC/DC/AC”, zgłoszony wspólnie z H. Kołodziejem i J. Sontowskim (zgłoszenie: 25.03.2016). Trzeci dokument to patent nr 220156 z 2014 r., współautorstwa z B. Grzesikiem, dotyczący „Sposobu równoważenia napięć w obwodach napięcia stałego wielopoziomowego przekształtnika kaskadowego” (zgłoszenie: 28.03.2011). Habilitant wykazał się udziałem w trzech wdrożeniach technologicznych. Pierwsze dotyczy zintegrowanego z silnikiem indukcyjnym klatkowym przemiennika częstotliwości wdrożonego przez firmę ENEL-PC Sp. z o.o. Drugim przykładem jest aktywny filtr harmonicznych wdrożony przez firmę Rabbit Sp. z o.o. z Wrocławia. Trzecie wdrożenie miało formę komercjalizacji wynalazku pt. „Sposób sterowania napięciem z redukcją opóźnień dla przekształtników, zwłaszcza w filtrach hybrydowych” poprzez sprzedaż praw patentowych (zgłoszenie P.438345) na rzecz Ośrodka Pomiarów i Automatyki S.A. w Zabrze. Habilitant wykonał dwie ekspertyzy na zlecenie podmiotów gospodarczych. Pierwsza z nich została przygotowana dla firmy PHU TOMWAT i dotyczyła opinii powdrożeniowej w ramach projektu

„Opracowanie i wdrożenie do produkcji ognioszczelnego zespołu transformatorowego z transmisją danych i kompensatorem mocy biernej”; ekspertyza została sporządzona 26 maja 2023 roku. Druga ekspertyza została wykonana na zlecenie firmy JBG-2 Sp. z o.o. i obejmowała wykonanie badań oraz opracowanie raportu pt. „Identifying the causes of damage to the Carel inverters”; raport został dostarczony 6 marca 2024 roku.

Wśród pozostałych osiągnięć Habilitanta warto odnotować przyznanie mu indywidualnej nagrody Rektora w 2010 roku za wyróżniającą się rozprawę doktorską oraz zespołowej nagrody w 2015 roku za dorobek naukowy.

Habilitant **przedstawił dane naukometryczne** obejmujące liczbę cytowań oraz indeks Hirscha według dwóch źródeł – Google **Scholar** i **Scopus** – z uwzględnieniem oraz bez uwzględnienia autocytowań. Według Google Scholar całkowita liczba cytowań wynosi 426, z czego 388 to cytowania bez autocytowań, a indeks Hirscha osiąga odpowiednio wartość 9 i 8. Z kolei w bazie Scopus odnotowano 267 cytowań ogółem, z czego 247 bez autocytowań, przy czym indeks Hirscha wynosi w obu przypadkach 6.

Wnioskodawca nie przedstawił danych dotyczących indeksu Hirscha w bazie **Web of Science**. Według stanu na dzień 8 czerwca 2025 r., Habilitant posiada w tej bazie indeks H równy 4, a łączna liczba cytowań wynosi 80, w tym 74 po wyłączeniu autocytowań. Przedstawione parametry można uznać za poprawne.

Na podstawie całości przedstawionych danych, uwzględniając spójny i specjalistyczny charakter cyklu publikacji naukowych, szeroką aktywność badawczą – w tym udział w projektach krajowych i międzynarodowych – a także bogate i zróżnicowane doświadczenie dydaktyczne, znaczące zaangażowanie w działalność ekspercką i organizacyjną oraz konkretne osiągnięcia w zakresie wdrożeń, ochrony własności przemysłowej i popularyzacji nauki, można stwierdzić, że **pozostałe osiągnięcia naukowe** Habilitanta spełniają wymagania stawiane kandydatom ubiegającym się o nadanie stopnia doktora habilitowanego.

3. Ocena istotnej aktywności naukowej Habilitanta

Bazując na uściśleniu, czym jest „istotna aktywność naukowa” w zaleceniach Rady Doskonałości Naukowej, ocenilem materiały przygotowane przez Habilitanta w ramach dokumentacji (*wykaz osiągnięć* oraz *autoreferat* pkt.1 – ten drugi „pierwszy”. W autoreferacie punktów *pierwszych* jest w sumie siedem). W związku z tym oceniam że wspólne publikacje, czy też spotkania, nawet te cotygodniowe, nie spełniają znamion „wykazywania istotnej aktywności naukowej realizowanej w więcej niż jednej uczelni lub instytucji naukowej” (pkt.1.). Tym bardziej wymiana korespondencji nią nie jest (pkt.2.). Także prezentacja osiągnięć naukowych oraz prowadzenie zajęć dydaktycznych (pkt.3.) nie jest „uzyskiwaniem osiągnięć naukowych”, czy też „tworzeniem własnego dorobku naukowego”¹. Podobnie udział w seminarium naukowym (pkt.4.) nie jest „tworzeniem własnego dorobku naukowego”.

¹zalecenia Rady Doskonałości Naukowej: „*Postępowania dotyczące nadawania stopnia doktora habilitowanego*” (aktualizacja: 9 sierpnia 2023 r.).

Trudno zrozumieć, dlaczego Habilitant przedstawia tak wiele przykładów aktywności, które z punktu widzenia kryteriów oceny „aktywności naukowej” mogą budzić wątpliwości, podczas gdy dysponuje istotnym atutem w postaci odbycia stażu w Cork Institute of Technology (pkt.5. oraz pkt. 6.10 - załącznik 4). Należy przy tym zaznaczyć, że nie istnieją przeszkody formalne, aby w ramach przedmiotowej oceny uwzględnić również elementy dorobku naukowego powstałe przed uzyskaniem stopnia doktora.

Analizując dalej, należy zauważyć, że udział w projekcie dydaktycznym (pkt.6.), mimo iż realizowany w zespole międzynarodowym, nie spełnia kryterium aktywności naukowej w rozumieniu obowiązujących przepisów. Podobnie, samo wspólne składanie wniosków projektowych (pkt.7.), zwłaszcza zakończonych niepowodzeniem, nie może być traktowane jako wystarczający przejaw tej aktywności – kluczowe znaczenie mają bowiem osiągnięte rezultaty, a nie jedynie intencje czy podejmowane próby.

Podsumowując tę część, można stwierdzić w nawiązaniu do punktu 5. (staż w Cork Institute of Technology), że Habilitant wykazał się aktywnością naukową realizowaną w więcej niż jednej uczelni.

4. Wniosek końcowy

Na podstawie szczegółowej analizy osiągnięć naukowych, dydaktycznych i zawodowych, na podstawie wymagań zgodnie z **art. 221 ust. 8, ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce** stwierdzam, że dr inż. Marcin Zygmanski:

- przedłożył do oceny cykl powiązanych tematycznie artykułów naukowych opublikowanych w czasopismach naukowych lub w recenzowanych materiałach z konferencji międzynarodowych pt. *„Projektowanie, sterowanie i analiza właściwości wielopoziomowych przekształtników energoelektronicznych i systemów wieloprzekształtnikowych”* oraz pozostałe osiągnięcia naukowe określone jako cykl nr 2 powiązanych tematycznie 6 artykułów naukowych pt. *„Analiza strat mocy w wielopoziomowych przekształtnikach energoelektronicznych i systemach wieloprzekształtnikowych”* oraz pozostały dorobek opisany w „wykazie osiągnięć”
- cykl pt. *„Projektowanie, sterowanie i analiza właściwości wielopoziomowych przekształtników energoelektronicznych i systemów wieloprzekształtnikowych”* **został oceniony pozytywnie**
- dorobek naukowy, dydaktyczny i zawodowy **został oceniony pozytywnie.**

Z analizy dorobku Habilitanta wynika, że posiada on wysokie kompetencje inżynierskie i duże doświadczenie w pracy zespołowej, szczególnie w kontekście realizacji projektów badawczo-rozwojowych. Jego aktywność często skupia się na praktycznym wdrażaniu i rozwijaniu rozwiązań

technicznych, co wskazuje na solidne przygotowanie merytoryczne i umiejętność skutecznego działania w ramach większych zespołów badawczych, także w projektach o charakterze międzynarodowym. Choć nie zawsze pełni rolę głównego inicjatora działań, jego wkład jest istotny i konsekwentnie wspiera osiąganie wspólnych celów.

Należy podkreślić, że Habilitant posiada udokumentowane osiągnięcia w zakresie ochrony własności przemysłowej, obejmujące zarówno uzyskane patenty, jak i prawo ochronne na wzór użytkowy. Co istotne, działania te nie pozostały na poziomie teoretycznym — zostały skutecznie przełożone na praktykę, czego dowodem są zrealizowane wdrożenia. Szczególnie wartościowy jest fakt komercjalizacji jednego z rozwiązań poprzez sprzedaż praw do patentu przedsiębiorstwu przemysłowemu, co stanowi przykład bezpośredniego transferu wyników badań do gospodarki. Tego typu rezultaty należy uznać za istotny i bardzo pożądaný efekt działalności naukowej, świadczący o umiejętności łączenia zaawansowanych prac badawczych z potrzebami praktyki inżynierskiej i przemysłu.

Oceniając całość dostarczonych osiągnięć uważam, że Habilitant posiada w dorobku osiągnięcia naukowe stanowiące znaczny wkład w rozwój dyscypliny *automatyka, elektronika, elektrotechnika i technologie kosmiczne*.

Mogę więc stwierdzić w konkluzji, że przedstawione materiały spełniają warunki wymaganych w art. 219 ust. 1 pkt 2, ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. *Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce* i wnioskuję o dopuszczenie dra inż. Marcina Zygmantowskiego do dalszych etapów postępowania habilitacyjnego.

19.6.25r.

