

WPLYNĘŁO
2024 -11- 27
dn.....

Wrocław, 28-10-2024

prof. dr hab. inż. Maciej Jaroszewski
Politechnika Wroclawska
Wydział Elektryczny

Recenzja

osiągnięcia naukowego „Analiza zagrożenia piorunowego i sposobów jego ograniczenia w liniach napowietrznych 110 kV – 400 kV”
oraz istotnej aktywności naukowej, dydaktycznej i organizacyjnej
dra inż. Michała Boreckiego
w związku z postępowaniem habilitacyjnym w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych w dyscyplinie automatyka, elektronika, elektrotechnika i technologie kosmiczne

1. Podstawa wykonania recenzji

Niniejsza recenzja została opracowana na podstawie Uchwały nr 772/II/2024 Rady Naukowej Dyscypliny Automatyka, Elektronika, Elektrotechnika i Technologie Kosmiczne Politechniki Warszawskiej powołującej mnie na recenzenta będącego jednocześnie członkiem Komisji Habilitacyjnej w postępowaniu w sprawie nadania stopnia doktora habilitowanego dr inż. Michałowi Boreckiemu w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych w dyscyplinie automatyka, elektronika, elektrotechnika i technologie kosmiczne.

Recenzja została opracowana zgodnie z obowiązującym stanem prawnym na podstawie dokumentacji złożonej przez Kandydata zawierającej:

- autoreferat
- dane wnioskodawcy
- kopia dyplomu uzyskania stopnia doktora
- kopie dziesięciu ważniejszych publikacji
- kopie potwierdzeń związanych z działalnością naukową
- monografia naukowa
- wniosek przewodni
- wykaz osiągnięć naukowych
- elektroniczna wersja dokumentów na nośniku elektronicznym.

2. Ogólna charakterystyka sylwetki zawodowej i naukowej Habilitanta

Dr inż. Michał Borecki jest absolwentem Narodowego Instytutu Politechnika Lwowska. Dyplom ukończenia studiów magisterskich uzyskał w Instytucie Energetyki i Systemów Sterowania na kierunku Elektrotechnika, specjalność elektryczne sieci i systemy w 2012 roku. Stopień doktora nauk technicznych uzyskał w 2017 roku na Wydziale Elektrycznym Politechniki Warszawskiej za rozprawę pt. „Analiza powstawania przepięć atmosferycznych w liniach średniego napięcia z przewodami niepełnoizolowanymi”. Promotorem rozprawy był prof. dr hab. inż. Jacek Starzyński a recenzentami prof. dr hab. inż. Kazimierz Jakubik oraz prof. dr hab. inż. Waldemar Skomudek. W 2020 roku Habilitant ukończył studia podyplomowe „Zarządzanie Projektami” w Szkole Głównej Handlowej w Warszawie.

Habilitant zatrudniony jest od 2017 roku w Zakładzie Wysokich Napięć i Kompatybilności Elektromagnetycznej na Wydziale Elektrycznym Politechniki Warszawskiej początkowo na stanowisku asystenta badawczo-dydaktycznego, a od 2018 na stanowisku adiunkta badawczo-dydaktycznego. Z dostarczonej dokumentacji nie wynika żeby Habilitant ubiegał się wcześniej o nadanie stopnia doktora habilitowanego.

Dominującym obszarem działalności naukowo-badawczej Habilitanta są zagadnienia związane z ochroną przepięciową obiektów sieci elektroenergetycznej i ograniczenia lub eliminacji sytuacji awaryjnych oraz zagadnienia kompatybilności elektromagnetycznej w sieci. Badania w zakresie nowych rozwiązań sposobów ochrony przepięciowej Habilitant realizował także w ramach pozyskanego projektu MINIATURA-6 finansowanego przez Narodowe Centrum Nauki. Efektem są trzy publikacje w czasopiśmie *Energies*, w tym jedna jedno-autorska. W zakresie określenia przyczyn awaryjności linii i ograniczenia wpływu na ich pracę Habilitant prowadzi prace badawcze we współpracy międzynarodowej. Prace te pozwalają na lepszą identyfikację źródeł awarii i metod ich eliminacji. W autoreferacie Habilitant wymienił dwie publikacje z tego zakresu swojej działalności które ocenił jako istotniejsze. Były to artykuły opublikowane w *Bulletin of the Polish Academy of Sciences: Technical Sciences* oraz w *IEEE Transactions on Power Delivery*.

Chciałbym tu wyraźnie podkreślić, że w przedstawionych we wniosku publikacjach Habilitant był pierwszym autorem oraz autorem korespondencyjnym.

Ogólnie, po uzyskaniu stopnia doktor, Habilitant opublikował 15 artykułów w czasopismach naukowych oraz 5 referatów konferencyjnych. Świadczy to o dużej aktywności naukowej Habilitanta, szczególnie biorąc pod uwagę niecałe 7 lat jakie minęło od obrony doktoratu do złożenia niniejszego wniosku.

Jeżeli chodzi o dane naukometryczne to są ona na dobrym poziomie. Sumaryczny Impact Factor prac opublikowanych po uzyskaniu stopnia doktora wynosi 32.058, liczba cytowań bez autocytowań wg bazy WoS wynosi 14, indeks Hirsha 6 wg tej samej bazy. Sumaryczna liczba punktów MNiSW za publikacje wynosi 1859. Ten dobry widok zaburza jedynie niska ilość cytowań prac Habilitanta, szczególnie wobec stosunkowo dużej liczby autocytowań.

3. Osiągnięcia naukowe wskazane przez Habilitanta i ich ocena wraz z uzasadnieniem, czy stanowią one znaczący wkład w rozwój wskazanej dyscypliny

Podstawą wniosku habilitacyjnego jest monografia habilitacyjna pod tytułem „*Analiza zagrożenia piorunowego i sposobów jego ograniczenia w liniach napowietrznych 110 kV – 400 kV*” wydana w 2024 roku przez Oficynę Wydawniczą Politechniki Warszawskiej. Recenzentami monografii byli prof. dr hab. inż. Sebastian Borucki z Politechniki Opolskiej oraz dr hab. inż. Grzegorz Masłowski, prof. uczelni z Politechniki Rzeszowskiej. Monografia liczy 105 stron, 4 tabele, 67 rysunków oraz 125 pozycji literaturowych. Habilitant podzielił monografię na 6 rozdziałów:

1. Wprowadzenie
2. Ocena zagrożenia piorunowego linii napowietrznych
3. Model numeryczny oraz analiza symulacyjna wybranych elementów konstrukcyjnych prototypowych urządzeń ograniczających przepięcia
4. Analiza wariantowa skuteczności wybranych urządzeń ograniczających przepięcia
5. Pomiary i badania symulacyjne uziemień w liniach napowietrznych dla wybranych warunków klimatycznych
6. Podsumowanie

Tematyka monografii będącej podstawą wniosku habilitacyjnego dotyczy aktualnych i ważnych problemów związanych z zapewnieniem niezawodnej dostawy energii elektrycznej przez zapewnienie odpowiednio wysokiej ochrony sieci 110-400 kV przed wyładowaniami piorunowymi i ograniczeniem powstających w wyniku wyładowań atmosferycznych przepięć. Umiejscawiając ją w grupie prac z tej



tematyki opublikowanych przez polskich badaczy, uważam że stanowi ona ich interesujące rozwinięcie wypełniające i poszerzające stan wiedzy.

Monografia przedstawia osiągnięcia Habilitanta w trzech obszarach badawczych, które Autor na podstawie dokładnej analizy literaturowej wyodrębnił jako wymagające rozwinięcia i wypełnienia luki w wiedzy.

Pierwszym z nich jest problematyka związana z analizą możliwości dokonania bardziej szczegółowej, niż dotychczas stosowana, analizy zagrożenia piorunowego linii i związanej z nim częstości włączeń linii. W tym celu Habilitant przeanalizował dotychczasowe metody określania zagrożenia piorunowego linii. Wiążąc parametry rozproszone wśród różnych sposobów oceny zagrożenia piorunowego zaproponował oryginalny model matematyczny ujednoczonego sposobu oceny. Został on następnie zweryfikowany przez Habilitanta przez co potwierdzona została możliwość dokładniejszej oceny zagrożenia piorunowego co z kolei może przyczynić się do zwiększenia skuteczności ochrony przepięciowej. W celu optymalizacji procesu obliczeń Habilitant zaproponował trzy podejścia, różniące się dokładnością obliczeń. Różniły się one stopniem uwzględniania dokładnych wartości geometrii i lokalizacji linii. W modelu uwzględniono wpływ warunków atmosferycznych poprzez zawarcie w nich opracowanego przez Habilitanta współczynnika uwzględniającego odchylenie łańcucha izolatorów. Umożliwia to regulowanie poziomu dokładności otrzymywanych wyników obliczeń w zależności od posiadanych danych wejściowych dotyczących rozpatrywanej linii. To osiągnięcie Habilitanta stanowi istotne poszerzenie wiedzy w zakresie oceny zagrożenia piorunowego dla sieci elektroenergetycznych. **Uważam że wskazane powyżej osiągnięcie naukowe Habilitanta stanowi znaczący wkład w rozwój dyscypliny automatyka, elektronika, elektrotechnika i technologie kosmiczne.**

Drugi z wyróżnionych obszarów badawczych którym zajmował się Habilitant dotyczy autorskich prototypów urządzeń ochrony przepięciowej wykorzystujących zjawiska związane z wyładowaniami powierzchniowymi. Były to urządzenia w dwóch wariantach geometrycznych: w układzie cylindrycznym oraz w układzie płaskim. Habilitant podszedł do problematyki w sposób kompleksowy. Pierwszym etapem analizy zaproponowanych autorskich urządzeń ochrony przepięciowej była analiza symulacyjna. Habilitant zaproponował do tego celu metodę analizy elementów skończonych bazującą jednakże na opracowanych przez Niego modelach numerycznych. To podejście pozwoliło na możliwość odwzorowania nieregularnych kształtów analizowanych urządzeń (w szczególności układu cylindrycznego). Wykonana analiza rozkładu pola elektrycznego na poszczególnych komponentach urządzeń, zarówno w trybie statycznym jak i quasi-statycznym, pozwoliła Habilitantowi na dokonanie optymalizacji geometrii omawianych urządzeń. Bardzo wysoko oceniam fakt, że Habilitant nie poprzestał na analizie opartej na wynikach symulacji komputerowych ale że stanowiła ona pierwszy etap badań przed zbudowaniem modelu rzeczywistego i przed przeprowadzeniem badań laboratoryjnych. Takie kompleksowe podejście Habilitanta do zagadnienia badawczego pozwoliło na określenie kierunku dalszych badań dążących do udoskonalenia konstrukcji. Zaprojektowany przez Habilitanta program prac doświadczalnych doprowadził do optymalizacji ich wymiarów geometrycznych, zwiększenia niezawodności działania prototypowych urządzeń oraz zwiększenia ich skuteczności.

Uważam że wskazane powyżej osiągnięcie naukowe Habilitanta stanowi znaczący wkład w rozwój dyscypliny automatyka, elektronika, elektrotechnika i technologie kosmiczne.

Trzeci z wyróżnionych obszarów badawczych którym zajmował się Habilitant dotyczy problematyki związanej z projektowaniem oraz wykonaniem uzemień słupów. Chcę tu podkreślić, że tematyka ta



stanowi naturalną konsekwencję dla zagadnień opisywanych w poprzednich obszarach badawczych Habilitanta. Wyniki badań Habilitanta wykonane na obiektach rzeczywistych i ich analiza doprowadziły Habilitanta do wniosku, że pomiędzy założeniami projektowymi a wynikami badań uziemień słupa istnieją znaczące rozbieżności w wartościach rezystancji uziemień. Istnienie tych różnic Habilitant wyjaśnił brakiem uwzględnienia lokalnych warunków terenowych panujących w miejscu wykonywania uziemienia. W celu rozwiązania tego problemu Habilitant opracował modele numeryczne trzech typów uziemień. Dwa z nich stanowiły uziemienia stosowane w praktyce i opisane w literaturze – proste uziemienie prętowe oraz uziemienie prętowe z elektrodami bocznymi. Szczegółowa analiza numeryczna rozkładów pola elektrycznego dla tych typów uziemień pozwoliła Habilitantowi na zaproponowanie modyfikacji drugiego z tych modeli. Wyniki symulacji komputerowych potwierdziły założenia projektowe zaproponowanego przez Habilitanta rozwiązania. Bardzo wysoko oceniam potwierdzenie wyników symulacji dokonanych przez Habilitanta badaniami laboratoryjnymi rezystancji uziemienia uzyskanych dla wszystkich rodzajów uziomów.

Uważam że wskazane powyżej osiągnięcie naukowe Habilitanta stanowi znaczący wkład w rozwój dyscypliny automatyka, elektronika, elektrotechnika i technologie kosmiczne.

Podsumowując stwierdzam, że Habilitant podszedł w sposób kompleksowy do problematyki zapewnienia ochrony sieci 110-400 kV przed wyładowaniami piorunowymi i ograniczenia przepięć powstających w wyniku wyładowań atmosferycznych co przekłada się na zapewnienie ciągłości dostaw energii elektrycznej. Kompleksowość ta polegała na zastosowaniu analiz numerycznych i metod doświadczalnych do realizacji:

- oceny wieloparametrycznej poziomu zagrożenie piorunowego linii wysokiego napięcia i na tej bazie opracowania oryginalnego modelu matematycznego umożliwiającego ujednoczony sposób oceny zagrożenia piorunowego linii,
- opracowanie autorskich prototypów ochrony przepięciowej poczynając od modeli numerycznych elementów konstrukcyjnych tych urządzeń, określenie ich optymalnej konstrukcji i konfiguracji a skończywszy na badaniach laboratoryjnych prototypów w celu weryfikacji założeń i zwiększenia ich skuteczności,
- opracowanie autorskiego rozwiązania uziemienia słupów linii napowietrznej bazującego na analizie problemów z uzyskaniem odpowiedniej rezystancji uziemienia w eksploatowanych liniach, zaproponowanego modelu numerycznego oraz badań laboratoryjnych prototypu.

Takie podejście jest bardzo cenne i łączy poszczególne osiągnięcia w jedną spójną całość. Oceniam je wysoko. **Stanowi ono o mojej pozytywnej ocenie osiągnięć naukowych Habilitanta jako stanowiących znaczący wkład w rozwój dyscypliny automatyka, elektronika, elektrotechnika i technologie kosmiczne.**

4. Ocena, czy osoba ubiegająca się o nadanie stopnia doktora habilitowanego wykazuje się istotną aktywnością naukową albo artystyczną realizowaną w więcej niż jednej uczelni, instytucji naukowej lub instytucji kultury, w szczególności zagranicznej, jak i ocena osiągnięć dydaktycznych, organizacyjnych, czy też popularyzujących naukę.

Habilitant jest aktywny naukowo i jego dorobek naukowy po doktoracie można uznać za znaczący. Opublikował 11 artykułów w czasopismach z Impact Factor (sumaryczny IF prac wynosi ponad 32), 5 w czasopismach nie posiadających IF, 7 referatów na konferencjach oraz 1 monografię (habilitacyjną).

Habilitant prowadzi ożywioną współpracę z uczelniami w Polsce oraz na Ukrainie. Współpraca ta prowadzona jest w zespole złożonym ze strony polskiej z Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego w



Olsztynie oraz za strony ukraińskiej z Lviv Polytechnic National University oraz National Academy of Sciences of Ukraine. Wynikiem tej współpracy są publikacje naukowe oraz przygotowany wspólny wniosek projektu badawczego. Współpraca ta zaowocowała także dwoma stażami zagranicznymi Habilitanta. Staże te odbył w 2019 roku w Lviv Polytechnic National University (32 dni) oraz 2021 roku w National Academy of Sciences of Ukraine (36 dni).

Habilitant jest zaangażowanym dydaktykiem. Prowadzi zajęcia z 9 przedmiotów w wielu formach dydaktycznych (wykłady, laboratoria, projekty)

- Ochrona przepięciowa sieci elektroenergetycznych,
 - Technika wysokich napięć,
 - Technologie informacyjne,
 - Systemy operacyjne i sieci komputerowe,
 - Pomiar i badania w KEM,
 - Dokumentacja techniczna projektów inżynierskich,
 - Kosztorysowanie instalacji elektrycznych,
 - Projekt wykonawczy budowlany elektryczny,
 - Materiałoznawstwo elektrotechniczne,
- oraz jest odpowiedzialny za trzy przedmioty
- Dokumentacja techniczna projektów inżynierskich,
 - Kosztorysowanie instalacji elektrycznych,
 - Projekt wykonawczy budowlany elektryczny.

Opracował materiały do trzech zajęć

- Ochrona przepięciowa sieci elektroenergetycznych,
 - Kosztorysowanie instalacji elektroenergetycznych,
 - Projekt wykonawczy (budowlany) elektryczny
- oraz jest współautorem materiałów do dwóch zajęć
- Pomiar i badania w KEM,
 - Dokumentacja techniczna projektów inżynierskich.


Warte podkreślenia jest Jego współautorstwo skryptu dla studentów p.t. „Kompatybilność elektromagnetyczna. Pomiar i badania” wydanego przez Oficynę Wydawniczą Politechniki Warszawskiej w 2021 roku. Był także opiekunem 13 prac magisterskich. Za osiągnięcia dydaktyczne w latach 2021-2022 otrzymał nagrodę Rektora Politechniki Warszawskiej.

Habilitant jest aktywny organizacyjnie.

Współorganizował dwie międzynarodowe konferencje IEEE

- IEEE XV International Conference on Perspective Technologies and Methods in MEMS Design – 2019
 - IEEE XVI International Conference on Perspective Technologies and Methods in MEMS Design – 2021.
- Jest aktywnym członkiem Polskiego Komitetu Normalizacyjnego w Komitecie Technicznym 55 ds. Instalacji Elektrycznych i Ochrony Odgromowej oraz czterech komitetach normalizacyjnych na poziomie międzynarodowym (CENELEC, IEC ISO/TC, CEN). Angażuje się jako członek komitetów redakcyjnych czasopism (dwukrotnie), redaktora gościnnego (dwukrotnie) jak i w działalność recenzentką w czasopismach naukowych z listy MNiSW (44 recenzje).

Podsumowując stwierdzam, że Habilitant wykazuje się istotną aktywnością naukową oraz posiada znaczące osiągnięcia w obszarze organizacyjnym oraz dydaktycznym. Spełnia więc w tym zakresie przesłanki ustawowe stawiane kandydatom przy ubieganiu się o stopień doktora habilitowanego.



Podsumowanie

Po zapoznaniu się z przedstawioną dokumentacją wniosku dr inż. Michała Boreckiego w sprawie nadania stopnia doktora habilitowanego stwierdzam, że osiągnięcia naukowe przedstawione w monografii naukowej „*Analiza zagrożenia piorunowego i sposobów jego ograniczenia w liniach napowietrznych 110 kV – 400 kV*” będącej podstawą wniosku stanowią znaczący wkład w rozwój dyscypliny Automatyka, Elektronika, Elektrotechnika i Technologie Kosmiczne. Uważam, że dorobek naukowy, istotna aktywność naukowa realizowana w więcej niż jednej uczelni lub instytucji naukowej, działalność dydaktyczna i organizacyjna są wystarczające do ubiegania się przez Habilitanta o stopień doktora habilitowanego.

Według mojej opinii spełnione są wymagania określone w art. 219 ust.1 Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o Szkolnictwie Wyższym i Nauce (Dz.U. z 2024r. poz. 1571). **W związku z powyższym wnioskuję o nadanie dr. i inż. Michałowi Boreckiemu stopnia naukowego doktora habilitowanego w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych w dyscyplinie naukowej Automatyka, Elektronika, Elektrotechnika i Technologie Kosmiczne.**

Marek Jaworski