

Wrocław, 25.09.2021r.

dr hab. inż. Leszek Pawlaczyk, prof. uczelni
Politechnika Wrocławska, Wydział Elektryczny
Katedra Maszyn, Napędów i Pomiarów Elektrycznych

Recenzja
Osiągnięć naukowych, aktywności naukowej
oraz działalności dydaktyczno-organizacyjnej

dra inż. Marka Dudzika

W związku z ubieganiem się o uzyskanie stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk inżynieryjno – technicznych w dyscyplinie automatyka, elektronika i elektrotechnika.

1. Podstawa formalna opracowania recenzji

Recenzja została opracowana na zlecenie dr hab. inż. Moniki Kwoki, prof. PŚ, Przewodniczącej Rady Dyscypliny Automatyka, Elektronika i Elektrotechnika Politechniki Śląskiej (pismo L.dz.RD/AEE/69/2020/2021 z dnia 16 czerwca 2021r.).

Podstawę opracowania recenzji stanowiły przekazane recenzentowi:

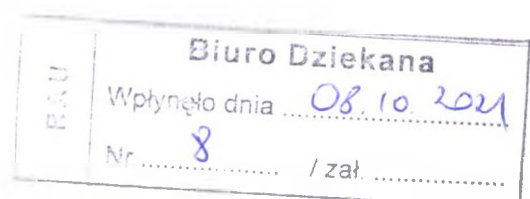
- „Kopia wniosku o przeprowadzenie postępowania habilitacyjnego w dziedzinie nauk inżynieryjno – technicznych w dyscyplinie automatyka ,elektronika i elektrotechnika” autorstwa dr. inż. Marka Dudzika w postaci opracowanego dokumentu liczącego 580 str.
- Monografia Politechniki Krakowskiej: Marek Dudzik: Współczesne metody projektowania, weryfikacji poprawności i modelowania zjawisk trójfazowej, 187 str. ,Kraków 2018.
- Skany dokumentów w postaci elektronicznej.

2. Informacje ogólne

Pan dr inż. Marek Dudzik jest absolwentem dwóch Wydziałów Politechniki Krakowskiej:

- Inżynierii Elektrycznej i Komputerowej. W roku 2009 ukończył studia magisterskie na specjalności Inżynieria Elektryczna w Transporcie.
- Wydziału Mechanicznego. Studia inżynierskie na specjalności Budowa Środków Transportu Szynowego ukończył w 2011, a następnie studia magisterskie na specjalności Zarządzanie Produkcją, które ukończył w 2012 roku.

Pracę doktorską pt. „Analiza możliwości ograniczenia składowej przemiennej momentu elektromagnetycznego w silniku ASM sterowanym wektorowo w napędach trakcyjnych” obronił z wyróżnieniem w 2016 roku w Politechnice Krakowskiej. Promotorem pracy był prof. dr. hab. inż. Adam Jagiełło. Recenzentami pracy byli: prof. dr hab. inż. Krzysztof Kluszczyński i prof. dr hab. inż. Grzegorz Skarpetowski. Praca doktorska została upubliczniona w Bibliotece Cyfrowej Politechniki Krakowskiej. Praca doktorska Habilitanta została nagrodzona w XII Konkursie Siemens w 2017 roku.



Od 2009 roku pracuje na stanowisku asystenta na Wydziale Inżynierii Elektrycznej i Komputerowej Politechniki Krakowskiej, a następnie od 2011 roku na stanowisku adiunkta w Katedrze Trakcji i sterowania ruchem, a obecnie w Katedrze Inżynierii Elektrycznej.

Udokumentowany dorobek naukowy Habilitanta zgodnie z zestawem zawartym w bazie publikacji Biblioteki Politechniki Krakowskiej wynosi 58 publikacje. Po obronie pracy doktorskiej 27 publikacji.

3. Ocena publikacji Habilitanta stanowiącego „osiągnięcie naukowe” w rozumieniu art.219 ust. 2 Ustawy z dnia 1października 2018 roku o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki

Habilitant swoje główne osiągnięcie naukowe przedstawił w formie:

- Książki – **monografii autorskiej**: Dudzik M.: **Współczesne metody projektowania, weryfikacji poprawności i modelowania zjawisk trakcji elektrycznej**. Monografie Politechniki Krakowskiej, Kraków 2018. 187 s, ISBN 978-83-65991-28-7.
- Cyklu artykułów naukowych złożony z czterech publikacji:

- [1] **ANN architecture specifications for modelling of open-cell aluminum under compression** / Marek Dudzik, Ann Małgorzata Stręk // *Mathematical Problems in Engineering*. – 2020, Vol. 2020, 26 s.
- [2] **ANN model of stress-strain relationship for aluminum sponge in uniaxial compression** / Marek Dudzik, Anna Małgorzata Stręk // *Journal of Theoretical and Applied Mechanics* – 2020, Vol. 58, 2, s. 385-390.
- [3] **A neural network for monitoring and characterization of buildings with environmental quality management Part 1: verification under steady state conditions** / Marek Dudzik, AnnaRomanska-Zapala, Mark Bomberg // *Energies* – 2020, Vol. 13, Iss. 13
- [4] **Towards characterization of indoor environment in smart buildings: modelling PMV index using neural network with one hidden layer** / Marek Dudzik // *Sustainability* – 2020, Vol. 12, Iss. 17

3.1 Zakres i aktualność tematyki

W Polsce eksploatowanych jest ok. 19400 km kolejowych linii normalnotorowych. Około 12 tys. km tych linii, to jest 62 %, jest zelektryfikowanych. Pozostała część tras jest obecnie dostępna wyłącznie dla pojazdów spalinowych. Poziom elektryfikacji linii kolejowych w Polsce jest wyższy niż wartość średnia w Unii Europejskiej, która wynosi ok.52%. Obecne plany rządu zakładają, że do 2034 roku zostanie uruchomionych ok. 1800 km nowych linii kolejowych dużych prędkości z prędkością przejazdową ok. 250 km/h. Trwa jednocześnie modernizacja istniejących już linii. Transport elektryczny zużywa ok. 30% energii elektrycznej wyprodukowanej w kraju. Dlatego podejmowane są wszechstronne działania techniczne i organizacyjne mające na celu zmniejszenie ilości energii zużywanej zarówno na cele trakcyjne jak i pozostałe (np. oświetlenie).

Problematyka związana z elektrycznym transportem szynowym i jego modernizacją stanowi obecnie jedno z kluczowych działań państwa. Przedstawiona przez Habilitanta monografia dotyczy nowoczesnych metod modelowania zjawisk zachodzących w elektrycznych pojazdach szynowych oraz wybrane tematy projektowania i zasilania sieci trakcyjnej.

W ten nurt wpisuje się również powstała 2016 roku **rozprawa doktorska Habilitanta**, który zaproponował modyfikację metody bezpośredniego sterowania momentem – DTC trakcyjnego silnika indukcyjnego z jednoczesną zmianą napięcia zasilającego falownik co pozwala zmniejszyć

częstotliwość modulacji falownika lub wartość tętnień momentu i prądu silnika, a tym samym zwiększyć sprawność układu napędowego.

Polscy przewoźnicy pasażerscy i towarowi dysponują liczbą ok. 2500 lokomotyw elektrycznych i 1440 zespołów trakcyjnych. Średni wiek lokomotywy elektrycznej w Polsce wynosi ok. 34 lata, co oznacza, że większość lokomotyw posiada układy napędowe prądu stałego z rezystorowymi układami rozruchowymi. Rozwiązanie takie jest już przestarzałe technicznie i mało efektywne energetycznie. Najbardziej optymistyczne prognozy przewidują wymianę tych lokomotyw w przeciągu najbliższych kilkunastu lat na pojazdy z napędami z silnikami indukcyjnymi zasilanymi z przekształtników energoelektrycznych. Zastosowanie maszyn indukcyjnych klatkowych w trakcji elektrycznej spowodowało, oprócz wielu innych pozytywnych następstw, możliwość znacznego zwiększenia mocy silnika w zadanych wymiarach gabarytowych w porównaniu do trakcyjnych silników prądu stałego. W związku z tym w wózkach lokomotyw można instalować silniki większej mocy i charakterystyki trakcyjne pojazdów zbliżyły się do granicy przyczepności, a w wielu stanach pracy mogą ją przekraczać. Układy z silnikami prądu stałego zasadniczo nie są już projektowane, chociaż najnowsza lokomotywa towarowa Kolei Rosyjskich (RŽD) 4ЭС5К zasilana z napięcia 25kV, 50Hz o mocy godzinowej 13120 kW posiada taki typ napędu.

Podjęcie przez habilitanta badań dotyczących metod projektowania zjawisk trakcji elektrycznej a w szczególności zagadnień dotyczących obliczeń trakcyjnych, oraz zastosowanie sieci neuronowych pozwalających urealnić rzeczywiste zapotrzebowane moce podstacji trakcyjnych jest bardzo aktualnym problemem związanym z rozwojem elektrycznego transportu szynowego.

W autorskiej monografii p.t. *Współczesne metody projektowania, weryfikacji poprawności i modelowania zjawisk trakcji elektrycznej* habilitant przedstawił zarówno „klasyczne metody i algorytmy” jak również nowe algorytmy opracowane przez habilitanta związane z obliczeniami w teorii trakcji elektrycznej.

W cyklu artykułów [14] Habilitant podjął współpracę ze specjalistami z dziedziny budownictwa inteligentnego. Głównym celem Habilitanta było rozbudowanie metody estymacji opartej na zastosowanym w rozdziale 7 monografii algorytmie do analizy sieci neuronowych z jedną warstwą ukrytą typu feedforward. W pracy [1] i [2] prowadzono badania innowacyjnych metali porowatych, charakteryzujących się stosunkowo dużą wytrzymałością przy mniejszej gęstości, zdolność rozpraszania energii oraz zdolności do przewodnictwa elektrycznego.

W artykule [3] zaproponowano metodę estymacji temperatury w budynku inteligentnym wykorzystującego sztuczne sieci neuronowe z jedną ukrytą warstwą.

Zakres prac Habilitanta w pracach [1-3] obejmował całość prac związanych z sieciami neuronowymi: przygotowanie danych dla sieci, sformułowanie metody ,opis stosowalności, struktury sieci, analizę wyników oraz opis przeprowadzonych badań.

W artykule [4] Habilitant przeprowadził badania związane zamodelowaniem wskaźnika PWV (wskaźnik komfortu cieplnego) za pomocą sieci neuronowej z ukrytą warstwą dla obiektu rzeczywistego. Opracowano kryterium wyboru najlepszej struktury sieci neuronowej.

3.2. Charakterystyka i ocena merytoryczna „Osiągnięcia naukowego”

Głównym celem naukowo – badawczym postawionym i realizowanym przez Habilitanta i opisanym w monografii było przedstawienie w sposób usystematyzowany wybranych zagadnień trakcji elektrycznej. Rozdziały 1,2,3 i 4 stanowią wprowadzenia do tematyki. Rozdziały 5,6,7 i 8 zawierają podstawowe treści merytoryczne.

W rozdziale 1 monografii Autor przedstawił krótki rozwój trakcji elektrycznej.

W rozdziale 2 podano podstawowe przyczyny podjęcia przez Autora badań w zakresie:

- Metody weryfikacji minimalnego przyspieszenia pojazdu w określonym zakresie prędkości dla postępowań przetargowych przy zakupie pojazdów.
- Metody modelowania wyników przejazdu teoretycznego z argumentem prędkości lub drogi.
- Metody modelowania rzeczywistych obciążeń trakcyjnych za pomocą narzędzia dopasowania funkcyjnego.

W rozdziale 3 przedstawiono cel i zakres pracy. Cel pracy został przedstawiony powyżej, natomiast zakres pracy obejmuje 13 punktów.

W rozdziale 4 przedstawiono „konstrukcję pracy” Według recenzenta powinna być raczej użyta nazwa „struktura pracy” oraz wskazano najważniejsze elementy monografii.

W rozdziale 5 przedstawiono obliczenia trakcyjne, a w szczególności cel przejazdu obliczanego metodami analitycznymi oraz ogólne zasady obliczeń przejazdu teoretycznego.

Podano również najczęściej stosowane aproksymacje analityczne zasadniczych i dodatkowych oporów ruchu pojazdów.

Opisano metody obliczeń przejazdu teoretycznego dla różnych argumentów:

- Metodę z argumentem prędkości.
- Metodę z argumentem drogi.
- Metodę z argumentem czasu.

Metoda z argumentem czasu została zaproponowana przez Habilitanta.

Porównano obliczenia dla metody z argumentem prędkości i argumentem czasu. Wyniki obu metod są praktycznie identyczne, co świadczy o prawidłowości metody stałego czasu. Przedstawiono zasadę obliczenia zużycia energii elektrycznej w trakcie przejazdu, oraz metodę wyznaczania prądu zastępczego, który decyduje o nagrzewaniu się silników trakcyjnych.

W rozdziale 6 zaprezentowano siłowe i prądowe charakterystyki trakcyjne trzech pojazdów starszej konstrukcji z silnikami prądu stałego i rozruchem rezystorowym i dwóch pojazdów z silnikami asynchronicznymi zasilanymi z falowników napięcia.

W rozdziale 7 opisano zastosowanie sztucznych sieci neuronowych w zagadnieniach trakcyjnych. Rozdział ten jest najobszerniejszy z pozostałych i liczy 53.str. W początkowej części rozdziału zostały umieszczone wiadomości dotyczące zastosowania sztucznych sieci neuronowych w zagadnieniach trakcyjnych. Przedstawiono metody modelowania trakcyjnych zjawisk fizycznych. W podrozdziale 7.2 opisano zastosowanie narzędzia dopasowania funkcyjnego do modelowania wyników przejazdu teoretycznego, a w podrozdziale 7.3 zastosowanie narzędzia funkcyjnego do modelowania rzeczywistych obciążeń trakcyjnych. Zastosowanie sztucznej sieci neuronowej pozwala urealnić rzeczywiste moce podstacji trakcyjnych, które w wielu wypadkach są przewymiarowane.

W rozdziale 8 opisano sposób weryfikacji minimalnej wartości przyspieszenia pojazdu w określonym zakresie prędkości. W tym rozdziale przedstawiono prostą metodę sprawdzenia czy zamawiany pojazd będzie w stanie rozwinąć wymagane minimalne przyspieszenie, które może być ograniczone z powodu wystąpienia poślizgu kół względem szyny.

Przedstawione w monografii metody projektowania zjawisk w trakcji elektrycznej należą zarówno do metod klasycznych jak również nowatorskich, wykorzystujące metody sztucznej inteligencji.

Powoduje to, że monografia będzie bardzo pomocnym narzędziem zarówno dla pracowników naukowo-technicznych zajętych projektowaniem nowych pojazdów i układów zasilania sieci trakcyjnej, jak również dla praktyków eksploatujących zarówno pojazdy bez przekształtników energoelektronicznych jak i pojazdy z przekształtnikami.

Cykl artykułów [1-4] nie dotyczy bezpośrednio zagadnień trakcji elektrycznej i związany jest „tylko”, jak to pojmuje recenzent, z monografią poprzez zastosowanie do opisu matematycznego i odwzorowania funkcyjnego sztucznych sieci neuronowych z ukrytą warstwą wewnętrzną. Pozwoliło to jednak Autorowi stworzyć, rozwinąć i przetestować na innych obiektach technicznych metodę do estymacji zjawisk zachodzących w trakcji elektrycznej.

3.3. Podsumowanie oceny „osiągnięcia naukowego”

Podsumowując uważam, że opiniowane „osiągnięcie naukowe” pt. „**Współczesne metody projektowania, weryfikacji poprawności i modelowania zjawisk trakcji elektrycznej oraz inteligentnego budownictwa**” spełnia wymogi art. 16 Ustawy o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki z dnia 1 października 2018 r. i **wnosi, w dostatecznym stopniu, znaczący wkład Habilitanta w rozwój dyscypliny automatyka, elektronika i elektrotechnika.**

4. Ocena pozostałych osiągnięć świadczących o istotnej aktywności naukowej Habilitanta

4.1 Charakterystyka dorobku publikacyjnego

Łączny dorobek publikacyjny Habilitanta po otrzymaniu stopnia doktora nauk technicznych w 2016r. wynosi **58 pozycji, przed doktoratem 31 pozycji:**

W tym:

- Artykuły w czasopismach indeksowanych w WoS Core Collection z naliczony IF: Liczba prac **5** (przed doktoratem **1**).
- Sumaryczny **IF: 8,107** (po doktoracie 7,118, przed doktoratem 0,989).
- Artykuły w czasopismach indeksowanych w WoS Core Collection bez naliczonego IF: Liczba prac **5** (po doktoracie)
- Artykuły w czasopismach z wykazów MNiSW: Liczba prac **24** (po doktoracie **11**, przed doktoratem **13**).
- Pozostałe artykuły spoza listy MNiSW: liczba prac **3**.
- Suma punktów za artykuły MNiSW: **380** po doktoracie, **290** przed doktoratem.
- Artykuły w materiałach konferencyjnych w czasopismach uwzględnionych w bazach: WoS: Liczba prac: **2**, (po doktoracie), Scopus: liczba prac **3** (po doktoracie)
Artykuły w materiałach konferencyjnych w czasopismach. Liczba prac: **1**.
- Łączna suma punktów za publikacje z lat 2010-2020 wg MNiSW: **650**
- Całkowita liczba publikacji zarejestrowanych w bazie Web of Science: **9**
- Liczba cytowań według bazy Web of Science wynosi **16 cytowań** (w tym **12 bez autocytowań**), **hindex =3**.
- Całkowita liczba zarejestrowanych w bazie Scopus: **21**
- Liczba cytowań według bazy Scopus jest równa **48 cytowań**, **hindex=5**
- Zrealizowane oryginalne osiągnięcia projektowe, konstrukcyjne i technologiczne.

- Zrealizowano 5 (pięć) projektów dotyczących szeroko rozumianej trakcji elektrycznej.
- Habilitant recenzował 2 artykuły znajdujących się w bazie JCR.
- Habilitant recenzował 14 artykułów konferencyjnych znajdujących się w bazie SCOPUS.

4.2. Udział w projektach badawczych i pracach realizowanych w ramach współpracy międzynarodowej

- Habilitant brał udział w 3 (trzech) projektach POWER:
 1. Droga do doskonałości 1.10.2019r. do 30.09.2023r.
 2. Projekt: „Programowanie doskonałości PK XXI 2.0
 3. Projekt: REG – region uczący się 01.4.2019r. do 31.03.2023
 4. Inżynier energetyk nowoczesny zawód dla gospodarki opartej na wiedzy.
- **Projekty krajowe:** łącznie Habilitant realizował 8 projektów.

4.3. Członkostwo w organizacjach oraz towarzystwach naukowych, udział w komitetach organizacyjnych konferencji naukowych

- Habilitant był członkiem komitetu organizacyjnego czterech międzynarodowych konferencji naukowych i dwukrotnie pełnił funkcję prowadzącego sesje.
- Członek PTETIS – Polskie Towarzystwo Elektrotechniki Teoretycznej i Stosowanej od 2013r.

4.4. Staże w zagranicznych i krajowych ośrodkach naukowych lub akademickich

Habilitant odbył następujące staże w ośrodkach akademickich:

- 3 miesięczny staż akademicki we Fribourgu, Szwajcaria.03-0.6. 2009r.
- Staż naukowy w Ukraińskiej Akademii Drukarstwa 1.0701.10.2018.r.
- Staż naukowy w Ukraińskiej Akademii Drukarstwa 30.0601.10.2019.r.
- Technical University of Cluj –Napoka, Rumunia. 10.04.2019 25.04.2019 r.

4.5 Informacja o udzielonych patentach.

- Habilitant jest współautorem dwóch patentów jednego krajowego i jednego międzynarodowego.

4.6 Podsumowanie oceny aktywności naukowej Kandydata

Wykazany przez Habilitanta i przedstawiany syntetycznie powyżej wykaz dorobku publikacyjnego, zgłoszenia patentowe, aktywne uczestnictwo w międzynarodowych i krajowych konferencjach naukowych, udział w pracach komitetów organizacyjnych międzynarodowych cyklicznych konferencji, wykonane recenzje prac naukowych w międzynarodowych czasopismach oraz dorobek w realizacji wielu projektów krajowych i zagranicznych pozwalają stwierdzić, że przedstawiony powyżej **dorobek naukowy Habilitanta świadczy o Jego stosunkowo dużej aktywności naukowej**, o której mowa w art. 16 Ustawy oraz w Rozporządzeniu Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego

5. Działalność dydaktyczna, popularyzatorska i organizacyjna

Habilitant w okresie zatrudnienia w Politechnice Krakowskiej opracował i wdrożył treści programowe dla przedmiotów:

- Układy elektryczne i elektroniczne w pojazdach szynowych,

- Electrical Machines and Drives,
- Układy Elektromechaniczne – projekt,
- Pełni funkcję promotora pomocniczego w dwóch przewodach doktorskich,
- Prowadził 25 prac dyplomowych w tym 2 w języku angielskim.
- Organizował i był opiekunem stażu naukowego.
- **Zajął pierwsze miejsce w konkursie: Najlepszy prowadzący na Kierunku Elektrotechnika 2018/2019, Wydziału inżynierii Elektrycznej i Komputerowej Politechniki Krakowskiej.**

6. Podsumowanie i konkluzja oceny

Po zapoznaniu się z przedstawioną przez dr. Marka Dudzika monografią w postaci książki wydanej w Wydawnictwie Politechniki Krakowskiej pod tytułem: „**Współczesne metody projektowania, weryfikacji poprawności i modelowania zjawisk trakcji elektrycznej**” oraz cyklu czterech wymienionych wyżej publikacji stwierdzam, że spełnia on wymogi art. 16 Ustawy i w dostatecznym stopniu wnosi znaczny wkład Habilitanta w rozwój dyscypliny automatyka, elektronika i elektrotechnika.

Analiza dorobku naukowego, niewliczonego do głównego „osiągnięcia naukowego”, **wskazuje na dostatecznie wysoką aktywność naukową Kandydata** w rozumieniu w/w. Ustawy i Rozporządzenia Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego. Biorąc pod uwagę powyższe, stwierdzam, że osiągnięcia naukowe, osiągnięcia dydaktyczne oraz aktywność organizacyjna dra inż. Marka Dudzika spełniają wymogi Ustawy o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki z dnia 1 października 2018 r.

Niniejszym skłonny jestem przychylić się do **poparcia wniosku o nadaniu dr. inż. Markowi Dudzikowi stopnia naukowego doktora habilitowanego** w dziedzinie nauk inżynierijno technicznych w dyscyplinie automatyka, elektronika i elektrotechnika.

.....
/dr hab. inż. Leszek Pawlaczyk/