

Kielce, 1.09.2021 r.

dr hab. inż. Marek Pawełczyk
prof. PŚk
Wydział Zarządzania i Modelowania Komputerowego
Politechnika Świętokrzyska
Aleja 1000-lecia Państwa Polskiego
25-314 Kielce

R.A.U.	Biuro Dziekana	
	Wpłynęło dnia	28.09.2021
	Nr	273
		/zał

Ocena

osiągnięć naukowych oraz aktywności naukowej
dr. inż. Marka Dudzika w związku z ubieganiem się
o nadanie stopnia naukowego doktora habilitowanego

1. Podstawa formalna opracowania recenzji

Podstawą opracowania recenzji było pismo dr hab. inż. Moniki Kwoki, prof. PŚ, Przewodniczącej Rady Dyscypliny Automatyka, Elektronika i Elektrotechnika (L.dz. RD/AEE/73/2020/2021 z dnia 16 czerwca 2021 r.). Rada Dyscypliny Automatyka, Elektronika i Elektrotechnika w związku z decyzją Rady Doskonałości Naukowej z dnia 29 marca 2021 r., odnośnie wyznaczenia składu komisji habilitacyjnej w postępowaniu w sprawie nadania stopnia doktora habilitowanego dr. Markowi Dudzikowi w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych, zgodnie z art. 240 ust. 2 ustawy z dnia 20 lipca 2018 roku Prawo o szkolnictwie wyższym, wyznaczyła 4 osoby, reprezentujące RDN w składzie komisji. W związku z powyższym Rada Dyscypliny Automatyka, Elektronika i Elektrotechnika Politechniki Śląskiej na posiedzeniu w dniu 20 kwietnia 2021 roku powołała pozostałych członków komisji i wyznaczyła mnie na recenzenta. Uchwała Rady Dyscypliny nr 13/2021 z dnia 20 kwietnia 2021 roku została opublikowana w Monitorze Prawnym Politechniki Śląskiej, czego konsekwencją było ww. pismo dr hab. inż. Moniki Kwoki, prof. PŚ, Przewodniczącej Rady Dyscypliny Automatyka, Elektronika i Elektrotechnika, którym zostałem powiadomiony o wyznaczeniu na recenzenta dorobku dr. inż. Marka Dudzika.

Z dokumentacji, przekazanej do oceny przez Habilitanta, wynika, że w dniu 14 października 2010 roku zwrócił się On do Rady Dyscypliny Automatyka, Elektronika i Elektrotechnika z wnioskiem o przeprowadzenie postępowania habilitacyjnego w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych w dyscyplinie automatyka, elektronika i elektrotechnika. Z przekazanej dokumentacji wynika również, że Habilitant wniosek o przeprowadzenie postępowania habilitacyjnego składał powtórnie, bowiem w dniu 25 marca 2019 roku Centralna Komisja do Spraw Stopni i Tytułów przekazała Habilitantowi pismo (dołączone do dokumentacji) z decyzją o umorzeniu przez Komisję wcześniejszego postępowania habilitacyjnego, zgodnie z wnioskiem Habilitanta, który złożył w tej sprawie w dniu 13 marca 2019 roku wniosek, uzasadniając go koniecznością dokonania korekty załączników.

Recenzja została opracowana na podstawie przekazanych mi następujących dokumentów:

- wniosku Habilitanta,
- kopii dokumentu potwierdzającego uzyskanie stopnia doktora nauk technicznych,
- autoreferatu, wraz z załącznikami,
- wykazu dorobku naukowego oraz dorobku dydaktycznego i popularyzatorskiego, a także informacji na temat współpracy międzynarodowej Habilitanta,
- monografii habilitacyjnej, wydanej drukiem przez Wydawnictwo Politechniki Krakowskiej,
- kopii dokumentów poświadczających pozostałe osiągnięcia Wnioskodawcy,
- analizy bibliometrycznej dorobku Habilitanta, przygotowanej przez Oddział Informacji Naukowej Biblioteki Politechniki Krakowskiej.

2. Informacje o kandydacie

Dr inż. Marek Dudzik urodził się w dniu _____ roku _____. Po ukończeniu w roku 2004 Liceum Ogólnokształcącego w Łapanowie studiował na Politechnice Krakowskiej w trybie dziennym na studiach jednolitych magisterskich na kierunku Elektrotechnika w specjalności Inżynieria Elektryczna w Transporcie. Studia na tym kierunku ukończył w roku 2009 z wynikiem bardzo dobrym (dyplom z wyróżnieniem), broniąc pracę magisterską, zatytułowaną „Modeling a multi-winding transformer at arbitrary winding connections” (Model wielouzwojeniowego transformatora trakcyjnego w zależności od arbitralnie wybranego rodzaju połączeń), przygotowaną w ramach dwustronnej umowy między Politechniką Krakowską a Uniwersytetem Szwajcarii Zachodniej (HES.SO), Wyższą Szkołą Inżynierii i Architektury Fryburga (EIA-FR). Praca magisterska, obroniona przez Habilitanta, została nagrodzona – Habilitant w ramach konkursu prac dyplomowych otrzymał dyplom przyznany przez Stowarzyszenie Elektryków Polskich – Oddział Krakowski oraz Wydział Inżynierii Elektrycznej i Komputerowej Politechniki Krakowskiej za najlepszą pracę magisterską na kierunku Elektrotechnika w zakresie specjalności Inżynieria Elektryczna w Transporcie. W roku 2007 p. dr Dudzik rozpoczął w trybie stacjonarnym studia I stopnia na kierunku Mechanika i Budowa Maszyn na Politechnice Krakowskiej w specjalności Budowa Środków Transportu Szynowego. Studia na tym kierunku zakończył (również z wyróżnieniem) broniąc w 2011 roku pracę inżynierską, zatytułowaną „Symulacyjna weryfikacja własności wybranych modeli układu dynamicznego odbierak prądu – sieć trakcyjna”. Po ukończeniu studiów inżynierskich na kierunku Mechanika i Budowa Maszyn Habilitant kontynuował studia w trybie niestacjonarnym na kierunku Zarządzanie i Inżynieria Produkcji (studia II stopnia), które ukończył w 2012 roku z wyróżnieniem, broniąc pracę magisterską zatytułowaną „Badanie wybranych właściwości mechanicznych lokomotywy EP09”.

Równoległe ze studiami na kierunku Mechanika i Budowa Maszyn, rozpoczętymi jeszcze w roku 2007 oraz na kierunku Zarządzanie i Inżynieria Produkcji (w latach 2011-2012), Habilitant pracował (od 19 listopada 2011 roku) na stanowisku asystenta naukowo-dydaktycznego w Katedrze Trakcji i Sterowania Ruchem na Wydziale Inżynierii Elektrycznej i Komputerowej Politechniki Krakowskiej. W tym samym okresie podjął współpracę naukową z prof. dr. hab. inż. Adamem Jagiełło, której efektem była obroniona w roku 2016 rozprawa doktorska, zatytułowana „Analiza możliwości ograniczenia składowej przemiennej momentu elektromagnetycznego w silniku ASM sterowanym wektorowo w napędach trakcyjnych”. Do dokumentacji dr Dudzik dołączył kopię angielskojęzycznej wersji dyplomu doktorskiego oraz kopię dyplomu, potwierdzającego przyznanie Mu w roku 2017 Nagrody Promocyjnej Siemens za pracę doktorską w ramach XXII Konkursu o Nagrodę Siemens. W związku z uzyskaniem stopnia doktora nauk technicznych Rektor Politechniki Krakowskiej przyznał w roku 2017 p. dr. Dudzikowi nagrodę indywidualną za osiągnięcia naukowe.

Zgodnie z informacją, zawartą w Autoreferacie, Habilitant jest zatrudniony w pełnym wymiarze czasu pracy na stanowisku „adiunkta naukowo-dydaktycznego ze stopniem doktora” w Katedrze Trakcji i Sterowania Ruchem od 2 kwietnia 2011 roku. Zdaniem recenzenta informacja ta jest nieścisła, bowiem pracę doktorską p. dr Dudzik obronił w roku 2016, z czego wynika, że w roku 2011 nie spełniał podstawowego wymogu do zatrudnienia na tym stanowisku – nie posiadał stopnia naukowego doktora nauk. Ponadto, w związku z zapisami Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce oraz Statutu Politechniki Krakowskiej, nauczyciele akademicki ze stopniem naukowym doktora na Politechnice Krakowskiej aktualnie zatrudniani są na stanowisku adiunkta dydaktycznego, badawczego albo badawczo-dydaktycznego (§ 53 i § 54 Statutu PK). Z autoreferatu wynika także, iż od 1 października 2019 roku Habilitant jest słuchaczem studiów podyplomowych MBA in Public Management, prowadzonych przez Krakowską Szkołę Biznesu Uniwersytetu Ekonomicznego w Krakowie.

W okresie od 1 grudnia 2019 roku do 31 lipca 2020 roku Habilitant był dodatkowo zatrudniony w przedsiębiorstwie DataComplex Sp. z o.o., na stanowisku kierownika naukowego projektu, zatytułowanego „Prace B+R nad opracowaniem systemu wczesnego wykrywania niepożądanych trendów w technologii pomiarowej dla branży lotniczej” realizowanego w ramach działania POIR 1.2 "Badania przemysłowe, prace rozwojowe oraz ich wdrożenia", typ "Prace B+R" RPO WP na lata 2014-

2020". Wymiar zatrudnienia wynosił 1/3 etatu, umowa o pracę została rozwiązana w związku z zakończeniem realizacji projektu.

Od 01.10.2019 r. Habilitant pełni obowiązki skauta technologicznego Wydziału Inżynierii Elektrycznej i Komputerowej Politechniki Krakowskiej w uczelnianym Centrum Transferu Technologii w ramach projektu „DROGA do DOSKONAŁOŚCI - kompleksowy Program wsparcia uczelni”, realizowanego w ramach PO WER (WND-POWR.03.05.00-00-Z214/18) w miesięcznym wymiarze zatrudnienia 40 godzin.

W latach 2016 -2017 Habilitant wykonywał zadania eksperta w zakresie kontroli procesu produkcji, odbiorów technicznych oraz odbiorów końcowych elektrycznych zespołów trakcyjnych przy realizacji umowy dla Urzędu Marszałkowskiego Województwa Małopolskiego.

3. Ocena osiągnięć naukowych Habilitanta

Kryteria, warunkujące nadania stopnia doktora habilitowanego, zostały określone w art. 219 ustawy z dnia 20 lipca 2018 roku Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce. Zgodnie ze wspomnianym zapisem ustawowym stopień doktora habilitowanego nadaje się osobie, która:

- 1) posiada stopień doktora;
- 2) posiada w dorobku osiągnięcia naukowe albo artystyczne, stanowiące znaczny wkład w rozwój określonej dyscypliny, w tym co najmniej:
 - a) 1 monografię naukową wydaną przez wydawnictwo, które w roku opublikowania monografii w ostatecznej formie było ujęte w wykazie sporządzonym zgodnie z przepisami wydanymi na podstawie art. 267 ust. 2 pkt 2 lit. a, lub
 - b) 1 cykl powiązanych tematycznie artykułów naukowych opublikowanych w czasopiśmie naukowym lub w recenzowanych materiałach z konferencji międzynarodowych, które w roku opublikowania artykułu w ostatecznej formie były ujęte w wykazie sporządzonym zgodnie z przepisami wydanymi na podstawie art. 267 ust. 2 pkt 2 lit. b, lub
 - c) 1 zrealizowane oryginalne osiągnięcie projektowe, konstrukcyjne, technologiczne lub artystyczne;
- 3) wykazuje się istotną aktywnością naukową albo artystyczną realizowaną w więcej niż jednej uczelni, instytucji naukowej lub instytucji kultury, w szczególności zagranicznej.

Zgodnie z treścią Autoreferatu podstawą wniosku o nadanie stopnia doktora habilitowanego jest monografia, zatytułowana „Współczesne metody projektowania, weryfikacji poprawności i modelowania zjawisk trakcji elektrycznej”, opublikowana w roku 2018 przez Oficynę Wydawniczą Politechniki Krakowskiej (ISBN 978-83-65991-28-7) oraz cykl, złożony z 4 publikacji:

- [1] Dudzik M., Stręk A. M., *ANN Architecture Specifications for Modelling of Open-Cell Aluminum under Compression*, *Mathematical Problems in Engineering*, Volume 2020, pl-26. 26p. Article ID 2834317, data publikacji: 2020-02-28, DOI: 10.1155/2020/2834317. Punktacja artykułu na liście MNiSW z dnia 18.02.2021: 40 pkt., IF 1,009. Baza Scopus, WoS. Zgodnie z deklaracją Autora oraz dołączonym do dokumentacji oświadczeniem Współautorki wkład merytoryczny Habilitanta został oceniony na 50%.
- [2] Dudzik M., Stręk A. M., *ANN model of stress-strain relationship for aluminium sponge in uniaxial compression*. *Journal of Theoretical and Applied Mechanics*, 58(2), p. 385-390, Warsaw 2020, DOI: 10.15632/jtam-pl/116804. Punktacja artykułu na liście MNiSW z dnia 18.02.2021 40 pkt., IF 0,831. Baza Scopus. WoS. Zgodnie z deklaracją Autora oraz dołączonym do dokumentacji oświadczeniem Współautorki wkład merytoryczny Habilitanta został oceniony na 50%.
- [3] Dudzik M., Romańska-Zapała A., Bomberg M., *A Neural Network for Monitoring and Characterization of Buildings with Environmental Quality Management. Part 1: Verification under Steady State Conditions*, *Energies*, 2020. 13(13), 3469; <https://doi.org/10.3390/en13133469>. Punktacja artykułu na liście MNiSW z dnia 18.02.2021: 140 pkt., IF 2,702. Baza

Scopus. Baza WoS. Zgodnie z deklaracją Autora oraz dołączonym do dokumentacji oświadczeniem Współautorów wkład merytoryczny Habilitanta został oceniony na 55%.

- [4] Dudzik, M. *Towards Characterization of Indoor Environment in Smart Buildings: Modelling PMV Index Using Neural Network with One Hidden Layer*. Sustainability 2020, 12, 6749, <https://doi.org/10.3390/su12176749>. Punktacja artykułu na liście MNiSW z dnia 18.02.2021 r.: 70 pkt, IF 2,576, przy czym czasopismo Sustainability nie zostało umieszczone w wykazie czasopism dla dyscypliny „Automatyka, elektronika i elektrotechnika”, ale czasopismo to figuruje w wykazie czasopism naukowych dla dziedziny nauk inżynieryjno-technicznych. Baza Scopus. Baza WoS. Zgodnie z deklaracją Autora wkład merytoryczny i procentowy Habilitanta wynosi 100%.

Ocena monografii

Zgodnie z tytułem monografia poświęcona jest zagadnieniom projektowania, weryfikacji poprawności i modelowania zjawisk trakcji elektrycznej. Habilitant podjęcie tematu pracy uzasadnia koniecznością uwzględnienia w obliczeniach trakcyjnych zjawisk, związanych z powszechnym obecnie stosowaniem w pojazdach trakcyjnych w systemach trakcji prądu stałego napędów, opartych na sterowanych przy wykorzystaniu falowników silnikach asynchronicznych. Wykorzystanie tej technologii trudno uznać za rozwiązanie nowe, bowiem w Europie Zachodniej napędy asynchroniczne stosowano już w latach siedemdziesiątych ubiegłego stulecia, zaś w Polsce ten rodzaj napędu zaczęto na szeroką skalę wprowadzać w latach dziewięćdziesiątych. W odniesieniu do metod obliczania przejazdów teoretycznych skutkowało to koniecznością uwzględnienia w obliczeniach nowych technik prowadzenia pociągów, w szczególności rozruchu z maksymalnym przyśpieszeniem, jazdy ze stałą prędkością, hamowania ze stałym opóźnieniem, hamowania elektrodynamicznego, a także strategii hamowania docelowego. Rozwój technologii informatycznych i bardzo szybkie postępy w zakresie dostępnych i bardzo wydajnych obliczeniowo komputerów umożliwiły użycie indywidualnego sterowania poszczególnymi silnikami trakcyjnymi indywidualnymi układami falownikowym, co zapewniło lepsze wykorzystanie sił przyczepności między kołem a szyną, szczególnie istotne w przypadku zarządzania rozruchem lokomotyw dużej mocy oraz zespołów trakcyjnych i tramwajów w warunkach spadku przyczepności, spowodowanego na przykład warunkami meteorologicznymi. Wzrost wydajności komputerów zaowocował też powstaniem znacznie dokładniejszych i wydajniejszych metod obliczeń przejazdów teoretycznych. Część tych zagadnień Habilitant uwzględnił w monografii, zwłaszcza w pierwszych pięciu rozdziałach monografii. W rozdziale 5 przedstawił opis metod przejazdu teoretycznego, opartych na znanym równaniu ruchu pociągu, wraz z określeniem dopuszczalnych lub zalecanych zmian wartości argumentu (prędkości lub drogi) dla poszczególnych faz ruchu (rozruch „klasyczny” lub rozruch z zadaniem przyśpieszeniem, wybieg, jazda ze stałą prędkością, hamowanie : „klasyczne”, ze stałym opóźnieniem). Opisane w punkcie 5.4 metody obliczeń przejazdu teoretycznego z argumentem drogi lub prędkości są metodami znanymi z literatury i osiągnięciem Habilitanta w tym przypadku jest przedstawienie w monografii doprecyzowanego i usystematyzowanego opisu algorytmów obliczeniowych. Za osiągnięcie Autora należy uznać przedstawienie algorytmu obliczeniowego dla argumentu czasu (we wcześniej stosowanych metodach argument czasu nie był stosowany, czego konsekwencją były zmienne przyrosty argumentu określającego czas jazdy, w konsekwencji przyrost czasu w kolejnej iteracji był obliczany na podstawie założonego przyrostu drogi lub prędkości). Konsekwencją zmiennego przyrostu argumentu – czasu - są trudności, związane z określaniem istotnych z punktu widzenia obliczeń systemu zasilania, bowiem z tego punktu widzenia zasadniczą rolę odgrywają średnie moce i średnie prądy pobierane przez pojazd w określonym, stałym interwale czasowym (np. dziesięć sekund, dwie minuty, pięć minut, piętnaście minut, godzina). Habilitant wprowadził modyfikację metody obliczeń przejazdu teoretycznego, w której stały krok czasowy jest zadawany, a nie obliczany na podstawie wyników uzyskanych w wyniku analiz prowadzonych ze zmiennym krokiem czasowym. Autor monografii przedstawił opis nowej metody. W opisie algorytmu nowej metody (punkt 5.4.3.2) uwzględnione zostały przypadki szczególne: jazda wybiegiem, hamowanie ze stałym opóźnieniem, jazda ze stałą prędkością oraz jazda ze stałym przyśpieszeniem. Autor zaleca, aby przy obliczeniach przejazdów

teoretycznych dla maksymalnej prędkości jazdy, wynoszącej 160 km/h, stosować w obliczeniach krok czasowy wynoszący 0,1 s. Zdaniem recenzenta jest to dosyć oczywiste, biorąc pod uwagę, że przy wspomnianej prędkości w ciągu 1 sekundy pojazd pokonuje drogę o długości ponad 44 metry. W punkcie 5.4.3.3 Habilitant przedstawił porównanie wyników, uzyskanych metodami dotychczasowymi i nową własną metodą. W przypadku opisanej w monografii trasy przejazdu o długości ok. 5 km dla zespołu trakcyjnego EN 57 błąd względny czasów przejazdu wyniósł 0,6%, co, zdaniem recenzenta, oznacza, że dokładność obu metod jest praktycznie taka sama.

W podrozdziale 5.5 Autor przedstawił metodę wyznaczania prądu zastępczego, opartą na założeniu, że wartość prądu będzie wyznaczana z charakterystyki trakcyjnej pojazdu, w przypadku której prąd pobierany przez pojazd jest funkcją prędkości. Jest to dość duże uproszczenie, bowiem w ten sposób pomija się wpływ m.in. wartości napięcia na odbieraku prądu, a także pozycji nastawnika jazdy w pojeździe trakcyjnym. W praktyce przyjęcie założenia, że obciążenie podstacji trakcyjnej da się określić na podstawie wyników przejazdu teoretycznego pojedynczego pojazdu trakcyjnego nie jest uzasadnione, biorąc pod uwagę systemy zasilania trakcji elektrycznej prądu stałego, stosowane w Polsce, szczególnie w przypadku linii mocno obciążonych, dla których interwał czasowy pomiędzy kolejnymi pociągami jest istotnie krótszy od czasu przejazdu przez dany odcinek zasilania. Ponadto powszechnie stosowane jest zasilanie dwustronne, w przypadku którego prąd pobierany jest z dwóch sąsiednich podstacji w proporcji odwrotnej do odległości do podstacji, możliwe jest przy tym zasilanie pociągu z sieci trakcyjnej sąsiedniego toru dzięki połączeniom poprzecznym sieci, stosowane są także kabiny sekcyjne, których zadaniem jest wyrównywanie obciążeń podstacji. Dodatkowo sytuację komplikują prądy wyrównawcze, przepływające pomiędzy podstacjami, gdy charakterystyki obciążenia podstacji są różne. W systemach zasilania mogą być także stosowane zasobniki energii, ładowane z sieci trakcyjnej, gdy poziom napięcia w sieci trakcyjnej jest wysoki (brak pociągów na danym odcinku zasilania lub na odcinku zasilania znajduje się pociąg, oddający podczas hamowania energię do sieci trakcyjnej), lub zwracające energię do sieci trakcyjnej. W związku z tym obliczenia przejazdu teoretycznego należy uważać za pierwszy etap badań symulacyjnych obciążenia podstacji trakcyjnych, a w przypadku badań obciążenia podstacji konieczne jest branie pod uwagę nie pojedynczej podstacji, lecz odcinka linii kolejowej ze wszystkim zasilającymi ją podstacjami i z pociągami, które w wybranym przedziale czasowym po tej linii się poruszają, zgodnie z obliczonymi przejazdami teoretycznymi. Zagadnieniami tymi w Polsce zajmowali się jeszcze w latach osiemdziesiątych ubiegłego stulecia m.in. A. Szeląg z Politechniki Warszawskiej oraz T. Solarek i R. Sternik z Politechniki Łódzkiej. W ostatnim okresie m.in. tym właśnie zagadnieniom tym poświęcona była monografia A. Szeląga, Z. Drążka i T. Maciołka („Elektroenergetyka miejskiej trakcji elektrycznej”, Spatium, 2017) oraz prace doktorskie W. Jefimowskiego (2018) oraz K. Radu (2021), wydane w formie publikacji książkowych na Politechnice Warszawskiej.

Prezentowane w rozdziale 6 monografii „Równania i charakterystyki pojazdów trakcyjnych”, określają zależności funkcyjne siły pociągowej pojazdu trakcyjnego i pobieranego przez niego prądu od prędkości pojazdu. Zależności te zostały słusznie określone jako uproszczone, bowiem dla klasycznych układów napędowych stanowiły one obwiednie charakterystyk dla poszczególnych pozycji nastawnika jazdy, uzyskiwanych poprzez odpowiednią regulację stopnia wzbudzenia. We współczesnych pojazdach trakcyjnych stosowane są napędy przekształtnikowe, w których wyeliminowano rozruch rezystorowy i dzięki temu praktycznie wyeliminowano skoki prądu, charakterystyczne przy przełączaniu stopni rozruchowych. Habilitant przedstawił wykresy, obrazujące zależności siły pociągowej i prądu pobieranego przez pojazdy trakcyjne w funkcji prędkości dla obu omawianych typów napędów i przedstawił aproksymacje tych zależności w postaci wielomianów drugiego stopnia, wyznaczonych dla zdefiniowanych przedziałów prędkości. Dla lokomotyw elektrycznych EU07 i ET22 zależności te zostały zaczerpnięte z podręcznika „System zasilania trakcji elektrycznej prądu stałego” autorstwa L. Mierzejewskiego, A. Szeląga i M. Gałuszewskiego. Przedstawiono także charakterystyki trakcyjne i ich aproksymacje opracowane przez Autora monografii dla lokomotywy ES 64 E4 „Husarz” (oznaczenie krajowe EU44 i EU45) oraz dla 5-członowego zespołu trakcyjnego 45WE. Autor nie przedstawił informacji o przyjętej metodzie opracowania tych aproksymacji.

W rozdziale 7, zatytułowanym „Zastosowania sztucznych sieci neuronowych w zagadnieniach

trakcyjnych” Habilitant scharakteryzował możliwości wykorzystania metod sztucznej inteligencji do badań zagadnień trakcyjnych, powołując się na cytowane prace z zakresu zastosowań sieci neuronowych do sterowania maszyn indukcyjnych oraz patent, którego jest współautorem, w którym zaproponowano wykorzystanie sieci neuronowych w koncepcji tzw. inteligentnej podstacji trakcyjnej. Autor stwierdza na str.116 monografii, że jest jednym z prekursorów wykorzystania metod sztucznej inteligencji do modelowania „trakcyjnych zjawisk fizycznych”. Narzędzia te można wykorzystać m.in. do modelowania przebiegu „zjawisk zachodzących podczas wylądowań elektrycznych generatorów udaru kombinowanego”, co w odniesieniu do zagadnień trakcyjnych dotyczy zagadnień ochrony przeciwprzebiegowej. Zdaniem Habilitanta sieci neuronowe mogą być także wykorzystane do „obliczenia wielkości fizycznych definiowanych w stałym interwale czasu na podstawie wyników pochodzących z metod przejazdu teoretycznego występujących w chwilach, pomiędzy którymi interwał czasu jest zmienny”. W efekcie prowadzi to do znalezienia „najlepszego odwzorowania funkcyjnego dla wspomnianych wyników”, co umożliwia „redukcję do zera błędów obliczeń wielkości fizycznych definiowanych w stałym interwale czasu, wynikających z braku możliwości wzięcia pod uwagę tego interwału z bezpośrednich wyników pochodzących z przejazdu teoretycznego”. Nie jest jasny cel opisanych wyżej działań, zwłaszcza w sytuacji, gdy Habilitant wykazał w punkcie 5.4 pracy, że możliwe jest opracowanie algorytmów zarówno ze stałym, jak i ze zmiennym krokiem czasowym z praktycznie jednakową dokładnością i z dowolnie małym krokiem (rys. 5.2 i 5.3).

Za szczególnie obiecujące Autor monografii uważa perspektywy wykorzystania sieci neuronowych do modelowania obciążeń podstacji trakcyjnych, których, Jego zdaniem, nie udało się w pełni opisać matematycznie, co wynika ze „stochastyczności zjawisk występujących podczas przejazdów”. Recenzent zgadza się z tym stwierdzeniem, ale jednocześnie uznaje za nietrafne kolejne stwierdzenie Habilitanta, iż „Zagadnienie modelowania obciążeń jest dotychczas na tyle nierozpoznane, że nawet nie zostały określone wagi poszczególnych czynników wpływających na nie”. Szereg prac, dotyczących modelowania obciążenia podstacji trakcyjnych, choć niewykorzystujących aparatu matematycznego sieci neuronowych, opublikowano chociażby w Polsce. Świadczą o tym n.p. prace, na które recenzent powołuje się w niniejszej opinii.

W p. 7.1 monografii Habilitant deklaruje przedstawienie opisu narzędzia dopasowania funkcyjnego do modelowania trakcyjnych zjawisk fizycznych, jednakże przedstawiony w tym punkcie opis ma charakter przewodnika dla osób chcących opanować opisywaną metodykę. Na str. 117 – 152 Autor scharakteryzował metodykę projektowania trenowania i walidacji sieci neuronowej, stanowiącą syntezę wskazanych w monografii publikacji na temat projektowania sieci neuronowych. Z przedstawionego opisu nie wynika, które z przedstawionych w tej części monografii rysunków zostały opracowane przez Autora, a które zostały skopiowane z literatury przedmiotu. Zdaniem recenzenta brakuje także odniesienia do oprogramowania, które zainteresowane osoby mogą w celu stworzenia narzędzia dopasowania funkcyjnego wykorzystać. Nazwa pakietu MATLAB, z którego, jak można sądzić, Habilitant korzystał, pojawia się dopiero w bibliografii, a w pracy brakuje odsyłaczy do odpowiednich pozycji literatury. Habilitant miejscami ma problemy z zastosowaniem poprawnej terminologii w języku polskim. Na przykład brak jest w pracy wyjaśnienia, co dokładnie oznaczają określenia „bias” oraz „momentum”, co niewątpliwie utrudni zrozumienie kwestii szczegółowych osobom niemającym doświadczenia w zakresie opisywanej metodologii. W punkcie 7.2 Habilitant ponownie powraca do rozważań, dotyczących problemów, wynikających ze zmienności kroku czasowego i jego wpływu na obliczenia symulacyjne przejazdu teoretycznego. W konsekwencji zmienności kroku czasowego symulacji, wyznaczonego drogą pośrednią, na podstawie przyjętego przyrostu drogi lub prędkości, „obliczane wielkości fizyczne definiowane w stałym interwale czasu na podstawie bezpośrednich wyników otrzymanych z metody przejazdu teoretycznego z argumentem prędkości lub drogi niemal zawsze są obciążone błędem”, co ma istotne znaczenie ze względu na „nieprecyzyjną prognozę konsumpcji energii” przez pojazd trakcyjny. Zdaniem recenzenta powyższe stwierdzenie jest słuszne, ale Habilitant pomija szereg istotnych czynników, o których wspomniano już w recenzji, wpływających na obciążenie podstacji trakcyjnej, w szczególności konieczność uwzględnienia jazdy więcej niż jednego pojazdu trakcyjnego na tym samym odcinku zasilania, rozprężu prądów w sieci trakcyjnej pomiędzy podstacjami, spadków napięć w sieci, możliwości rekuperacji przez

pojazd trakcyjny energii elektrycznej podczas hamowania. Pominięcie ww. czynników uniemożliwi dokonanie oceny obciążenia podstacji trakcyjnej w warunkach rzeczywistych, co sprawia, że uwzględnienie wskazanych przez Habilitanta niedokładności będzie miało znaczenie drugorzędne. W związku z powyższym opisany w punkcie 7.2 model obliczeniowy pojedynczego pojazdu trakcyjnego, poruszającego się po odcinku linii kolejowej przy stałym napięciu na pantografie pojazdu trakcyjnego, dla którego Habilitant aproksymuje dla przyjętego odcinka linii kolejowej zależność prądu pobieranego przez pojazd w funkcji czasu, jest modelem niepełnym i w związku z tym uzyskany metodą uczenia maszynowego model ma ograniczoną przydatność. Przedstawiony na rys. 7.25 wykres, obrazujący relację pomiędzy obliczonym przejazdem teoretycznym a jego aproksymacją, uzyskaną w wyniku budowy sieci neuronowej, świadczy o dobrej zgodności wartości użytych do testowania, walidacji i aproksymacji, choć sama analiza wykresów przedstawionych na rysunku jest utrudniona z uwagi na nałożenie na jednym wykresie wartości przyjętych do treningu sieci, jej walidacji i wyników, uzyskanych na podstawie modelu. Bardziej czytelny jest wykres, przedstawiający różnice obliczonych wartości przejazdu teoretycznego oraz wartości aproksymowanych, które w dwóch przypadkach osiągają wartości ok. 150 A przy wyznaczonych wartościach prądów przekraczających 400 A.

W punkcie 7.3 Habilitant przedstawia rozważania na temat zmienności obciążeń podstacji trakcyjnych, ilustrując je dwoma rysunkami (rys. 7.31 i 7.32), przedstawiającymi zmienność prądu obciążenia podstacji dla 60-minutowych przedziałów czasowych i trafnie identyfikując większość czynników powodujących tę zmienność. Na tej podstawie wysnuwa niezbyt trafny wniosek, iż „aktualny stan wiedzy o rzeczywistych obciążeniach trakcyjnych jest niewystarczający, aby wskazać efektywny sposób ograniczenia ich zmienności. Istnieje bowiem luka w zakresie modelowania mierzonych obciążeń trakcyjnych na rzeczywistych obiektach. Luka ta związana jest ze słabą jakością korelacją modeli matematycznych z wynikami pomiarowymi”. O trafności ww. wniosku świadczy, zdaniem Autora, pozycja bibliografii, na którą Habilitant się powołuje (Syska J., *Współczesne metody analizy regresji wspomaganie komputerowo*, Skrypt dla studentów Ekonomofizyki, Luty 2014, wersja 1, Instytut Fizyki, Uniwersytet Śląski). Ww. pozycja literatury nie zawiera jednak rozważań na temat potrzeby ograniczenia zmienności obciążenia podstacji trakcyjnych. Zdaniem recenzenta nie jest również poprawne samo stwierdzenie o potrzebie ograniczenia zmienności podstacji trakcyjnych – zmienność ta w warunkach rzeczywistych zawsze będzie występowała, a badaniu tej zmienności poświęcono szereg prac naukowych. Jako podstawową możliwość ograniczenia zmienności obciążenia podstacji autorzy publikacji wskazują zastosowanie zasobników energii w podstacjach trakcyjnych, co w skali technicznej realizowane jest na świecie od roku 1980 (np. na linii Keihin w Japonii), a w Polsce na II linii metra w Warszawie.

Zdaniem Habilitanta „dogłębna analiza zmienności obciążeń pochodzenia trakcyjnego przy zastosowaniu metod matematycznych umożliwi wskazanie rozwiązań, które udoskonalą układy zasilania trakcji elektrycznej”. W tym celu Autor proponuje wykorzystanie narzędzia dopasowania funkcyjnego, wykorzystującego sztuczne sieci neuronowe. W tym celu przeprowadzono modelowanie obciążeń podstacji przy wykorzystaniu ww. narzędzia. Na rys. 7.33 przedstawiono uzyskane wyniki. Dla znormalizowanych wielkości prądów podstacji (przedział zmienności prądów zmierzonych 0 – 1) uzyskano wartości błędów aproksymacji sięgające wartości +/- 0,4, co zdaniem recenzenta oznacza maksymalne wielkości błędów względnych rzędu 40%. Oznacza to raczej przeciętną zgodność uzyskanych wyników (oszacowany z modelu współczynnik korelacji nie przekracza wartości 0,8, co wynika z rys. 7.37). Autor nie odpowiada na nasuwające się pytanie odnośnie reprezentatywności uzyskanego wyniku dla pracy podstacji. Z treści monografii wynika, że dane pochodzą z jednej podstacji trakcyjnej, dla czasu rejestracji wartości prądów 10 800 s (3 h). W monografii nie wskazano lokalizacji podstacji, pory dnia, dnia tygodnia, pory roku, a parametry te mogą mieć istotny wpływ na zmienność obciążenia podstacji. Trudno przypuścić, że uzyskany aproksymowany przebieg czasowy będzie można wykorzystać do szacowania parametrów podstacji, istotnych z punktu widzenia jej obciążenia (w szczególności mocy zamawianej podstacji, która w istotnym stopniu będzie wpływać na koszt energii elektrycznej ponoszony przez jej właściciela).

Ostatni, ósmy rozdział monografii poświęcony jest problemowi weryfikacji minimalnego przyspieszenia pojazdu dla zdefiniowanego przedziału prędkości. Kwestia ta ma istotne znaczenie

w przypadku postępowań przetargowych, związanych z zakupem nowych pojazdów trakcyjnych. Zdaniem Autora „zamawiający nie ma możliwości prostej weryfikacji czy pojazd proponowany przez sprzedającego spełnia takie wymaganie”, co Autor tłumaczy złożonością „modeli matematycznych służących do obliczania maksymalnego możliwego przyspieszenia pojazdu trakcyjnego z uwzględnieniem warunku przyczepności”. W związku z tym Habilitant przedstawił w monografii „uproszczone równanie na maksymalne możliwe przyspieszenie pojazdu trakcyjnego, wynikające z warunku przyczepności koła z szyną”, wraz z wyprowadzeniem tego równania, opartym na wzorze Parodiego, określającym zależność współczynnika przyczepności od prędkości pojazdu. Uzyskana zależność (8.9) wynika z warunku, że siła na obwodzie kół pojazdu trakcyjnego musi być większa niż suma oporów ruchu pojazdu trakcyjnego i dołączonych do niego wagonów oraz siły bezwładności, o której decyduje wartość przyspieszenia pojazdu oraz masy: napędna i ciągniona oraz współczynniki mas wirujących odpowiednio dla masy napędnej i ciągnionej. W punkcie 8.3 Habilitant przedstawił wyniki obliczeń dla wybranego zespołu trakcyjnego. Z wzoru (8.9) wynika, że w miarę wzrostu prędkości pojazdu jego maksymalne przyspieszenie maleje, bowiem w miarę wzrostu prędkości maleje wartość współczynnika przyczepności, a jednostkowe opory ruchu rosną. Uzyskaną zależność przyspieszenia w funkcji prędkości Autor przedstawił na rys. 8.2.

W monografii brakuje zakończenia, w którym Autor powinien przedstawić najważniejsze, Jego zdaniem, osiągnięcia dla rozwoju nauki, wynikające z opisanych badań.

Bibliografia obejmuje 89 pozycji, z czego większość prac została napisana w języku polskim, a 17 – w językach obcych – języku angielskim (12), niemieckim (1) lub rosyjskim (4). Dwa opisy bibliograficzne zawierają błędy lub wymagają uzupełnień:

- w przypadku pozycji [88] nie wskazano autorów pracy (Weihua Zhang, Jianzheng Chen, Xuejie Wu, Xuesong Jin) zamiast tego są tylko inicjały pierwszego autora;
- pozycja [59]: Griebienok P.T., Dołganow A.N., Skworcowa A.I., *Tjagowyje rasczety*, Izd. Transport, Moskwa 1987 – z pewnością chodziło o tytuł „*Tjagowyje rasczety*” (Obliczenia trakcyjne).

W bibliografii brakuje indeksów DOI, które obecnie są już standardem stosowanym w opisach publikacji naukowych. Zasadność odwoływania się do części wskazanych w bibliografii publikacji budzi wątpliwości. Najnowsza publikacja w języku rosyjskim, na którą powołuje się Habilitant pochodzi z roku 1987. Dwie pozycje bibliograficzne ([71] i [72]) – to podręczniki wydane przez firmę Mathworks, zawierające dokumentację oprogramowania Matlab, kolejne dwie ([73] i [74]) – to odsyłacze do stron z definicjami funkcji z pakietu oprogramowania NumXL.

Poziom merytoryczny monografii oceniam jako przeciętny. Za osiągnięcie naukowe Habilitanta należy uznać opracowanie metodyki obliczeń przejazdu teoretycznego ze stałym czasowym krokiem obliczeń. Problematyka wykorzystania sieci neuronowych ogranicza się do przedstawionego w punkcie 7.1 opisu zastosowania sieci neuronowych do aproksymacji zależności funkcyjnych przy wykorzystaniu narzędzi dopasowania funkcyjnego. Wbrew tytułowi („Metoda modelowania trakcyjnych zjawisk fizycznych za pomocą sztucznej inteligencji”) w punkcie tym nie przedstawiono modelowania zjawisk trakcyjnych. Opis zastosowania narzędzia dopasowania funkcyjnego do modelowania wyników przejazdu teoretycznego Habilitant przedstawił w punkcie 7.2, a w punkcie 7.3 znajdujemy opis zastosowania narzędzia dopasowania funkcyjnego do wyznaczenia zależności funkcyjnej, przedstawiającej czasową zmienność obciążenia podstacji trakcyjnej. Habilitant nie przedstawił w pracy propozycji, w jaki praktyczny sposób, opierając się na uzyskanych modelach sztucznej inteligencji, będzie można uzyskane wyniki wykorzystać do oszacowania istotnych parametrów, niezbędnych przy szacowaniu gabarytów podstacji (np. mocy 15-minutowej, mocy maksymalnej zespołów prostownikowych podstacji, mocy zamawianej). Ograniczenie się w rozważaniach do analizy przejazdu teoretycznego spowodowało, że pominięto szereg istotnych z punktu widzenia traktacji elektrycznej zagadnień, m.in. zmienności napięć w sieci trakcyjnej, rozptyłu prądów z podstacji trakcyjnych w przypadku zasilania dwustronnego, wpływu połączeń pomiędzy kolejnymi odcinkami zasilania, wpływu zastosowania kabin sekcyjnych, wpływu na warunki napięciowe w sieci trakcyjnej hamowania rekuperacyjnego oraz zasobników energii.

Na stronie 21 Autoreferatu Habilitant przedstawia informacje na temat praktycznego

wykorzystania wyników pracy. Habilitant ogranicza się jednak wyłącznie do wskazania potencjalnych możliwości wykorzystania monografii:

- wykorzystania metodologii przedstawionej w rozdziale 5 monografii do obliczeń przejazdów teoretycznych pojazdów trakcyjnych, także ze stałym krokiem czasowym, w tym pojazdów wyposażonych w napędy przekształtnikowe;
- wykorzystania sieci neuronowych do wykonywania obliczeń „wymaganych w analizach trakcyjnych wielkości fizycznych, definiowanych w stałym interwale czasu (np. 15 minut) na podstawie wyników pochodzących z metod przejazdu teoretycznego ze zmiennym interwałem czasu”;
- modelowania rzeczywistych obciążeń trakcyjnych – zdaniem Habilitanta metoda ta może być alternatywą np. dla metody szeregów czasowych;
- wykorzystania opracowanych przez Habilitanta równań aproksymujących siłowe i prądowe charakterystyki trakcyjne w obliczeniach trakcyjnych;
- wykorzystania przedstawionej w rozdziale 8 metody oceny możliwego do uzyskania przyspieszenia rozruchu pojazdu trakcyjnego, która stanowi sposób na szybką ocenę spełnienia warunków definiowanych w procedurach przetargowych na zakup nowych pojazdów.

Zgodnie z oceną recenzenta, wyrażoną wyżej, na str. 8 recenzji, Autor monografii nie przedstawił konkretnych argumentów, potwierdzających możliwości praktycznego wykorzystania modeli, opartych na sztucznej inteligencji do deklarowanego modelowania rzeczywistych obciążeń podstacji trakcyjnych. Deklarowane możliwości wykorzystania nowej wiedzy, przedstawionej w monografii, nie zostały potwierdzone przez Habilitanta informacjami na temat ich wykorzystania w praktyce.

Jako publikacje, związane z monografią, które powstały przed jej opublikowaniem, Habilitant wskazał 15 pozycji, z okresu 2013 – 2018, w tym 5 publikacji w języku angielskim. Habilitant jest wyłącznym autorem 2 publikacji, w przypadku pozostałych jest współautorem. Jedną ze wskazanych publikacji jest rozprawa doktorska Habilitanta, obroniona w roku 2015. 5 publikacji – to referaty wygłoszone podczas konferencji, które odbyły się w Polsce, jedna publikacja, której współautorem jest Habilitant – to referat na konferencji międzynarodowej (International Symposium on Power Electronics, Electrical Drives, Automation and Motion, Sorrento, 2012). Treści referatów zostały opublikowane w materiałach konferencyjnych. Pozostałe pozycje zostały opublikowane jako rozdziały w monografiach oraz artykuły w czasopiśmie spoza wykazu czasopism wysokopunktowanych.

Habilitant deklaruje ponadto w Autoreferacie, że z treścią monografii związany jest patent Jagiełło A. S., Chrabąszcz L., Sławomir D., Dudzik M., Kobielski A., Prusak J., *System do aktywnej regulacji obciążenia zespołów prostownikowych kolejowej podstacji trakcyjnej i sposób aktywnej regulacji obciążenia zespołów prostownikowych kolejowej podstacji trakcyjnej*, numer patentu: PL229681 B1, Numer zgłoszenia 411511, 31.08.2018. Z opisu patentu nie wynika jednak, aby miał on bezpośredni związek z przedmiotem monografii.

Ocena cyklu publikacji

Jak już wspomniano na str. 3 recenzji podstawą wniosku o nadanie stopnia doktora habilitowanego jest opisana i oceniona wyżej monografia oraz cykl złożony z 4 publikacji. Oceniane publikacje stanowią efekt podjętej przez Habilitanta współpracy ze specjalistami reprezentującymi dyscyplinę inżynieria lądowa i transport i dotyczą wykorzystania narzędzi, opisanych w rozdziale 7 monografii, do oceny zjawisk, związanych z praktycznym zastosowaniem materiałów metalicznych o strukturze porowatej. Wbrew deklaracji Habilitanta wskazany w Autoreferacie cykl publikacji nie dotyczy zagadnień trakcji elektrycznej.

Pierwsze dwie wskazane w Autoreferacie publikacje powstały jako efekt współpracy Habilitanta z p. dr Anną Małgorzatą Stręć i dotyczą zagadnień modelowania za pomocą sieci neuronowych zależności pomiędzy siłą ściskającą próbek z aluminium otwartokomórkowego a odkształceniem próbek. W publikacji [1] przedstawiono architekturę sieci neuronowej z jedną

warstwą ukrytą, wykorzystanej do modelowania zjawiska ściskania próbek. Jako wkład współautorski do publikacji Habilitant wskazał:

- dobór algorytmu (w tym liczby neuronów w warstwie ukrytej) do analizy sieci neuronowych i oceny jakości uzyskanych wyników,
- badanie wpływu wykluczenia wybranego losowo materiału o określonej gęstości na ogólną skuteczność proponowanego algorytmu,
- propozycję poprawy jakości aproksymacji poprzez wprowadzenie dodatkowej sieci, odwzorowującej relację pomiędzy naprężeniem a odkształceniem dla zakresu przed plateau oraz porównanie wyników uzyskanych w wyniku testowania wyuczonych sieci dla dwóch zakresów danych,
- propozycję specyfikacji struktury sieci neuronowej z jedną warstwą ukrytą do modelowania lub metamodelowania (np. w wirtualnych eksperymentach) ściskania gąbek aluminiowych.

Wkład merytoryczny Autora, zgodnie z przedstawioną w Autoreferacie deklaracją i oświadczeniem Współautorki, dołączonym do dokumentacji wniosku, wyniósł 50%. Artykuł został opublikowany w czasopiśmie *Mathematical Problems in Engineering* w roku 2020. DOI: 10.1155/2020/2834317. Punktacja artykułu na liście MNiSW (zgodnie z wykazem opublikowanym w dniu 18.02.2021) wynosi 40 pkt., IF 1,009. Artykuł indeksowany w bazach Scopus i WoS.

Druga publikacja, która powstała również we współautorstwie z p. dr Anną Małgorzatą Stręk, stanowi kontynuację badań opisanych w publikacji [1]. Jako zasadniczy efekt badań opisanych w tej publikacji Habilitant wskazał sformułowanie zależności, opisującej zachowanie aluminiowych materiałów otwartokomórkowych w trakcie ich ściskania, dzięki czemu projektant musi znać jedynie gęstość pozorną materiału i nie jest konieczne wyznaczanie pełnej charakterystyki szkieletu. Możliwe jest także poznanie całego zakresu naprężeń, zarówno dla próbek materiałów regularnych, jak i dla materiałów prototypowych. Zbieżność aproksymacji z danymi uzyskanymi na drodze eksperymentu jest wysoka, o czym świadczy wartość wskaźnika *MARE* (błąd względny), wynosząca 4,8%. Prace wykonane przez Habilitanta obejmowały identyfikację równania (w środowisku Matlab), wyznaczenie charakterystycznych go wielkości, obliczenia numeryczne oraz prace związane z przygotowaniem publikacji.

Wkład merytoryczny Autora, zgodnie z przedstawioną w Autoreferacie deklaracją i oświadczeniem Współautorki, dołączonym do dokumentacji wniosku, wyniósł 50%. Artykuł został opublikowany w czasopiśmie *Journal of Theoretical and Applied Mechanics* w roku 2020. DOI: 10.15632/jtam-pl/116804. Punktacja artykułu na liście MNiSW (zgodnie z wykazem opublikowanym w dniu 18.02.2021) wynosi 40 pkt., IF 0,831. Artykuł indeksowany w bazach Scopus i WoS.

Artykuł [3] poświęcony jest wykorzystaniu sieci neuronowych do monitorowania i sterowania budynkiem inteligentnym. Zaproponowano metodę wyznaczania estymatora temperatury w oparciu o sztuczne sieci neuronowe z jedną warstwą ukrytą w oparciu o algorytm zaproponowany w artykule [1]. Zdefiniowano kryterium identyfikacji najlepszej struktury sieci przy wykorzystaniu wykresów pudełkowych do oceny dopasowania modelu do danych empirycznych oraz analizy odporności struktury sieci. W efekcie zaproponowano bardziej wydajne narzędzia umożliwiające ocenę stosowalności struktury sieci. Największa wartość bezwzględna błędu względnego (*MaxARE [%]*) nie przekroczyła 1,4%. Jakość dopasowania modelu, określona za pomocą współczynnika determinacji R^2 , wyniosła 99,7%. Wyniki te uzyskano przy wykorzystaniu rzeczywistych wyników pomiarów, bez selekcji próbek pomiarowych. Na tej podstawie wysnuto wniosek, że klasyczne sieci neuronowe z jedną warstwą ukrytą z mogą być stosowane w budownictwie inteligentnym jako wiarygodne estymatory, pod warunkiem właściwej identyfikacji struktury sieci. Na podstawie uzyskanych wyników uznano, że nie ma konieczności użycia w takich przypadkach sieci głębokich (DNN). Zdaniem Habilitanta bez zastosowania opisanej w artykule metody estymacji istnieje wysokie prawdopodobieństwo (około 94%), że zastosowanie niezmodyfikowanej sieci nie będzie adekwatne.

Prace wykonane przez Habilitanta obejmowały zadania związane z sieciami neuronowymi (przygotowanie danych, wybór metody, opis stosowalności struktury sieci, analizę wyników oraz opis przeprowadzonych badań), a także prace związane z samą publikacją. Habilitant był jednym z trzech

współautorów publikacji. Do dokumentacji dołączono oświadczenia pozostałych współautorów, z których wynika, że wkład merytoryczny Habilitanta, związany z opublikowaniem artykułu, wyniósł 55%. Artykuł został opublikowany w czasopiśmie *Energies* w roku 2020. DOI: 10.3390/en13133469. Punktacja artykułu na liście MNiSW (zgodnie z wykazem opublikowanym w dniu 18.02.2021) wynosi 140 pkt., IF 2,576. Artykuł indeksowany w bazach Scopus i WoS. Z tytułu artykułu wynika, że publikacja stanowi pierwszą część i dotyczy weryfikacji zagadnienia w warunkach ustalonych. Habilitant nie przedstawił informacji na temat planów kontynuacji badań we wskazanym w artykule zakresie.

Ostatni z czterech wskazanych przez Habilitanta artykułów naukowych dotyczy zagadnienia modelowania wskaźnika PMV (Predicted mean vote) dla obiektu rzeczywistego. Celem prac było zaproponowanie narzędzia, dzięki któremu możliwe będzie obniżenie energochłonności eksploatacji obiektów budowlanych. Autor zauważył, że istnieje bezpośredni związek pomiędzy dokładnością wyników pochodzących z symulacji komfortu cieplnego a zużyciem energii. Autor wykazał, że odpowiednie modele komfortu cieplnego mogą zapewnić oszczędności rzędu 20%. W artykule rozbudowano metodykę wyboru głównego kryterium identyfikacji najlepszej struktury sieci w taki sposób, aby projektant modelu sam mógł wybrać do jakich celów i wymagań chce go dostosować. Zaproponowano dwa podejścia: pierwsze, mające na celu identyfikację najlepszej struktury sieci neuronowej typu feedforward z jedną warstwą ukrytą z kryterium minimalizacji maksymalnej wartości bezwzględnej błędu względnego modelu obliczonego na etapie testów sieci oraz drugie - dla przypadku, gdy oprócz minimalizacji błędu istotna jest złożoność sieci. W artykule rozbudowano kwestie metodyki oceny stosowalności struktury sieci neuronowej i zaproponowano sposób wyboru wskaźników oceny w zależności od specyfiki danych przypisanych do procesu uczenia sieci w celu wyeliminowania zarówno nadmiernego dopasowania (overfitting), niedostatecznego dopasowania (underfitting), jak i analizy odporności struktury sieci (robustness study). Przedstawiono zasady doboru hiperparametrów dla proponowanej metody, bazujący na wiedzy pozyskanej dzięki wykorzystaniu narzędzia Talos, zaprojektowanego specjalnie do optymalizacji wspomnianych parametrów. Przedstawiono także zagadnienia dotyczące sieci głębokich (DNN) oraz konsekwencji wykorzystania sieci z jedną warstwą ukrytą i sieci głębokich. Jak wynika z treści artykułu uzyskano bardzo dobre dopasowanie modelu (wartość współczynnika determinacji $R^2=0,99998$, wartość błędu średniokwadratowego $MSE = 0,0000017$). Zaproponowana metoda umożliwia identyfikację modeli o lepszej zbieżności - osiągnięto poprawę dokładności modelu o 7%, a wartość współczynnika determinacji R^2 wzrosła z $R^2=0,952$ do $R^2=0,99998$, co oznacza, że dzięki zaproponowanej przez Habilitanta metodzie można dokładniej scharakteryzować omawiane w artykule zagadnienie. Autor podkreśla, że w przypadku badanego zagadnienia konieczna jest ocena stosowalności sieci, bez której istnieje ryzyko niewłaściwego wyboru struktury, wynoszące aż 80%.

Habilitant jest jedynym autorem publikacji. Artykuł opublikowany został w czasopiśmie *Sustainability* w roku 2020. DOI: 10.3390/su12176749. Punktacja artykułu zgodnie z listą MNiSW z dnia 18.02.2021 r: 70 pkt, IF 2,576. Czasopismo *Sustainability* nie figuruje w wykazie czasopism dla dyscypliny Automatyka, elektronika i elektrotechnika, natomiast zostało umieszczone w wykazie czasopism naukowych dla dziedziny nauk inżynieryjno-technicznych. Artykuł indeksowany w bazach Scopus i WoS. Zgodnie z deklaracją Autora wkład merytoryczny i procentowy Habilitanta wynosi 100%.

Na str. 22 Autoreferatu Habilitant przedstawił możliwości praktycznego wykorzystania wyników wybranych do oceny prac [1] – [4]:

- w przypadku pierwszych dwóch publikacji opracowana metodologia może być wykorzystana do modelowania ściskania gąbek aluminiowych oraz do analiz zachowania się tego materiału wykonywanych za pomocą metod komputerowego wspomaganie projektowania;
- zaproponowana w artykule [3] metoda projektowania estymatora temperatury, wykorzystującego sztuczne sieci neuronowe typu feedforward z jedną warstwą ukrytą może znaleźć zastosowanie w systemach sterowania budynkiem inteligentnym;
- w publikacji [4] przedstawiono metodę modelowania zjawisk fizycznych w celu oszacowania wskaźnika PMV, której wykorzystanie może umożliwić obniżenie zużycia energii w budownictwie oraz poprawę komfortu życia osób przebywających w budynkach inteligentnych. Zdaniem Autora zaproponowana metoda może być również wykorzystana do

modelowania zjawisk w trakcji elektrycznej, ale stwierdzenie to nie zostało uzasadnione.

Poziom naukowy wskazany przez Habilitanta cykl publikacji, stanowiących przedmiot oceny, uznaję za przeciętny. Publikacje te wykorzystują metodologię, opisaną w opisanej wyżej monografii Habilitanta, przy czym sama metodologia dotyczy zastosowania sieci neuronowych do aproksymacji zależności funkcyjnych przy wykorzystaniu narzędzi dopasowania funkcyjnego i jest znana z literatury przedmiotu.

Z udostępnionej przez p. dr. Dudzika dokumentacji wynika, że jego zainteresowania naukowe ulegały dość szybkim zmianom. Praca doktorska, obroniona w roku 2015, dotyczyła zagadnień związanych z aktualnie istniejącą dyscypliną naukową „Automatyka, elektronika i elektrotechnika” (tytuł rozprawy doktorskiej: „„Analiza możliwości ograniczenia składowej przemiennej momentu elektromagnetycznego w silniku ASM sterowanym wektorowo w napędach trakcyjnych”). Z tematyką rozprawy wiąże się częściowo temat monografii, poświęconej zagadnieniom obliczeń przejazdu teoretycznego dla pojazdów trakcji elektrycznej prądu stałego. Istotną częścią monografii jest rozdział 7, traktujący o wykorzystaniu sieci neuronowych do aproksymacji zależności funkcyjnych. Zastosowanie tych metod w monografii, opublikowanej w roku 2018 dotyczyło jeszcze zagadnień związanych z trakcją elektryczną. Tymczasem tematem wiodącym cyklu publikacji, opublikowanych w roku 2020, jest wykorzystanie sieci neuronowych, ale tym razem w obszarze badań własności materiałów dla branży budowlanej, a także zastosowań sieci neuronowych do zagadnień związanych z monitorowaniem i sterowaniem budynkiem inteligentnym oraz do modelowania wskaźnika PMV, wykorzystywanego do oceny poziomu energochłonności eksploatacji obiektów budowlanych. Oznacza to znaczny rozrzut tematyczny zainteresowań badawczych Habilitanta, przy czym, zdaniem recenzenta, zagadnienia dotyczące dyscypliny naukowej, w ramach której Habilitant ubiega się o nadanie stopnia naukowego doktora habilitowanego, zeszły w ostatnim okresie na plan dalszy. Świadczą o tym publikacje [1] – [4], bliskie dyscyplinie „Inżynieria lądowa i transport”.

Ocena pozostałych osiągnięć, świadczących o aktywności naukowej Habilitanta

Z dołączonych do wniosku dokumentów wynika, że poza przedstawionymi i ocenionymi wyżej pracami Habilitant jest autorem lub współautorem licznych publikacji i referatów konferencyjnych, w szczególności:

- jednego artykułu w czasopiśmie z listy A MNiSW, opublikowanego przed uzyskaniem stopnia doktora (deklarowany udział: 33%, lista A z 26.01.2017 r. – 25 pkt, IF: 0,989);
- 9 artykułów opublikowanych w latach 2016-2019 w czasopismach spoza listy JCR (lista B MNiSW, punktacja dla 8 artykułów 6 – 20 pkt, jeden artykuł bez punktacji, w tym 1 artykuł autorski i 8 współautorskich z deklarowanym udziałem 20 – 90%);
- 12 publikacji z listy B z lat 2011 – 2015, opublikowanych przed uzyskaniem stopnia doktora, w tym jednej samodzielnej i 11 współautorskich z deklarowanym udziałem 10 – 90%, z punktacją 5 – 14 punktów oraz 2 publikacji spoza listy B;
- 16 referatów po obronie pracy doktorskiej na konferencjach międzynarodowych, w tym 1 referatu autorskiego i 15 współautorskich z deklarowanym przez Habilitanta udziałem 5 – 85%;
- 2 referatów współautorskich na konferencjach krajowych (z udziałem 33 i 85%);
- 11 referatów na konferencjach międzynarodowych przed obroną pracy doktorskiej (z udziałem 10 – 80%);
- 12 referatów na konferencjach krajowych przed obroną pracy doktorskiej, w tym 3 referatów przygotowanych samodzielnie i 9 współautorskich (z udziałem 10 – 80%).

Z przedstawionych wyżej danych, charakteryzujących dorobek naukowy Habilitanta, wynika, że jest on bogaty pod względem ilościowym, natomiast udział publikacji, potwierdzających znaczący wkład tych prac do rozwoju dyscypliny, jest niewielki.

Habilitant dołączył do wniosku analizę bibliometryczną, wykonaną przez Bibliotekę Główną Politechniki Krakowskiej na podstawie bazy Bibliografia Publikacji Pracowników Politechniki Krakowskiej (BPP) oraz baz danych Web of Science (WoS) i Scopus, według stanu na dzień 22.09.2020

r. oraz punktację publikacji zgodnie z odpowiednimi wykazami i rozporządzeniami MNiSW w kolejnych latach. Z ww. opracowania wynika, że:

- łączna liczba publikacji naukowych wynosi 58, w tym po doktoracie 27;
- liczba oryginalnych artykułów naukowych: łącznie 27, w tym po doktoracie 13;
- liczba prac w czasopismach indeksowanych w WoS z naliczonym IF: 5, w tym po doktoracie 4;
- sumaryczny IF: 8,107 (w tym po doktoracie 7,118);
- liczba artykułów w czasopismach indeksowanych bez naliczonego IF: 5 (po doktoracie);
- liczba artykułów w czasopismach z wykazów MNiSW: 24, w tym po doktoracie 11;
- liczba pozostałych artykułów w czasopismach spoza wykazu MNiSW: 3 (po doktoracie 2);
- suma punktów za artykuły wg list MNiSW: 380 (w tym po doktoracie 290);
- liczba artykułów w materiałach konferencyjnych opublikowanych w czasopiśmie: 4 (po doktoracie), w tym uwzględnione w bazie WoS: 2, w bazie Scopus: 3;
- artykuły w materiałach konferencyjnych w czasopismach z wykazów MNiSW: 1 (po doktoracie);
- suma punktów za artykuły w materiałach konferencyjnych w czasopismach z wykazów MNiSW: 20 (po doktoracie);
- referaty/rozdziały w monografiach i materiały konferencyjne w książce - łącznie: 24, w tym w źródłach uwzględnionych w bazie WoS: 3 (po doktoracie), Scopus: 12 (w tym 9 po doktoracie);
- liczba referatów/rozdziałów w monografiach (po doktoracie): 11, w tym referaty/rozdziały w monografiach w źródłach wydanych przez wydawnictwa z wykazu MNiSW: 8 (po doktoracie);
- materiały konferencyjne w książce (przed doktoratem) - liczba prac: 15;
- łączna liczba punktów za referaty/rozdziały w monografiach w źródłach wydanych przez wydawnictwa z wykazu MNiSW: 160 (po doktoracie);
- liczba monografii: 1 (po doktoracie) 80 punktów MNiSW za autorstwo monografii;
- rozdziały w monografiach: 2 (przed doktoratem) – suma punktów: 10.
- łączna suma punktów za publikacje z lat 2010-2020 zgodnie z rozporządzeniami MNiSW: 650.
- Cytowania publikacji w bazie Web of Science Core Collection:
- liczba publikacji zarejestrowanych w bazie WoS: 9, liczba cytowań: 16, po wykluczeniu autocytowań: 12; indeks h: 3;
- liczba publikacji zarejestrowanych w bazie Scopus: 21, liczba cytowani: 48, po wykluczeniu autocytowań: 26; indeks h: 5; po wykluczeniu autocytowań: 4.

Istotnym problemem jest dość niska ocena punktowa czasopism, w których Habilitant publikował swe prace, bowiem tylko jeden artykuł ukazał się w czasopiśmie z punktacją powyżej 100 punktów (140), jeden – z punktacją 70 punktów, a dwa artykuły ukazały się w czasopismach z punktacją wynoszącą 40 punktów. Przy uwzględnieniu deklarowanego udziału Habilitanta w autorstwie tych artykułów łączna skorygowana ocena punktowa przedstawionego do oceny cyklu publikacji wynosi 187 punktów, co należy uznać za wynik słaby. Świadczy o tym także przeciętna skorygowana liczba punktów, przypadających na jedną publikację, która w przypadku Habilitanta wynosi 46,75 punktu MNiSW. Sumaryczny IF dla ocenianych publikacji jest równy 7,118, co generuje wartość średnią 1,78. Biorąc dodatkowo pod uwagę sformułowane wyżej krytyczne uwagi odnośnie ocenianej monografii oraz wskazanych przez Habilitanta publikacji uznaję, że przedstawione do oceny dzieła naukowe nie potwierdzają wymaganego znacznego wkładu przedstawionych do oceny prac Habilitanta w rozwój dyscypliny „Automatyka, elektronika i elektrotechnika”.

W związku z powyższym stwierdzam, że przedstawione przez dr. Marka Dudzika osiągnięcia naukowe (monografia naukowa oraz cykl 4 publikacji) NIE spełniają wymagań określonych w ustawie z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2018 r. poz. 1668 ze zm.).

4. Ocena form aktywności naukowej realizowanych w więcej niż jednej uczelni, instytucji naukowej, w szczególności zagranicznej

W Autoreferacie Habilitant przedstawił informacje na temat staży naukowych, odbytych w trzech zagranicznych jednostkach naukowych:

- Ukraińskiej Akademii Drukarstwa,
- Dniepropietrowskim Narodowym Uniwersytecie Transportu Kolejowego,
- Uniwersytecie Technicznym w Cluj-Napoca (Rumunia).

Habilitant dołączył do dokumentacji wniosku dwa zaświadczenia, z których wynika, że współpracuje z Katedrą Automatyki i Technologii Komputerowych Ukraińskiej Akademii Drukarstwa od 1.07.2018 r. do chwili obecnej. W ramach podjętej w roku 2018 współpracy Pan M. Dudzik odbył dwa 3-miesięczne staże naukowe w tej jednostce (1.07.2018 – 1.10.2018 oraz 30.06.2019 – 1.10.2019). Habilitant nie przedstawił bliższych informacji odnośnie przedmiotu współpracy, natomiast w Autoreferacie znalazła się informacja na temat trzech wspólnych publikacji Habilitanta z pracownikami wspomnianej Katedry:

1. O. Tymchenko, S. Vasiuta, O. Sosnovska, A. Konyukhov, M. Dudzik, A. Romańska- Zapala, *The use of mathematical tools to determine the importance of multimedia Products design elements*, CEUR Workshop Proceedings, 1st International Workshop on Digital Content & Smart Multimedia (DCSMart 2019), Lwów, Ukraina, 23- 25.12.2019. Publikacja indeksowana w bazach Web of Science i Scopus. Wkład merytoryczny w powstanie pracy Habilitant ocenił na 5%.
2. O. Tymchenko, O. Sosnovska, S. Vasiuta, O. Khamula, A. Konyukhov, Dudzik, M., *Synthesis of factors model of data visualization in the infographics*, 2019 IEEE International Scientific-Practical Conference Problems of Infocommunications Science and Technology (PIC S&T '2019), Kijów, Ukraina, 8-11.10.2019, DOI: 10.1109/PICST47496.2019.9061304. Publikacja indeksowana w bazie Scopus. Wkład merytoryczny w powstanie pracy Habilitant ocenił na 5%.
3. Tymchenko O., Vasiuta S., Khamula O., Sosnovska O., Dudzik M., *Using the method of pairwise comparisons for the multifactor selection of infographics design alternatives*, Proceedings of the 2019 20th International Conference on Research and Education in Mechatronics (REM 2019), MAY 23-24, 2019, DOI: 10.1109/REM.2019.8744108. Publikacja indeksowana w bazach Web of Science i Scopus. Wkład merytoryczny w powstanie pracy Habilitant ocenił na 15%.

W Autoreferacie nie przedstawiono informacji na temat zakresu i form współpracy Habilitanta z Katedrą Automatyki i Technologii Komputerowych, ani efektów tej współpracy innych, niż ww. publikacje. Tematyka wskazanych publikacji powiązana jest z zainteresowaniami badawczymi autorów publikacji z Ukraińskiej Akademii Drukarstwa i nie ma związku z przedmiotem badań Habilitanta.

Z informacji, zawartych w Autoreferacie, wynika, że Habilitant od roku 2015 współpracuje z Dniepropietrowskim Narodowym Uniwersytetem Transportu Kolejowego. Do dokumentacji wniosku Habilitant dołączył pierwszą stronę dokumentu zatytułowanego „Protokół Uzgodnień pomiędzy Dniepropietrowskim Państwowym Uniwersytetem Transportu Kolejowego imienia V. Lazaryana oraz Politechniką Krakowską imienia Tadeusza Kościuszki” z datą 16 listopada 2015 r., z którego wynika wspólne zainteresowanie ustanowieniem długoterminowej dwustronnej współpracy. Z udostępnionej treści dokumentu wynika, że poszczególne jednostki obu uczelni, zainteresowane współpracą, będą zawierać porozumienia dwustronne, określające formy współpracy.

Jako efekty współpracy dr. Dudzika z Uniwersytetem w Dniepropietrowsku przedstawiono jedną publikację naukową oraz 2 referaty, wygłoszone na konferencjach naukowych:

- Dudzik M., Prusak J., Drapik S., Kuznetsov V., *The efficiency of using artificial feedforward neural networks with a single hidden layer of eight neurons for the analysis of overload conditions of selected tramway traction substations*, Technical Transactions, 2018, vol. 115, Sekcja: Electrical Engineering. DOI: 10.4467/2353737XCT. 18.167.9423. Wkład merytoryczny w powstanie pracy Habilitant ocenia na 90%.
- Dudzik M., Trębacz P., Kuznetsov V., *Temperature approximation of equivalent thermal coefficient using artificial neural networks for deicing catenary line*, III Międzynarodowa Konferencja Innovative Buildings „InBuild”, 20-22 listopada 2017, Politechnika Krakowska,



Kraków. Wkład merytoryczny w powstanie pracy Habilitant ocenia na 85%.

- Drapik S., Dudzik M., Kuznetsov V., Prusak J., *Efektywność wykorzystania sztucznych sieci neuronowych typu feedforward o jednej warstwie ukrytej siedmioneuronowej do analizy przeciążeń wybranej tramwajowej podstacji trakcyjnej*, SEMTRAK 2016: XVII Ogólnopolska Konferencja Naukowa Trakcji Elektrycznej, Zakopane, październik 2016: materiały konferencyjne, Politechnika Krakowska, Wydział Inżynierii Elektrycznej i Komputerowej. - Kraków : Wyd. PiT, 2016. s. 145-158, ISBN 978-83-86219-50-6. Wkład merytoryczny w powstanie pracy Habilitant ocenia na 85%.

W opinii recenzenta artykuł opublikowany w czasopiśmie Technical Transactions oraz referat wygłoszony w ramach konferencji SEMTRAK 2016 odpowiadają problematyce, której poświęcona została monografia Habilitanta, natomiast tematyka referatu, wygłoszonego podczas konferencji Innovative Buildings „InBuild” jest zbieżna z treścią przedstawionego do oceny cyklu publikacji. Habilitant nie dołączył do wniosku innych dokumentów, potwierdzających współpracę z uczelnią w Dniepropietrowsku. Prof. Kuznetsov był recenzentem monografii habilitacyjnej dr. Dudzika.

Z dołączonej do Autoreferatu dokumentacji wynika, że Habilitant odbył w roku 2019 2-tygodniowy staż naukowy w Uniwersytecie Technicznym w Cluj-Napoca (Rumunia, 10 – 25.04.2019) w Katedrze Maszyn Elektrycznych i Napędów. Zgodnie z dokumentem, stanowiącym potwierdzenie odbycia stażu naukowego, stażysta, oprócz prac zleconych przez Mentora – prof. Claudię Steluta Martis – miał wykonać prace badawcze, wpisujące się w zadania projektu Narodowej Agencji Wymiany Akademickiej (NAWA) – Program Akademickie Partnerstwa Międzynarodowe, nr projektu PPI/APM/2018/1/00027/DEC/1, pt. :E-mobilność oraz zrównoważone materiały i technologie”. Habilitant nie przedstawił informacji na temat charakteru Jego udziału w tym projekcie.

Z informacji przedstawionych w Autoreferacie wynika ponadto, że Habilitant uczestniczył w pracach konsorcjum, w którego skład wchodziło 5 uczelni (3 z Chin: Southeast University, Shenyang Jianzhu University, Hebei Geo University i 2 z Polski: Politechnika Krakowska i Politechnika Białostocka). W porozumieniu, zawartym na przełomie sierpnia i września 2018 roku, Habilitant został wskazany jako jeden z 12 głównych wykonawców („Main Participants”) projektu pt. „Buildings with Environmental Quality Management” w ramach Konkursu SHENG 1 na polsko-chińskie projekty badawcze, finansowanego przez Narodowe Centrum Nauki. W ramach projektu Politechnika Krakowska została liderem konsorcjum utworzonego z Politechniką Białostocką. W Autoreferacie nie przedstawiono informacji o zadaniach badawczych, jakie realizował w ramach tego projektu p. dr Dudzik - jak można przypuszczać, mają one związek z publikacjami [3] i [4], wybranymi do oceny przez Habilitanta.

Przedstawione przez Habilitanta informacje na temat Jego aktywności w zakresie współpracy międzynarodowej potwierdzają tę aktywność, ale jak dotychczas tylko w skali regionu (Ukraina i Rumunia). Wątpliwości budzi wybór Ukraińskiej Akademii Drukarstwa ze Lwowa (dwa 3-miesięczne staże, których efekty ograniczają się do wspólnych publikacji spoza obszaru zainteresowań naukowych Habilitanta). W przypadku współpracy z Narodowym Uniwersytetem Transportu Kolejowego z Dniepropietrowska nie wykazano konkretnych działań, ani efektów współpracy poza jedną wspólną publikacją i dwoma referatami konferencyjnymi. Habilitant nie przedstawił efektów stażu w Uniwersytecie w Cluj-Napoca ani nie scharakteryzował osiągnięć, będących efektem udziału w polsko-chińskim projekcie badawczym.

5. Ocena osiągnięć dydaktycznych

Za najistotniejsze spośród wskazanych w Autoreferacie osiągnięć dydaktycznych Habilitanta uważam:

- pierwsze miejsce w konkursie: Najlepszy Prowadzący na Kierunku Elektrotechnika w roku ak. 2018/2019, Wydziału Inżynierii Elektrycznej i Komputerowej Politechniki Krakowskiej (WIEiK);
- opracowanie 2 opinii dotyczących kursów e-learningowych;
- udział w spotkaniach popularyzujących trakcję elektryczną podczas prezentacji specjalności na spotkaniach dotyczących wyboru specjalności na kierunku Elektrotechnika;

- opracowanie i prowadzenie wykładów z przedmiotu *Układy elektryczne i elektroniczne w pojazdach szynowych* na studiach podyplomowych na Wydziale Mechanicznym PK;
- opracowanie materiałów e-learningowych do zajęć projektowych z przedmiotów: Układy elektromechaniczne, Maszyny elektryczne w napędach pojazdów;
- promotorstwo 7 prac dyplomowych magisterskich, w tym 3 nagrodzonych w ramach konkursu prac na Wydziale IEiK PK, promotorstwo dwóch prac w języku angielskim, realizowanych we współpracy z przemysłem,
- promotorstwo 5 prac dyplomowych inżynierskich;
- opracowanie recenzji 10 prac dyplomowych magisterskich i 11 inżynierskich;
- w roku akademickim 2019/2020 Habilitant był jednym z prowadzących wykład z przedmiotu *Electrical Machines and Drives* na studiach ERASMUS realizowanych na Wydziale IEiK PK.

Z przedstawionych w Autoreferacie informacji wynika ponadto, że Habilitant:

- jest promotorem pomocniczym dwóch doktorantów (p. mgr. inż. Bartosza Woszczyzny, temat rozprawy: *Indywidualne miękkie przełączanie tranzystorów w trójfazowym, trójpoziomym falowniku napięcia*, przewód doktorski otwarty 17.01.2018 r. oraz p. mgr. inż. Denysa Gutenko, temat rozprawy: *Koncepcja miękkiego chwytaka robota z wykorzystaniem cieczy i elastomerów o własnościach programowalnych*, w ramach Szkoły Doktorskiej PK);
- wykonywał obowiązki opiekuna naukowego pani dr inż. Zofii Wróbel, w ramach 3-miesięcznego stażu realizowanego przez p. Wróbel na WIEiK PK;
- kierował projektem w ramach programu Działalność statutowa dla młodych (DS-M), temat: „Zagadnienia modelowania wybranego zjawiska fizycznego przy wykorzystaniu metod sztucznej inteligencji”.

Przedstawione wyżej osiągnięcia dydaktyczne Habilitanta należy ocenić wysoko. Świadczą one o dużej aktywności i zaangażowaniu p. dr. Dudzika w tym obszarze działalności Politechniki Krakowskiej.

6. Osiągnięcia organizacyjne

Najistotniejsze spośród wykazanych w Autoreferacie osiągnięć organizacyjnych Habilitanta – to:

- reprezentowanie Wydziału Inżynierii Elektrycznej i Komputerowej w Komisji Dyscyplinarnej ds. Studentów PK, od 01.10.2018 do chwili obecnej;
- wykonywanie obowiązków koordynatora ds. technik kształcenia na odległość WIEiK PK, od 2017 do chwili obecnej;
- udział w pracach Wydziałowej Komisji Rekrutacyjnej WIEiK PK, członek komisji w roku 2016;
- opieka i nadzór nad zasobami laboratoryjnymi oraz udział w pracach związanych z uruchomieniem *Laboratorium Inteligentnego Sterowania w Budynkach*, 2019;
- sekretarz komisji podczas obrony pracy doktorskiej doktoranta mgr. inż. T. Makowskiego;
- organizator spotkania na WIEiK PK z Yoshihito IMAI, PhD Division Manager, Mitsubishi Electric Europe, podczas którego Habilitant wygłosił 2 referaty: *“Vector Control Traction Systems for the Asynchronous Machine”* oraz *“Analysis of Reduction Possibilities of Electromagnetic Torque’s Alternating Component in Vector-controlled ASM Engine for Traction Drives”* (16.07.2018 r.);
- pełnienie funkcji: *„Skaut technologiczny wydziału/dyscypliny”* (WIEiK PK) w ramach projektu *„DROGA do DOSKONAŁOŚCI - kompleksowy program wsparcia uczelni”*, realizowanego w ramach PO WER 2014- 2020 - od 01.10.2019 do chwili obecnej. W Autoreferacie przedstawiono szczegółowy zakres obowiązków, jakie powierzono dr. Dudzikowi w ramach projektu. Dotyczą one działań, ukierunkowanych na pozyskanie przez Politechnikę Krakowską usług badawczych na rzecz zewnętrznych podmiotów, prowadzących działalność gospodarczą.

Z opisu. Przedstawionego w Autoreferacie oraz z dołączonej do wniosku dokumentacji wynika, że Habilitant wykazuje się dużą aktywnością w zakresie działań organizacyjnych na rzecz Uczelni, w której jest zatrudniony.

7. Aktywność w zakresie konferencji naukowych

Habilitant wykazuje się bardzo dużą aktywnością w zakresie udziału w konferencjach naukowych. Z Autoreferatu wynika, że w ramach konferencji międzynarodowych wygłosił 11 referatów (10 razy samodzielnie i raz wspólnie z pozostałymi autorami), w ramach konferencji krajowych samodzielnie wygłosił 2 referaty. Był członkiem komitetów organizacyjnych konferencji międzynarodowych i krajowych:

- Komitetu Organizacyjnego III International Conference of Innovative Buildings "InBuild", która odbyła się w dniach 20- 22.11.2017 w Krakowie;
- członkiem Międzynarodowego Komitetu Sterującego Konferencji "21st International Conference on Research and Education in Mechatronics (REM), organizowanej przez Polskie Towarzystwo Elektrotechniki Teoretycznej i Stosowanej (PTEiTS) oraz Politechnikę Krakowską, która odbyła się w dniach 9-11.12.2020 w Krakowie;
- podczas konferencji SEMTRAK XVII (2016) oraz SEMTRAK XVIII (2016) pełnił funkcję tłumacza. Dwukrotnie pełnił funkcję współprzewodniczącego sesji podczas obrad konferencji:
- wspólnie z p. Dagmarą Meyer podczas konferencji 19th International Conference on Research and Education in Mechatronics (REM 2018), 7-8.06.2018, Delft, Niderlandy;
- wspólnie z p. Vasylem Chudymem, podczas III International Conference of Innovative Buildings "InBuild", 20-22.11.2017, Kraków.

8. Członkostwo w międzynarodowych i krajowych organizacjach oraz towarzystwach naukowych

Z informacji przedstawionych w Autoreferacie wynika, że Habilitant jest od roku 2013 członkiem Polskiego Towarzystwa Elektrotechniki Teoretycznej i Stosowanej (PTEiTS).

9. Osiągnięcia w zakresie popularyzacji nauki

Habilitant trzykrotnie uczestniczył w akcjach promocyjnych Politechniki Krakowskiej, udzielając zainteresowanym osobom informacji na temat studiów na kierunku Elektrotechnika (2017, 2018 i 2019). Ponadto podczas akcji promocyjnej organizowanej w roku 2019 Habilitant wygłosił prelekcję promującą kierunek Elektrotechnika.

Podsumowując ocenę aktywności badawczej, a także pozostałego dorobku naukowego i organizacyjnego dr. Marka Dudzika stwierdzam, że wykazane aktywności naukowe w więcej niż jednej uczelni i instytucji naukowej, w szczególności zagranicznej, a także przedstawione pozostałe osiągnięcia w zakresie dorobku naukowego i organizacyjnego odpowiadają wymaganiom określonym w ustawie z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2018 r. poz. 1668 ze zm.).

10. Podsumowanie i wniosek końcowy

Dr inż. Marek Dudzik wykazał się licznymi aktywnościami naukowymi w trakcie kariery naukowej, zapoczątkowanej uzyskaniem tytułu zawodowego magistra inżyniera w roku 2009 r. Zgromadzony dotychczas dorobek naukowy w postaci artykułów oryginalnych, opublikowanych w recenzowanych pismach o zasięgu międzynarodowym, jest jednak skromny. Jak już wspomniano wyżej cztery, wskazane przez Habilitanta artykuły naukowe, mają tylko pośredni związek z dyscypliną naukową Automatyka, elektronika i elektrotechnika, w dodatku stanowią one wynik zastosowania znanych metod obliczeniowych w zakresie oceny własności materiałów oraz w budownictwie. W tym kontekście próbę uzyskania przez dr. Marka Dudzika formalnej samodzielności naukowej w postaci stopnia naukowego doktora habilitowanego uważam za przedwczesną. Z uzyskaniem tego stopnia naukowego wiąże się szereg nowych zadań, w szczególności umiejętność i konieczność pozyskiwania środków na realizację prac badawczych. W tym względzie Habilitant nie wykazał doświadczenia, nie kierował bowiem dotąd grantem o charakterze naukowym, ani w nim nie uczestniczył. Trudno uznać za osiągnięcie tego rodzaju uznać zatrudnienie Habilitanta w latach 2019 – 2020 na stanowisku kierownika naukowego projektu zatytułowanego „Prace B+R nad opracowaniem systemu wczesnego



wykrywania niepożądanych trendów w technologii pomiarowej dla branży lotniczej" realizowanego w ramach działania RPO Województwa Podkarpackiego. Rola, jaką dr Dudzik pełni w opisanym wyżej projekcie polsko-chińskim nie została we wniosku precyzyjnie opisana. Na podstawie tytułu projektu można wywnioskować, że są to zagadnienia związane ze zrównoważonym budownictwem.

Wskazany brak doświadczenia nie stanowi przeszkody formalnej w uzyskaniu habilitacji, ale niewątpliwie zdobycie pierwszego grantu na wczesnym etapie kariery, zaraz po doktoracie, jest dużo łatwiejsze niż później, gdy od wnioskodawcy oczekuje się lepszych efektów naukowych (m.in. cytowań prac) niż te, na które wskazał Habilitant w analizie parametrycznej. Temu służą np. konkursy NCN, takie jak Sonatina czy Sonata, a także konkurs Lider, organizowany corocznie przez NCBiR, które umożliwiają pozyskanie środków na badania i na sfinansowanie rozwoju naukowego. Dzięki temu można wykonać pierwszy krok w kierunku rzeczywistej samodzielności naukowej. Drugą istotną kompetencją, której oczekuje się od doktora habilitowanego – to kierowanie rozwojem naukowym młodej kadry. W tym zakresie za pozytywny czynnik należy uznać objęcie przez p. dr. Dudzika funkcji promotora pomocniczego dwóch doktorantów. Niestety, również w tym przypadku daje się zaobserwować mnogość obszarów badawczych – tematy doktoratów są dość odległe od problematyki rozprawy doktorskiej, publikacji naukowych i projektu, w którym Habilitant uczestniczy.

Niezależnie od powyższych uwag, a jedynie w oparciu o ocenę osiągnięć naukowych, wskazanych przez Habilitanta jako przedmiot oceny uznaję, że nie stanowią one znacznego wkładu w rozwój dyscypliny Automatyka, elektronika i elektrotechnika, w rozumieniu wymagań określonych w ustawie z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2018 r. poz. 1668 ze zm.). W konkluzji, moja końcowa ocena, jako recenzenta w postępowaniu habilitacyjnym dr. inż. Marka Dudzika, jest negatywna.