

Warszawa, 20.01.2020r.

Dr hab. inż. Dominik Sierociuk, prof. uczelni
Wydział Elektryczny
Instytut Sterowania i Elektroniki Przemysłowej
Politechnika Warszawska
ul. Koszykowa 75
00-662 Warszawa

Recenzja

w postępowaniu habilitacyjnym Dr. inż. Ryszarda Kopki prowadzonym
przez Radę Naukowej Dyscypliny Automatyka, Elektronika i Elektrotechnika
Politechniki Opolskiej
dla uzyskania stopnia doktora habilitowanego w dyscyplinie Automatyka, Elektronika
i Elektrotechnika

1. Podstawa opracowania recenzji

Zgodnie z decyzją Centralnej Komisji ds. Stopni i Tytułów zawartej w piśmie nr BCK-VI-L-10116/2019, powierzającej mi funkcję recenzenta w postępowaniu o nadanie stopnia doktora habilitowanego doktorowi inż. Ryszardowi Kopce, otrzymałem od Przewodniczącego Rady Naukowej Dyscypliny Automatyka, Elektronika i Elektrotechnika Politechniki Opolskiej zestaw materiałów przygotowanych przez Habilitanta wraz z pismem zawierającym prośbę o recenzję nr RE00ST00-3/D/2019 z dnia 27.11.2019. Zestaw ten zawierał formularz wniosku Habilitanta o przeprowadzenie postępowania habilitacyjnego, odpis dyplomu uzyskania stopnia naukowego doktora, nadanego dnia 24 czerwca 2004 roku, monografię o tytule „Estymacja parametrów modeli niecałkowitego rzędu superkondensatorów i kondensatorów litowo-jonowych oraz sterowane minimalno-energetyczne procesem ich ładowania”, autoreferat w języku polskim i angielskim, wykaz opublikowanych prac naukowych lub twórczych prac zawodowych oraz informacje o osiągnięciach dydaktycznych, współpracy z instytucjami naukowymi i o działalności popularyzującej naukę.

Ze względu na to, iż postępowanie habilitacyjne zostało wszczęte przed wejściem w życie Ustawy Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz.U. z dnia 30 sierpnia 2018 r. Poz. 1669), w związku z Art. 179. Ust. 1 tej ustawy, recenzja została opracowana zgodnie z art. 16 ust. 1 i 2 *Ustawy o stopniach i tytule naukowym oraz stopniach i tytule w zakresie sztuki* z dnia 14 marca 2003 r. wraz z późniejszymi zmianami (tekst ujednolicony opracowany na podstawie Dz. U. z 2017 r. poz. 1789.), z art. 95 pkt 1 Ustawy z dnia 21 lutego 2019 r. o Sieci Badawczej Łukasiewicz (Dz. U. z 2019 r. poz. 534), w tym ocenę osiągnięcia naukowego i ocenę istotnej aktywności dokonano zgodnie z kryteriami zawartymi w Rozporządzeniu Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 1 września 2011r. w sprawie kryteriów oceny osiągnięć osoby ubiegającej się o nadanie doktora habilitowanego (Dz.U. z dnia 1 września 2011r., nr 196, poz. 1165).



Jako swoje osiągnięcie naukowe Habilitant przedstawił monografię o tytule „Estymacja parametrów modeli niecałkowitego rzędu superkondensatorów i kondensatorów litowo-jonowych oraz sterowane minimalno-energetyczne procesem ich ładowania” wydaną przez Wydawnictwo Politechniki Opolskiej w serii Studia i Monografie z. 510.

Ocena osiągnięcia naukowego – dzieło opublikowane w całości

Przedstawionym przez Habilitanta osiągnięciem naukowym, analizowanym w tej recenzji, jest monografia w postaci dzieła opublikowanego w całości o tytule „Estymacja parametrów modeli niecałkowitego rzędu superkondensatorów i kondensatorów litowo-jonowych oraz sterowane minimalno-energetyczne procesem ich ładowania”.

We wniosku Habilitanta można wyróżnić następujące grupy osiągnięć naukowych:

- 1) Modelowanie dynamiki ultrakondensatorów z użyciem rachunku różniczkowego niecałkowitego rzędu.
- 2) Sterowanie minimalno-energetyczne układu z ultrakondensatorem

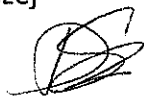
Odnosnie do **modelowania dynamiki ultrakondensatorów** Habilitant przedstawił szereg wyników eksperymentalnych modelowania różnego typu ultrakondensatorów, używając przy tym modelu opartego o element całkujący niecałkowitego rzędu. Dla wykonania badań eksperymentalnych konieczne było wykonanie dwóch stanowisk pomiarowych. Habilitant opisuje budowę tych stanowisk, natomiast w swojej monografii powołuje się przy tym na swoją współautorską pracę, co znacząco utrudnia uznanie tych konstrukcji jako autorskich rozwiązań Habilitanta. Jedno z tych stanowisk, które ma ograniczoną wydajność prądową (do badania ultrakondensatorów o pojemności do 1000F), umożliwiała zadawanie wymuszeń napięciowych, drugie stanowisko natomiast, o zdecydowanie wyższych możliwościach generowania prądu, umożliwiło badanie ultrakondensatorów o wyższych pojemnościach przy zadawaniu wymuszeń prądowych. Habilitant dokonał modelowania wybranych ultrakondensatorów dla różnych warunków przeprowadzania eksperymentu identyfikacyjnego. Wszystkie te badania opierały się na dopasowaniu odpowiedzi czasowej dla skokowego charakteru sygnału wymuszającego poprzez wykorzystanie numerycznej procedury optymalizacyjnej *fmincon* z pakietu Matlab. Rezystancja wewnętrzna ultrakondensatorów była wyznaczana natomiast ze spadku napięcia przy początkowym skoku podczas cyklu ładowania czy rozładowywania. Za szczególnie ważne wyniki uważam analizę estymowanych parametrów ultrakondensatorów w zależności od tego, czy dane pochodziły z procesu ładowania, czy rozładowywania. Otrzymane wyniki pokazały dość znaczne rozbieżności pomiędzy parametrami otrzymanymi dla ładowania i rozładowywania ultrakondensatorów. Dla przykładu, rząd członu całkującego wyestymowany dla ultrakondensatora 3000F i procesu ładowania wyniósł 0.857, natomiast dla procesu rozładowania 1.123. Parametry pojemności zastępczej (ułamkowego rzędu) także znacząco się różniły, odpowiednio 1678 i 4768 dla ładowania i rozładowania. Kolejne wyniki pokazały także zależność estymowanych parametrów od wartości zastosowanego wymuszenia napięciowego. Co ciekawe, wyniki dla procesu ładowania okazały się bardziej wrażliwe na zmianę wartości wymuszenia niż dla przypadku procesu rozładowywania. Tyczyło się to



zarówno wyników estymacji rzędu, jak i pojemności zastępczej niecałkowitego rzędu. Podobne zachowanie, jakie zostało pokazane w monografii Habilitanta, występowało także dla przypadku zmiany wymuszenia prądowego dla ultrakondensatorów o większych pojemnościach. Natomiast dla takiego przypadku szczególnie zmiana rzędu modelu nie była znacząca.

Następnymi eksperymentami opisanymi w monografii były badania w komorze klimatycznej, a mające na celu pokazanie wpływu temperatury na otrzymane parametry identyfikacji założonego modelu. Otrzymane wyniki pokazały dużą zależność estymowanych parametrów od temperatury, a w większości przypadków zależności te dały się bardzo dobrze zamodelować funkcją liniową. Z jednej strony, wszystkie otrzymane wyniki są bardzo interesujące i oryginalne, z drugiej strony natomiast rodzi się pytanie, czy aby przyjęty model jest dobrze wybrany. W literaturze opisanych jest wiele bardziej lub mniej złożonych modeli ultrakondensatorów jak Quintana, Davidsona-Cole'a czy model oparty o dyfuzji anomalnej. Habilitant nie przedstawia dogłębnej analizy, dlaczego akurat taki model powinien być wybrany. Co więcej, jak pokazano w literaturze np.: J.J. Quintana, A. Ramos, and I. Nuez. Identification of the fractional impedance of ultracapacitors. In IFAC Workshop FDA. IFAC, 2006, przyjęty przez Habilitanta model może dobrze opisać dynamikę ultrakondensatora tylko dla wysokich albo niskich częstotliwości, nie można więc oczekiwać, że będzie poprawnie opisywać pełną dynamikę ultrakondensatora. Szkoda więc, że Habilitant nie przeprowadził analizy porównawczej z innymi typami modeli, aby stwierdzić, czy zaobserwowane zależności nie są spowodowane przyjęciem bardzo uproszczonego modelu. Habilitant w swojej monografii przedstawia także wyniki modelowania dla ultrakondensatorów litowo-jonowych drugiej i trzeciej generacji, a otrzymane oryginalne wyniki pokazują, że ich dynamika jest znacznie bardziej złożona i potrzebuje bardziej złożonych modeli. Dla modelowania ultrakondensatora trzeciej generacji Habilitant zaproponował model o parametrach zależnych od przedziału napięciowego, w którym aktualnie pracuje ultrakondensator.

Odnosnie do **sterowania minimalno-energetycznego układu z ultrakondensatorem** Habilitant przeprowadził szereg badań eksperymentalnych nad zastosowaniem znanego algorytmu sterowania z minimalną energią dyskretnych układów niecałkowitego rzędu do optymalizacji procesu ładowania ultrakondensatorów. Habilitant przeprowadził przy tym analizę bilansu energetycznego ładowania i rozładowywania ultrakondensatorów, która potwierdziła zaobserwowaną wcześniej różnicę pomiędzy dynamiką procesu ładowania i rozładowywania ultrakondensatora. Habilitant poprawnie zastosował algorytm sterowania minimalno-energetycznego zarówno do sytuacji układu ze sterowaniem napięciowym jak i prądowym. Przedstawił także oryginalne wyniki badań eksperymentalnych dla tych obydwu przypadków, choć szkoda, że bez dogłębnej analizy z energetycznego punktu widzenia. Dodatkowo, Habilitant przedstawił wyniki zastosowania tego algorytmu do układów złożonych, a w tym przypadku dwóch ultrakondensatorów połączonych równolegle i modelowanych układami całkującymi o różnych rzędach. W wyniku modelowania otrzymany został dyskretny układ niewspółmierny o różnych rzędach dwóch równań stanu. Algorytm ten został zastosowany zarówno dla układu ze sterowaniem napięciowym (ultrakondensatory o mniejszej pojemności), jak i ze sterowaniem prądowym (ultrakondensatory o większej



pojemności), a także dla układów z modelami przełączalnymi oraz ultrakondensatorów litowo-jonowych drugiej i trzeciej generacji.

Tematyka przedstawionej przez Habilitanta monografii dotyczy modelowania i sterowania optymalnego ultrakondensatorów. Elementy te, ze względu na swoje własności, będą coraz szerzej używane w samochodach elektrycznych i przemyśle. Z tego powodu tematykę podjętą przez Habilitanta oceniam jako bardzo aktualną. Za szczególnie aktualne uważam badania nowych generacji ultrakondensatorów litowo-jonowych. Biorąc także pod uwagę, że artykuły Habilitanta umieszczone w bazie WoS, a dotyczące tej samej tematyki, posiadają już kilka cytowań i to zarówno przez autorów krajowych jak i zagranicznych, można stwierdzić, że wyniki otrzymane przez Habilitanta zostały uznane przez środowisko naukowe za ważne. Można więc stwierdzić, że osiągnięcia naukowe Habilitanta w pozytywny sposób wpłynęły na rozwój dyscypliny naukowej Automatyka i Robotyka należącej do nowej dyscypliny naukowej Automatyka, Elektronika i Elektrotechnika. Co więcej, badania przeprowadzone przez Habilitanta zawierały w sobie elementy zarówno Automatyki, jak i Elektroniki czy Elektrotechniki, w związku z czym zdecydowanie odpowiadają nowej dyscyplinie naukowej Automatyka, Elektronika i Elektrotechnika.

2. Istotna aktywność naukowa habilitanta

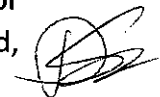
W tej części recenzji ocenie podlegają osiągnięcia wymienione w paragrafach 3 i 4 Rozporządzenia Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 1.09.2011r. w sprawie kryteriów oceny osiągnięć osoby ubiegającej się o nadanie stopnia naukowego doktora habilitowanego.

2.1 Ocena pozostałego dorobku naukowego

Habilitant w swoim wykazie prac nie wchodzących w skład głównego osiągnięcia naukowego podaje cztery artykuły znajdujące się w bazie JCR. Ich sumaryczny IF równy jest 7,601, przy czym najwyżej punktowane są dwa artykuły, których Habilitant jest jedynym autorem (sumaryczny IF 6,682). Tematyka tych artykułów jest ściśle powiązana z modelowaniem ultrakondensatorów oraz estymacji energii w nich zgromadzonej, czyli tematyką osiągnięcia głównego.

Habilitant jest także autorem bądź współautorem 8 artykułów w czasopismach spoza bazy JCR oraz 18 artykułów będących rozdziałami w monografiach oraz 10 publikacji w materiałach konferencyjnych. Tematyka tych prac jest już dużo bardziej zróżnicowana, poza tematyką zbliżoną do osiągnięcia głównego można wskazać zagadnienia fault detection, oceny niezawodności czy bezpieczeństwa oraz kompatybilności elektromagnetycznej (w tym skuteczności ekranowania złącz teleinformatycznych). Dorobek ten pokazuje więc dość szeroki krąg zainteresowań naukowych prezentowany przez Habilitanta.

W swoim wniosku Habilitant pokazuje, że liczba cytowań Jego prac w bazie WoS równa była 13, przy czym bez autocytowań równa była 8, natomiast w bazie Scopus odpowiednio 19 i 11. W czasie pisania recenzji wyniki dla bazy WoS były już równe odpowiednio 30(15 bez autocytowań). Na szczególną uwagę zwraca fakt, że duża część cytowań dotyczy artykułów tematycznie ściśle powiązanych z osiągnięciem głównym, co pokazuje na dobry wybór prezentowania tego osiągnięcia we wniosku Habilitanta. Co więcej, artykuł Kopka Ryszard,



Estimation of Supercapacitor Energy Storage Based on Fractional Differential Equations, NANOSCALE RESEARCH LETTERS, posiada w większości cytowania różnych autorów zagranicznych, co pokazuje, że osiągnięcia Habilitanta zostały zauważone nie tylko w kraju, ale także za granicą. Indeks Hirscha podany przez Habilitanta to odpowiednio 2 i 3 dla baz WoS i Scopus. Natomiast w czasie pisania recenzji dla bazy WoS był już równy 3.

Habilitant jest autorem bądź współautorem 7 zarejestrowanych zgłoszeń patentowych, z czego jak dotąd 6 zostało zakończonych przyznaniem patentu. Patenty te są tematycznie połączone z aktywnością naukową Habilitanta. Dla przykładu Patent nr PL230965 dotyczy układu do ładowania i rozładowywania kondensatorów (superkondensatorów) w zasobniku energii elektrycznej, czyli tematyki ściśle związanej z głównym osiągnięciem naukowym Habilitanta. Innym przykładem niech będą patenty nr PL228783 i PL230919 dotyczące układu do testowania złącz teleinformatycznych, czyli tematyki części prac z pozostałego dorobku Habilitanta. Należy przy tym zaznaczyć, że biorąc pod uwagę ilość patentów, jak i ich tematykę należy stwierdzić, że stanowią znaczne uzupełnienie dorobku naukowego Habilitanta.

2.2 Ocena działalności w ramach projektów badawczych

Habilitant, niestety, nie był ani wykonawcą, ani nie kierował krajowymi lub międzynarodowymi projektami badawczymi. Z jednej strony brak takiego zaangażowania należałoby oceniać negatywnie, z drugiej strony należałoby docenić, że pomimo braku zewnętrznego wsparcia finansowego Habilitant był w stanie zaplanować, wykonać i opisać szereg badań eksperymentalnych, które wymagały użycia specjalistycznego sprzętu.

Brak udziału w projektach badawczych kompensuje nieznacznie fakt udziału i kierowania w trzech zleconych pracach badawczo-usługowych. Jedna z prac dotyczyła systemu zbierania, przetwarzania i archiwizacji danych z cyfrowych przyrządów pomiarowych używanych przy procedurze kontroli procesu produkcyjnego. Kolejne dwa projekty dotyczyły opracowania koncepcji, wykonania oprogramowania automatyki i wizualizacji dla systemu oceny niezawodności sond hydrostatycznych do pomiaru poziomu paliwa. Habilitant nie podał informacji o wartościach tych projektów.

2.3 Ocena innych działań wspierających badania, w tym współpracy międzynarodowej

Habilitant nie odbywał żadnych staży zagranicznych, a większość Jego wystąpień konferencyjnych miało miejsce na konferencjach odbywających się w kraju. Nie należy także do żadnej naukowej organizacji międzynarodowej. Habilitant wykonał natomiast 4 recenzje dla czasopism znajdujących się w bazie JCR, 3 recenzje artykułów konferencyjnych oraz dwóch dla czasopisma krajowego. Realizację współpracy międzynarodowej przez Habilitanta należy więc uznać za bardzo ograniczoną.

Habilitant jest członkiem czterech organizacji bądź towarzystw: Komisji Metrologii PAN, Komisji Elektroniki PAN, Polski Komitet Oświatleniowy, Polskie Towarzystwo Bezpieczeństwa i Niezawodności, przy czym w obu komisjach PAN wykazuje swoją aktywność poprzez przedstawianie referatów na spotkaniach tych komisji. Na Komisji Metrologii PAN przedstawiał referaty sześciokrotnie, natomiast na Komisji Elektroniki PAN przedstawiał



czterokrotnie. Aktywność Habilitanta w zakresie uczestnictwa w organizacjach krajowych należałoby ocenić jak najbardziej pozytywnie, aczkolwiek bardzo brakuje zaangażowania Habilitanta w organizacje o zasięgu międzynarodowym.

2.4 Ocena dorobku dydaktycznego i popularyzatorskiego

Habilitant był promotorem 30 prac magisterskich i 60 inżynierskich, natomiast, niestety, nie pełnił roli opiekuna naukowego lub promotora pomocniczego przy opiece nad doktorantami. Prowadził także szereg zajęć dydaktycznych na kierunkach Elektronika i Telekomunikacja, Automatyka i Robotyka, Elektrotechnika oraz Informatyka, natomiast nie przedstawił informacji o działalności z zakresu kreowania dydaktyki (jak organizacja nowych przedmiotów, nowych materiałów dydaktycznych etc.). W 2013 roku otrzymał nagrodę zespołową III stopnia Rektora Politechniki Opolskiej za osiągnięcia dydaktyczne.

Dla popularyzacji nauki Habilitant brał udział we współorganizowanym przez swoją uczelnię Festiwalu Nauki (w edycjach 2007 i 2008), gdzie prowadził pokazy i warsztaty związane z transmisją światłowodową i bezpieczeństwem funkcjonalnym procesów przemysłowych oraz w prezentacjach i pokazach w ramach dni otwartych na swoim Wydziale. Wyżej wymienione działalności można uznać za spełnienie tego kryterium.

Wnioski końcowe

Podsumowując powyższy opis szczegółowy stwierdzam, że dr inż. Ryszard Kopka przedstawił osiągnięcia naukowe, w rozumieniu ustawy z dnia 18 marca 2011 o zmianie ustawy – prawo o szkolnictwie wyższym, ustawy o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki oraz o zmianie niektórych innych ustaw –Dz.U. 2011 nr 84 poz. 455, Rozporządzenia Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 1 września 2011 r. w sprawie kryteriów oceny osiągnięć osoby ubiegającej się o nadanie stopnia doktora habilitowanego –Dz.U. 2011 nr 196 poz., 1165, stanowiące znaczący wkład dziedzinie Nauk Inżynieryjno-Technicznych dyscyplinie naukowej Automatyka, Elektronika i Elektrotechnika.

Ponadto, pozostały dorobek Habilitanta określony w Rozporządzeniu Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego, Dziennik Ustaw Nr 196, poz. 1165 z dnia 1 września 2011 r. dla osób ubiegających się o nadanie stopnia doktora habilitowanego w obszarze nauk technicznych w tym dorobek dydaktyczny, organizacyjny oraz w zakresie popularyzacji wiedzy po uzyskaniu przez Niego stopnia doktora oceniam w pozytywnie, z zastrzeżeniem, że wniosek Habilitanta byłby pełniejszy, gdyby zawierał elementy takie jak: pełnienie roli opiekuna naukowego lub promotora pomocniczego przy opiece nad doktorantami, odbycie stażu zagranicznego, kierowanie badawczymi projektami krajowymi bądź międzynarodowymi.

W świetle powyższego wnoszę o dalsze procedowanie wniosku o nadanie dr inż. Ryszardowi Kopce stopnia naukowego doktora habilitowanego w dziedzinie Nauk Inżynieryjno-Technicznych i dyscyplinie naukowej Automatyka, Elektronika i Elektrotechnika.

