

Gdańsk, 08.04.2019r.

Prof. dr hab. inż. Zbigniew Lubośny
Politechnika Gdańska
Wydział Elektrotechniki i Automatyki
Katedra Elektroenergetyki

Opinia dorobku naukowego, dydaktycznego i aktywności naukowej
dra inż. Pawła Pijarskiego
adiunkta na Wydziale Elektrotechniki i Informatyki Politechniki Lubelskiej
w związku z postępowaniem w sprawie nadania stopnia naukowego doktora habilitowanego

Podstawa formalna wykonania recenzji:

Niniejsza recenzja została wykonana na zlecenie Dziekana Wydziału Elektrotechniki i Informatyki Politechniki Lubelskiej, prof. dr hab. inż. Henryki D. Stryczewskiej, pismo E/Hab-26-2019/74/2019 z dnia 6 marca 2019 roku, zgodnie z decyzją Centralnej Komisji do Spraw Stopni i Tytułów Naukowych nr BCK-VI-L-6057/19 z dnia 8.02.2019 roku o powołaniu recenzentów w postępowaniu dotyczącym wniosku dra inż. Pawła Pijarskiego.

Informacje ogólne o kandydacie

Dr inż. Paweł Pijarski jest absolwentem Politechniki Lubelskiej, Wydziału Elektrotechniki i Informatyki, kierunku Elektrotechnika, który ukończył w 2014 roku, z wynikiem bardzo dobry.

Jest równocześnie doktorem nauk technicznych. Stopień naukowy doktora nauk technicznych uzyskał w Politechnice Lubelskiej w 2012 roku za pracę pt. „Algorytm dynamicznego dopasowania poziomu mocy generowanej do możliwości przesyłowych linii elektroenergetycznych”. Rozprawa doktorska została wyróżniona przez Radę Wydziału Elektrotechniki i Informatyki Politechniki Lubelskiej.

Zainteresowania zawodowe i naukowe dra inż. Pawła Pijarskiego są związane z zagadnieniami optymalizacji w elektroenergetyce. Przy czym zakres tematyczny optymalizowanych problemów jest bardzo szeroki.

1. Ocena osiągnięcia naukowego

Wskazany przez Wnioskującego osiągnięciem naukowym jest monografia pt. „*Optymalizacja heurystyczna w ocenie warunków pracy i planowania rozwoju systemu elektroenergetycznego*”. Monografia została wydana przez Wydawnictwo Politechniki Lubelskiej w serii Monografie – Politechnika Lubelska w roku 2019, ISBN 978-83-7947-349-6. Liczy ona, wraz z załącznikami, 203 strony. Treść rozprawy podzielona została na 14 rozdziałów. *Wstęp* oraz *Podsumowanie* stanowią oddzielne rozdziały. Bibliografia liczy 244 pozycje. Ponad 160 z cytowanych publikacji ukazało się XXI wieku.

Na podkreślenie zasługuje wyjątkowo wysoka jakość edytorska monografii.

Aktualność i ważność tematyki

Praca poświęcona jest metodzie optymalizacji i jej zastosowaniu (jak wynika z tytułu monografii) w ocenie warunków pracy i planowaniu rozwoju systemu elektroenergetycznego.

Zmiany zachodzące w systemach elektroenergetycznych, a w tym zmiany strukturalne w zakresie technologii, lokalizacji i mocy znamionowych źródeł energii elektrycznej, jak również rozwój systemów automatyki i sterowania, powodują, że optymalne prowadzenie ruchu, włączając w to konfigurację systemu elektroenergetycznego staje się zagadnieniem coraz bardziej złożonym. Recenzowana monografia lokuje się

w obszarze poszukiwania metod wspomagania rozwiązywania problemów systemów elektroenergetycznych. Do metod tych, w sposób naturalny należą metody optymalizacji, a to oznacza, że recenzowana monografia doskonale wpisuje się w potrzeby współczesnych systemów elektroenergetycznych.

Tym samym, z całym przekonaniem, można stwierdzić, że tematyka pracy podjęta przez Habilitanta jest aktualna i ważna dla szeroko pojętych systemów elektroenergetycznych.

Ocena merytoryczna

Treści zawarte w monografii można podzielić następująco:

- propozycja algorytmu optymalizacji wraz z dowodem jego efektywności (rozdziały 3, 4, 5),
- prezentacja rozwiązania kilku problemów związanych z elektroenergetyką (rozdziały od 7 do 14).

Rozdziały 2 i 6 stanowią wprowadzenie do tych dwóch grup zagadnień.

Propozycja algorytmu optymalizacji

Opis algorytmu optymalizacji, zawarty w rozdziale 3, autor buduje w oparciu o równania opisujące rzut ukośny w ośrodku bez oporu powietrza oraz z oporem. Autor nawiązuje przy tym do problemu artylerzysty, tj. strzału z armaty. Z tym wiąże się nazwa zaproponowanej metody, tj. metoda optymalizacji heurystycznej – Algorytm Innowacyjnego Artylerzysty.

W oparciu o równanie rzutu ukośnego Habilitant opisuje wpływ kąta rzutu ukośnego (strzału) na zdolność do celnego trafienia, co w przełożeniu na algorytm ma odpowiadać znalezieniu zbioru wartości parametrów optymalizujących daną funkcję celu (punkt optymalny). Habilitant podaje tu, zasadniczy dla proponowanego algorytmu optymalizacji, sposób obliczania wartości poszukiwanych parametrów w danym kroku optymalizacji. Różnica pomiędzy znanymi metodami optymalizacji a proponowaną przez Habilitanta polega na obliczaniu nowych wartości poszukiwanych parametrów przez przemnożenie ich wartości, uzyskanych w poprzednim kroku, przez współczynniki korekcyjne. Każdy parametr ze zbioru parametrów optymalizowanych mnożony jest przez dwa współczynniki korekcyjne. Współczynniki te obliczane są z wykorzystaniem, zaproponowanych przez autora, funkcji, których argumentami są pewne kąty – nawiązując do nazwy algorytmu, są to kąty strzału.

Opis algorytmu przedstawiony w rozdziale 3.3.3 jest niestety dość ogólny. Opis ten nie określa związku tego algorytmu z równaniami rzutu ukośnego, dyskutowanymi wcześniej. Czytelnik po zapoznaniu się z rozdziałami 3.3.1 i 3.3.2 spodziewa się związku przedstawionych tam rozważań z proponowanym algorytmem. Okazuje się, że związek ten właściwie nie występuje a przynajmniej jest dość luźny. Jak wynika – niestety nie z opisu algorytmu zawartego w monografii – a z wymiany korespondencji z autorem, algorytm opiera się na losowaniu kątów z pewnego zdefiniowanego przedziału (który może być zawężany w kolejnych krokach optymalizacji). Kąty te są argumentami funkcji korekcyjnych. Wymaganiem stawianym funkcjom korekcyjnym jest ich zbieżność do jedynki dla kątów dążących do zera. Teoretyczna zasadność doboru funkcji korekcyjnej, poza koniecznością zbieżnością do jedynki, nie została jednak przez Habilitanta określona.

Algorytm optymalizacji opiera się zatem na wylosowaniu pewnej liczby kątów dla pewnej liczby funkcji korekcyjnych związanych z pewną liczbą parametrów optymalizowanych oraz dla pewnej liczby zbiorów parametrów optymalizowanych. Stosując nomenklaturę monografii, tą pewną liczbę zbiorów parametrów optymalizowanych możemy zdefiniować jako liczbę dział w danym kroku optymalizacji, gdzie każde z dział może oddać pewną liczbę strzałów, tj. wygenerować pewną liczbę zbiorów parametrów optymalizowanych w kolejnym kroku.

Dyskutując związek nazwy algorytmu z jego realizacją można (prowokująco) powiedzieć, że algorytm ten równie zasadnie można nazwać, np. algorytmem innowacyjnego ogrodnika podlewającego działkę. W

tym bowiem przypadku krople wody, w strumieniu kierowanym przez ogrodnika, padając na ziemię, mogą odpowiadać „strzałom”. A nieco drżące ręce ogrodnika mogą definiować rozkład kątów pod którymi kierowany jest strumień wody.

O ile powyższe nie ma istotnego znaczenia dla jakości monografii to elementem brakującym jest jednak brak dyskusji algorytmu. Z jednej strony, ze względu na losowość generowania nowych wartości kątów, analiza teoretyczna musi być ograniczona. Z drugiej jednak jest on możliwa i wnikliwy czytelnik takowej oczekuje. W ramach dyskusji algorytmu autor powinien odnieść się do:

- Ograniczeń algorytmu. Przykładowo, w przypadku proponowanego algorytmu, gdzie nowa wartość optymalizowanego parametru obliczana jest przez przemnożenie wartości z poprzedniego kroku przez pewien współczynnik można spodziewać się możliwe jest utknięcie lub przynajmniej spowolnienia algorytmu dla optymalizowanych parametrów równych zero lub bliskich zero. Teoretycznie możliwe jest wyzerowanie optymalizowanego parametru i utknięcie algorytmu do chwili gdy jako wynik kolejnego strzału nie zostanie znaleziony zbiór parametrów optymalizowanych charakteryzujących się mniejszą niż dotychczasowa wartością funkcji celu.
- Szybkości zbieżności do punktu optymalnego. Długość kroku określa tu iloczyn funkcji korekcyjnych. W proponowanym przypadku jest to iloczyn liczby z przedziału $\langle 0...1 \rangle$ i liczby z przedziału $\langle 1, \infty \rangle$. Wskazanym w monografii wymogiem co do tych funkcji jest ich zbieżność do jedynki dla argumentu dążącego do zera. Ciekawa byłaby dyskusja dotycząca wpływu rodzaju/typu funkcji na efektywność algorytmu.
- Efektywności algorytmu. Jedną z miar efektywności algorytmu optymalizacji jest liczba kroków jakie należy wykonać aby znaleźć rozwiązanie optymalne. W przypadku zbioru optymalizowanych parametrów wyrażonych jako zbiory wartości o ograniczonej liczności efektywność można określić jako iloraz liczby wykonanych kroków, a w przypadku algorytmu jak rozważany, liczby obliczeń funkcji celu, do liczby punktów definiujących przestrzeń określoną przez parametry, tj. iloczyn liczby wartości poszczególnych parametrów. A w przypadku przestrzeni ciągłej tylko na liczbie obliczeń funkcji celu. Istotne jest to, że liczba ta dla różnych algorytmów optymalizacji, nie zawsze odpowiada liczbie iteracji.

Dowód efektywności zawarty algorytmu w monografii ma postać przeliczenia dużej liczby tzw. funkcji testowych o znanych kształtach a następnie dużej liczby przykładów związanych z elektroenergetyką. Jednak w monografii w częściach, w których przedstawiane są przykłady rozwiązywania problemów optymalizacji, liczba „strzałów” oddawanych z danej lokalizacji oraz liczba punktów z których strzały są oddawane nie jest określona, a to iloczyn tych liczb daje wyobrażenie o liczbie obliczeń funkcji celu, które należy wykonać w danym kroku optymalizacji. Warto zauważyć, że w przypadku, np. funkcji celu obliczanych z odpowiedzi czasowej modelu systemu dynamicznego, czas uzyskania tej odpowiedzi może być kluczowy dla procesu (czasu) optymalizacji i tym samym krytyczny dla zasadności stosowania danej metody optymalizacji.

Pomimo powyższych uwag uważam, że efektywność algorytmu została udowodniona, a tą część monografii należy ocenić wysoko. Uważam równocześnie, że jednym z kierunków dalszych działań naukowych Habilitanta powinno być uzasadnienie teoretyczne efektywności proponowanego algorytmu.

Rozwiązania problemów związanych z elektroenergetyką

Rozwiązania przykładowych problemów optymalizacyjnych związanych z projektowaniem i optymalizacją pracy systemów elektroenergetycznych (rozdziały od 7 do 14) przy wykorzystaniu zaproponowanego algorytmu optymalizacji nie budzą wątpliwości co do jakości naukowej. Zagadnienia optymalizacji prezentowane w monografii sformalizowane są w sposób precyzyjny w sensie inżynierskim i naukowym. Tema-



tyka dyskutowana w tej części monografii jest bardzo szeroka. Świadczy to o bardzo dobrej znajomości systemu elektroenergetycznego przez Habilitanta. Można stwierdzić, że Habilitant w sposób bardzo sprawny porusza się w prezentowanych w monografii zagadnieniach. Tą część monografii oceniam bardzo wysoko.

2. Ocena istotnej działalności naukowej

Dr inż. Paweł Pijarski jest autorem i współautorem 51 publikacji naukowych, 10 sprawozdań z realizacji 2 projektów badawczych i celowych finansowanych przez NCBiR (N R01 0021 06/2009, GE-KON1/02/214108/19/2014) oraz 83 sprawozdań z realizowanych prac wdrożeniowych, analiz technicznych i raportów.

Po uzyskaniu stopnia naukowego doktora, jest on współautorem 8 monografii, oraz jednej jako autor monografii podlegającej recenzji w przewodzie habilitacyjnym. Ponadto jako redaktor, wraz z P. Poleckim, opracował 2 prace zbiorowe o charakterze monograficznym. Udział Habilitanta w monografiach wydanych przez Wydawnictwo Politechniki Lubelskiej jest duży i równy po 60%.

Habilitant jest również współautorem 3 publikacji z bazy *Journal Citation Reports* (JCR), w tym 2 publikacji w czasopiśmie o zasięgu międzynarodowym i 1 publikacji w czasopiśmie krajowym (*Przegląd Elektrotechniczny*). Na podkreślenie zasługuje tu udział Habilitanta w tych trzech publikacjach, równy po 90% w każdej.

Ponadto, dr inż. Paweł Pijarski jest współautorem 16 artykułów opublikowanych w czasopiśmie o zasięgu krajowym (bez wspomnianych powyżej publikacji JCR) oraz współautorem 18 referatów konferencyjnych (3 z konferencji międzynarodowych). Wyraźny wzrost aktywności publikacyjnej Kandydata nastąpił po roku 2014.

H-index Habilitanta według bazy *Web of Science* na dzień 22.12.2018 r. jest równy 5 (54 cytowania bez autocytowań) a według bazy Scopus H-index jest równy również 4 (37 cytowań bez autocytowań). Równocześnie jednak według bazy Google Scholar H-index jest równy 9 (194 cytowania), a według ResearchGate 5 (146 cytowań bez autocytowań).

Dorobek publikacyjny wyrażony liczbą publikacji oraz powyżej podanymi wskaźnikami bibliograficznymi, a w tym sumarycznym *impact factorem* równym 1,809+1,728, osoby działającej naukowo w Polsce w obszarze elektroenergetyki, poza energoelektroniką, należy uznać za dobry z punktu widzenia ubiegania się o stopień naukowy doktora habilitowanego.

Współpraca z przemysłem

Współpraca dra inż. Pawła Pijarskiego z przemysłem realizowana była w formie różnego rodzaju prac badawczych, zlecanych przez instytucje zewnętrzne. Habilitant od lat współpracuje z PTPIREE, PGE Dystrybucja S.A., SCR Energetyka, PSEW, Tergo Power Lublin, ABB (prace dotyczące farm wiatrowych, a w tym FE Lotnisko, FW Radzyń Chełmiński). Głównym obszarem współpracy są analizy pracy sieci elektroenergetycznych.

Powyższe należy uznać za właściwą drogę rozwoju naukowego a uzyskane efekty współpracy, w tym rozpoznawalność w środowisku zawodowym, należy uznać za znaczące.

Dorobek dydaktyczny i organizacyjny

Dr inż. Paweł Pijarski jest doświadczonym nauczycielem akademickim. Prowadził różne formy zajęć dydaktycznych, tj. wykłady, ćwiczenia, laboratoria i projekt, z przedmiotów związanych z elektrotechniką, elektroenergetyką i trakcją elektryczną.

Aktywnie uczestniczy w rozwoju własnego Wydziału (członek Wydziałowej Komisji Rekrutacyjnej) oraz aktywnie uczestniczył w organizacji wielu konferencji naukowych (członek komitetu organizacyjnego Konferencji Rynek Energii Elektrycznej).



Habilitant jest promotorem 12 prac dyplomowych magisterskich, 11 prac dyplomowych inżynierskich oraz 2 prac podyplomowych. Pełni również funkcję promotora pomocniczego w jednym przewodzie doktorskim. Dorobek ten należy uznać również za typowy, tj. współgrający z czasem pracy w uczelni technicznej i pozytywnym zaangażowaniem w działalność dydaktyczną.

Ocena dorobku dra inż. Pawła Pijarskiego

Dr inż. Paweł Pijarski jest nauczycielem akademickim i naukowcem, posiadającym duże doświadczenie dydaktyczne, organizacyjne i naukowe. Jego działalność naukową po uzyskaniu stopnia naukowego doktora, należy uznać za zadowalającą i dobrze rokującą (ze względu na trend publikacyjny) dla rozwoju własnego oraz dla rozwoju instytucji w której jest zatrudniony. Na uznanie zasługuje jego współpraca z otoczeniem przemysłowym.

3. Konkluzja końcowa

Podsumowując powyższe, pomimo przedstawionych uwag, stwierdzam, że monografia przedstawiona do oceny stanowi ważny wkład Habilitanta w rozwój metod optymalizacji i ich zastosowań w elektroenergetyce i tym samym stanowi ważny wkład w rozwój elektrotechniki. Praca stanowi podsumowanie wieloletniej działalności Habilitanta, świadcząc o dojrzałości naukowej i dogłębnym zrozumieniu problematyki funkcjonowania systemów elektroenergetycznych, ich modelowania matematycznego i optymalizacji.

Znaczny wkład habilitanta w rozwój dyscypliny elektrotechnika polega na opracowaniu autorskiej metody optymalizacji oraz wykazanie jej efektywności w zastosowaniu do rozwiązywania problemów związanych z projektowaniem i optymalizacją pracy systemów elektroenergetycznych. Weryfikacja opracowanej metody jest właściwie konsekwencją jej opracowania, ale jakość jej weryfikacji zawarta w monografii potwierdza tylko wysoki poziom naukowy Habilitanta. Przedstawione powyżej uwagi nie mają charakteru umniejszającego wartość monografii.

Jako recenzent stwierdzam, że dorobek Habilitanta spełnia wymagania stawiane kandydatom do stopnia naukowego doktora habilitowanego, zawarte w ustawie z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. Nr 65, poz. 595, z późn. zm. w Dz. U. z 2005r., nr 764, poz. 1365, Dz. U. z 18 marca 2011r., nr 84, poz. 455) i jako recenzent w/w dorobku popieram przedmiot wniosku, uznając wniosek ten za uzasadniony, a dorobek naukowy Wnioskodawcy za znaczący. Tym samym wnioskuję o przystąpienie do kolejnych, określonych w wymienionej ustawie etapów procedury habilitacyjnej dra inż. Pawła Pijarskiego

