

01-02-2022

WPŁYNEŁO

Gdynia, 27.01.2022

PRZEWODNICZĄCY RADY DISCYPLINY
Automatyka, Elektronika i Elektrotechnika

prof. dr hab. inż. Wojciech Szelaǵ

Recenzja

rozprawy doktorskiej mgr inż. Piotra Kuwałka p.t. „Diagnostyka wahań napięcia ukierunkowana na identyfikację i lokalizację uciążliwych odbiorników w sieciach elektroenergetycznych”

1. Podstawy formalno-prawne

Niniejsza recenzja została przygotowana na podstawie Uchwały Rady dyscypliny automatyka, elektronika i elektrotechnika Politechniki Poznańskiej z dnia 15 grudnia 2021 r. o powołaniu mnie na recenzenta przedmiotowej rozprawy doktorskiej oraz pisma Przewodniczącego Rady Dyscypliny Automatyka, Elektronika i Elektrotechnika, prof. dr hab. inż. Wojciecha Szelaǵa, o sygnaturze DR-012/97/2021 z dnia 17 grudnia 2021 r. z prośbą o sporządzenie recenzji odnośnej rozprawy doktorskiej. Zgodnie z informacją dodatkową załączoną do powyższego pisma, postępowanie o nadanie stopnia naukowego doktora mgr. inż. Piotrowi Kuwałkowi procedowane jest według:

- Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. – Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2021 r. poz. 478, 619, 1630),
- Uchwały Nr 191/2016-2020 Senatu Akademickiego Politechniki Poznańskiej z dnia 25 września 2019 r., Uchwały Senatu Politechniki Poznańskiej nr 212/2016-2020 z dnia 18 grudnia 2019r., Uchwały Br 27/2020-2024 Senatu Akademickiego Politechniki Poznańskiej z dnia 31 marca 2021 r.,
- Uchwały Nr 17/2020/2021 Rady dyscypliny automatyka, elektronika i elektrotechnika.

2. Przedmiot recenzji

Przedmiotem recenzji jest autoreferat mgr. inż. Piotra Kuwałka, zwanego dalej Kandydatem, opracowany pod kątem przeprowadzenia postępowania o nadanie stopnia naukowego doktora w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych w dyscyplinie naukowej: automatyka, elektronika i elektrotechnika. Autoreferat składa się z pięciu rozdziałów, w których przedstawiono odpowiednio: uzyskane tytuły oraz stopnie naukowe (rozd. 1), informacje o zatrudnieniu Kandydata (rozd. 2), ogólny przegląd osiągnięć naukowych (rozd. 3), opis poszczególnych publikacji wchodzących w skład monotematycznego cyklu publikacji stanowiącego rozprawę doktorską (rozd. 4) oraz pozostałe osiągnięcia naukowo-badawcze i dydaktyczne (rozd. 5).

Informacje przedstawione w autoreferacie potwierdzają spełnienie z nadmiarem przez Kandydata wymagań określonych w Art.186 Ustawy o Szkolnictwie Wyższym i Nauce z dnia 20 lipca 2018 r., zwanej dalej Ustawą, a w szczególności, umożliwiającą, zgodnie z Art. 187 ust. 1 i ust. 2, odpowiednio, ocenę ogólnej wiedzy teoretycznej Kandydata w dyscyplinie oraz umiejętność samodzielnego prowadzenia pracy naukowej, a także ocenę, czy przedmiotem rozprawy jest oryginalne rozwiązanie problemu naukowego.

3. Warunki stawiane Kandydatom ubiegającym się o nadanie stopnia doktora

Kandydat spełnia wymagania opisane w Art. 186 ust. 1 i 2 przedmiotowej Ustawy i przedstawione w rozdz. 1, 2 i 5 autoreferatu, przy czym warto podkreślić, iż oprócz studiów magisterskich na Wydziale Elektrycznym Politechniki Poznańskiej na kierunku Elektrotechnika, Kandydat ukończył licencjat na

kierunku Matematyka na tym samym Wydziale oraz studia podyplomowe na Wydziale Inżynierii Zarządzania Politechniki Poznańskiej.

Wymagania zapisane w Art. 186 ust. 3 Ustawy, Kandydat spełnia z dużym nadmiarem, a Jego dorobek naukowy i naukowo-badawczy przedstawiony w rozdz. 3, 4 i 5 autoreferatu zasługuje na podkreślenie i uznanie – jest to dorobek wyróżniający się, rzadko odnotowywany w takiej skali i intensywności dokonań takich jak: liczba i ranga publikacji, zwłaszcza samodzielnych, parametry naukometryczne, dorobek konferencyjny z wielokrotną rolą prelegenta oraz udział w projektach naukowo-badawczych, wśród osób ubiegających się o stopień doktora.

4. Rozprawa doktorska

Przedłożona rozprawa doktorska spełnia wymogi określone w Art. 187 ust. 3 Ustawy, w którym zapisano, że rozprawę doktorską może stanowić praca pisemna, w tym „... zbiór opublikowanych i powiązanych tematycznie artykułów ...”.

4.1 Struktura rozprawy

Przedstawiona rozprawa doktorska p.t. „Diagnostyka wahań napięcia ukierunkowana na identyfikację i lokalizację uciążliwych odbiorników w sieciach elektroenergetycznych” została przygotowana z wykorzystaniem zbioru siedmiu opublikowanych i powiązanych tematycznie artykułów naukowych. Przedmiotowy zbiór publikacji zawiera następujące prace, podane w kolejności chronologicznej począwszy od najnowszego osiągnięcia:

- [1]. Piotr Kuwałek, Selective Identification and Localization of Voltage Fluctuation Sources in Power, *Energies*, 2021, vol. 14, no. 20, art. 6586.
- [2]. Piotr Kuwałek, Comparison of the Estimation Errors of Parameters Associated with Individual Voltage Fluctuations Sources using Selected Decomposition Methods, *Proceedings of the 13th International Conference on Measurement*, IEEE, Bratysława, Słowacja, 2021, pp. 101-104.
- [3]. Piotr Kuwałek, *Estimation of Parameters Associated with Individual Sources of Voltage Fluctuations*, *IEEE Transactions on Power Delivery*, 2021, vol. 36, no. 1, pp. 351-364.
- [4]. Piotr Kuwałek, AM Modulation Signal Estimation Allowing Further Research on Sources of Voltage Fluctuations, *IEEE Transactions on Industrial Electronics*, 2020, vol. 67, no. 8, pp. 6937-6945.
- [5]. Piotr Kuwałek, Increase of Diagnostic Capabilities of Voltage Fluctuation Indices, *Proceedings of the 19th International Conference on Harmonics Quality of Power*, IEEE, Dubaj, Zjednoczone Emiraty Arabskie, 2020, pp. 1-6
- [6]. Piotr Kuwałek, Waldemar Jęsko, Recreation of Voltage Fluctuation Using Basic Parameters Measured in the Power Grid, *Journal of Electrical Engineering & Technology*, 2020, vol. 15, no. 2, pp. 601-609.
- [7]. Piotr Kuwałek, Identyfikacja Wybranych Parametrów Źródeł Wahań Napięcia z Wykorzystaniem Ulepszonej Empirycznej Transformaty Falkowej, *Zeszyty Naukowe Wydziału Elektrotechniki i Automatyki Politechniki Gdańskiej*, 2019, vol. 66, pp. 33-36.

Tematyka przedmiotowego zbioru publikacji jest jednorodna i dobrze koresponduje z tytułem przedłożonej rozprawy doktorskiej.

Warto zauważyć, że w przedstawionym zbiorze występują 4 publikacje zagraniczne z listy JCR (w tym 3 opublikowane w czasopismach o uznanej randze, charakteryzujące się wysokim współczynnikiem IF z przedziału od 3,004 do 8,236 oraz liczbą punktów MEiN z przedziału od 140pkt do 200pkt), 2 publikacje z materiałów konferencyjnych rozpoznawalnych, punktowanych w systemie MEiN konferencji międzynarodowych oraz 1 publikacja krajowa spoza listy JCR. Nie bez znaczenia jest fakt, iż Kandydat jest samodzielnym Autorem 6 spośród wymienionych 7 publikacji i współautorem z 90% udziałem w jednej publikacji. Przytoczona charakterystyka rozważanego zbioru publikacji nie tylko

nobilituje przedłożoną w formie monotematycznego cyklu publikacji rozprawę doktorską, ale również uwiarygadnia dokonania naukowe Kandydata.

Na podstawie wyżej opisanego zbioru publikacji Kandydat przedłożył rozprawę doktorską, której najważniejsze elementy, w tym: cel rozprawy doktorskiej oraz opis publikacji wchodzących w skład rozprawy doktorskiej omówił w rozdz. 4 autoreferatu.

4.2 Tematyka rozprawy

Tematyka rozprawy p.t. „Diagnostyka wahań napięcia ukierunkowana na identyfikację i lokalizację uciążliwych odbiorników w sieciach elektroenergetycznych” jest aktualna i dobrze wpisuje się w nurt ważnych zagadnień związanych z jakością energii elektrycznej. Jakość energii elektrycznej obejmuje dwa elementy istotne z punktu widzenia odbiorców energii: zapewnienie ciągłości zasilania oraz zachowanie właściwych parametrów dostarczanej i użytkowanej energii elektrycznej. Parametry te przekładają się na efektywność procesów wytwarzania i użytkowania energii elektrycznej, a ich ocena i poprawa będące tematyką przedłożonej rozprawy, należą do ważnych zagadnień współczesnej energetyki.

4.3 Problem naukowy i teza rozprawy

W konstrukcji rozprawy Kandydat nie przedstawił tezy rozprawy, jako hipotezy do udowodnienia w tradycyjnym znaczeniu tego terminu. Przedstawił natomiast cel rozprawy doktorskiej (autoreferat, pkt. 4.2) sformułowany następująco: „Celem rozprawy doktorskiej jest opracowanie sposobu identyfikacji i lokalizacji źródeł wahań napięcia w sieci elektroenergetycznej niskiego napięcia o topologii promieniowej z uwzględnieniem odbiorników zmieniających swój stan z częstotliwością większą od częstotliwości sieci (tj. 50 Hz w Europie)”. Biorąc pod uwagę zawartość merytoryczną i spójność tematyczną załączonego cyklu powiązanych publikacji stanowiącego rozprawę doktorską, cel pracy został sformułowany poprawnie i przejrzyście. W moim przekonaniu, przyjęta przez Kandydata konstrukcja formalna jest w pełni akceptowalna, a w sformułowaniu celu pracy i odnośnych komentarzach wskazano na przesłanie rozprawy, którym jest ocena i poprawa wybranych parametrów jakości energii elektrycznej dla rozważanej klasy sieci elektroenergetycznych. Warto podkreślić, iż Autor doprecyzował szereg określeń zawartych w celu pracy. I tak, na podstawie przeglądu definicji wahań napięcia (autoreferat pkt 4.4.1), dla potrzeb rozprawy doktorskiej Autor przyjął definicję wahań napięcia jako zmienność obwiedni napięcia określoną w standardach ANSI, w celu uwzględnienia źródeł szybkodziennych. Następnie, Autor precyzyjnie i wyczerpująco zdefiniował pojęcia identyfikacji i lokalizacji źródeł wahań napięcia w odniesieniu do niespokojnych odbiorników energii. Pierwsze z pojęć, Autor zdefiniował jako wskazanie wybranych cech źródeł zaburzeń, (np. częstość zmian ich stanu), drugie zaś – jako wskazanie punktu zasilania uciążliwego odbioru w sieci elektroenergetycznej. Rozważając sposoby identyfikacji i lokalizacji źródeł wahań napięcia, Autor słusznie zwrócił uwagę, iż znane metody jednopunktowe w większości przypadków umożliwiają jedynie wskazanie strony, która jest głównym źródłem zakłóceń w sieci, natomiast do lokalizacji głównego źródła wahań napięcia w sieci często konieczne jest wieloetapowe postępowanie iteracyjne, możliwe do realizacji z wykorzystaniem metod wielopunktowych. Metody wielopunktowe z użyciem symultanicznych pomiarów w sieci elektroenergetycznej, stwarzają bezpośrednią możliwość wskazania punktu zasilania głównego źródła zaburzeń. Autor zwrócił również uwagę na fakt, iż żadne z obecnie dostępnych w literaturze rozwiązań nie daje możliwości zidentyfikowania źródeł wahań napięcia, które zmieniają swój stan z częstotliwością większą, niż częstotliwość sieciowa, co jest istotnym ograniczeniem ich wykorzystania m.in. w związku z powszechnym stosowaniem urządzeń energoelektronicznych.

4.4 Rozwiązanie postawionego problemu

Do rozwiązania problemu zdefiniowanego w celu pracy Kandydat użył własnych metod, dowodząc, że posiadał umiejętności związane z metodyką i metodologią prowadzenia badań naukowych.

Autor rozwiązał przedstawiony w celu pracy problem wykorzystując własny algorytm selektywnej identyfikacji i lokalizacji źródeł zmienności napięcia (autoreferat pkt 4.4.2). Pojęcie selektywności w rozważanym przypadku oznacza identyfikację i lokalizację źródeł wahań napięcia występujących w tym samym czasie na podstawie jednego symultanicznego okresu pomiarowego. Proponowane przez Autora podejście składa się z trzech głównych kroków i wykorzystane jest w procesie iteracyjnym dla 1-minutowych interwałów. Trzy kroki procesu selektywnej lokalizacji źródeł wahań napięcia obejmują: (1) estymację rzeczywistego sygnału modulującego AM z użyciem demodulatora AM bazującego na estymacji sygnału nośnego, (2) dekompozycji sygnału modulującego AM z wykorzystaniem ulepszonej empirycznej transformaty falkowej (EEWT – Enhanced Empirical Wavelet Transform) na N składowych oraz (3) selektywną identyfikację źródeł zmienności napięcia poprzez ocenę propagacji sygnału składowego.

W rozprawie (autoreferat, pkt 4.4.2) zawarto omówienie wyników weryfikacji proponowanego rozwiązania. Weryfikację wykonano w numerycznych badaniach symulacyjnych na modelu sieci niskiego napięcia w programie MATLAB/SIMULINK oraz w badaniach eksperymentalnych w rzeczywistej sieci elektroenergetycznej niskiego napięcia. W weryfikacji eksperymentalnej źródłami zakłóceń były właściwie dobrane konwekcyjne oraz konwekcyjno-radiacyjne układy grzewcze sterowane układami energoelektronicznymi o różnych częstotliwościach kluczowania. W badaniach rozważano powszechnie występującą w sieci niskiego napięcia topologię promieniową z odgałęzieniem. W rozważanych topologiach uwzględniono hybrydowe konfiguracje sieci elektroenergetycznych (sieć złożona z linii napowietrznych i kablowych o różnych przekrojach, o różnej mocy zwarciowej sieci i transformatora SN/nN). W weryfikacji symulacyjnej zamodelowano źródła zmienności napięcia, jak w weryfikacji eksperymentalnej. Ponadto w symulacji zamodelowano losowe oddziaływanie innych odbiorników zasilanych z tej samej sieci, poprzez losowe załączanie i wyłączanie odbiorników o znanej mocy w różnych punktach sieci. W badaniach źródła zakłóceń zasilano jednofazowo, stąd też przedstawione w publikacji [1] wyniki ograniczono tylko do fazy, w której wystąpiło zakłócenie. Autor wyjaśnił, iż przedstawione podejście w analogiczny sposób przeprowadza się w pozostałych fazach w przypadku wystąpienia w nich zmienności napięcia. Porównanie proponowanego, autorskiego podejścia przeprowadzono porównując wyniki badań symulacyjnych dla modelu sieci elektroenergetycznej w programie MATLAB/SIMULINK z wynikami badań eksperymentalnych w rzeczywistej sieci elektroenergetycznej niskiego napięcia z innymi metodami dostępnymi w literaturze: metodą wykorzystującą analizę statystyczną zmian wartości amplitudy pojedynczego wahań napięcia δV oraz metodą wykorzystującą analizę statystyczną wskaźnika krótkookresowego migotania oświetlenia P_{st} . Na podstawie przedstawionych wyników badań wykazano, że jedynie proponowany algorytm selektywnej identyfikacji i lokalizacji źródeł zmienności napięcia umożliwia skuteczną identyfikację takich źródeł, a także wskazanie ich punktów zasilania, uwzględniając źródła zaburzające zmieniające swój stan z częstością do trzech wartości częstotliwości sieciowej.

Warto podkreślić, iż przedstawiona rozprawa doktorska zawiera typowe elementy charakterystyczne dla prac naukowych w dziedzinie nauk inżynierijno-technicznych, a zwłaszcza we wskazanej wcześniej dyscyplinie naukowej automatyka, elektronika i elektrotechnika, tj. literaturowe badanie stanu wiedzy o przedmiocie rozprawy, sformułowanie celu pracy i jego udokumentowane osiągnięcie poprzez analizę i badanie zjawisk związanych z funkcjonowaniem obiektu badań w zdefiniowanych warunkach, obejmujących zarówno badania z wykorzystaniem opracowanych modeli symulacyjnych, jak i badania eksperymentalne z wykorzystaniem obiektów rzeczywistych. Uzyskane wyniki potwierdzają poprawność opracowanej przez Kandydata metody diagnostyki wahań napięcia w sieciach elektroenergetycznych.

4.5 Na czym polega oryginalny dorobek autora i jakie jest jego znaczenie poznawcze i aplikacyjne?

Oryginalny dorobek Kandydata wiąże się przede wszystkim z opracowaniem kompleksowego narzędzia do diagnostyki wahań napięcia, które umożliwia identyfikację, rozumianą jako wskazanie liczby istotnych źródeł zakłóceń, estymację częstotliwości zmian stanu poszczególnych niespokojnych odbiorników energii oraz amplitudy wywołanych przez nie wahań napięcia w poszczególnych punktach sieci i lokalizację, rozumianą jako wskazanie punktu zasilania poszczególnych źródeł zakłóceń, powodujących wahania napięcia, z uwzględnieniem odbiorników zmieniających swój stan z częstością większą od częstości sieci.

Opis wkładu Kandydata w poszczególne artykuły wchodzące w skład rozprawy doktorskiej został szczegółowo i kompetentnie przedstawiony w rozdz. 4.4.6 autoreferatu, a spośród licznych dokonań, przykładowo, warto wskazać:

- opis opracowanego algorytmu identyfikacji wybranych parametrów (amplituda wywoływanych zmian napięcia, częstotliwość zmian stanu niespokojnego odbiornika) skojarzonych z poszczególnymi źródłami wahań napięcia na podstawie pomiarów jednopunktowych [3],
- opis opracowanego algorytmu selektywnej identyfikacji i lokalizacji źródeł wahań napięcia w sieci elektroenergetycznej, który umożliwia wskazanie punktu zasilania uciążliwego odbiorcy na podstawie pomiarów wielopunktowych [1],
- opis problematyki demodulacji AM bez tłumionej fali nośnej z uwzględnieniem sygnałów modulujących o częstotliwości większej niż częstotliwość sygnału nośnego [4],
- opis numerycznych badań symulacyjnych oraz badań eksperymentalnych, na podstawie których dokonano walidacji opracowanej metody demodulacji AM z estymacją sygnału nośnego [4],
- opis użycia metody Ulepszonej Empirycznej Transformaty Falkowej (EWT) do dekompozycji sygnału modulującego AM napięcie w sieci elektroenergetycznej w celu ekstrakcji sygnałów składowych skojarzonych z poszczególnymi niespokojnymi odbiornikami [7],
- opis wybranych konfiguracji sieci niskiego napięcia, w których przeprowadzona została walidacja opracowanego algorytmu selektywnej identyfikacji i lokalizacji źródeł wahań napięcia ze wskazaniem wartości parametrów poszczególnych konfiguracji [1],
- opis wyników walidacji opracowanego algorytmu przeprowadzonej w numerycznych badaniach symulacyjnych oraz w badaniach eksperymentalnych w rzeczywistej sieci elektroenergetycznej [1],
- sformułowanie wniosków końcowych oraz przedstawienie propozycji kierunków dalszych badań [1].

Na uwagę i duże uznanie zasługuje fakt, iż dokonania Kandydata są w ogromnej mierze Jego osiągnięciami samodzielnymi, co podkreśliłem w pkt. 4.1 niniejszej recenzji. W świetle wyżej przedstawionych, oryginalnych dokonań Kandydata, znaczenie poznawcze Jego dorobku naukowego jest bezsporne. Warto podkreślić obiektywny krytycyzm Autora wobec własnych dokonań, przejawiający się nie tylko trafnym wskazaniem zalet proponowanego 3-krokowego algorytmu diagnostycznego, ale również jednoczesnym sformułowaniem ograniczeń proponowanego rozwiązania. Zaproponowane rozwiązanie wykazuje znamiona stosowalności w praktyce przemysłowej i posiada potencjał rozwojowy w kierunku rozszerzenia jego wartości aplikacyjnych.

Istotnymi przesłankami do przypisania proponowanej metodzie diagnostycznej znaczenia aplikacyjnego są m.in. sformułowane przez Autora dwa spostrzeżenia: (1) jej implementacja w istniejącej infrastrukturze inteligentnych liczników umożliwiłaby automatyczną identyfikację i lokalizację źródeł wahań napięcia w czasie rzeczywistym bez dodatkowej wiedzy eksperckiej; (2) ogólna idea proponowanego postępowania diagnostycznego może zostać przełożona na zagadnienia identyfikacji innych źródeł zakłóceń, przykładowo, źródeł harmonicznych.

4.6 Czy rozprawa świadczy o dostatecznej wiedzy na zaawansowanym poziomie o charakterze podstawowym dla dziedziny nauk inżynieryjno-technicznych oraz o charakterze szczegółowym, odpowiadającym obszarowi prowadzonych badań naukowych?

Rozprawa świadczy o szerokiej wiedzy Autora na zaawansowanym poziomie zarówno o charakterze podstawowym dla dziedziny nauk inżynieryjno-technicznych, jak i o charakterze szczegółowym, odpowiadającej obszarowi prowadzonych badań naukowych. Wiedza Kandydata, dotycząca zagadnień analizy przedmiotu badań oraz prowadzenia badań, a także dotycząca zagadnień szczegółowych, jak ocena i poprawa parametrów jakości energii elektrycznej w sieciach elektroenergetycznych, których egzemplifikacją jest rozwiązanie problemu diagnostyki wahań napięcia ukierunkowanej na identyfikację i lokalizację uciążliwych odbiorników w sieciach elektroenergetycznych, jest udokumentowana formą i treścią prac Kandydata stanowiących monotematyczny cykl publikacji.

Na podstawie przedłożonej rozprawy stwierdzam, że wiedza Kandydata w obu wymienionych aspektach, dotycząca zarówno wiedzy podstawowej, jak i szczegółowej jest osadzona na solidnych podstawach z zakresu automatyki, elektroniki, elektrotechniki, informatyki i matematyki, co pozwoliło osiągnąć Kandydatowi ponadstandardowy, bardzo zaawansowany poziom badań i dokumentujących je publikacji.

4.7 Czy rozprawa obejmuje najnowsze osiągnięcia nauki i świadczy o znajomości współczesnej literatury z dyscypliny naukowej, której dotyczy?

Tak, rozprawa obejmuje najnowsze osiągnięcia nauki w obszarze związanym z jej tematyką, co podkreślam w pkt. 4.3, 4.4, 4.5, i 4.6 niniejszej recenzji, analizując aktualność i ważność podjętej tematyki, uzyskane przez Autora wyniki i ich znaczenie poznawcze i aplikacyjne, a także odnosząc osiągnięcia Autora do zaawansowanego poziomu Jego wiedzy o charakterze podstawowymi i szczegółowym, odpowiadającej obszarowi prowadzonych badań naukowych. Stwierdzam również, że znajomość współczesnej literatury z dyscypliny naukowej, której dotyczy rozprawa nie budzi zastrzeżeń, a potwierdza to zarówno dołączony do rozprawy doktorskiej wykaz literatury (rozdz. 4.4.5 autoreferatu), jak i wyczerpujące spisy bibliografii do prac autora, m. i. do prac stanowiących monotematyczny cykl publikacji. Wykaz literatury dołączony do rozprawy obejmuje 63 pozycje, a na uwagę zasługuje nie tylko duża liczba publikacji z listy JCR, ale również ich aktualność – 34 prace opublikowane w ostatnich 10 latach. Jeśli chodzi o bibliografię do monotematycznego cyklu publikacji Kandydata, to wykazy głównych prac obejmują, odpowiednio: [1] Energies – 46 pozycje, [3] IEEE Transactions on Power Delivery – 44 pozycje, [4] IEEE Transaction on Industrial Electronics – 30 pozycje i są typowe dla tego typu publikacji.

Reasumując, struktura i wybór pozycji bibliograficznych cytowanych przez Kandydata, obejmujący istotne monografie i podręczniki akademickie, normy, standardy i raporty oraz przede wszystkim publikacje naukowe w recenzowanych czasopismach i materiałach uznanych konferencji dobrze świadczą o znajomości współczesnej literatury z dyscypliny uprawianej przez Kandydata.

4.8 Silne i słabe strony pracy, uwagi dyskusyjne

Silne strony pracy zostały omówione we wcześniejszych punktach recenzji 4.1, 4.2, 4,3, 4,4 i 4.5. Zaliczam do nich przejrzysty tok prezentacji głównego osiągnięcia, z logiczną i spójną sekwencją zdarzeń. Kandydat wykazał się dużą dojrzałością w planowaniu i prowadzeniu badań naukowych na poszczególnych etapach ich realizacji, a opracowane rozwiązanie potwierdza Jego umiejętności wyboru właściwych metod badawczych i związanego z nimi instrumentarium pomiarowego. Kandydat wykazał się również ponadstandardowymi umiejętnościami analitycznymi przy opracowywaniu nowych algorytmów, a przedstawione analizy otrzymanych wyników i sformułowane na ich podstawie wnioski są przekonujące. Jako uwagi o charakterze dyskusyjnym chciałbym wskazać:

1. Proszę o krótkie przedstawienie zalet i wad jednopunktowych i wielopunktowych metod identyfikacji/lokalizacji źródeł zaburzeń, i w tym kontekście o komentarz dotyczący fragmentu

autoreferatu, str. 28, w.18-21d – "... Dla niespokojnych odbiorników, które zmieniają swój stan z częstością do 3fc, zauważalne są problemy identyfikacji przez inne stosowane w praktyce metody dla sztywnej sieci elektroenergetycznej o znaczącej mocy zwarciowej oraz przy roz synchronizowaniu pomiarów w poszczególnych punktach sieci w przypadku pomiarów wielopunktowych" – na czym polegają „zauważalne problemy identyfikacji” i jakie są wynikające z nich konsekwencje?

2. Autoreferat str. 28, w.14d i wcześniej – proszę o krótkie naświetlenie zasygnalizowanych ograniczeń proponowanej metody selektywnej identyfikacji i lokalizacji źródeł wahań napięcia.

WNIOSEK KOŃCOWY

W mojej opinii przedstawiona rozprawa doktorska spełnia wszystkie wymagania zawarte w obowiązującej Ustawie z dnia 20 lipca 2018 r. (Dz. U. z 2021 r. poz. 478, 619, 1630) „Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce” i stawiam wniosek o dopuszczenie rozprawy do publicznej obrony. Nadto uważam, iż przedłożona rozprawa doktorska należy do kategorii rozpraw wyraźnie wykraczających poza poziom przeciętny i spełnia ustawowe wymagania z nadmiarem.

Uzasadnienie

Nadmiarowe spełnienie przedmiotowych wymagań wynika z następujących przesłanek:

- **bardzo wysokiej oceny wiedzy ogólnej Kandydata w dyscyplinie automatyka, elektronika i elektrotechnika udokumentowanej wyróżniającym się dorobkiem naukowo-badawczym oraz nieszablonowymi analizami przyczyn i skutków zjawisk i procesów zachodzących w rozważanych sieciach elektroenergetycznych,**
- **umiejętności samodzielnego prowadzenia badań naukowych, zarówno w sferze planowania, jak i ich realizacji, a także,**
- **oryginalnym rozwiązaniem złożonego problemu naukowego selektywnej identyfikacji i lokalizacji źródeł zmienności napięcia w sieciach elektroenergetycznych z odbiornikami niespokojnymi z wykorzystaniem zaawansowanych metod przetwarzania sygnałów oraz autorskiego algorytmu i opracowanego kompleksowego narzędzia do diagnostyki wahań napięcia.**

Wymienione przesłanki są udokumentowane w rozdz. 3, 4 i 5 autoreferatu oraz zostały wyczerpująco i komunikatywnie przedstawione w monotematycznym cyklu publikacji stanowiącym rozprawę doktorską.

Biorąc powyższe pod uwagę stawiam wniosek o wyróżnienie rozprawy doktorskiej mgr inż. Piotra Kuwałka.

