



Dr hab. inż. Dariusz Baczyński
POLITECHNIKA WARSZAWSKA
WYDZIAŁ ELEKTRYCZNY
Instytut Elektroenergetyki
Zakład Sieci i Systemów Elektroenergetycznych
ul. Koszykowa 75, 00-662 Warszawa

POLITECHNIKA ŚLĄSKA
Biuro Rady Dyscypliny
Automatyka, Elektronika, Elektrotechnika
i Technologie Kosmiczne
wzbytno dnia 10.02.2026
ni zał.



Warszawa, 30.01.2026

Recenzja
rozprawy doktorskiej mgr inż. Marcina Ryszarda Smółki

Tytuł rozprawy:

„Optymalizacja pracy sieci rozdzielczej o dużym udziale instalacji prosumenckich”

1. Podstawa formalna recenzji

Podstawą opracowania recenzji rozprawy doktorskiej, wykonanej na Wydziale Elektrycznym Politechniki Śląskiej pod opieką promotora dra hab. inż. Romana Koraba, prof. PŚ, jest umowa o dzieło nr UMC/4090/2025, będąca następstwem uchwały Rady Dyscypliny Automatyka, Elektronika, Elektrotechnika i Technologie Kosmiczne Politechniki Śląskiej z dnia 18 listopada 2025 roku (sygn. RDAEETK.0211.126.2025).

Recenzja została opracowana na podstawie przedłożonego tekstu rozprawy.

2. Ogólna charakterystyka rozprawy

Przedmiotem recenzji jest rozprawa doktorska mgr inż. Marcina Ryszarda Smółki zatytułowana „Optymalizacja pracy sieci rozdzielczej o dużym udziale instalacji prosumenckich”. Całość przekazanego do recenzji opracowania liczy 409 stron. Na opracowanie to składa się część będąca autoreferatem, zawierająca 117 stron. Kolejne 92 strony zawierają zestawienie 6 artykułów, nazwane przez autora jako „Zbiór powiązanych tematycznie artykułów naukowych stanowiących rozprawę doktorską”. Ostatnie 200 stron to zestawienie 7 prezentacji pod wspólną nazwą „Wystąpienia prezentujące wyniki prowadzonych prac naukowo-badawczych”.

Należy wskazać, że konstrukcja całości opracowania wywołuje nieco konfuzji, gdyż o tym, że pierwsza część opracowania jest autoreferatem a nie tradycyjną rozprawą, czytelnik dowiaduje się dopiero na stronie 15. Natomiast to co de facto powinno być przedmiotem oceny, czyli sam „Zbiór powiązanych tematycznie artykułów naukowych stanowiących rozprawę doktorską” jest przedstawiony dopiero na stronie 116 opracowania. Autoreferat został podzielony na 6 rozdziałów. Pierwsze dwa rozdziały zawierają wstęp oraz tezę, cel i zakres pracy. Tu dowiadujemy się także, że doktorat miał charakter wdrożeniowy. Rozdział 3. zawiera głównie opis różnego rodzaju analiz prowadzonych na sieci testowej CIGRE. Najobszerniejszym jest kolejny rozdział, którego treść dotyczy różnego rodzaju analiz, symulacji i optymalizacji przeprowadzonych na rzeczywistej sieci rozdzielczej niskiego napięcia. Rozdział 5. stanowi podsumowanie pracy, natomiast rozdział 6. zawiera bibliografię. Kolejnymi pozycjami w spisie treści są załączniki, stanowiące wykazy artykułów i prezentacji omówionych w poprzednim akapicie.

3. Zagadnienie naukowe, jego sformułowanie, aktualność i waga

Podjęte przez Autora zagadnienie naukowe, polegające na optymalizacji pracy sieci niskiego napięcia z dużym udziałem mikroinstalacji prosumenckich poprzez wykorzystanie różnych środków (głównie magazynów), mieści się głównie w zakresie elektroenergetyki (elektrotechniki), ale można także wskazać pewne elementy w rozprawie z zakresu automatyki i informatyki. Jako całość, zagadnienie naukowe bez wątpienia mieści się w dyscyplinie Automatyka, Elektronika, Elektrotechnika i Technologie Kosmiczne.

Praktycznie od początku masowej elektryfikacji sieci rozdzielcze niskiego napięcia miały realizować głównie jeden proces – dostarczania energii z sieci wyższych napięć do odbiorców końcowych. Proces ten, mimo różnorodności odbiorców, był zasadniczo dość przewidywalny i do jego potrzeb przystosowywano zarówno linie niskiego napięcia, transformatory SN/nn, linie SN i transformatory 110/SN. Przystosowanie w tym sensie należy rozumieć między innymi jako dostosowanie do oczekiwanych przepływów prądów, jak i sposobów regulacji napięć. W ostatniej dekadzie jesteśmy świadkami istotnej zmiany w zakresie wspomnianego procesu. Zmianie ulega sam sposób użytkowania energii, ale przede wszystkim doświadczamy swoistej eksplozji w zakresie fotowoltaicznych mikroinstalacji prosumenckich. Roczny wolumen energii generowanej w takiej mikroinstalacji jest rzędu rocznego wolumenu energii konsumowanej przez typowego prosumenta. Natomiast chwilowe moce generowane w tych instalacjach mogą być nawet o 2 rzędy wielkości większe od występującego w tych samych chwilach zapotrzebowania. Przekłada się to na wiele problemów, wśród których Doktorant zidentyfikował i przebadał: przekroczenia napięć, przypiływy odwrotne, przekroczenia przepustowości elementów sieci, wzrost strat, wzrost niesymetrii napięć. Oczywiście najbardziej popularnym (także medialnie) i palącym problemem jest wzrost napięcia w sieci nn powyżej wartości dopuszczalnych, który zasadniczo jest głównym powodem wyłączania się mikroinstalacji fotowoltaicznych, co prowadzi do strat finansowych prosumentów. Pozostałe problemy, mimo, że nie są tak popularne, to są poważnym wyzwaniem dla OSD.

Problematyka rozprawy jest zatem aktualna na tle obecnego stanu wiedzy i potrzeb gospodarki.

O wadze podjętego w rozprawie zagadnienia naukowego może świadczyć m. in. liczba realizowanych rozpraw doktorskich, liczba publikacji ukazujących się w ostatnich latach na ten temat zarówno w Polsce, jak i za granicą, a także raporty stowarzyszeń operatorów sieci i zapisy w aktach normatywnych. W rozprawie dokonano szczegółowego przeglądu literatury na temat problemów technicznych w sieciach, możliwości ich rozwiązywania, metod i narzędzi obliczeniowych i optymalizacyjnych. Z przeprowadzonego przeglądu literatury wynika, że tematyka rozprawy jest ważna z naukowego punktu widzenia.

Uważam, że opracowane metodyki analizy i wnioski sformułowane przez Doktoranta mogą być podstawą do opracowania zaleceń i narzędzi wspomagających planowanie inwestycji w sieciach rozdzielczych nn.

4. Teza i cel rozprawy

Ogólna teza pracy została sformułowana na stronie 14.: „Zastosowanie odpowiedniego sterowania prosumenckimi magazynami energii elektrycznej umożliwia poprawę warunków pracy sieci rozdzielczej niskiego napięcia o dużym udziale mikroinstalacji fotowoltaicznych, prowadząc m.in. do obniżenia poziomów napięć.”

Cel pracy został zaś przedstawiony w następujący sposób: „Postawiona teza określa główny cel pracy, którym jest zbadanie wybranych sposobów sterowania prosumenckimi magazynami energii w rzeczywistej sieci nN o dużym udziale mikroinstalacji PV, pozwalającego na minimalizację negatywnego wpływu tych źródeł na pracę sieci. W szczególności skupiono się na problemie obniżenia napięć, ponieważ zmniejszenie czasu

trwania przekroczenia dopuszczalnej wartości napięcia pozwoli skrócić przerwy w pracy źródeł PV w wyniku ich wyłączenia przez zabezpieczenia nadnapięciowe falowników.”

Cel i teza pracy są w pewien sposób wzajemnie komplementarne a cel pracy odnosi się także bezpośrednio do tytułu rozprawy.

Teza, choć ogólna, wraz z celem rozprawy posiada cechy oryginalności, a jej trafności Doktorant dowodzi realizując prace badawcze w wyróżnionych przez siebie dwóch zasadniczych częściach: naukowej i wdrożeniowej (str. 14). W ramach części naukowej:

1. opracowano model testowej sieci rozdzielczej nN z zainstalowanymi prosumenckimi mikroinstalacjami fotowoltaicznymi w programie OpenDSS,
2. opracowano metodę określania ryzyka przekroczenia dopuszczalnych warunków pracy sieci nN, ze szczególnym uwzględnieniem ryzyka przekroczenia napięcia powyżej wartości dopuszczalnej, tj. $U_n + 10\% U_n$,
3. określono, wykorzystując opracowaną metodę wyznaczania ryzyka, wpływ prosumenckich mikroinstalacji PV na pracę sieci nN w różnych warunkach jej pracy.

Natomiast w ramach części wdrożeniowej:

1. przeanalizowano pracę rzeczywistych sieci dystrybucyjnych niskiego napięcia o dużym udziale mikroinstalacji PV,
2. opracowano narzędzia do automatyzacji symulacji pracy sieci współpracującej ze źródłami PV wraz z analizą wyników końcowych, pozwalającą na wyznaczanie ryzyka przekroczenia dopuszczalnych (normalnych) warunków pracy sieci dla różnych stopni nasycenia mikroinstalacjami PV,
3. przeanalizowano skuteczności wybranych metod regulacji napięć stosowanych obecnie przez OSD w sieciach niskich napięć,
4. zaproponowano zastosowanie prosumenckich magazynów energii elektrycznej do poprawy warunków napięciowych w sieci niskiego napięcia o dużym udziale mikroinstalacji PV.

Stwierdzam, że sformułowana teza jest dobrze osadzona w dziedzinie będącej przedmiotem rozprawy i została przez Doktoranta udowodniona.

5. Ocena stanu wiedzy teoretycznej i praktycznej Autora w dyscyplinie naukowej

Autor wykazał dobrą orientację w obszarze elektroenergetyki, dotyczącym rozdzielczych sieci niskiego napięcia i ich współpracy z różnego rodzaju mikroinstalacjami prosumenckimi a także możliwościami rozwiązywania problemów płynących z tej współpracy. Doktorant wykazał się również dobrą znajomością nowoczesnych narzędzi obliczeniowych, symulacyjnych oraz optymalizacyjnych, które pozwoliły na rozwiązanie skomplikowanych zadań. Wymienione problemy naukowe wymagały szerokiej wiedzy w dyscyplinie „automatyka, elektronika, elektrotechnika i technologie kosmiczne”. Przeprowadzone w rozprawie rozważania teoretyczne, prace implementacyjne oraz eksperymenty symulacyjne świadczą także o dobrym poziomie wiedzy i umiejętności Autora w tej dyscyplinie i dyscyplinach pokrewnych.

6. Ocena indywidualnego wkładu kandydata w powstanie prac stanowiących rozprawę

Zgodnie z deklaracją zawartą w „Autoreferacie” właściwa rozprawa składa się z 6 prac współautorskich, których współautorami oprócz Doktoranta są także Promotor i Promotor pomocniczy. W przekazanym opracowaniu nie ma informacji (np. oświadczeń współautorów) dotyczących wkładu merytorycznego i procentowego poszczególnych osób. Recenzent bazując na renomie Uczelni i Promotora zakłada, że wkład Doktoranta w powstanie poszczególnych prac jest typowy (kluczowy) w tego typu przypadkach a wkład pozostałych współautorów miał charakter mentorski. Pewnym potwierdzeniem tego założenia

są dodatkowe elementy występujące w „Autoreferacie” w porównaniu do publikacji. Co prawda składanie wspomnianych oświadczeń nie jest wymagane, ale wskazanym jest jednak, aby założenie poczynione przez recenzenta zostało potwierdzone (np. w czasie obrony).

7. Oryginalność i zakres rozwiązania zagadnienia naukowego

Doktorant rozwiązał ściśle określony problem naukowy – optymalizacji pracy sieci rozdzielczych o dużym udziale instalacji prosumenckich. Aby zrealizować ten cel: zidentyfikował problemy powodowane przez te instalacje, zaproponował sposób oceny ich wpływu na sieć, przebadął różne sposoby mitygowania wspomnianych problemów, rozwinął metodykę wykorzystującą magazyny energii, przebadął ją na rzeczywistych przypadkach oraz sformułował wnioski.

Do elementów nowości, stanowiących oryginalne i najważniejsze rezultaty rozprawy oraz osiągnięcia jego Autora, zaliczam:

- analizę literaturową poszczególnych zagadnień zarówno dotyczących sieci elektroenergetycznych, mikroinstalacji prosumenckich, jak i wzajemnego ich oddziaływania;
- opracowanie metody wyznaczania ryzyka przekroczenia dopuszczalnych parametrów pracy sieci niskiego napięcia na skutek generacji energii w mikroinstalacjach;
- wyznaczenie ryzyk dla rzeczywistej sieci i ich analiza dla: różnych poziomów nasycenia generacją PV w sieciach, różnych wariantów współpracy mikroinstalacji z siecią i różnych wariantów mitygowania problemów wynikających z tej współpracy (w tym magazynowania energii w wersji uproszczonej);
- przeprowadzenie optymalizacji (przy użyciu metaheurystyki) pracy magazynów energii w rzeczywistej sieci dla pojedynczych dni oraz całego roku, wyznaczenie ryzyk oraz ich analiza; (ten wątek występuje jedynie w autoreferacie);
- opracowanie wniosków.

Uważam, że Doktorant w pełni rozwiązał postawione w rozprawie zadanie. Mimo, że zagadnienia poruszane w rozprawie są obecne w literaturze od przynajmniej kilkunastu lat, to zaproponowane rozwiązania, przeprowadzone analizy i sformułowane wnioski są w dużej mierze oryginalne.

8. Umiejętność samodzielnego prowadzenia pracy naukowej

Przedstawione do oceny opracowanie, a w szczególności autoreferat, posiada właściwą objętość, pozwalającą na należyte przedstawienie poszczególnych zagadnień. Autor przedstawia w nim i rozwija zagadnienia poruszane w pracach naukowych stanowiących rozprawę.

Analizując treść rozprawy stwierdzam, że Doktorant wykazał, iż posiadał następujące umiejętności:

- formułowania i rozwiązywania problemu naukowego,
- formułowania uzasadnionych założeń,
- wykorzystania i rozwijania właściwych metod badawczych,
- rozwiązywania postawionych zadań,
- przekonującej prezentacji uzyskanych rezultatów,
- analizy osiągniętych wyników.

Praca jest na dobrym poziomie teoretycznym.

9. Przydatność uzyskanych wyników w praktyce

Jak należy wnosić rozprawa powstała w ramach tzw. Doktoratu wdrożeniowego. I rzeczywiście opracowane metody, analizy i wnioski z nich płynące mają duży potencjał

praktyczny. Z jednej strony, wskazują ogólne tendencje i kierunki, w których należy się kierować opracowując politykę inwestycyjną dotyczącą sieci rozdzielczych niskiego napięcia. Natomiast z drugiej strony, dają one dość praktyczne, inżynierskie sposoby na radzenie sobie z przedmiotowym zagadnieniem. A w przypadku analizowanej, rzeczywistej sieci nn wnioski mogą być wręcz bezpośrednio wdrożone do praktyki OSD.

10. Uwagi polemiczne i dyskusyjne

10.1. Uwagi o charakterze ogólnym

Przedstawia się następujące uwagi i pytania o charakterze ogólnym:

1. Czy w symulacjach uwzględniono stan sieci SN zasilającej stację SN/nn? Jaki mógł być wpływ sieci SN na wyniki analiz przedstawione w rozprawie?
2. Czy uwzględnienie skoordynowanej jednoczesnej regulacji napięć zarówno w sieci SN jak i nn mogłoby pozwolić na skuteczne mitygowanie problemów wynikających z dużej liczby mikroinstalacji prosumenckich?
3. Treść zawarta w rozdziale 4.4 nie występuje w publikacjach stanowiących rozprawę doktorską. Jest ona bezpośrednio związana z tezą pracy (wydaje się, że najsilniej ze wszystkich części pracy).
4. Zależność dana wzorem (4.3) tzw. „neutralność finansowa” jest trudna do porównania z zależnością (4.1), gdyż obie zależności posiadają odmienną dynamikę. Aby można było je porównać zależność (4.3) powinna być sumą wartości bezwzględnych.
5. W rozprawie wskazuje się wielokrotnie na „maksymalizację neutralności finansowej”. Czy uzyskuje się to poprzez minimalizowanie czy maksymalizowanie wspomnianej już zależności (4.3)?
6. Czy zastosowanie „maksymalizacji neutralności finansowej” ma więcej zalet dla indywidualnego prosumenta czy dla OSD? Czy można zaproponować inne kryteria optymalizacji, które pozwalałyby wprost realizować założone przez poszczególnych interesariuszy cele?
7. Na stronie 103 Autor wskazuje założenie: „przyjęto założenie, że u wszystkich prosumentów źródła PV nie będą pracować w czasie, gdy napięcie przekracza wartość dopuszczalną”. Doprecyzowania wymaga fakt czy dotyczy to wszystkich prosumentów czy jedynie tych, u których napięcia przekraczały wartość graniczną. Czy można oszacować na ile założenie to (w zależności od wersji) powoduje przeszacowanie wyłączeń generacji PV?
8. Na stronie 28 zawarto opis wyznaczania mocy generowanej w źródle PV biorąc pod uwagę różne czynniki. Czy wśród nich znalazł się kąt nachylenia i azymut paneli PV? A jeżeli tak, to czy uwzględniono godzinę doby, dla której wyznaczana była ta wartość? Jaki rodzaj nasłonecznienia został użyty (długość fal, bezpośrednie – całkowite, na jaką powierzchnię).
9. Na stronie 30 przedstawiono zależność (3.3). Jaki był cel zastosowania tej zależności, skoro w tym miejscu jedynie szacujemy wielkość mocy zainstalowanej PV w porównaniu do zużycia energii. Czy zależność ta nie jest nadmiernie skomplikowana biorąc pod uwagę fakt, że w publikacji [Z 1.4] wykorzystano jej prostszą wersję. Tu rodzi się także pytanie, która z zależności była podstawą analiz przedstawionych w całym rozdziale 4.

10.2. Uwagi szczegółowe

Formułuje się następujące uwagi i pytania szczegółowe:

1. W tabeli 3.1 występują różnego rodzaju dane statystyczne. Jak należy rozumieć poszczególne „średnie” (poza średnią mocą transformatora)? Opisy są zbyt zdawkowe.
2. Strona 57, parametr 12 – czy ten parametr dotyczy jednoczesnego przepływu odwrotnego na jednym z przyłączy czy na wszystkich jednocześnie?
3. Spis bibliografii zawiera powtórzoną pozycję 35 (43).

11. Redakcja pracy

Ogólny układ redakcyjny opracowania jest prawidłowy. Praca zawiera wszystkie zasadnicze elementy, które powinny się znaleźć w rozprawie doktorskiej. Jest ona napisana poprawnie pod względem edytorskim i redakcyjnym, całość jest zredagowana w sposób logiczny. Wyniki naukowe rozprawy są przedstawione w sposób właściwy. Język rozprawy jest generalnie klarowny.

Mniej istotne uwagi o charakterze redakcyjnym umieszczono na recenzowanym egzemplarzu pracy.

Zakres i waga wszystkich uwag o charakterze redakcyjnym nie umniejszają wartości pracy i nie wymagają autorskiej ingerencji w tekst.

12. Wniosek końcowy

Opiniowana rozprawa doktorska mgr inż. Marcina Ryszarda Smółki zatytułowana „Optymalizacja pracy sieci rozdzielczej o dużym udziale instalacji prosumenckich” prezentuje właściwy poziom naukowy i odpowiada wymaganiom, określonym przez aktualny stan prawny. Rozprawa doktorska wpisuje się zakresem w dyscyplinę automatyka, elektronika, elektrotechnika i technologie kosmiczne dziedziny nauk inżynieryjno-technicznych. Przedstawione uwagi polemiczne i dyskusyjne w żaden sposób nie podważają pozytywnej oceny poziomu pracy.

Stawiam wniosek o dopuszczenie mgr inż. Marcina Ryszarda Smółki do publicznej obrony recenzowanej rozprawy.