

Częstochowa 04.06.2020 r.

Prof. dr hab. inż. Jerzy Szkutnik
Państwowa Wyższa Szkoła Zawodowa
im. Angelusa Silesiusa w Wałbrzychu
Instytut Przyrodniczo – Techniczny
ul. Zamkowa 2
58-300 Wałbrzych

RECENZJA

rozprawy doktorskiej mgr inż. Michaliny Gryniewicz-Jaworskiej „Optymalizacja układów kompensacji mocy biernej farm wiatrowych”

Niniejsza recenzja została opracowana na podstawie pisma dr hab. inż. Wojciecha Jarzyny, Przewodniczącego Rady Dyscypliny Naukowej Automatyka, Elektronika i Elektrotechnika Politechniki Lubelskiej (AEiE/33/2020 z dnia 5 maja 2020 r.).

Recenzja zawiera następujące części:

1. Ogólną charakterystykę rozprawy,
2. Charakterystykę tematu oraz tez rozprawy,
3. Rozwiązanie postawionego problemu naukowego,
4. Uwagi i kwestie dyskusyjne,
5. Ocena pracy jako rozprawy doktorskiej,
6. Wniosek końcowy.

1. Ogólna charakterystyka rozprawy

Rozprawa zawiera 118 stron tekstu , podzielonego na 8 rozdziałów, streszczeń w języku polskim i angielskim, spisu treści, bibliografii zawierającej 108 pozycji, w tym 54 anglojęzycznych.

Pracę stanowi zauważalny wkład do badań nad zagadnieniem zarządzania pracą farm wiatrowych oraz ich współpracą z systemem elektroenergetycznym, ze szczególnym uwzględnieniem gospodarki mocą bierną. Zdefiniowano autorski wskaźnik jakości kompensacji za pomocą którego można dokonać oceny i wyboru optymalnej kompozycji



urządzeń wspomagających pracę farm wiatrowych w dwóch ich stanach –generacji i poboru mocy biernej. Wszystkie te aspekty zawiera prezentowana praca, składa się ona z następujących części: Rozdział 1 – Stan obecny i perspektywy rozwoju energetyki wiatrowej na świecie iw Polsce, zawieram on rys historyczny dynamiki przyrostu mocy generacyjnych energetyki odnawialnej w skali świata, Europy i Polski, ze szczególnym uwzględnieniem rozwoju mocy znamionowych wiatraków na przestrzeni ostatnich dwóch dekad. Przedstawiono aspekty prawne i techniczne farm wiatrowych w Polsce, szczególnie w aspekcie zielonych certyfikatów, Autor trafnie zauważa, że szansą na rozwój energetyki wiatrowej w Polsce będą nie tylko zmiany w regulacjach prawnych, ale przede wszystkim wytyczne Unii Europejskiej związane z nakazem wzrostu produkcji energii elektrycznej ze źródeł odnawialnych. Rozdział ten zawiera także analizę pracy kilku przykładowych farm wiatrowych, wykonanych w oparciu metodykę Politechniki Lubelskiej wspomaganą komputerowym atlasem wiatru niemieckiej firmy ANEMOS. Zaprezentowano również istotne aspekty związane z przyłączaniem farm wiatrowych do systemu elektroenergetycznego, jakimi są bez wątpienia: problemy bilansowania, możliwości przesyłowe linii elektroenergetycznych, regulacji napięcia w sieci 110 kV. Badania i analizy przeprowadzono na podstawie bardzo obszernej literatury krajowej i zagranicznej – stanowi ona ponad 50% wszystkich cytowanych pozycji źródłowych, taką kompozycję recenzent uznaje za wyjątkowo pozytywną.

Rozdział 2 – Cel i teza pracy, zaprezentowano wszystkie rodzaje urządzeń elektroenergetycznych przewidywane przy procesach poboru i produkcji mocy biernej przez farmy wiatrowe, zaliczając do nich m.in. , kable,, baterie kondensatorów, transformatory dławiki. Sformułowano cel pracy, którym było opracowanie metodyki wyznaczanie optymalnego reżimu pracy farm wiatrowych, stawiając następującą hipotezę: Możliwe jest stworzenie metodyki oceny i doboru parametrów układu generacji i poboru mocy biernej przez farmę wiatrową, tak by wymagania stawiane przez operatorów sieci mogły być spełnione, a osiągnięcie tego stanu było racjonalne z punktu widzenia kosztów ponoszonych przez właściciela farmy.

Rozdział 3 – Modelowanie układu generacji mocy biernej farmy wiatrowej, gdzie przedstawiono zagadnienia regulacji obszarów dopuszczalnych stanów elektrowni

wiatrowej, przeanalizowano parametry podłużne i poprzeczne linii kablowych SN, baterii kondensatorów, transformatorów WN/SN, linii kablowej 110 kV, kompensatory SVC i układy STATCOM, uwzględniono także koszty układów kompensacyjnych. Sprecyzowano także pakiet wymagań określonych w ustawodawstwie unijnym UE 2016/631.

Rozdział 4 – Uproszczony model obliczeniowy bilansowania mocy biernej w układzie – farma wiatrowa, linia kablowa 110kV, system elektroenergetyczny, zawiera zestaw formuł matematycznych umożliwiających przeprowadzenia wszechstronnych analiz badawczych, w pracy wykonano je dla jednego przykładu przyjmując założone wartości poszczególnych parametrów.

Rozdział 5 – Analiza możliwości spełnienia wymagań w zakresie generacji i poboru mocy biernej przez farmę wiatrową, prezentuje dwa podstawowe wykresy dla rozpatrywanej farmy wiatrowej: wykres rocznego przebiegu mocy czynnej osiąganego przez farmę, wymagania w zakresie zdolności generacji i poboru mocy biernej przez farmę wiatrową. Zaprezentowano odpowiednie wzory pozwalające na ocenę spełniania przez farmę wymagań z Dyrektywy UE 2016/631.

Rozdział 6 – Sformułowanie kryterium optymalnego doboru układu kompensującego, zawiera on opracowaną formułę optymalizacji wielokryterialnej, podano tu także metody, które są przydatne przy rozwiązywaniu tego typu zadań optymalizacyjnych. Rozdział ten przedstawia szereg wariantów pracy farmy wiatrowej wraz z analizą optymalizacyjną. Na końcu rozdziału dokonano podsumowania analiz wykonanych w oparciu o autorski wskaźnik wielokryterialnej jakości W_Q rozpatrując pięć rodzajów urządzeń kompensujących, tj.: dławik bez regulacji (FSR) dopasowany do pojemności linii kablowej – dwa przypadki, dławik z regulacją zaczepów pod obciążeniem (VSR), urządzenie energoelektroniczne (SVR), urządzenie przekształtnikowe STATCOM,

Rozdział 7- Zastosowanie optymalizacji heurystycznej do poboru parametrów układu generacji i poboru mocy biernej, podano tutaj podstawy tego typu optymalizacji, oraz sformułowano zadanie optymalizacyjne w oparciu o tę metodologię., dobierając odpowiednie parametry układu kompensacji mocy biernej farmy wiatrowej. Przeprowadzono stosowne obliczenia stosując algorytm CS w oparciu o opracowany dla tego

celu jego schemat blokowy, zamieszczając na końcu wyniki obliczeń optymalizacyjnych dla 5 wariantów.

Rozdział 8- Podsumowanie i zestawienie osiągnięć rozprawy, zawiera ono syntetyczny opis najważniejszych zagadnień analizowanych w dysertacji, zamieszczono tutaj stwierdzenie o zrealizowaniu i udowodnieniu tezy postawionej na wstępie pracy, rozdział zawiera także katalog osiągnięć Doktorantki dokonanych w pracy doktorskiej.

2. Charakterystyka tematu oraz celu rozprawy

Tematyka rozprawy doktorskiej pt. „Optymalizacja układów kompensacji mocy biernej farm wiatrowych” jest istotna zarówno z naukowego jak i praktycznego punktu widzenia, wszystkie rozważania i badania Doktorantki, zmierzające do podnoszenia efektywności w tym zakresie należy odnotować jako szczególnie wartościowe i przydatne w praktyce. Badania Autora mieszczą się w obszarze zagadnień techniczno – ekonomicznych pracy systemu elektroenergetycznego, a problem naukowy rozważany w pracy jest bardzo aktualny i ważny szczególnie w tym okresie, kiedy nasz kraj aspiruje do grona krajów wysoko rozwiniętych, gdzie zasady optymalnego rozwoju, także w obszarze inwestycyjnym i eksploatacyjnym powinny być szczególnie wykorzystywane. Badania nad problematyką rozważaną w rozprawie zarówno w kraju jak i zagranicą są już prowadzone od pewnego czasu, niemniej jednak praca ta stanowi zauważalny wkład w nowe spojrzenie nad skutecznym wdrażaniem analitycznych rozwiązań, przy uwzględnieniu wszystkich uwarunkowań, zarówno wewnętrznych jak i zewnętrznych obejmujących kreowanie strategii rozwojowych w obszarze odnawialnych źródeł energii, pracę można więc w całej rozciągłości wpisać jako wkład do Europejskiego Zielonego Ładu. Pozytywnie oceniam więc fakt, że Doktorantka podjęła tak złożony i bardzo aktualny problem, który został przedstawiony w rozprawie w sposób kompletny – uwzględniający zarówno podstawy teoretyczne, metody statystyczno-ekonometryczne pozwalające na określenie stanu faktycznego – wyjściowego jak też przede wszystkim stanów wielowariantowych rozwojowych.

Biorąc pod uwagę powyższe aspekty, należy stwierdzić, że praca doktorska mgr inż. Michałiny Gryniewicz-Jaworskiej jest wyjątkowo aktualna i dotyczy ważnych problemów

w jednostkach energetyki zawodowej, obejmujących praktycznie wszystkie obszary dystrybucji energii elektrycznej w Polsce.

Doktorantka podjęła się trudnego zadania, polegającego na udowodnieniu, że możliwe jest stworzenie metodyki oceny i doboru parametrów układu generacji i poboru mocy biernej przez farmę wiatrową. Z przeprowadzonych badań wynika wyraźnie, że oddziaływanie farm wiatrowych na system elektroenergetyczny poprzez generację lub pobór mocy biernej ma znaczenie nie tylko lokalne, ale wpływa na cały system elektroenergetyczny. Postawione przez Doktorantkę cele pracy są oryginalne, przedstawiony problem naukowy jest bardzo aktualny i ważny, szczególnie w obecnym okresie. Zagadnienia naukowe przedstawione w pracy są w ogólności sprecyzowane w sposób wystarczająco jasny i jednoznaczny.

3. Rozwiązanie postawionego problemu naukowego

Problem naukowy przedstawiony przez Autora rozwiązany został w rozdziałach trzecim, czwartym, piątym i szóstym, gdzie kolejno sprecyzowano główne założenia metodyczne i twórczo rozwinięto metodykę analityczną, pozwalającą na wielowarstwowe spojrzenie badawcze, umożliwiające przeprowadzenie syntetycznego wnioskowania. Podejście takie uważam za właściwe przy tego typu badaniach.

Katalog innowacyjnych prac wykonanych przez Doktorantkę w rozprawie jest na wyraźnie akceptowalnym poziomie, a za najbardziej oryginalne osiągnięcia Autora pracy uznałbym następujące elementy:

- wykorzystanie w obliczeniach rzeczywistych kosztów urządzeń do generacji i poboru mocy biernej, pomimo faktu, że są one produkowane w krótkich seriach, a informacje cenowe są trudno dostępne,
- oparcie obliczeń i analiz na obowiązujących przepisach dotyczących operatorów sieci,
- zdefiniowanie wielokryterialnego wskaźnika jakości układu kompensacji mocy biernej,
- przeprowadzenie oceny wskaźnika jakości dla pięciu całkowicie różnych rozwiązań technologicznych, świadczących o uniwersalności przyjętej metodyki obliczeń, oraz wykorzystania jej dla obliczeń dla innych farm wiatrowych,

- przeprowadzenie efektywnego doboru parametrów układów poboru i generacji farm wiatrowych przy zastosowaniu algorytmu heurystycznej optymalizacji,
- pozytywną weryfikację metody uproszczonej metodą heurystyczną.

4. Uwagi i kwestie dyskusyjne

Jako recenzent rozprawy zgłaszam następujące uwagi i kwestie dyskusyjne:

A. Uwagi ogólne:

1. Praca zawiera aż osiem rozdziałów, dla podniesienia jej naukowego charakteru, recenzent sugeruje połączenie niektórych ich części, zwłaszcza Rozdział 2 powinien stać się integralną częścią Rozdziału 1.
2. Nie skonkretyzowano kierunków dalszych badań, jak Doktorantka widziałaby rozszerzenie tych badań, zakładających opracowanie kompleksowego modelu także z uwzględnieniem dodatkowych, nie ujętych dotychczas aspektów.

B. Uwagi szczegółowe

Praca napisana bardzo starannie, o dużej estetyce, recenzent nie zauważył jakiegokolwiek konieczności korekty edycyjnej. Praca wskazuje na umiejętność uporządkowania wiedzy naukowej i przedstawienia jej w formie zrozumiałej dla innych, praca napisana przejrzysto i zrozumiale, pod względem edytorskim praca praktycznie bez mankamentów


5. Ocena pracy jako rozprawy doktorskiej

Biorąc pod uwagę zawartość pracy stwierdzam, że: Doktorantka w sposób wystarczająco jednoznaczny sformułowała problem naukowy, który następnie rozwiązała właściwie przy użyciu metod naukowych. Zakres i stopień wiedzy Doktorantki w zakresie dyscypliny naukowej, której dotyczy praca, jest wystarczający zarówno w zakresie teoretycznym jak również aplikacyjnym, ponadto dysertacja posiada znaczny stopień oryginalności. Na szczególną uwagę zasługuje duża wiedza i znajomość zagadnień zebrana na podstawie licznej pozycji literaturowych, w bardzo dużym stopniu anglojęzycznych, związanych z wieloaspektową pracą systemu elektroenergetycznego, zarówno w krajowym jak i europejskim wymiarze. Doktorantka posiada również dobre

opanowanie techniki pisania prac naukowych oraz umiejętność samodzielnego prowadzenia pracy naukowej. Recenzent jest przekonany, że praca ta będzie podstawą do dalszych badań Doktorantki, które jeszcze w większym stopniu uwypuklą rolę energetyki odnawialnej w przyszłościowym modelu pracy sektora elektroenergetycznego.

6. Wniosek końcowy

Recenzowana rozprawa doktorska mgr inż. Michałiny Gryniewicz-Jaworskiej „Optymalizacja układów kompensacji mocy biernej farm wiatrowych” spełnia ustawowe wymagania dotyczące rozpraw doktorskich zawarte w art. 13 Ustawy o stopniach i tytule naukowym oraz stopniach i tytule w zakresie sztuki z 14.03.2004r., (Dz.U.nr 65,poz.595), w zgodzie z Rozporządzeniem Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 3 października 2014 r. w sprawie szczegółowego trybu i warunków przeprowadzania czynności w przewodzie doktorskim postępowaniu habilitacyjnym oraz postępowaniu o nadanie tytułu profesora (Dz. U. z dnia 14 października 2014 r. poz.1383) oraz art.179 ust.1 Ustawy z dnia 3 lipca 2018 r. (Dz.U. z 2018 r. poz.1669). Jest ona oryginalnym rozwiązaniem postawionego przez Autora zagadnienia naukowego. Potwierdza opanowanie przez Nią wiedzy w dyscyplinie naukowej: automatyka, elektronika i elektrotechnika. Potwierdza również umiejętność rozwiązywania problemów naukowych , w związku z powyższym wnioskuję o dopuszczenie mgr inż. Michałiny Gryniewicz – Jaworskiej do publicznej obrony rozprawy doktorskiej.



2018.10.12 10:10:10