

Wrocław, 01.08.2019 r.

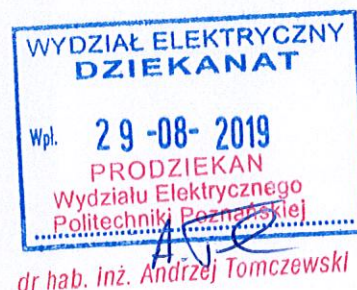
Prof. dr hab. inż. Jan IŻYKOWSKI

Politechnika Wrocławska

Wydział Elektryczny

Katedra Energoelektryki

Jan.Izykowski@pwr.edu.pl



RECENZJA ROZPRAWY DOKTORSKIEJ

MGR. INŻ. PIOTRA PIECHOCKIEGO

p.t. „CZAS TRWANIA ZWARCIA I NARAŻENIA DYNAMICZNE W
ROZDZIELNIACH NAJWYŻSZYCH NAPIĘĆ Z PRZEWODAMI SZYNOWYMI
GIĘTKIMI W ŚWIELE BADAŃ SYMULACYJNYCH”

I. Podstawa wykonania recenzji

Opiniowana rozprawa doktorska powstała w Instytucie Elektroenergetyki Politechniki Poznańskiej pod kierunkiem dr hab. inż. Ryszarda Frąckowiaka. Recenzja została sporządzona w związku z uchwałą Rady Wydziału Elektrycznego Politechniki Poznańskiej.

II. Ogólna charakterystyka tematyki rozprawy

Rozprawa doktorska mgr inż. Piotra Piechockiego zawiera analizy związane z oceną doboru urządzeń elektroenergetycznych w stacjach najwyższych napięć z przewodami szynowymi giętkimi do warunków zwarciovych. Problem ten ma wymiar ekonomiczny i jest ważnym elementem analiz w sektorze energetycznym. Dotyczy bowiem przypadków budowy nowych rozdzielni, ale również istniejących, w których wskutek rozwoju spowodowanego zwiększonym zapotrzebowaniem na energię elektryczną, zachodzi wzrost mocy zwarciovych. Wtedy należy dostosować urządzenia do pracy przy tych większych wartościach prądu zwarciovego. Wymaga to określenia poziomu potencjalnych prądów zwarciovych i realnych czasów ich trwania. Przyjęcie przy projektowaniu urządzeń niewłaściwej wartości czasu trwania zwarcia, tj. za małej lub zbyt dużej wartości, może

skutkować ich uszkodzeniem, a nawet zniszczeniem, lub prowadzić do strat ekonomicznych spowodowanych przewymiarowaniem elementów stacji.

Stosunkowo niewielka liczebność dostępnych informacji dla zarejestrowanych zwarć, które wystąpiły w przeszłości, powoduje, że wiarygodność otrzymanych rozkładów dla zmiennej losowej jaką jest czas trwania zwarcia jest niewielka. Tak więc nie daje to możliwości oceny wartości czasu zwarcia na podstawie prawdopodobieństwa ich występowania. Mając to na uwadze, Autor rozprawy słusznie zaproponował przeprowadzenie badań probabilistycznych. Zakres badań tej rozprawy, bazujących na wynikach uzyskanych w symulacjach komputerowych, oceniam jako dość szeroki. Badania te mają za zadanie wypełnić lukę w dotychczasowych pracach prowadzonych na świecie i w Polsce.

Recenzowana rozprawa podejmując analizę skutków dynamicznych w rozdzielni najwyższych napięć z przewodami giętkimi w warunkach zwarciovych wpisuje się w **zakres nauk technicznych, w dyscyplinę automatyka, elektronika i elektrotechnika.**

III. Główne rezultaty rozprawy, ocena tezy

Układ rozprawy jest logiczny i można go zaakceptować. W szczególności, rozprawa składa się z następujących elementów:

- Wykaz ważniejszych oznaczeń.
- Rozdział 1: Wprowadzenie.
- Rozdział 2: Skutki dynamiczne w rozdzielniach z przewodami giętkimi.
- Rozdział 3: Model symulacyjny do analizy rozkładu wartości prądu zwarciovego.
- Rozdział 4: Model symulacyjny czasu trwania zwarcia.
- Rozdział 5: Przykłady analizy skutków dynamicznych.
- Rozdział 6: Określenie wartości czasu trwania zwarcia.
- Rozdział 7: Podsumowanie i wnioski końcowe.
- Literatura.

Cel, teza i zakres rozprawy zostały określone w punkcie 1.3. Zaletą rozprawy jest jasne nakreślenie jej celu i zakresu. Cel sprowadza się do zastosowania podejścia probabilistycznego do określania czasu trwania zwarcia, który jest kluczowym parametrem w analizie skutków dynamicznych w rozdzielniach najwyższych napięć z przewodami giętkimi. Cel ten oceniam jako dość ambitny, a badania przeprowadzone w rozprawie pokazały, że jest realizowalny.



Teza brzmi „*Wartości czasu trwania zwarcia, jakie należy przyjmować do wyznaczania obciążeń dynamicznych w rozdzielniach z przewodami giętkimi zależą od cech charakteryzujących zabezpieczenia, wyłączniki oraz parametry sieci elektroenergetycznej. Właściwy dobór wartości tego czasu z uwzględnieniem wpływu ww. czynników umożliwia zastosowanie podejścia statystyczno-probabilistycznego i związanego z nim kryterium doboru opartego na wartościach ryzyka*” i jest zrozumiała. Jest również zasadna w świetle badań przedstawionych w recenzowanej rozprawie.

Dla udowodnienia tej tezy Doktorant zrealizował kilkanaście elementów, które prowadzą się do:

1. Opracowanie programu komputerowego do statystyczno-probabilistycznej analizy warunków zwarciovych w rozdzielniach najwyższych napięć NN z giętkimi przewodami szynowymi.
2. Badania symulacyjne dla dwóch punktów rzeczywistej rozdzielni 220 kV.

Ad. 1. Opracowano model symulacyjny do analizy prądu zwarciovego oraz czasu jego przepływu przez elementy rozdzielni. Efektywnie wykorzystano do tego metodę Monte Carlo oraz dane dotyczące zwarć, które wystąpiły w przeszłości. W ramach tego sformułowano szczegółowe algorytmy odwzorowujące działanie zabezpieczeń i wyłączników rozdzielni. Autor rozprawy wykazał się przy tym bardzo dobrym rozeznaniem tych elementów, w które są wyposażone krajowe stacje najwyższych napięć. Opracowany program komputerowy pozwolił na określanie czasu trwania zwarcia - parametru, który jest potrzebny do wyznaczenia sił dynamicznych zgodnie z obowiązującą normą IEC 865-1 oraz jej polskiej wersji PN-EN 60865-1. Z użyciem tego programu dokładnie przedstawiono i omówiono wpływ różnych elementów na rozkłady wartości czasu trwania zwarcia. Nie mam zastrzeżeń co do opracowanego programu, a także analiz przeprowadzonych z jego użyciem.

Ad. 2. Opracowany program został wykorzystany do badań dla dwóch punktów obserwacyjnych w rzeczywistej rozdzielni 220 kV, przez co oceniana rozprawa mocno tkwi w realiach krajowej infrastruktury energetycznej. Wysoko oceniam wielowariantowe analizy przeprowadzone dla tej rozdzielni. Rezultaty tych analiz przedstawiono w licznych tabelkach i wykresach, zamieszczając zwięzłe opisy.

Uważam, że sposób rozwiązania problemów postawionych w rozprawie wskazuje na dobre opanowanie i zrozumienie przez jej Autora wielu różnorodnych zagadnień, co było



konieczne do realizacji tej pracy. Nabyta wiedza w trakcie realizacji rozprawy i uzyskane rezultaty można uznać za jej pozytywne efekty.

Spis literatury zawiera 51 pozycji, w tym kilka o charakterze prawnym, katalogi i raporty, a więc Doktorant korzystał z bardzo wąskiej literatury. Tak więc Doktorant dość oszczędnie formułował spis literatury. Świadczy o tym chociażby to, że nie umieścił wszystkich swoich publikacji, a nawet jakiegoś podręcznika lub artykułu dotyczącego metody Monte Carlo. Literatura wyszczególniona w spisie została w pracy wykorzystana poprawnie.

W spisie literatury są 2 pozycje (w tym jedna w postaci artykułu w czasopiśmie zagranicznym) współautorstwa mgr inż. Piotra Piechockiego, co należy uznać, wraz z Jego publikacjami nieujętych w wykazie, za Jego dobry dorobek publikacyjny z tematyki rozprawy. Mogę stwierdzić, że Doktorant jest dobrze przygotowany do prowadzenia samodzielnej pracy naukowo badawczej i publikowania ich rezultatów, w tym także o zasięgu międzynarodowym.

IV. Uwagi - pytania

Następujące pytania i problemy nasuwają się przy czytaniu tej rozprawy, na które oczekuję odpowiedzi.

1. Czy metodę i rezultaty przedstawione w rozprawie dla stacji najwyższych napięć NN można przenieść na stacje średniego napięcia SN, których jest znacznie więcej? Jakie elementy dodatkowo należy przy tym ewentualnie rozwiązać?
2. Słusznie wskazano, że w analizie są brane pod uwagę zwarcia międzyfazowe (dwufazowe i trójfazowe). Jakie narażenia dla szyn zbiorczych są od najczęstszych zwarć jednofazowych?
3. Czy narażenia są określane w stosunku do części środkowej, czy skrajnej szyn zbiorczych?
4. Skomentowania wymaga to, że nie zakładano awaryjności układu lokalnej rezerwy wyłącznikowej (LRW), chociaż uwzględniano awaryjność wyłączników pobudzanych przez ten układ.

V. Uwagi dotyczące redakcji pracy

Rozprawa jest napisana poprawnym językiem i jest zrozumiała. Szata graficzna pracy jest niezwykle staranna. Z trudem znalazłem pojedynczą usterkę redakcyjną, tzw.

literówkę: w 1-szej linijce na stronie 88 jest: „Jednak największy wspływ na wzrost tego ryzyka...”, a powinno być: „Jednak największy wpływ na wzrost tego ryzyka...”. Być może jest to tylko jedna literówka w ocenianej rozprawie. Chciałbym więc podkreślić, że moja ocena strony redakcyjnej rozprawy jest bardzo wysoka i uważam, że jest ona wzorowa. Wysoka ocena dotyczy również tego, że zawarto wyczerpujące interpretacje przeprowadzonych analiz oraz uzyskanych rezultatów.

VI. Wniosek końcowy

Konkludując, moja ocena rozprawy doktorskiej przedstawionej przez mgr inż. Piotra Piechockiego jest **jednoznacznie pozytywna**. Uważam, że rozprawa ta wnosi istotny wkład do elektroenergetyki. Opiniowana rozprawa doktorska stanowi oryginalne podejście do rozwiązania interesującego, aktualnego i ważnego dla praktyki problemu naukowego. Przedstawione przez Autora rozprawy rezultaty badań oceniam jako poprawne i interesujące. Doktorant wykazał się przy tym posiadaną i nabytą wiedzą z zakresu tematyki rozprawy doktorskiej, jak również umiejętnością prowadzenia badań naukowych. Badania zostały przeprowadzone w stosunkowo szerokim zakresie i ze sprawnym zastosowaniem nowoczesnych narzędzi programowych.

Z pełnym przekonaniem stwierdzam, że rozprawa opracowana przez mgr inż. Piotra Piechockiego **spełnia**, kryteria i wymagania stawiane rozprawom doktorskim przez Ustawę z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym... (tekst jednolity Dz. U. 2017) oraz towarzyszących jej aktach prawnych w dyscyplinie naukowej Automatyka, Elektronika i Elektrotechnika, określającej w rozporządzeniu MNiSzW z 2019 r., której zakres obejmuje dotychczasową dyscyplinę Elektrotechnika, zapisaną w Rozporządzeniu MNiSzW z 2011 r. **Wnioskuje o dopuszczenie mgr inż. Piotra Piechockiego do publicznej obrony.**

J. Lyskowski