

Wrocław, 2019-08-01

Prof. dr hab. inż. Marian Sobierajski
mail: marian.sobierajski@pwr.edu.pl

RECENZJA

**rozprawy doktorskiej mgr inż. Janusza Kurpasa
pt. "Analiza poprawy niezawodności wybranego obszaru elektroenergetycznej sieci
dystrybucyjnej"**

Promotor pracy: Prof. dr hab. inż. Paweł Sowa

CEL ROZPRAWY

Poprawa niezawodności sieci dystrybucyjnych to przede wszystkim dążenie do minimalizacji liczby i czasu przerw w dostawie energii elektrycznej, przy nie przekraczaniu dopuszczalnych zakresów zmian napięć, nieprzeciążaniu linii i transformatorów w stanach ustalonych, nie przekraczaniu dopuszczalnych prądów zwarciovych oraz zapewnieniu wymaganej jakości energii elektrycznej.

Celem recenzowanej rozprawy doktorskiej jest identyfikacja aktualnego stanu niezawodności wybranego obszaru sieci dystrybucyjnej - mierzonego wskaźnikami SAIDI i SAIFI - oraz poprawa tej niezawodności po zastosowaniu wybranych i dostępnych środków technicznych.

Opiniowana rozprawa doktorska mieści się w nurcie krajowych prac naukowych o dużym praktycznym znaczeniu dla polskiej elektroenergetyki.

TEZA ROZPRAWY

Doktorant stawia następującą tezę:

Istnieją adekwatne środki techniczne pozwalające na poprawę poziomu niezawodności badanego obszaru sieci dystrybucyjnej SN do zdefiniowanego poziomu, wyznaczone na podstawie powtarzalnej metody przeprowadzenia analizy weryfikującej możliwość osiągnięcia zadanych wskaźników SAIDI i SAIFI.

Dowód tezy przeprowadził doktorant w kilku rozdziałach i podrozdziałach rozprawy.

W podrozdziale 1.3 przedstawił założenia rozprawy obejmujące:

- charakterystykę badanego wybranego obszaru sieci elektroenergetycznej,
- opis modelu obliczeniowego sieci zlokalizowanej na badanym obszarze,
- analizy przeprowadzone w normalnych i awaryjnych układach pracy sieci,
- zastosowane narzędzia obliczeniowe,
- dane wejściowe do wykonania prognozy zapotrzebowania mocy i energii elektrycznej.

W rozdziale 2 omówił wybrane zagadnienia niezawodności w świetle ustawy Prawo Energetyczne i dyrektyw Unii Europejskiej oraz wymagań Urzędu Regulacji Energetyki zawartych w następujących dokumentach:

- „Strategia Regulacji Operatorów Systemów Dystrybucyjnych na lata 2016-2020”,
- „Regulacja Jakościowa w latach 2016-2020 dla Operatorów Systemów Dystrybucyjnych”.

Doktorant scharakteryzował najczęściej używane w światowej energetyce wskaźniki niezawodności i szczegółowo omówił wskaźniki SAIDI i SAIFI, których wartości są używane do oceny poziomu niezawodności sieci elektroenergetycznych w krajach europejskich oraz w polskich koncernach energetycznych.

Wskaźniki SAIDI i SAIFI zostały wykorzystane w rozprawie doktorskiej do oceny niezawodności wybranego obszaru sieci dystrybucyjnej przed i po zastosowaniu dostępnych środków technicznych.

W rozdziale 3 scharakteryzował problemy związane z prognozowaniem zapotrzebowania na moc i energię elektryczną w Krajowym Systemie Elektroenergetycznym oraz w sieciach

dystrybucyjnych. Doktorant wskazał na fakt, że w sieciach dystrybucyjnych średniego napięcia istotny wpływ na prognozy mają nie tylko plany rozwoju, ale także wydane zrealizowane lub niezrealizowane warunki przyłączenia do sieci nowych odbiorów oraz lokalnych źródeł.

W konsekwencji uzasadnił konieczność rozważania trzech wariantów scenariuszy prognozy:

- ekspansji,
- zrównoważenia,
- stagnacji.

W podrozdziale 4.2 opisał szczegółowo wybrany do badań obszar sieci dystrybucyjnej średniego napięcia oraz dokonał oceny warunków pracy tej sieci w stanach ustalonych i zwarciovych.

Ocenę dla roku 2020 przedstawił w podrozdziale 4.3, a dla roku 2025 - w podrozdziale 4.4.

W rozdziale 5 przedstawił wyniki analizy poprawy niezawodności badanego obszaru sieci według kryterium zmniejszenia wartości wskaźników SAIDI i SAIFI.

W rozdziale 6 i 7 wykazał, że decydującym środkiem technicznym poprawy niezawodności jest zamiana awaryjnych odcinków linii napowietrznych liniami kablowymi.

W rozdziale 8 przedstawił autorski algorytm przeprowadzania analizy poprawności niezawodności sieci dystrybucyjnej.

W rozdziale 9 przedstawił uwagi i wnioski końcowe wskazujące na udowodnienie postawionej tezy.

Praca zawiera bogaty przegląd literatury (90 pozycje), wskazujący na dogłębne rozpoznanie prac innych autorów zajmujących się podobną problematyką na świecie i w kraju.

WYKAZANIE POPRAWNOŚCI TEZY

Doktorant wykazał w rozprawie metodami obliczeniowymi, że proponowany przez niego autorski algorytm może być wykorzystany i stosowany do analizy i poprawy niezawodności wybranych obszarów dystrybucyjnej sieci średnich napięć.

Problematyka rozprawy doktorskiej ma duże znaczenie praktyczne dla krajowej elektroenergetyki.

Rozprawa jest oryginalna w dyscyplinie naukowej elektrotechnika.

UWAGI

Uwagi odnoszą się do niektórych etapów analizy i poprawy niezawodności prowadzonych według autorskiego algorytmu.

Ad Zdefiniowanie zakresu analizy

W sieciach średnich napięć istotną rolę odgrywa sposób pracy punktu neutralnego. Punkt neutralny może być izolowany, kompensowany lub uziemiony przez rezystor. Sieci z kompensacją nie mogą być łączone z sieciami uziemionymi przez rezystor, a to znacznie ogranicza możliwość awaryjnego zasilania z sąsiednich stacji GPZ 110kV/SN. W rozprawie brak jest informacji na ten temat.

Ad Pozyskanie danych

Obecnie pozyskanie danych dotyczących konfiguracji sieci oraz parametrów zastępczych linii i transformatorów wymaga żmudnej ręcznej pracy, chociaż dane te są zapisane w bazach danych Operatora Systemu Dystrybucyjnego.

Możliwe jest zautomatyzowanie pozyskania takich danych za pomocą dedykowanego oprogramowania. Czy OSD ma takie oprogramowanie, czy też należy je opracować?

Ad Opracowanie prognozy wzrostu zapotrzebowania na moc i energię elektryczną

Zwykle dostępne są pomiary energii oraz mocy czynnej i biernej pobieranych z transformatorów 110kV/SN.

Niekiedy dostępne są również pomiary mocy czynnej i biernej na początku niektórych ciągów liniowych SN.

Często jednak w ciągach liniowych dostępne są tylko pomiary wartości skutecznej prądu, bez podania kierunku. Znajomość kierunku prądu ma znaczenie w sytuacji, kiedy do danego ciągu są przyłączone lokalne źródła o generowanej mocy przekraczającej sumaryczną moc odbiorów.

Na ogół brak jest również pomiarów energii i mocy pobieranych z transformatorów SN/nN. Znane są jedynie moce znamionowe tych transformatorów.

Czy takie przypadki pomiarów wystąpiły w badanym obszarze? Jeśli tak, to jak uzyskiwano wartości mocy czynnej i biernej?

Wymienione powyżej uwarunkowania pomiarów powodują, że prognozy pobieranych mocy mogą być obarczone dużym błędem.

Jak ten problem został rozwiązany przez doktoranta przy opracowaniu prognoz dla wybranego obszaru sieci SN?

Ad Ocena warunków pracy sieci

W stanach ustalonych doktorant rozważa spełnienie kryterium napięciowego i prądowego w układach normalnych i awaryjnych.

Decydujący wpływ na poziomy napięcie w sieci SN ma regulacja przekładni transformatora pod obciążeniem w stacjach GPZ 110kV/SN oraz regulacja baterii kondensatorów przyłączonych do szyn SN w GPZ. Regulacja odbywa się według zadanego napięcia na szynach SN w GPZ. Czy w obliczeniach uwzględniana była taka regulacja napięcia? Jakie wartości zadanych napięć były przyjmowane?

Kryterium prądowe polega na sprawdzaniu, czy w poszczególnych odcinkach ciągów liniowych SN przy maksymalnym poborze mocy nie wystąpi przekroczenie dopuszczalnego prądu przewodów i kabli. Ale maksymalny pobór mocy z danego GPZ często nie pokrywa się z chwilą maksymalnego zapotrzebowania mocy w Krajowym Systemie Elektroenergetycznym i może wystąpić w lecie. W takich przypadkach powinno być rozważane dopuszczalne prądowe obciążenie w lecie, a nie zimie. W rozprawie brak jest informacji na ten temat.

Ad Określenie działań wpływających na poprawę niezawodności

Zamiana awaryjnych odcinków linii napowietrznych na kable to decydujący środek techniczny prowadzący do zmniejszenia wartości wskaźników SAIDI i SAIFI.

Wprowadzenie dużej liczby linii kablowych prowadzi do wzrostu prądu pojemnościowego widzianego z szyn SN w GPZ.

W przypadku sieci izolowanej może wystąpić konieczność zmiany sposobu pracy punktu neutralnego z izolowanego na kompensowany po przekroczeniu dopuszczalnego przepisu prądu pojemnościowego..

W przypadku sieci kompensowanej może nastąpić przekroczenie dopuszczalnego przed kompensacją naturalnego prądu pojemnościowego i w rezultacie konieczne może być rozbudowanie GPZ o nową sekcję z nowym transformatorem 110kV/SN.

Czy w wyborze środków technicznych do poprawy niezawodności sieci takie przypadki były brane pod uwagę? Może to powodować znaczny wzrost kosztów.

Mimo powyższych uwag uważam, że autorski algorytm jest poprawny i dobrze udokumentowany.

Rozprawa doktorska jest przejrzysto zredagowana.

Materiał ilustracyjny jest również dobrze dobrany i przekonujący.

WNIOSEK KOŃCOWY

Recenzowana rozprawa doktorska dotyczy bardzo ważnego i trudnego zagadnienia poprawy niezawodności sieci średnich napięć za pomocą dostępnych środków technicznych.

Uważam, że doktorant rozwiązując postawione sobie zadanie wykazał się dużą teoretyczną i praktyczną wiedzą z dziedziny elektrotechniki.

Stwierdzam, że recenzowana rozprawa doktorska spełnia wymagania obowiązującej ustawy o stopniach i tytułach naukowych i wnoszę o dopuszczenie mgr inż. Janusza Kurpasa do publicznej obrony rozprawy doktorskiej.

Prof. dr hab. inż. Marian Sobierajski

