

Streszczenie rozprawy doktorskiej

Doktorant: Mgr inż. Michał Laskowski

Promotor: Prof. dr hab. inż. Jan Kiciński

Tytuł: Badanie wykorzystania mikrosieci jako wysp energetycznych integrujących prosumentów, producentów i odbiorców przy wykorzystaniu inteligentnej infrastruktury sieciowej.

W niniejszej rozprawie przedstawiono zagadnienie wykorzystania opracowanego narzędzia, optymalizującego dobór oraz pracę źródeł wytwórczych, wpływ na obciążenie układu sieciowego, miejsca przyłączenia urządzeń oraz umożliwiającego wsparcie Krajowego Systemu Elektroenergetycznego w poszczególnych trybach pracy.

Pierwszy rozdział zawiera wstęp do pracy, w którym określono wstępny cel. W kolejnym rozdziale scharakteryzowano system elektroenergetyczny w Polsce, rynek energii elektrycznej oraz mikrosystemy elektroenergetyczne niskiego napięcia. Przedstawiono charakterystykę techniczną podstawowych urządzeń wchodzących w ich skład, takich jak: źródła małej mocy, magazyny energii elektrycznej, odbiory sterowalne, przekształtniki czy aparatura zabezpieczeniowa. Rozdział trzeci poświęcony został charakterystyce wytypowanego obszaru badawczego, gdzie na potrzeby przeprowadzenia badań wdrożono ponad 260 urządzeń pomiarowych u odbiorców energii elektrycznej. Przedstawione zostały rzeczywiste przebiegi zapotrzebowania na energię elektryczną, podział odbiorców ze względu na taryfy i sezonowość odbiorów. Kolejne dwa rozdziały zostały poświęcone sformułowaniu celu i tezy rozprawy doktorskiej oraz problemu badawczego. Szczegółowo przedstawiono zagadnienia oraz narzędzia wykorzystane do przeprowadzonych badań. W tym rozdziale omówiono również zadania optymalizacyjne, wraz z modelami matematycznymi. Rozdział szósty poświęcony został opisowi mikrosystemu testowego, zasilającego gminę wiejską, wykorzystywanego do przeprowadzenia obliczeń optymalizacyjnych oraz przedstawieniu wyników. Zawarto w nim niezbędne dane wejściowe w postaci profili zapotrzebowania na energię elektryczną, rzeczywistych poziomów generacji odnawialnych źródeł energii elektrycznej oraz danych technicznych urządzeń przyłączonych do mikrosystemów testowych. Zamieszczono również wyniki z poszczególnych zadań optymalizacyjnych, zawierających całoroczne obliczenia dotyczące bilansowania energii elektrycznej w mikrosieci, w odstępach 15 minutowych. Z technicznego punktu widzenia kluczowe było zidentyfikowanie i dobór

odpowiednich źródeł energii odnawialnej, takich jak instalacje fotowoltaiczne i turbiny wiatrowe, oraz systemów magazynowania energii, które zapewniają stabilność dostaw energii, nawet przy zmiennych warunkach pogodowych. Ponadto, zaprezentowano wyniki analizy obciążalności sieci dystrybucyjnej w lokalizacji badań oraz wpływie na system elektroenergetyczny. Przeprowadzona analiza obciążalności linii elektroenergetycznych wykazała, że pomimo zmienności generacji energii z OZE, maksymalne obciążenie linii nie przekroczyło 12% wartości dopuszczalnej, co potwierdza wystarczający margines bezpieczeństwa operacyjnego. Dodatkowo, w ramach wykonanych analiz, zbadano również opłacalność wdrożenia w pełni funkcjonalnej wyspy energetycznej, w ujęciu porównawczym - krańcowego kosztu kilowatogodziny wyprodukowanej w mikrosieci względem zakupu z rynku.

Przeprowadzone analizy techniczne i ekonomiczne wykazały, że mikrosieci elektroenergetyczne, mogą stanowić opłacalne rozwiązanie w kontekście zaspokajania lokalnego zapotrzebowania na energię elektryczną. Z perspektywy technicznej, zastosowanie narzędzia Microgrid Design and Simulation umożliwiło precyzyjną optymalizację struktury mikrosieci oraz modelowanie różnych scenariuszy jej pracy, zarówno w trybie wyspowym, jak i w połączeniu z Krajowym Systemem Elektroenergetycznym. Opracowane strategie optymalizacyjne, zastosowanie zaawansowanych algorytmów sterowania oraz wykorzystanie technologii OZE i magazynowania energii pozwalają na osiągnięcie konkurencyjnych kosztów energii przy jednoczesnym zapewnieniu wysokiego poziomu niezawodności i bezpieczeństwa energetycznego. Dalsza integracja mikrosieci z KSE oraz rozwój technologii magazynowania energii stwarzają perspektywy dla jeszcze większej efektywności i elastyczności tego rozwiązania w przyszłości.