

Dr hab. inż. Waldemar Dołęga prof. uczelni
Katedra Energoelektryki
Wydział Elektryczny

Politechnika Wroclawska
50-370 Wrocław
ul. Wybrzeże Wyspiańskiego 27
tel. (71) 3203465
fax (71) 3202656
e-mail: Waldemar.dolega@pwr.edu.pl

RECENZJA

rozprawy doktorskiej mgr inż. Mariusza Draba
pt. „Planowanie rozwoju sieci terenowych średniego napięcia w świetle nowych rozwiązań
technicznych oraz uwarunkowań prawnych”

Niniejsza recenzja została opracowana na zlecenie Przewodniczącego Rady Naukowej Dyscypliny Automatyka, Elektronika, Elektrotechnika i Technologie Kosmiczne Politechniki Warszawskiej prof. dra hab. inż. Tomasza Stareckiego, przekazane pismem z dnia 28.06.2024 wraz z egzemplarzem rozprawy doktorskiej, a otrzymanym w dniu 03.07.2024.

1. Przedmiot rozprawy

Sieć dystrybucyjna, która obejmuje linie i stacje WN i SN oraz linie nN, jest odpowiedzialna za rozdział i dystrybucję energii elektrycznej. Z racji swojego usytuowania w Krajowym Systemie Elektroenergetycznym (KSE) i funkcji jaką w nim pełni odgrywa kluczową rolę w zasilaniu odbiorców. Stanowi ważne ogniwo KSE i decyduje w znacznej mierze o jakości, niezawodności i pewności dostawy energii elektrycznej do odbiorców końcowych.

Krajowa sieć dystrybucyjna, która obejmuje 34 376 km linii i 1 597 stacji elektroenergetycznych 110 kV, 321 089 km linii i 271 571 stacji elektroenergetycznych SN oraz 504 492 km linii niskiego napięcia, ma więc istotne znaczenie dla funkcjonowania kraju zarówno obecnie jak i w przyszłości. Przy czym dostosowanie jej do przyszłych warunków wymaga właściwego planowania rozwoju tych sieci, co jest bardzo trudne i złożone bowiem zależy od bardzo wielu różnorodnych zdeterminowanych i niezdeteminowanych czynników natury: technicznej, ekonomicznej, prawnej, politycznej i społecznej.

Problematyka planowania rozwoju sieci dystrybucyjnych jest od wielu lat w centrum zainteresowania różnych krajowych i zagranicznych ośrodków naukowo-badawczych, czego efektem jest bardzo wiele publikacji z tego zakresu. W kraju ta problematyka jest rozwijana nie tylko na Politechnice Warszawskiej ale również m.in. na: Politechnice Wrocławskiej, Politechnice Gdańskiej, Politechnice Lubelskiej, Politechnice Opolskiej i Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie.

Mimo, że zagadnienia dotyczące planowania rozwoju sieci dystrybucyjnych są bardzo popularne w sferze naukowo-badawczej, to jednak waga, złożoność i wieloaspektowość problemu, ogromny postęp techniczny i technologiczny w zakresie rozwiązań stosowanych w sieciach dystrybucyjnych oraz ciągle zmieniające się krajowe uwarunkowania techniczne, ekonomiczne, prawne i społeczne w obszarze tych sieci sprawiają, że istnieje potrzeba

podejścia do tego problemu w sposób wycinkowy i opracowania m.in. metodyki planowania rozwoju sieci terenowych średniego napięcia szczególnie w kontekście nowych rozwiązań technicznych oraz uwarunkowań prawnych, która może mieć zastosowanie w procedurach planistycznych realizowanych przez operatorów systemów dystrybucyjnych. Dlatego podjęcie tematu w ramach rozprawy doktorskiej przez Doktoranta było w pełni uzasadnione i właściwe. Doktorant znalazł we wspomnianym obszarze naukowo-badawczym własny obszar realizując oryginalny, wartościowy i ważny dla funkcjonowania sektora elektroenergetycznego program badawczy pozwalający na stworzenie nowej metodyki planowania rozwoju sieci terenowych średniego napięcia, co pozwala na uzyskanie nowych lub weryfikację istniejących rezultatów w procesie planowania.

Program realizowany przez Doktoranta dotyczy bezpośrednio przedsiębiorstw energetycznych - Operatorów Systemów Dystrybucyjnych (OSD).

Przeprowadzone przez Doktoranta badania mogą być wykorzystane do planowania rozwoju sieci terenowych średniego napięcia.

2. Przegląd treści rozprawy

Przedstawiona do oceny rozprawa doktorska liczy łącznie 142 strony, 14 tabel, 42 rysunków i 127 pozycji literaturowych. Składa się z 9-ciu rozdziałów zasadniczych poprzedzonych streszczeniem w języku polskim, streszczeniem w języku angielskim i wykazem symboli, oznaczeń i skrótów oraz uzupełnionych bibliografią, spisem tabel i rysunków i załącznikami.

W rozdziale 1 (Wstęp) przedstawiono opis zagadnień omawianych w rozprawie doktorskiej oraz cel i tezę rozprawy. Ponadto dokonano przeglądu literatury dotyczącej planowania rozwoju sieci dystrybucyjnych SN.

W rozdziale 2 (Definicja problemu badawczego) przedstawiono problematykę elektroenergetycznych sieci rozdzielczych oraz charakterystykę terenowych sieci elektroenergetycznych. Przeanalizowano aktualne potrzeby w zakresie modernizacji i rozwoju sieci terenowych oraz omówiono zagrożenia związane z rozwojem sieci terenowych. Ponadto przedstawiono problematykę inteligentnych sieci elektroenergetycznych (Smart Grid) i rozproszonych źródeł energii. Przeanalizowano wpływ przyłączania generacji rozproszonej na terenowe sieci SN. Dodatkowo przedstawiono analizę wpływu wdrażania rozwiązań Smart Grid na wspomniane sieci oraz omówiono zagadnienie lokalizacji źródeł generacji rozproszonej w sieci terenowej SN.

W rozdziale 3 (Taryfa jakościowa w elektroenergetyce) przeanalizowano wskaźniki jakościowe krajowych OSD oraz przedstawiono propozycję Urzędu Regulacji Energetyki w kwestii zastosowania taryfy jakościowej w Polsce. Ponadto przeprowadzono symulację kosztów krańcowych inwestycji w sieć terenową SN w kontekście taryfy jakościowej. Dodatkowo omówiono problematykę optymalnej niezawodności systemu i przedstawiono przykład obliczeniowy w tym zakresie.

W rozdziale 4 (Obciążenia i rozpyły mocy w sieciach terenowych SN) przedstawiono przegląd stosowanych metod wyznaczania obciążeń oraz obliczania rozpyłów mocy w sieci. Omówiono metody: naiwną, regresji liniowej, trendu pełzającego, Holta, autoregresji i Prigogine'a i przeprowadzono prognozy obciążeń wybranymi metodami. Ponadto przedstawiono analizę wpływu rozwiązań Smart Grid (AMI) na dokładność wyznaczania obciążeń sieci. Dodatkowo przedstawiono algorytmy do wyznaczania obciążeń i rozpyłów mocy w sieciach terenowych SN. Do wyznaczania obciążeń wykorzystano metodę regresji liniowej, a do obliczenia rozpyłów mocy najbardziej rozpowszechnioną w sieciach terenowych metodę współczynnika jednoczesności. Ponadto przeprowadzono symulację

efektów ekonomicznych. W tym celu wykorzystano metody: kosztów rocznych, wartości bieżącej netto oraz kosztów krańcowych.

W rozdziale 5 (Badanie efektów wdrażania rozwiązań Smart Grid oraz taryfy jakościowej na rzeczywistym fragmencie sieci dystrybucyjnej) przedstawiono sieć testową opartą na fragmencie sieci dystrybucyjnej SN jednego z krajowych OSD. Ponadto przedstawiono algorytmy obliczeniowe pozwalające określić ekonomiczną efektywność wdrażanych rozwiązań i przeprowadzono badania testowe, które pozwoliły na określenie najgorszych wskaźników SAIDI dla węzłów i OSD oraz przeanalizowano otrzymane wyniki.

W rozdziale 6 (Opracowanie programu komputerowego wspomagającego analizę ekonomiczną sieci elektroenergetycznych) przedstawiono opis działania programu i zaimplementowane algorytmy obliczeniowe oraz przykłady działania programu.

W rozdziale 7 (Opracowanie modelu matematycznego, metody i programu komputerowego do badania rozwoju sieci terenowej SN) przedstawiono w uproszczonej formie model, metodę i program komputerowy umożliwiający wybór optymalnych zadań inwestycyjnych do planu inwestycyjnego o ograniczonym budżecie. Ponadto przedstawiono wynik działania programu.

W rozdziale 8 (Propozycja optymalnej strategii rozwoju sieci terenowych średniego napięcia uwzględniającej nowoczesne rozwiązania techniczne oraz uwarunkowania prawne) przedstawiono optymalną strategię rozwoju sieci terenowych SN, która obejmuje 7 kroków: określenie obszarów, dla których będą uwzględniane efekty projektów inwestycyjnych; budowę bazy danych obejmującej zamierzenia inwestycyjne; dostępny budżet inwestycyjny; wybór inwestycji niezbędnych do realizacji; określenie pozostałego budżetu inwestycyjnego; wybór inwestycji do realizacji – algorytm plecakowy oraz zamknięcie planu inwestycyjnego – uzgodnienie z Prezesem URE. Ponadto przedstawiono schemat blokowy przygotowania projektu rozwojowego w sieci dystrybucyjnej oraz schemat opracowywania planu inwestycyjnego sieci terenowych.

W rozdziale 9 (Wnioski) przedstawiono podsumowanie ogólne badań, osiągnięcia naukowe Doktoranta oraz wnioski szczegółowe Doktoranta wynikające z przeprowadzonych przez Doktoranta badań, analiz i symulacji komputerowych w ramach doktoratu.

W rozdziale (Bibliografia) przedstawiono obszerną bibliografię, która obejmuje 127 pozycji literaturowych. Znajdują się wśród nich: krajowe i unijne regulacje prawne i dokumenty strategiczne; monografie; podręczniki akademickie; artykuły; referaty; raporty, opracowania i strony internetowe z informacjami technicznymi, ekonomicznymi, statystycznymi i prawnymi oraz informacje statystyczne i techniczne związane z przedmiotem badań realizowanym przez Doktoranta.

W rozdziale (Spis tabel i rysunków) przedstawiono spis tabel zamieszczonych w rozprawie doktorskiej, który obejmuje 14 pozycje oraz spis rysunków zamieszczonych w rozprawie doktorskiej, który obejmuje 42 pozycje.

W rozdziale (Załączniki) przedstawiono 3 załączniki w których zaprezentowano: taryfy jakościowe stosowane na świecie; prognozę obciążeń wybranymi metodami oraz obliczenia rozplywów mocy w sieci testowej po przyłączeniu źródeł wytwórczych.

3. Ocena merytoryczna treści rozprawy

Przedstawiona do oceny rozprawa doktorska jest wartościowym i oryginalnym opracowaniem naukowym zarówno pod względem poznawczym jak i praktycznym, zawierającym ciekawe wyniki badań analitycznych i symulacyjnych.

Prawidłowo przedstawiono podstawowy cel badań polegający na dowiedzeniu, że wdrażanie rozwiązań sieci typu Smart Grid oraz odpowiednie rozwiązania prawne w postaci

taryfy jakościowej dodatnio wpłynie na ekonomiczną opłacalność inwestycji w terenowe sieci SN, co spowoduje zmianę struktury i strategii rozwoju tych sieci.

Właściwie sformułowano tezę badawczą rozprawy w brzmieniu: „*Rozwój automatyzacji przełączeń i zdalnego sterowania związany z wdrażaną koncepcją sieci typu Smart Grid oraz wprowadzenie taryfy jakościowej spowoduje wzrost ekonomicznej opłacalności inwestycji w terenowe sieci średniego napięcia oraz wpłynie na zmianę struktury i strategii rozwoju tych sieci*”, którą w pełni udowodniono.

Właściwie określono zagadnienia naukowe do realizacji w ramach rozprawy doktorskiej, które obejmują:

- analizę metod prognozowania obciążeń terenowych stacji SN/nN,
- analizę metod wyznaczania rozplywów mocy i prądów w sieci SN,
- analizę metod odwzorowania numerycznego sieci rozdzielczych do celów wyznaczania rozplywów mocy,
- analizę wpływu generacji rozproszonej na sieci terenowe SN,
- analizę wpływu rozwiązań Smart Grid na sieci terenowe SN,
- przegląd i analizę stosowanych na świecie rozwiązań taryf jakościowych,
- utworzenie sieci testowej opartej na fragmencie sieci dystrybucyjnej średniego napięcia jednego z polskich OSD,
- opracowanie autorskiej metody rozplywu mocy i prądów w otwartej sieci terenowej SN (promieniowej, magistralnej),
- opracowanie autorskiego modelu matematycznego i komputerowego dla fragmentu rzeczywistej sieci SN,
- opracowanie autorskiego programu komputerowego wspomagającego planowanie rozwoju sieci SN,
- wykonanie przykładowych obliczeń technicznych i ekonomicznych dla fragmentu rzeczywistej sieci terenowej SN.

Tak więc, zarówno cel, teza rozprawy oraz zagadnienia naukowe realizowane w jej ramach zostały dostatecznie jasno sformułowane przez Doktoranta.

Problem naukowo-badawczy przedstawiony przez Doktoranta w rozdziale 1 (Wstęp) został rozwiązany w rozdziałach: 5 (Badanie efektów wdrażania rozwiązań Smart Grid oraz taryfy jakościowej na rzeczywistym fragmencie sieci dystrybucyjnej), 6 (Opracowanie programu komputerowego wspomagającego analizę ekonomiczną sieci elektroenergetycznych), 7 (Opracowanie modelu matematycznego, metody i programu komputerowego do badania rozwoju sieci terenowej SN) i 8 (Propozycja optymalnej strategii rozwoju sieci terenowych średniego napięcia uwzględniającej nowoczesne rozwiązania techniczne oraz uwarunkowania prawne). W wymienionych rozdziałach była również przeprowadzana weryfikacja opracowanych elementów metodyki na drodze obliczeniowej w oparciu o symulacje komputerowe. Cała realizacja problemu naukowo-badawczego została podsumowana w rozdziale 9 (Wnioski).

Rozwiązanie problemu poprzedziły: analiza literatury dotyczącej planowania rozwoju sieci dystrybucyjnych SN przedstawiona w rozdziale 1 (Wstęp); wszechstronna analiza terenowych sieci elektroenergetycznych wraz z określeniem aktualnych potrzeb w zakresie ich modernizacji i rozwoju i zagrożeń tych procesów oraz analiza inteligentnych sieci elektroenergetycznych (Smart Grid) i źródeł generacji rozproszonej użytkowanych w tych sieciach przedstawiona w rozdziale 2 (Definicja problemu badawczego); wszechstronna analiza wskaźników jakościowych krajowych OSD oraz analiza propozycji krajowej taryfy jakościowej i jej wpływu na koszty krańcowe inwestycji w sieć terenową SN przedstawiona w rozdziale 3 (Taryfa jakościowa w elektroenergetyce) oraz analiza stosowanych metod wyznaczania obciążeń oraz obliczania rozplywów mocy w sieci oraz analiza efektów

ekonomicznych przedstawiona w rozdziale 4 (Obciążenia i rozpyły mocy w sieciach terenowych SN).

Dodatkowo w załączniku przedstawiono elementy powiązane z rozwiązaniem problemu naukowo-badawczego: taryfy jakościowe stosowane na świecie; prognozę obciążeń wybranymi metodami oraz obliczenia rozpyłów mocy w sieci testowej po przyłączeniu źródeł wytwórczych.

Doktorant przeprowadził złożone i liczne badania analityczne i symulacyjne za pomocą autorskiego programu komputerowego wspomagającego obliczenia sieciowe i ekonomiczne opracowanego w języku C++ i skompilowanego na platformie Mac OS, które umożliwiły Mu realizację wszystkich wspomnianych zagadnień naukowych i ich właściwą weryfikację obliczeniową.

Opracowana przez Doktoranta metodyka planowania rozwoju sieci terenowych średniego napięcia ma znaczną wartość zarówno poznawczą jak i praktyczną. Może być wykorzystana do planowania rozwoju sieci terenowych średniego napięcia przez przedsiębiorstwa energetyczne - Operatorów Systemów Dystrybucyjnych (OSD).

Lista głównych elementów pracy naukowo-badawczej realizowanej w ramach rozprawy doktorskiej przez Doktoranta wiąże się bezpośrednio, ze wspomnianymi już wcześniej zagadnieniami naukowymi, które warunkowały osiągnięcie celu pracy i udowodnienie tezy.

4. Ocena struktury rozprawy doktorskiej, podziału treści i poprawności językowej

Praca napisana jest w sposób staranny, jasny i zrozumiały przy użyciu dobrego języka naukowo-technicznego. Doktorant używa właściwej terminologii i zrozumiałych zwrotów technicznych. Przedstawia problematykę płynnie. Liczba błędów gramatycznych, edycyjnych (literówek) i interpunkcyjnych nie jest duża. Szata graficzna pracy jest właściwa. Praca jest bardzo dobrze zilustrowana, zawiera 42 rysunków i 14 tabel. Niestety w pracy występują rysunki nieczytelne, które wymieniono w punkcie 6 recenzji (Uwagi szczegółowe i dyskusyjne).

Struktura pracy oraz podział treści na rozdziały jest właściwa i została przedstawiona w punkcie 2 recenzji (Przegląd treści rozprawy).

Na początku rozprawy doktorskiej w rozdziale 1 zasygnalizowano obszar badawczy realizowany przez Doktoranta obejmujący planowanie rozwoju sieci dystrybucyjnych. Ponadto przedstawiono opis zagadnień omawianych w rozprawie oraz cel i tezę rozprawy doktorskiej. Stanowi to naturalne miejsce, gdzie powinno nastąpić umiejscowienie własnych zamierzeń Doktoranta, które chce zrealizować w ramach rozprawy doktorskiej.

Rozdziały 1, 3, 2, 3, 4 i załącznik 1 mają walor poznawczy i analityczny i stanowią podbudowę teoretyczną dla realizowanych badań nakreślając różnorodne zagadnienia dotyczące obszaru planowania rozwoju sieci dystrybucyjnych.

Przedstawiona we wspomnianych rozdziałach szeroka analiza źródeł literaturowych w zakresie prac naukowo-badawczych oraz stanu wiedzy w obszarze planowania rozwoju sieci dystrybucyjnych jest właściwa i nie budzi zastrzeżeń.

Rozdziały 5, 6, 7 i 8 oraz załączniki 2 i 3 dotyczą bezpośrednio zaproponowanego przez Doktoranta rozwiązania problemu naukowo-badawczego i przeprowadzonych badań. Doktorant przedstawił w nich: badanie efektów wdrażania rozwiązań Smart Grid oraz taryfy jakościowej na rzeczywistym fragmencie sieci dystrybucyjnej; program komputerowy wspomagający analizę ekonomiczną sieci elektroenergetycznych; model matematyczny, metodę i program komputerowy do badania rozwoju sieci terenowej SN; propozycję optymalnej strategii rozwoju sieci terenowych średniego napięcia uwzględniającej nowoczesne rozwiązania techniczne oraz uwarunkowania prawne oraz prognozę obciążeń

wybranymi metodami i obliczenia rozplywów mocy w sieci testowej po przyłączeniu źródeł wytwórczych.

Problem naukowo-badawczy postawiony przez Doktoranta został w pełni rozwiązany przy użyciu właściwej metodyki. Przyjęte i zastosowane przez Doktoranta założenia są uzasadnione i właściwe.

Praca została zakończona (rozdział 9) wnioskami w ramach których przedstawiono podsumowanie i wnioski ogólne związane z realizacją pracy doktorskiej, zaprezentowano osiągnięcia własne Doktoranta oraz wnioski szczegółowe na podstawie przeprowadzonych w rozprawie badań, analiz i symulacji komputerowych.

W rozdziale Bibliografia przedstawiono obszerną bibliografię do rozprawy doktorskiej, która obejmuje 127 pozycji literaturowych. Znajdują się wśród nich: krajowe i unijne regulacje prawne i dokumenty strategiczne; monografie; podręczniki akademickie; artykuły; referaty; raporty, opracowania i strony internetowe z informacjami technicznymi, ekonomicznymi, statystycznymi i prawnymi związanymi z przedmiotem badań; informacje statystyczne i informacje techniczne związane z przedmiotem badań realizowanym przez Doktoranta. Pozycje te są właściwie dobrane i odpowiednie w stosunku do tematyki rozprawy doktorskiej. Niestety bardzo ograniczona jest liczba aktualnych publikacji opracowanych w ciągu ostatnich 5 lat, a więc w okresie 2019-2023, napisanych w języku angielskim i opublikowanych w renomowanych czasopismach branżowych znajdujących się na liście JCR. Publikacje mają w zasadzie właściwy opis bibliograficzny, ale w przypadku artykułów w opisie brakuje numerów stron. Publikacje są zamieszczone w kolejności alfabetycznej. W tekście znajdują się odwołania do zamieszczonych publikacji, a Doktorant cytuje je prawidłowo i we właściwych miejscach rozprawy doktorskiej. Świadczy to jednoznacznie o ich dobrej znajomości przez Doktoranta i wskazuje na właściwą realizację przez Doktoranta analizy źródeł literaturowych.

Rozprawa doktorska opracowana przez Doktoranta jednoznacznie wskazuje, że Doktorant w dobrym stopniu opanował umiejętność redagowania rozpraw i tekstów naukowych. Lektura rozprawy jest ciekawa i interesująca. Doktorant czuje się dobrze w tematyce dotyczącej planowania rozwoju sieci terenowych średniego napięcia. Doktorant ma dużą wiedzę w tych obszarach i potrafi to przedstawić w sposób jasny i zrozumiały w tekście.

5. Główne osiągnięcia Doktoranta

Lista istotnych własnych osiągnięć naukowych Doktoranta uzyskanych w ramach rozprawy doktorskiej zawiera 11 elementów wymienionych w rozdziale 9 (Wnioski) na stronach 104 i 105 rozprawy doktorskiej. Należą do nich: przeprowadzenie analizy metod prognozowania obciążeń terenowych stacji SN/nN oraz wyznaczania rozplywów mocy i prądów w sieci SN; wykonanie prognoz obciążeń szczytowych terenowych stacji SN/nN przy wykorzystaniu czterech metod: regresji liniowej, trendu pelzającego, Holta oraz Prigogine'a; dokonanie przeglądu i analizy stosowanych na świecie, przez regulatorów rynku energii, rozwiązań taryf jakościowych; przeprowadzenie analizy wpływu lokalizacji źródeł generacji rozproszonej, rozwiązań Smart Grid oraz regulacji jakościowej na rozwój sieci terenowych; opracowanie autorskiej metody rozplywu mocy i prądów w otwartej sieci terenowej SN (promieniowej, magistralnej); utworzenie sieci testowej opartej na fragmencie sieci dystrybucyjnej średniego napięcia jednego z krajowych operatorów systemów dystrybucyjnych; realizacja odwzorowania numerycznego sieci testowej do celów wyznaczania rozplywów mocy i obliczeń ekonomicznych; opracowanie autorskiego programu komputerowego wspomagającego obliczenia związane z planowaniem rozwoju sieci SN; wykonanie przykładowych obliczeń technicznych i ekonomicznych dla sieci testowej; opracowanie autorskiego modelu matematycznego i programu komputerowego do

badania rozwoju sieci terenowej SN oraz zdefiniowanie autorskiej, optymalnej strategii rozwoju sieci terenowych SN.

W ocenie Recenzenta lista ta jest właściwa i odzwierciedla w pełni osiągnięcia Doktoranta.

Głównym osiągnięciem Doktoranta jest opracowanie spójnej metodyki planowania rozwoju sieci terenowych średniego napięcia w kontekście nowych rozwiązań technicznych oraz uwarunkowań prawnych, która może mieć zastosowanie w procedurach planistycznych realizowanych przez operatorów systemów dystrybucyjnych.

6. Uwagi szczegółowe i dyskusyjne

1. Str. 11 – W wykazie symboli, oznaczeń i skrótów Doktorant posługuje się skrótami w języku angielskim: AMI, AMR, CAPEX, DSM, DSR FBVR itd. Przy objaśnieniach tych skrótów, które są przedstawione w języku angielskim, powinna znaleźć się informacja o języku, której brakuje np. (ang.).

2. Str. 15-18 – W rozdziale 1.3 Przegląd literatury Doktorant przedstawiając treści zawarte w omawianych artykułach podaje tytuł artykułu i odnośnik do literatury np. „W artykule „Aktualny stan elektroenergetycznych sieci dystrybucyjnych w Polsce z punktu widzenia bezpieczeństwa zasilania odbiorców” [63]...”, „...z artykułu „Aktualny stan potrzeb odnowy i modernizacji wiejskich sieci elektroenergetycznych oraz możliwości wykorzystania funduszy pomocowych dla rozwoju sieci wiejskich” [94]...” itd. W ocenie Recenzenta podawanie tytułu jest niepotrzebne i stanowi powtórzenie informacji zawartych w bibliografii. Wystarczy podać odnośnik do literatury, gdzie znajduje się pełny opis bibliograficzny artykułu wraz z tytułem. Wówczas przytoczone fragmenty będą brzmiały „W artykule [63]...”, „...z artykułu [94]...”

3. Str. 15-18 – W rozdziale 1.3 Przegląd literatury Doktorant dokonał przeglądu literatury opierając się w zasadzie tylko na źródłach krajowych, które obejmują w zdecydowanej większości okres 2004-2014. O ile jeszcze w przypadku pozycji książkowych (podręczników akademickich, monografii) ma to pewne uzasadnienie, bowiem w tym okresie powstały bardzo wartościowe krajowe publikacje z tego zakresu, o tyle w przypadku artykułów przedstawiony przegląd powinien być rozszerzony i zaktualizowany. Ponadto nie może być sytuacji, że w przeglądzie literatury Doktorant omawia tylko jedną zagraniczną publikację (publikacja [6]) i jedną publikację opublikowaną po 2020 r. (publikacja [19]). Problematyka planowania rozwoju sieci dystrybucyjnych jest od wielu lat bardzo popularna zarówno w kraju jak i zagranicą i była rozwijana w wielu krajowych i zagranicznych ośrodkach naukowo-badawczych, czego efektem były ciekawe publikacje w uznanych, renomowanych, zagranicznych i krajowych czasopismach naukowych i naukowo-technicznych. W kraju takie publikacje pojawiały się m.in. w czasopismach: Przegląd Elektrotechniczny, Rynek Energii, Polityka Energetyczna-Energy Policy Journal, Wiadomości Elektrotechniczne i Energetyka.

Proszę o przedstawienie przesłanek, które zadecydowały o ograniczeniu analizy literaturowej tylko do przedstawionych publikacji. Ponadto proszę o podanie przykładów wybranych aktualnych krajowych i zagranicznych publikacji dotyczących tej problematyki, opublikowanych w okresie 2020-2023.

4. Str. 19, 20, 62 - Doktorant używa pojęć: „stacje energetyczne”, „linie energetyczne” i „podsystem energetyczny” w sytuacji, gdy właściwe określenie to odpowiednio „stacje elektroenergetyczne”, „linie elektroenergetyczne” i „podsystem elektroenergetyczny”. Określenie „energetyczny” ma szerszy wymiar i w obszarze infrastruktury sieciowej dotyczy nie tylko energii elektrycznej ale również gazu i ciepła.

5. Str. 19 – W rozdziale 2.1 Elektroenergetyczne sieci rozdzielcze Doktorant stwierdza „Funkcję regulatora rynku w Polsce spełnia Urząd Regulacji Energetyki (URE), a na poziomie urzędu administracji rządowej funkcjonuje Ministerstwo Aktywów Państwowych

(MAP).”. Podobna informacja znajduje się na rys. 2.1. Jest to niestety informacja niepełna i nie w pełni poprawna. Funkcję regulatora rynku energii w Polsce spełnia bowiem Prezes Urzędu Regulacji Energetyki, który realizuje ją przy pomocy Urzędu Regulacji Energetyki, a na poziomie urzędu administracji rządowej funkcjonuje we wspomnianym obszarze nie tylko Ministerstwo Aktywów Państwowych (MAP) ale również Ministerstwo Klimatu i Środowiska (wcześniej Ministerstwo Klimatu), o czym Doktorant nie wspomniał. W ramach Ministerstwa Klimatu i Środowiska funkcjonuje w randze podsekretarza stanu Pełnomocnik Rządu do spraw Strategicznej Infrastruktury Energetycznej, który ma istotny wpływ na przedsiębiorstwa energetyczne.

6. Str. 21 – W rozdziale 2.2 Charakterystyka terenowych sieci elektroenergetycznych Doktorant przedstawia dane dotyczące terenowych sieci SN w kraju (długości linii napowietrznych/kablowych, udziały procentowe linii, liczba stacji SN/nN) na podstawie publikacji [64] z 2012 r., są to więc dane mocno zdeaktualizowane.

Proszę o podanie bardziej aktualnych danych dotyczących krajowych sieci terenowych SN w kraju. Takie dane były publikowane w krajowych czasopiśmie naukowo-technicznych (np. Wiadomości Elektrotechniczne, Energetyka, Elektro Info) oraz w opracowaniach Agencji Rynku Energii (np. Statystyka elektroenergetyki polskiej).

7. Str. 21 – W rozdziale 2.3 Analiza aktualnych potrzeb w zakresie modernizacji i rozwoju sieci terenowych Doktorant podaje, że powstało wiele opracowań i analiz potwierdzających, że modernizacja i rozwój sieci terenowych są niezbędne dla prawidłowego rozwoju krajowej gospodarki i wymienia w tym kontekście publikacje [56] z 2007 r., [64] z 2012 r., [68] z 2017 r. i [94] z 2012 r., a więc mocno zdeaktualizowane.

Proszę o podanie przykładów bardziej aktualnych publikacji potwierdzających ten fakt. Takie publikacje pojawiały się m.in. w czasopiśmie krajowych: Przegląd Elektrotechniczny, Rynek Energii, Polityka Energetyczna-Energy Policy Journal, Wiadomości Elektrotechniczne, Energetyka, Elektro Info i INPE.

8. Str. 21-22 – W rozdziale 2.3 Analiza aktualnych potrzeb w zakresie modernizacji i rozwoju sieci terenowych Doktorant podaje wielkość potrzeb modernizacyjnych i rozwojowych na poziomie 2 mld zł. rocznie w latach 2007-2013 wg szacunków OSD. Przedstawione dane mają charakter historyczny i są zdeaktualizowane, dotyczą bowiem okresu z przed ponad 10-ciu lat. Jaki jest sens ich podawania ?

Proszę o podanie bardziej aktualnych danych w tym zakresie. Takie informacje były zamieszczane w sprawozdaniach Prezesa Urzędu Regulacji Energetyki, opracowaniach Agencji Rynku Energii (np. Statystyka elektroenergetyki polskiej) czy raportach Energetyka przesyłowa i dystrybucyjna opracowanych przez PTPIREE.

9. Str. 22-23 – W rozdziale 2.3 Analiza aktualnych potrzeb w zakresie modernizacji i rozwoju sieci terenowych Doktorant dokonał analizy potrzeb kapitałowych na modernizację i rozwój sieci terenowych którą określił na poziomie 2,623 mld zł. rocznie (75% - potrzeby odtworzeniowe, 25% - potrzeby rozwojowe) opierając się na danych z 2012 r i wskaźnikach cen i usług z tego okresu. Przedstawione dane mają charakter historyczny i są zdeaktualizowane, dotyczą bowiem okresu z przed ponad 10-ciu lat. Jaki jest sens ich podawania, w sytuacji, gdy nie odniesiono ich do obecnego poziomu cen ?

Proszę o podanie bardziej aktualnych danych w tym zakresie.

10. Str. 23 – W rozdziale 2.3 Analiza aktualnych potrzeb w zakresie modernizacji i rozwoju sieci terenowych Doktorant stwierdza, że potrzeby na modernizację i rozwój sieci terenowych zwiększają się dlatego, że spółki dystrybucyjne nigdy nie zainwestowały w sieci terenowe kwot wynikających z przedstawionych przez Doktoranta analiz. W ocenie Recenzenta istnieje jeszcze wiele innych czynników wpływających na wzrost potrzeb w zakresie modernizacji i rozwoju terenowej infrastruktury sieciowej, a sformułowanie Doktoranta stanowi znaczne uproszczenie.

Proszę o podanie przykładów innych czynników mających wpływ na zwiększenie potrzeb w zakresie modernizacji i rozwoju sieci terenowych SN.

11. Str. 25 – W rozdziale 2.4 Omówienie zagrożeń związanych z rozwojem sieci terenowych Doktorant stwierdza, że z uwagi na brak szczegółowych danych dotyczących podziału nakładów inwestycyjnych pomiędzy sieci terenowe i miejskie, nie jest możliwe określenie stopnia niedoinwestowania terenowych sieci elektroenergetycznych. Doktorant nie podaje jednak przykładów problemów i trudności w tym zakresie, które uzasadniają takie stwierdzenie.

Proszę o podanie przykładów problemów i trudności w pozyskaniu danych od operatorów systemów dystrybucyjnych, które uzasadniają takie stwierdzenie.

12. Str. 25 – W rozdziale 2.4 Omówienie zagrożeń związanych z rozwojem sieci terenowych Doktorant stwierdza „Dzisiejszy stan prawny powoduje, że prace formalno-prawne związane z przygotowaniem inwestycji trwają kilkukrotnie dłużej niż jej fizyczna realizacja. Problem ten jest znacznie bardziej uciążliwy dla sieci terenowych niż miejskich z uwagi na przewagę linii napowietrznych.”. Sprawna i szybka realizacja programu inwestycyjnego związanego z budową, rozbudową i modernizacją sieci terenowych zależy od wielu czynników. Wśród nich jednym z najważniejszych jest czas potrzebny do uzyskania odpowiednich uzgodnień, pozwoleń, opinii i decyzji formalno-prawnych niezbędnych do realizacji inwestycji. Istniejące regulacje prawne dotyczące przygotowania i realizacji inwestycji infrastrukturalnych niestety nie pomagają, a znacznie utrudniają realizację procesu inwestycyjnego stwarzając bariery i utrudnienia w każdym obszarze. Przepisy prawne dotyczące budowy, rozbudowy i modernizacji linii elektroenergetycznych SN są rozproszone w wielu ustawach, nieprecyzyjne, niespójne, niekiedy sprzeczne i często się zmieniają na skutek wielokrotnych nowelizacji. Utrudnienia z nich wynikające powodują powstanie barier prawnych i administracyjnych skutecznie ograniczających szybkość i efektywność procesu inwestycyjnego i stanowiących również znaczne obciążenie finansowe dla operatorów systemów dystrybucyjnych. Niestety ta bardzo ważna problematyka w ocenie Recenzenta nie może być ograniczona tylko do dwóch zdań ogólnego komentarza Doktoranta, bez głębszej analizy.

Proszę o podanie przykładów niewłaściwych uregulowań prawnych dotyczących budowy, rozbudowy i modernizacji linii elektroenergetycznych SN, które są bardzo uciążliwe dla OSD.

13. Str. 26-27 – W rozdziale 2.5 Inteligentne sieci elektroenergetyczne Doktorant przy opisie tych sieci bazuje na publikacjach [47], [80], [91] i [119] i nie odnosi się w ogóle do podstawowych kluczowych publikacji dotyczących Inteligentnych Sieci Elektroenergetycznych (ISE):

- Smarts Grids SRA 2035 Strategic Research Agenda (SRA 2035), ETP SG, 2012.
- Strategic Research Agenda for Europe's Electricity Networks of the Future (SRA), ETP SG, 2007
- Strategic Deployment Document for Europe's electricity networks (SDD), ETP SG, 2010
- Vision and Strategy for Europe's Electricity Networks of the Future for SmartGrids, ETP SG, 2006
- Strona internetowa SMART GRID Standards Map - International Electrotechnical Commission (IEC): <http://smartgridstandardsmap.com>

Proszę o przedstawienie przesłanek, które zadecydowały o wyborze do analizy Inteligentnych Sieci Elektroenergetycznych tylko przedstawionych publikacji. Proszę o informacje czy znane są Doktorantowi wymienione przez Recenzenta kluczowe publikacje dotyczące ISE.

14. Str. 26 – W rozdziale 2.5 Inteligentne sieci elektroenergetyczne Doktorant stwierdza „Inteligencja sieci polegać ma w tym przypadku polegać na takiej analizie dostarczanych

informacji o sieci, aby dzięki dostępnym narzędziom i algorytmom przewidywać konsekwencje zaistniałych sytuacji i w początkowej fazie wspierać decyzje dyspozytora, a docelowo samodzielnie podejmować decyzje, tak by maksymalizować korzyści lub minimalizować straty”. Jest to niewłaściwe stylistycznie sformułowanie w związku z dwukrotnym użyciem słowa „polegać”. W ocenie Recenzenta to zdanie powinno brzmieć „Inteligencja sieci ma w tym przypadku polegać na takiej analizie dostarczanych informacji o sieci, aby dzięki dostępnym narzędziom i algorytmom przewidywać konsekwencje zaistniałych sytuacji i w początkowej fazie wspierać decyzje dyspozytora, a docelowo samodzielnie podejmować decyzje, tak by maksymalizować korzyści lub minimalizować straty”.

15. Str. 28 – W rozdziale 2.6 Rozproszone źródła energii Doktorant podaje, że według stanu na 2012 r. w Polsce funkcjonowało mniej niż 2000 instalacji rozproszonych o łącznej mocy ok. 3 GW. Przedstawione dane mają charakter historyczny i są zdeaktualizowane, dotyczą bowiem okresu z przed ponad 10-ciu lat. Jaki jest sens ich podawania? Obecnie moc zainstalowana instalacji rozproszonych, bez uwzględniania instalacji prosumenckich, wynosi 14,18 GW (wg stanu na 31.12.2022), a liczba tych instalacji jest wielokrotnie większa.

Proszę o podanie bardziej aktualnych danych w tym zakresie. Takie informacje były zamieszczane w sprawozdaniach Prezesa Urzędu Regulacji Energetyki, opracowaniach Agencji Rynku Energii (np. Statystyka elektroenergetyki polskiej) czy raportach Energetyka przesyłowa i dystrybucyjna opracowanych przez PTPiREE.

16. Str. 29 – W rozdziale 2.6 Rozproszone źródła energii Doktorant podaje na podstawie publikacji [126] z 2012 r., że okres połowienia ceny dla instalacji fotowoltaicznych wynosi obecnie 5 lat i stale się skraca. Przedstawiona informacja ma charakter historyczny i jest zdeaktualizowana, dotyczy bowiem okresu z przed ponad 10-ciu lat i nie uwzględnia ogromnego postępu technicznego i technologicznego w tym zakresie.

Proszę o podanie bardziej aktualnych danych w tym zakresie.

17. Str. 32 – W rozdziale 2.7 Analiza wpływu generacji rozproszonej na sieci terenowe średniego napięcia Doktorant stwierdza, że dużo bardziej skomplikowana sytuacja ma miejsce, w przypadku przyłączenia kilku rozproszonych źródeł energii do sieci SN zasilanej z tej samej stacji GPZ. Wówczas taka sytuacja może skutkować warunkami napięciowymi, które będą nieakceptowalne przez odbiorców. Rozwiązaniem tego problemu wg Doktoranta może być koncepcja nowego układu regulacji napięcia w sieci rozdzielczej z generacją rozproszoną opartą o ideę sieci inteligentnych i powołuje się na publikację [1] z 2012 r i [38] z 2013 r. W ocenie Recenzenta sytuacja przyłączenia kilku rozproszonych źródeł energii do sieci SN zasilanej z tej samej stacji GPZ jest powszechna w sieciach dystrybucyjnych i operatorzy systemów dystrybucyjnych wypracowali właściwe rozwiązania w tym zakresie, nie opierając się na idei sieci inteligentnych. W związku z tym taka sugestia Doktoranta jest nieuprawniona.

18. Str. 33, 35 – W rozdziale 2.8 Analiza wpływu wdrażania rozwiązań Smart Grid na sieci terenowe średniego napięcia Doktorant stwierdza „Wdrażanie sieci typu smart to nie tylko szansa na poprawę niezawodności zasilania odbiorców dzięki zwiększonej obserwowalności i sterowalności, ale również przedłużenie okresu eksploatacji dla istniejących sieci dzięki wyrównaniu dobowego zapotrzebowania na moc i systemom dynamicznego obciążania linii.”. Ponadto na str. 35 Doktorant opisuje system DOL, który pozwala na określenie obciążalności dynamicznej linii napowietrznej i przedstawia korzyści wynikające z jego wykorzystania. Systemy dynamicznego obciążania linii elektroenergetycznych, które pozwalają na zwiększenie ich obciążalności termicznej są stosowane w stosunku do napowietrznych linii elektroenergetycznych 400, 220 i 110 kV, a nie w stosunku do sieci terenowych SN. Dla tych sieci taki sposób intensyfikacji wykorzystania infrastruktury

sieciowej nie jest stosowany bowiem nie ma nie tylko uzasadnienia ekonomicznego (bardzo drogie rozwiązanie), ale i technicznego.

Proszę o wyjaśnienie jak Doktorant sobie wyobraża zastosowanie dynamicznej obciążalności linii w sieciach terenowych SN i dlaczego opisuje rozwiązanie, które w sieciach dystrybucyjnych jest stosowane tylko w odniesieniu do wybranych napowietrznych linii elektroenergetycznych 110 kV.

19. Str. 36 – W rozdziale 2.9 Lokalizacja źródeł generacji rozproszonej w sieci terenowej SN Doktorant przedstawia na rys. 2.13 algorytm wyznaczania najbardziej korzystnej lokalizacji rozproszonego źródła energii.

Proszę o wyjaśnienie czy przedstawiony przez Doktoranta algorytm jest kopią czy modyfikacją rozwiązania przedstawionego w publikacji [123].

20. Str. 37 – W rozdziale 3 Taryfa jakościowa w energetyce Doktorant stwierdza, że większość systemów dystrybucyjnych na świecie działa w warunkach naturalnego monopolu i jako taki wymaga regulacji, za który odpowiada odpowiedni urząd (NRA). W ocenie Recenzenta Doktorant powinien podać przykłady urzędów regulacyjnych w Polsce i wybranych krajach, a nie tylko ograniczyć się do angielskojęzycznego skrótu.

21. Str. 41 – W rozdziale 3.1 Analiza wskaźników jakościowych OSD Doktorant stwierdza, że jedynie zagęszczanie sieci oraz wzrost udziału sieci kablowych, pozwoli na stabilną i trwałą poprawę wskaźników niezawodnościowych, co przełoży się na zapewnienie lepszej jakości usług świadczonych odbiorcom przez OSD. Poprawa wskaźników niezawodnościowych wymaga zarówno ograniczenia rozmiarów awarii sieciowych, jak i znacznego ograniczenia czasów wyłączeń odbiorców na skutek tych awarii. Jest to realizowane poprzez działania operatora systemu dystrybucyjnego ukierunkowane na poprawę odporności sieci dystrybucyjnej na niekorzystne zjawiska atmosferyczne oraz usprawnienie procesu lokalizacji i usunięcia awarii. Do takich działań należą: wymiana przewodów gołych na linie kablowe i niepełnoizolowane w sieci SN i izolowane w sieci niskiego napięcia, automatyzacja sieci SN, stosowanie systemów sterowania i nadzoru (dyspozytorskich), wdrożenie łączności cyfrowej, zwiększenie możliwości rekonfiguracyjnych sieci SN i modernizacje stacji elektroenergetycznych SN/nN. Dlaczego i na jakiej podstawie Doktorant uważa, że tylko wymienione przez Doktoranta działania mają znaczenie, a pozostałe nie ?

22. Str. 41-45 – W rozdziale 3.1 Analiza wskaźników jakościowych OSD Doktorant w tabelach 3.1, 3.2, 3.3, 3.4 i 3.5 przedstawia wskaźniki przerw w latach 2013-2022 kolejno dla Enea Operator, Energa Operator, Tauron Dystrybucja, PGE Dystrybucja i Stoen Operator, nie zamieszcza jednak informacji o źródle z którego pochodzą te dane (np. strony internetowe operatorów, sprawozdania Prezesa URE, raporty PTPiREE).

Proszę o podanie źródła danych w tabelach 3.1, 3.2, 3.3, 3.4 i 3.5.

23. Str. 46 – W rozdziale 3.2 Propozycja Urzędu Regulacji Energetyki w kwestii zastosowania taryfy jakościowej w Polsce Doktorant stwierdza w kontekście 2015 r. „Osiągnięcie celów o charakterze strategicznym dla bezpieczeństwa dostaw energii elektrycznej do odbiorców pozwoliło URE na wdrożenie elementów regulacji jakościowej.”.

Proszę o informację jakie były cele o charakterze strategicznym dla bezpieczeństwa dostaw energii elektrycznej, które osiągnięto w 2015 r., bowiem Recenzent nie słyszał o stawianiu jakiś celów o charakterze strategicznym w perspektywie 2015 r..

24. Str. 47 – W rozdziale 3.2 Propozycja Urzędu Regulacji Energetyki w kwestii zastosowania taryfy jakościowej w Polsce Doktorant stwierdza „Efekty finansowe zostaną regulacji jakościowej w latach 2016-2020 zostaną uwzględnione w przychodzie regulowanym OSD począwszy od roku 2018.”. Jest to niewłaściwe stylistycznie sformułowanie w związku z dwukrotnym użyciem słowa „zostaną” i zastosowania czasu przyszłego, zamiast przeszłego. W Ocenie Recenzenta to zdanie powinno brzmieć „Efekty finansowe regulacji jakościowej w

latach 2016-2020 zostały uwzględnione w przychodzie regulowanym OSD począwszy od roku 2018.”.

25. Str. 47 – W rozdziale 3.2 Propozycja Urzędu Regulacji Energetyki w kwestii zastosowania taryfy jakościowej w Polsce Doktorant stwierdza, że regulacja w latach 2016-2020 przewidywała cztery wskaźniki (KPI), których poziom miał wpływ na ustalenie wskaźnika regulacyjnego. Doktorant nie wyjaśnił wcześniej, co oznacza skrót KPI (brak w wykazie symboli, oznaczeń i skrótów).

Proszę o wyjaśnienie co oznacza skrót KPI.

26. Str. 51 – W rozdziale 3.2 Propozycja Urzędu Regulacji Energetyki w kwestii zastosowania taryfy jakościowej w Polsce Doktorant określił udział odbiorców przypisanych do obszarów: wsie, miasta, miasta na prawach powiatu, duże miasta dla pięciu największych krajowych operatorów systemów dystrybucyjnych (PGE Dystrybucja SA, Tauron Dystrybucja SA, Energa-Operator SA, Enea Operator Sp. z o.o., Stoen Operator Sp. z o.o.) w 2018 r.

Proszę o informację w jaki sposób i na podstawie jakich danych udało się Doktorantowi określić liczby odbiorców w poszczególnych obszarach (łączna liczba odbiorców - 17693184 odbiorców: wsie – 6 139 535 (34,7%); miasta – 4 883 319 (27,6%); miasta na prawach powiatu – 4 529 455 (25,6%) i duże miasta – 2 140 875 (12,1%). Istnieje bowiem ogromna trudność w pozyskaniu szczegółowych danych od operatorów systemów.

27. Str. 51-53 – W rozdziale 3.2 Propozycja Urzędu Regulacji Energetyki w kwestii zastosowania taryfy jakościowej w Polsce Doktorant w tabelach 3.6 i 3.7 przedstawia wskaźniki dla modelu regulacji jakościowej w latach 2018-2025 kolejno dla CTP w poszczególnych obszarach i CP w poszczególnych obszarach, nie zamieszcza jednak informacji o źródle z którego pochodzą te dane.

Proszę o podanie źródła danych w tabelach 3.6 i 3.7.

28. Str. 52-53 – W rozdziale 3.2 Propozycja Urzędu Regulacji Energetyki w kwestii zastosowania taryfy jakościowej w Polsce Doktorant na rysunkach 3.11 i 3.12 przedstawia wskaźniki dla modelu regulacji jakościowej w latach 2018-2025 kolejno dla CTP w poszczególnych obszarach i CP w poszczególnych obszarach. Niestety rysunki te są nieczytelne, co ogranicza możliwość ich analizy ze strony czytelnika rozprawy doktorskiej w wersji drukowanej (papierowej).

29. Str. 60 – W rozdziale 3.3.2 Przykład obliczeniowy Doktorant na rysunku 3.14 przedstawił wpływ wskaźnika CTP na wysokość kary. Niestety rysunek ten jest nieczytelny, co ogranicza możliwość jego analizy przez czytelnika rozprawy doktorskiej w wersji drukowanej (papierowej).

30. Str. 60 – W rozdziale 3.3.2 Przykład obliczeniowy Doktorant stwierdza, że wdrożenie regulacji jakościowej nie poprawi ekonomicznej efektywności inwestycji w sieci terenowe w odniesieniu do innych obszarów sieci. Proszę o wyjaśnienie dlaczego Doktorant tak uważa, czy wynika to jedynie z przyjęcia przez regulatora określonych wskaźników, które determinują uzyskanie określonego wyniku.

31. Str. 68 – W rozdziale 4.1.7 Przeprowadzenie prognozy obciążeń wybranymi metodami Doktorant na rysunku 4.2 przedstawił zmienność obciążenia szczytowego w latach 2015-2032. Niestety rysunek ten jest nieczytelny, co ogranicza możliwość jego analizy przez czytelnika rozprawy doktorskiej w wersji papierowej (drukowanej).

32. Str. 70 – W rozdziale 4.3.1 Model wyznaczania obciążeń przy użyciu metody regresji liniowej Doktorant stwierdza, że wyznaczenie obciążenia szczytowego polega na określaniu tego obciążenia na podstawie znajomości rocznego zużycia energii elektrycznej A_r i wartości rocznego czasu użytkowania mocy szczytowej T_{ns} . Przy czym kluczowe jest właściwe oszacowanie wartości T_{ns} . Ponadto stwierdza, że z badań wynika, że średni czas użytkowania mocy szczytowej na obszarach wiejskich wynosi obecnie ok. 3400 godzin, przy

współczynnika zmienności 0,19. Doktorant nie zamieszcza jednak żadnych informacji o wspomnianych badaniach i okresie w jakim były realizowane, które pozwoliły na określenie rocznego czasu użytkowania mocy szczytowej na obszarach wiejskich.

Proszę o podanie wspomnianych informacji.

33. Str. 72 – W rozdziale 4.3.2 Obliczenia rozplywów mocy w tytule tabeli 4.4 i opisie parametrów wartości współczynnika strat Doktorant używa skrótu „nn” do oznaczenia „niskie napięcie”, zamiast przyjętego w rozprawie skrótu „nN”. W pracy Doktorant powinien stosować jednolite skróty. W przypadku „niskiego napięcia” jest to skrót „nN” zgodnie z wykazem symboli, oznaczeń i skrótów zamieszczonym w rozprawie doktorskiej.

34. Str. 74 – W rozdziale 4.4.3 Metoda kosztów krańcowych Doktorant stwierdza „W opinii Banku Światowego rozwiązania taryfowe, zapewniające samofinansowanie się energetyki, powinny opierać się na obliczeniach długoterminowych kosztów krańcowych.”. Zwrot „W opinii Banku Światowego” ma charakter publicystyczny i jest nieodpowiedni w publikacjach naukowych.

Proszę o podanie dokumentu Banku Światowego, gdzie takie zalecenia się znajdują.

35. Str. 75 – W rozdziale 4.4.3 Metoda kosztów krańcowych Doktorant przedstawił zależność 4.25, która pozwala określić graniczny jednostkowy koszt krańcowy poprawy wskaźnika jakościowego o jednostkę i dodał bez wyjaśnienia, że w przypadku sieci terenowych spełnienie nierówności 4.25 może być bardzo trudne lub wręcz niemożliwe.

Proszę o wyjaśnienie, dlaczego w przypadku sieci terenowych spełnienie nierówności 4.25 jest bardzo trudne lub wręcz niemożliwe.

36. Str. 80-83 – W rozdziale 5.1 Utworzenie sieci testowej opartej na fragmencie sieci dystrybucyjnej średniego napięcia jednego z polskich OSD Doktorant zamieszcza tabelę 5.2, której tytuł brzmi „Tabela 5.2 Opis sieci testowej – łuki”. W ocenie Recenzenta w kontekście zawartości tytuł ten powinien raczej brzmieć „Tabela 5.2 Opis sieci testowej – linie elektroenergetyczne”. Ponadto we wspomnianej tabeli przy określeniu rodzaju linii Doktorant używa potocznego inżynierskiego określenia „napowietrzna goła”, a nie „napowietrzna niez izolowana”. W ocenie Recenzenta, takie podejście jest niewłaściwe w publikacjach naukowych.

37. Str. 84 – W rozdziale 5.3 Przeprowadzenie badań testowych Doktorant na rysunku 5.2 przedstawił rozkład wskaźnika SAIDI w sieci testowej. Niestety rysunek ten jest nieczytelny, co ogranicza możliwość jego analizy przez czytelnika rozprawy doktorskiej w wersji drukowanej (papierowej).

38. Str. 85 – W rozdziale 5.3.1 Najgorsze SAIDI w węzle Doktorant w odniesieniu do węzła ST-36, który charakteryzuje się najgorszym wskaźnikiem SAIDI stwierdza „Główną przyczyną powyższego stanu rzeczy jest fakt, są awarie linii L500 i L502, a dla stacji ST-36 dodatkowo L501, które prowadzone są przez obszary zalesione i zadrzewione.”. Takie sformułowanie jest niewłaściwe stylistycznie i powinno brzmieć „Główną przyczyną powyższego stanu rzeczy są awarie linii L500 i L502, a dla stacji ST-36 dodatkowo linii L501. Linie te są prowadzone przez obszary zalesione i zadrzewione.”.

Ponadto proszę o informacje, gdzie Doktorant zamieścił informacje o obszarach przez jakie przebiegają linie elektroenergetyczne należące do sieci testowej. Jest to bardzo ważna informacja w kontekście analizy wskaźników niezawodnościowych, której brakuje w tabeli 5.2 Opis sieci testowej – łuki.

39. Str. 92 – W rozdziale 5.4. Analiza otrzymanych wyników Doktorant stwierdza, że wdrożenie regulacji jakościowej w aktualnej formie pozwoli osiągnąć efektywność ekonomiczną pewnej części inwestycji rozwojowych w sieciach terenowych SN, jednak ich pozycja w „hierarchii inwestycyjnej” nie ulegnie poprawie, a ich realizacja będzie maksymalnie odkładana w czasie.

Proszę o wyjaśnienie jaka grupa inwestycji rozwojowych w sieciach terenowych SN ma szansę na realizację w kontekście wdrożenia regulacji jakościowej w aktualnej formie. Ponadto proszę przedstawić jakie w ocenie Doktoranta rozwiązania (prawne, ekonomiczne) należy zastosować, aby zmniejszyć niechęć ze strony operatorów systemów dystrybucyjnych do inwestycji w sieci terenowe SN.

40. Str. 99-100 – W rozdziale 8 Propozycja optymalnej strategii rozwoju sieci terenowych średniego napięcia uwzględniającej nowoczesne rozwiązania techniczne oraz uwarunkowania prawne Doktorant przedstawił ogólnie w formie opisowej propozycję strategii rozwoju sieci terenowych SN przedstawiając 7 kroków: określenie obszarów, dla których będą uwzględniane efekty projektów inwestycyjnych; budowę bazy danych obejmującej zamierzenia inwestycyjne; dostępny budżet inwestycyjny; wybór inwestycji niezbędnych do realizacji; określenie pozostałego budżetu inwestycyjnego; wybór inwestycji do realizacji – algorytm plecakowy oraz zamknięcie planu inwestycyjnego – uzgodnienie z Prezesem URE. średniego napięcia. Niestety forma zastosowanej prezentacji strategii nie wyjaśnia wielu istotnych szczegółów. W ocenie Recenzenta przedstawiony opis powinien być uzupełniony dokładnym algorytmem postępowania przedstawionym na schemacie blokowym, co ułatwiłoby zrozumienie rozwiązania zaproponowanego przez Doktoranta ze strony czytelnika rozprawy doktorskiej.

Proszę o informację, dlaczego Doktorant nie zamieścił w rozprawie schematu blokowego dla opracowanej propozycji strategii rozwoju sieci terenowych SN.

41. Str. 101 – W rozdziale 8 Propozycja optymalnej strategii rozwoju sieci terenowych średniego napięcia uwzględniającej nowoczesne rozwiązania techniczne oraz uwarunkowania prawne Doktorant przedstawia na rys. 8.1 schemat blokowy algorytmu przygotowania projektu rozwojowego w sieci dystrybucyjnej.

Proszę o wyjaśnienie czy przedstawiony przez Doktoranta algorytm jest kopią czy modyfikacją rozwiązania przedstawionego w publikacji [51].

42. Str. 101 – W rozdziale 8 Propozycja optymalnej strategii rozwoju sieci terenowych średniego napięcia uwzględniającej nowoczesne rozwiązania techniczne oraz uwarunkowania prawne Doktorant przedstawia na rys. 8.1 schemat blokowy przygotowania projektu rozwojowego w sieci dystrybucyjnej. W ramach tego schematu znajduje się blok - Czy realizacja projektu zapewnia bezpieczeństwo energetyczne?.

Proszę o wyjaśnienie jak w ramach tego bloku jest realizowana ocena bezpieczeństwa energetycznego, kto taką ocenę przeprowadza i na podstawie jakich parametrów.

43. Str. 102, 104 – W rozdziale 8 Propozycja optymalnej strategii rozwoju sieci terenowych średniego napięcia uwzględniającej nowoczesne rozwiązania techniczne oraz uwarunkowania prawne i w rozdziale 9 Wnioski Doktorant stwierdza, że brakuje rozwiązań dedykowanych wyłącznie dla sieci terenowych SN, które umożliwią realizację inwestycji rozwojowych w tych sieciach przez OSD. Mechanizm regulacji jakościowej ma w tym zakresie dużo ograniczeń.

Proszę o informację czy jedyną formą rozwiązania tego problemu jest wg Doktoranta wdrożenie mechanizmu Worst Served Customers (WSC), czy są jakieś inne drogi rozwiązania tego problemu. Ponadto dlaczego Doktorant uważa, że mechanizm WSC z pewnością obejmie wyłącznie sieci terenowe. W ocenie Recenzenta problem można najprościej rozwiązać za pomocą odpowiednich regulacji prawnych. Recenzent nie podziela również pewności Doktoranta dotyczącej mechanizmu WSC.

44. Str. 105 – W rozdziale 9 Wnioski Doktorant we wniosku szczegółowym stwierdza, że stan terenowych sieci elektroenergetycznych od dłuższego czasu nie ulega znacznej poprawie. W ocenie Recenzenta takie sformułowanie jest nieuprawnione bowiem wszystko zależy od punktu odniesienia. Jeśli odniesiemy to do lat 80-tych czy 90-tych XX wieku, to mamy do czynienia ze znaczną poprawą stanu terenowych sieci elektroenergetycznych.

45. Str. 105 – W rozdziale 9 Wnioski Doktorant we wniosku szczegółowym stwierdza „Prognozowanie w sieciach terenowych przy pomocy prostych obliczeniowo metod (regresja liniowa, trend pełzający, metoda Holta, metoda Prigogine’a) charakteryzuje się akceptowalnym poziomem błędu”. Prognozowanie dotyczy wielu obszarów, a w tym przypadku odnosi się do prognozowania obciążeń. W ocenie Recenzenta to zdanie powinno brzmieć „Prognozowanie obciążeń w sieciach terenowych przy pomocy prostych obliczeniowo metod (regresja liniowa, trend pełzający, metoda Holta, metoda Prigogine’a) charakteryzuje się akceptowalnym poziomem błędu”.

46. Str. 106 – W rozdziale 9 Wnioski Doktorant we wniosku szczegółowym stwierdza, że należy dążyć do maksymalnej automatyzacji stacji. Ponadto stwierdza, że dostępne w literaturze analizy wskazują, że w sieci kablowej co trzecia stacja powinna być wyposażona w możliwość zdalnego sterowania, natomiast w sieci napowietrznej co piąty łącznik napowietrzny. Doktorant nie zamieszcza jednak informacji o źródłach literaturowych w których zamieszczono te analizy, co jest niewłaściwe w publikacjach naukowych.

Proszę o podanie źródeł literaturowych w których znajdują się wspomniane analizy.

47. Str. 107 – W rozdziale 9 Wnioski Doktorant we wniosku szczegółowym stwierdza „Poprawa wskaźników niezawodności sieci niesie ze sobą szereg długofalowych korzyści zarówno dla OSD jak i szeroko rozumianego interesu społecznego. Straty PKB z tytułu przerw w pracy, wynikających z przerw w dostawach energii elektrycznej, szacowane są na ponad 1 mld zł.”. Doktorant nie zamieszcza jednak informacji o źródłach literaturowych w których zamieszczono analizy straty PKB z tytułu przerw w pracy, wynikających z przerw w dostawach energii elektrycznej i oszacowano je na poziomie ponad 1 mld zł. Jest to niewłaściwe w publikacjach naukowych.

Proszę o podanie źródeł literaturowych w których znajdują się wspomniane analizy.

48 Str. 108-115 - W bibliografii przy opisie pozycji literaturowych Doktorant podał dla niektórych pozycji literaturowych niepełny opis bibliograficzny.

W stosunku do publikacji krajowych i zagranicznych Doktorant stosował w rozprawie doktorskiej:

- niepełne opisy bibliograficzne - brak numerów stron - dotyczy to prawie wszystkich artykułów - pozycje: [4], [7], [9], [10], [11], [15],[16], [17], [18], [20], [21], [30], [36], [43], [44], [46], [47], [51] [52], [53], [54], [55], [57], [59], [60], [61], [64], [65], [67], [71], [72], [73], [74], [78], [79], [83], [85][86], [89], [91], [92], [96], [97], [98], [99], [103], [108], [109], [110], [122], [123], [125], [127].

Przykładowy opis dla publikacji powinien być następujący:

- Parol M., Analiza wskaźników dotyczących przerw w dostarczaniu energii elektrycznej na poziomie sieci dystrybucyjnych, Przegląd Elektrotechniczny, nr 8/2014, s. 122–126.

Przedstawione powyżej uwagi szczegółowe i dyskusyjne nie obniżają wartości merytorycznej rozprawy i nie umniejszają osiągnięć Doktoranta.

7. Uwagi redakcyjne

Usterki redakcyjne w rozprawie doktorskiej dotyczą błędów gramatycznych, edycyjnych (literówek) i interpunkcyjnych. Liczba tych usterek nie jest duża.

Błędy gramatyczne wiążą się z niewłaściwą formą: w zdaniu (str. 16) „Wskazana na istotny problem...”, które powinno brzmieć „Wskazano na istotny problem ...”; w zdaniu (str. 26) „...czy możliwość przewidywanie przez OSD obciążeń...”, które powinno brzmieć „...czy możliwość przewidywania przez OSD obciążeń...”; w zdaniu (str. 27) „...które można zdefiniować w sześciu obszarach...”, które powinno brzmieć „...które można zdefiniować w sześciu obszarach...”; w zdaniu (str. 29) „Instalacja rozproszonych źródła

energii w postaci turbin gazowych, silników spalinowych, źródeł odnawialnych i/lub zasobników energii połączonych z systemem SZR jest coraz powszechniej stosowane przez odbiorców...”, które powinno brzmieć „Instalacja rozproszonego źródła energii w postaci turbin gazowych, silników spalinowych, źródeł odnawialnych i/lub zasobników energii połączonych z systemem SZR jest coraz powszechniej stosowana przez odbiorców...”; w zdaniu (str. 58) „...zgodnie z Tabela 3.6 dla obszarów...”, które powinno brzmieć „zgodnie z Tabelą 3.6 dla obszarów”; w zdaniu (str. 59) „...zestawiono w Tabela 3.8...”, które powinno brzmieć „...zestawiono w Tabeli 3.8...”; w zdaniu (str. 61) „Zapotrzebowania na energię elektryczną, w zależności od celu, może być realizowane...”, które powinno brzmieć „Zapotrzebowanie na energię elektryczną, w zależności od celu, może być realizowane...”; w zdaniu (str. 63) „Prognozy w oparte o model regresji liniowej...”, które powinno brzmieć „Prognozy oparte o model regresji liniowej...”; w zdaniu (str. 73) „W metodzie kosztów rocznych tej zakłada się...”, które powinno brzmieć „W metodzie kosztów rocznych zakłada się...”; w zdaniu (str. 86) /2x/, (str. 87), (str. 89) /2x/, (str. 90) „...co zgodnie z Tabela 3.8 pozwoli uniknąć...”, które powinno brzmieć „...co zgodnie z Tabelą 3.8 pozwoli uniknąć...” i (str. 86), (str. 90) „Poszczególne koszty roczne...”, które powinno brzmieć „Poszczególne koszty roczne...”.

Ponadto błędy gramatyczne wiążą się z: użyciem słowa „ilość” zamiast słowa „liczba” do określenia wielkości policzalnych: (str. 13) „...mniejszą ilością odbiorców...”, które powinno brzmieć „...mniejszą liczbą odbiorców”; (str. 13) „...lokalizację znacznych ilości RZE.”, które powinno brzmieć „...lokalizację znacznej liczby RZE.”; (str. 29) „...wzrostu ilości źródeł rozproszonych...”, które powinno brzmieć „...wzrostu liczby źródeł rozproszonych...” i (str. 33) „...minimalizacji ilości odbiorców pozbawionych zasilania.”, które powinno brzmieć „...minimalizacji liczby odbiorców pozbawionych zasilania.”.

Dodatkowo w pracy Doktorant użył małego liczebnika 2 w opisie, zamiast wyrazić to słownie, co jest lepsze w sensie stylistycznym: str. 67 („...wybrano odrzucając 2 skrajne prognozy ex ante...”, a powinno być „...wybrano odrzucając dwie skrajne prognozy ex ante...”).

Błędy edycyjne pojawiają się na: str. 17 („...wykorzystania definicji stosownych w naukach ekonomicznych...”, a powinno być „...wykorzystania definicji stosowanych w naukach ekonomicznych...”); str. 35, str. 36 /rys 2.13./ („... $\Delta\Delta P \leq 0$...”, a powinno być „... $\Delta P \leq 0$...”); str. 41 („...trwałą poprawę wskaźników niezawodnościowych...”, a powinno być „...trwałą poprawę wskaźników niezawodnościowych...”); str. 46 („Osiągnięcie celów...”, a powinno być „Osiągnięcie celów...”); str. 64 („...przy użyciu trendu pelzającego...”, a powinno być „...przy użyciu trendu pelzającego...”); i str. 88 („...obszar sieci testowej nr 7 uzyska połączenie z drugą sekcją GPZ-3...”, a powinno być „...obszar sieci testowej nr 7 uzyska połączenie z drugą sekcją GPZ-3...”).

Błędy interpunkcyjne pojawiają się na: str. 27, str. 48 i str. 58 (2x).

Przedstawione powyżej uwagi redakcyjne nie obniżają wartości merytorycznej rozprawy i nie umniejszają osiągnięć Doktoranta.

8. Wniosek końcowy

Opiniowana rozprawa doktorska mgr inż. Mariusza Draba stanowi wartościowe i oryginalne opracowanie, które przedstawia rozwiązanie ważnego dla funkcjonowania sektora elektroenergetycznego w kraju obecnie i w przyszłości problemu naukowego dotyczącego planowania rozwoju terenowych sieci dystrybucyjnych SN.

Przedstawiona przez Doktoranta metoda planowania rozwoju sieci terenowych średniego napięcia w świetle nowych rozwiązań technicznych oraz uwarunkowań prawnych poparta

badaniami zarówno analitycznymi jak i symulacyjnymi jest wartościowa i interesująca, a wnioski przedstawione przez Doktoranta są ciekawe, spójne i logiczne. Mają dużą wartość poznawczą i praktyczną, bowiem opracowana przez Doktoranta metoda planowania rozwoju sieci terenowych średniego napięcia w świetle nowych rozwiązań technicznych oraz uwarunkowań prawnych może stanowić pomoc dla operatorów systemów dystrybucyjnych w procesie planowania rozwoju sieci dystrybucyjnych SN w przyszłości.

Recenzowana rozprawa wykazuje ponadto bardzo dobrą ogólną wiedzę teoretyczną Doktoranta w obszarze nauk inżynieryjno-technicznych w dyscyplinie naukowej Automatyka, Elektronika, Elektrotechnika i Technologie Kosmiczne oraz umiejętność samodzielnego tworzenia metodyki badań oraz prowadzenia pracy naukowej.

Stwierdzam, że rozprawa doktorska opracowana przez mgra inż. Mariusza Draba spełnia w pełni wymagania stawiane rozprawom doktorskim określone w art. 187. Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz.U. z 2018 r., poz. 1668 z późn. zm.). Zalicza się do kategorii - rozprawa doktorska spełniająca wymagania.

W związku z tym wnioskuję do Rady Naukowej Dyscypliny Automatyka, Elektronika, Elektrotechnika i Technologie Kosmiczne Politechniki Warszawskiej o dopuszczenie jej do publicznej obrony.



Waldemar DOŁĘGA