

Gdańsk, 28.06.2023

Dr hab. inż. Stanisław Czapp, prof. PG
Politechnika Gdańska
Wydział Elektrotechniki i Automatyki
ul. G. Narutowicza 11/12
80-233 Gdańsk

S E K R E T A R I A T
Rady Dyscypliny AEEITK

Wpłynęło dnia 05. 07. 2023

Zarejestrowano pod nr

Podpis Jm

Recenzja rozprawy doktorskiej

mgra inż. Jarosława Kmaka

**pt. *Analiza wpływu losowości parametrów sieci i spodziewanych zakłóceń
na wybór sposobu połączenia z ziemią punktu neutralnego
w sieci średniego napięcia***

1. Ocena wyboru tematyki rozprawy doktorskiej

Sposób połączenia z ziemią punktu neutralnego sieci średniego napięcia ma wpływ na zjawiska ziemnozwarciowe, a te są związane z zagrożeniem porażeniowym, wyborem układu elektroenergetycznej automatyki zabezpieczeniowej oraz przepięciami ustalonymi i przepięciami przejściowymi (dorywczymi). Aspekt oceny zagrożenia porażeniowego i skuteczności ochrony przeciwporażeniowej jest nadrzędny w stosunku do innych aspektów technicznych oraz w stosunku do aspektów środowiskowych. Ze względu na bogactwo sposobów uziemienia punktu neutralnego sieci średniego napięcia, właściwa ocena tej skuteczności nie jest łatwa. Dobrze więc się stało, że Doktorant podjął się głębokiej analizy zjawisk przy doziemieniach w sieci średniego napięcia. Wybór tematyki oceniam jako trafny, a ujęcie statystyczne problemu jest bardzo interesującym podejściem. Brakuje opracowań ujmujących tak szczegółowo i w taki sposób problem wyboru sposobu połączenia z ziemią punktu neutralnego sieci średniego napięcia. Rozprawa dotyczy aktualnych problemów elektrotechniki/elektroenergetyki, stanowi wkład do stanu wiedzy i ma istotne walory aplikacyjne.

2. Ocena układu rozprawy doktorskiej, w tym informacje o jej poszczególnych częściach składowych

Recenzowana rozprawa doktorska liczy łącznie 180 stron i zawiera następujące główne rozdziały:

- „1. Wstęp”, w którym wskazano motywację do podjęcia badań w tematyce elektroenergetycznej automatyki zabezpieczeniowej w sieciach średniego napięcia oraz analizy zagrożenia porażeniowego w tych sieciach. W rozdziale tym podano również tezę i cel rozprawy, a także dokonano krótkiego opisu zawartości poszczególnych rozdziałów. Rozdział ten jest zwięzły, przejrzysty i stanowi dobre wprowadzenie do zasadniczej treści rozprawy doktorskiej.
- „2. Problemy wyboru sposobu połączenia z ziemią punktu neutralnego sieci elektroenergetycznych”, w którym szczegółowo omówiono sposoby uziemienia punktu neutralnego w sieciach o napięciu wyższym niż 1 kV. Najwięcej uwagi poświęcono, co oczywiste z punktu widzenia ocenianej rozprawy, sieciom średniego napięcia. Scharakteryzowano najistotniejsze parametry sieci w zależności od przyjętego sposobu uziemienia punktu neutralnego, m.in. wartość współczynnika zwarcia doziemnego oraz wartości prądów ziemnozwarciowych. Charakterystyka i ocena poszczególnych rozwiązań jest dokonana na podstawie szerokiego przeglądu literatury, co świadczy o bardzo dobrym rozpoznaniu przez Doktoranta aktualnego stanu wiedzy w tym zakresie.
- „3. Kryteria wyboru sposobu połączenia z ziemią punktu neutralnego w sieciach średnich napięć”, który zawiera bogato cytowane rozważania na temat najważniejszych kryteriów rozpatrywanych przed podjęciem decyzji o zastosowaniu danego sposobu uziemienia punktu neutralnego sieci elektroenergetycznej. Do kryteriów tych należą: a) zagrożenie porażeniowe, zarówno przy urządzeniach średniego napięcia, jak i w sieci niskiego napięcia (zagrożenie może pojawić się przy doziemieniu po stronie wyższego napięcia w stacji SN/nn z uziemieniem wspólnym dla stron SN i nn); b) przepięcia ziemnozwarciowe; c) efektywność działania zabezpieczeń ziemnozwarciowych. Informacje zawarte w tym rozdziale są niezbędną bazą danych, wykorzystywaną w kolejnych rozdziałach. Rozważania są ściśle powiązane z praktyką projektową, co należy uznać za zaletę – odniesienia do literatury zawarte w rozdziale dotyczą m.in. wymagań aktualnych norm z zakresu projektowania instalacji uziemiających.
- „4. Analiza czynników losowych wpływających na skutki jednofazowych zwarc doziemnych w sieciach średnich napięć”, skupiający się m.in. na losowości rezystywności gruntu, rezystancji uziemienia, w tym wypadkowej rezystancji uziemienia przewodu ochronno-neutralnego sieci niskiego napięcia, która to rezystancja w dużej mierze decyduje o skutkach doziemień w stacji SN/nn. W rozdziale tym zawarto również podejście statystyczne do rezystancji uziemienia w takich stacjach.

Cennym elementem rozdziału jest przedstawienie i omówienie wyników badań ankietowych przeprowadzonych w porozumieniu z Polskim Towarzystwem Przesyłu i Rozdziału Energii Elektrycznej oraz głównymi operatorami systemów dystrybucyjnych w Polsce. Dzięki ankiecie Doktorant pozyskał miarodajne dane o gruntach, w których są wykonane uziemienia, wartościach rezystancji uziemienia oraz wartościach prądów ziemnozwarciowych. Dane te umożliwiły wykonanie rzetelnych analiz statystycznych oraz rekomendacji, które mogą być wykorzystane w praktyce. Już same wyniki tych analiz stanowią pewną wartość dodaną i warte są opublikowania.

- „5. Model sieci średniego napięcia do statystycznych badań skutków jednofazowych zwarć doziemnych”, zawiera opis komputerowego modelu analizowanej sieci z wyszczególnieniem parametrów elementów, w które wyposażona jest przykładowa analizowana sieć średniego napięcia. Rozdział ten jest przejrzysty i w zrozumiały sposób opisuje założenia do obliczeń własnych Doktoranta.
- „6. Metoda statystycznej oceny skutków jednofazowych zwarć doziemnych w sieciach średnich napięć”, który zawiera opis zagrożenia porażeniowego oraz opis doboru nastaw zabezpieczeń ziemnozwarciowych w ujęciu statystycznym. Doktorant m.in. wyznacza prawdopodobieństwo przekroczenia największych dopuszczalnych napięć uziomowych w stacjach elektroenergetycznych SN/nn w zależności od przyjętego czasu trwania zwarcia i wartości wypadkowej rezystancji uziemienia (wspólnego dla stron SN i nn). Z analiz tych płyną ważne wnioski co do rekomendowanych wartości największych dopuszczalnych czasów trwania zwarcia (wymaganych czasów działania automatyki zabezpieczeniowej). Kluczowym elementem tego rozdziału jest zaproponowanie statystycznej metody doboru nastaw zabezpieczeń ziemnozwarciowych, co jest oryginalnym rozwiązaniem problemu naukowego i rozwiązanie to może być zastosowane w sferze gospodarczej.
- „7. Zastosowanie analizy statystycznej do wyboru wariantu pracy punktu neutralnego przykładowej sieci średniego napięcia”, który w precyzyjny i przejrzysty sposób pokazuje wykorzystanie zaproponowanych w poprzednim rozdziale rozwiązań. Dla przykładowej sieci wykonano wielowariantową analizę, która umożliwiła wskazanie najkorzystniejszego sposobu uziemienia punktu neutralnego tej sieci. Rozdział ten jest bardzo ważny z punktu widzenia udowodnienia celowości wcześniejszych założeń i proponowanych rozwiązań.
- „8. Podsumowanie”, zawierający krótki opis najistotniejszych wniosków płynących z realizacji rozprawy oraz wskazanie najważniejszych osiągnięć Autora rozprawy.

Treści dopełniają: obszerny „Wykaz oznaczeń”, „Załącznik” z opisem modelu sieci średniego napięcia z uwzględnieniem parametrów podłużnych linii oraz „Bibliografia”.

Układ rozprawy doktorskiej jest właściwy – początkowe rozdziały zawierają opis stanu wiedzy wraz z jego oceną, co stanowi odpowiednie tło do przedstawienia własnych koncepcji i rozwiązań zawartych w dalszej części rozprawy. W końcowej jej części wyszczególniono główne wnioski oraz rekomendacje związane z kryteriami i parametrami wyboru wariantu pracy punktu neutralnego sieci średniego napięcia. W rozdziale „Podsumowanie” Doktorant jednak zbyt skromnie zaakcentował swoje główne osiągnięcia związane z realizacją rozprawy, a także zabrakło przedstawienia perspektywy dalszych prac.

3. Ocena zastosowanego piśmiennictwa

Wykaz literatury należy uznać za bardzo mocną stronę rozprawy doktorskiej – jest bardzo obszerny (212 pozycji), a odniesienia w tekście do poszczególnych pozycji literatury prawidłowe. Doktorant sięgnął do publikacji z bardzo szerokiego przedziału czasu – są opracowania aż z początku ubiegłego wieku (publikacje z lat 1907, 1919 i 1933), ale w wykazie są też publikacje z lat 2022-2023, czyli te, które ukazały się tuż przed napisaniem recenzowanej rozprawy doktorskiej. Autor rozprawy odnosi się zarówno do publikacji krajowych o zasięgu lokalnym, jak i publikacji o zasięgu światowym. W wykazie zawarł książki, artykuły naukowe o światowej renomie, specjalistyczne krajowe artykuły/referaty branżowe, referaty z konferencji międzynarodowych, normy, wytyczne uznanych organizacji (np. IEEE) oraz specyfikacje techniczne. Wykaz literatury i jej cytowanie świadczą o bardzo dobrym rozpoznaniu przez Doktoranta aktualnego stanu wiedzy – Jego ogólna wiedza w podejmowanej tematyce jest na bardzo wysokim poziomie. Warto podkreślić, że dwie pozycje w wykazie to artykuły współautorskie Doktoranta, opublikowane w czasopiśmie z listy MEiN.

4. Wskazanie oraz ocena celu rozprawy doktorskiej

Doktorant w rozprawie doktorskiej formułuje następującą tezę:

„Uwzględnienie losowości parametrów sieci i zakłóceń umożliwi wyznaczenie dla każdego ze sposobów połączenia z ziemią punktu neutralnego sieci średniego napięcia, wymaganych nastaw elektroenergetycznej automatyki ziemnozwarciowej lub maksymalnych rezystancji uziemienia stacji SN/nn, tak aby zagrożenie porażeniowe podczas jednofazowych zwarć doziemnych nie przekroczyło założonego akceptowalnego poziomu.”

Jako główny cel rozprawy Doktorant wskazuje natomiast:

„Głównym celem badań zawartych w rozprawie było opracowanie spójnego zestawu metod statystycznych, umożliwiających obiektywną ocenę i podejmowanie decyzji o wyborze reżimu pracy punktu neutralnego sieci średnich napięć. Dysertacja stanowi oryginalny wkład w obszarze modelowania i analizy skutków jednofazowych zwarć doziemnych w sieciach elektroenergetycznych średnich napięć”.

Wybór sposobu połączenia z ziemią punktu neutralnego sieci średnich napięć jest nadal przedmiotem dyskusji i analiz w środowisku elektroenergetyków. Zróżnicowanie sieci w zakresie jej typu (tylko linie napowietrzne, tylko linie kablowe, linie napowietrzno-kablowe o różnych proporcjach długości elementów składowych) oraz usytuowanie stacji SN/nn (np. zasilanie sieci terenowej z rozproszonymi odbiorcami lub stacja zintegrowana z budynkiem, zasilająca tylko instalację tego budynku i są w nim połączenia wyrównawcze główne, a także miejscowe) istotnie wpływa na warunki ziemnozwarciowe i zagrożenie porażeniowe. To zróżnicowanie sprawia, że potrzebne są metody analizy sieci, które pozwalają na wybór optymalnego rozwiązania i rekomendacje odnośnie do sposobu połączenia z ziemią punktu neutralnego danej sieci średniego napięcia. Cel sformułowany przez Doktoranta jest jasny, zasadny i kolejne fragmenty rozprawy pokazują konsekwentne dążenie do jego osiągnięcia.

Po przeanalizowaniu treści rozprawy należy uznać, że postawiony w niej cel został osiągnięty, a teza udowodniona.

5. Wskazanie oraz ocena zastosowanych metod badawczych

Doktorant do realizacji rozprawy doktorskiej zastosował badania ankietowe oraz obszerne wielowątkowe komputerowe badania symulacyjne. Główny ciężar badań ma charakter analiz statystycznych. To wszystko oparte jest na solidnym gruncie wyników wcześniejszych badań zawartych w cytowanej, obszernej literaturze.

Przedstawione w recenzowanej rozprawie doktorskiej metody badawcze i wyniki badań odnoszą się do dwóch głównych aspektów projektowania i eksploatacji sieci elektroenergetycznych średniego napięcia:

- oceny poziomu zagrożenia porażeniowego przy zwarciach doziemnych w sieci średniego napięcia, w szczególności w stacjach SN/nn,
- oceny skuteczności działania zabezpieczeń ziemnozwarciowych w sieci średniego napięcia.

Zaproponowane metody pozwalają na oszacowanie ryzyka przekroczenia przez prądy ziemnozwarciowe, a także napięcia uziomowe/dotykowe określonych wartości. Dzięki tym metodom można wskazać konieczne do spełnienia warunki, w których wartości te nie będą

przekraczały dopuszczalnego poziomu. Statystyczne metody badawcze mogą być stosowane w odniesieniu do oceny skuteczności ochrony przeciwporażeniowej i problematyki doboru nastaw zabezpieczeń ziemnozwarciowych.

Koncepcja analizy sieci średniego napięcia na potrzeby oceny m.in. zagrożenia porażeniowego, a zmierzająca do rekomendacji sposobu uziemienia punktu neutralnego tej sieci w zależności od jej struktury jest oryginalną propozycją Doktoranta. Wybór metod badawczych jest prawidłowy.

6. Ocena wyników badań

Bardzo cennym elementem badań Doktoranta są wspomniane badania ankietowe, które wykonano przy współpracy z operatorami sieci dystrybucyjnych. Zestaw danych zawierający rzeczywiste parametry sieci elektroenergetycznych jest bardzo dobrą bazą do dalszych analiz i pozwala na umocowanie ich wyników w sferze praktycznego wykorzystania. Jeżeli chodzi o komputerowe badania symulacyjne i ich wyniki zawarte w pracy, to są one bardzo obszerne i wymagały znacznego nakładu pracy. Dzięki tym obszernym wynikom można dokonać miarodajnej oceny skutków doziemień w sieciach średniego napięcia i przedstawić upoważnione uogólnione wnioski. Wyniki badań Doktoranta ściśle odnoszą się do założonego w rozprawie celu, czyli opracowania spójnego zestawu metod statystycznych, umożliwiających obiektywną ocenę i podejmowanie decyzji o wyborze sposobu połączenia z ziemią punktu neutralnego sieci średniego napięcia. Wyniki uzyskane w ramach realizacji rozprawy doktorskiej stanowią nie tylko wkład w rozwój dyscypliny naukowej *automatyka, elektronika, elektrotechnika i technologie kosmiczne (elektrotechnika wg poprzednich przepisów)*, ale mają również walory aplikacyjne.

Oceniana rozprawa doktorska stanowi oryginalne rozwiązanie problemu naukowego, wykazuje ogólną wiedzę teoretyczną Kandydata w dyscyplinie naukowej, a także umiejętność samodzielnego prowadzenia pracy naukowej.

7. Ocena możliwości praktycznego zastosowania uzyskanych wyników badań

Recenzowana rozprawa doktorska ma charakter analityczny. Zawiera wyniki symulacji komputerowych i obliczeń z wykorzystaniem własnych modeli sieci elektroenergetycznej. Ma jednak ściśle powiązanie z praktyką, co jest istotną zaletą rozprawy i jej rezultaty mogą spotkać się z zainteresowaniem otoczenia gospodarczego. Opracowane modele są oparte na parametrach elementów sieci spotykanych w praktyce, zatem uzyskane wyniki

i rekomendacje Doktoranta mogą być wykorzystane przez operatorów sieci dystrybucyjnych, a także w zakładach przemysłowych mających własne instalacje średniego napięcia.

8. Uwagi do rozprawy

8.1. Uwagi dyskusyjne

W niniejszym punkcie wyszczególniono uwagi (UD) o charakterze dyskusyjnym.

- UD1 – Analizując sieci, w szczególności średniego napięcia, należy rozróżniać następujące rodzaje zwarców dwóch faz (z ziemią lub bez jej udziału):
 - dwufazowe z ziemią (dwie fazy doziemione w jednym punkcie), oznaczone w normie PN-EN 60909-0 jako kE2E,
 - dwumiejscowe (dwie fazy doziemione, ale każda w innym punkcie sieci), oznaczone w normie PN-EN 60909-0 jako k2E,
 - dwufazowe (dwie fazy zwarte w jednym punkcie bez udziału ziemi), oznaczone w normie PN-EN 60909-0 jako k2.

W rozprawie to nazewnictwo wydaje się nie być konsekwentnie stosowane. Na przykład na stronie 24 nad zależnością 2.11 napisano „a wartości prądów zwarców dwufazowych:”, co sugeruje zwarcie bez udziału ziemi, ale dalsze informacje wskazują jednak na inny rodzaj zwarcia „dwufazowego”.

- UD2 (s. 29, pierwszy akapit) – Sformułowanie „Dla sieci pracujących z izolowanym punktem neutralnym, jako zaletę uznaje się małe wartości prądów przy zwarciach doziemnych, a tym samym niewielkie niebezpieczeństwo porażeń...” jest dyskusyjne. Prąd w miejscu zwarcia może być stosunkowo duży – znacznie większy niż przy kompensacji ziemnozwarciowej. Wspomniane sformułowanie jest tym bardziej dyskusyjne, że niejako jego zaprzeczeniem jest zdanie w dalszej części akapitu „W przypadku sieci kablowych lub sieci mieszanych o przewodzie linii kablowych, prąd zwarcia doziemnego może osiągać dużo większe wartości, a tym samym zwiększać zagrożenie porażeniowe nim wywołane.”
- UD3 (s. 35, pierwszy akapit) – Doprecyzowania wymaga zapis: „Z drugiej jednak strony zalecane jest, aby wartość składowej czynnej I_{RN} była zbliżona do wartości składowej biernej pojemnościowej...”. Zbliżona – może być większa lub mniejsza. Niektórzy autorzy wskazują, że wartość składowej czynnej powinna być co najmniej o 20% większa od składowej pojemnościowej. Czy zdaniem Doktoranta lepiej, aby ta „zbliżona” wartość składowej czynnej była większa, czy mniejsza od składowej pojemnościowej?

- UD4 (s. 35, ostatni akapit) – Zapis „Za główną wadę uziemienia punktu neutralnego sieci przez rezystor uważa się zagrożenie porażeniowe...” jest dyskusyjny. Największa dopuszczalna wartość napięcia uziomowego (napięcia dotykowego) jest funkcją czasu trwania doziemienia. W przypadku sieci uziemionej przez rezystor można uzyskać bardzo krótki czas działania automatyki zabezpieczeniowej, zatem wartości dopuszczalne wspomnianych napięć będą znacznie wyższe niż np. w sieci o izolowanym punkcie neutralnym. Wbrew pozorom może to korzystnie wpłynąć na kwestie zagrożenia porażeniowego i kosztów instalacji uziemiającej.
- UD5 (s. 40, ostatni akapit) – Wyjaśnienia wymaga zapis „...zarówno rezystancja przejścia, jak i rezystancja układu uziomowego mają charakter losowy.” O ile rezystancja przejścia ma charakter losowy, o tyle rezystancja układu uziomowego jest raczej precyzyjnie określona podczas projektowania danej sieci.
- UD6 (s. 41, ostatni akapit) – Zapisano „Krzywe $c_1 \div c_3$ określają odpowiednio kwantyle rzędu 0%, 5%, 50% prawdopodobieństwa wystąpienia fibrylacji komór serca w wyniku przepływu prądu rażeniowego.” Krzywa c_1 nie reprezentuje prawdopodobieństwa 0%. Właściwa interpretacja jest taka, że pomiędzy krzywymi c_1 i c_2 prawdopodobieństwo wystąpienia migotania komór serca wynosi do około 5%.
- UD7 (s. 60, podpis rys. 4.2) – Czy R_B to na pewno rezystancja uziemienia stacji? Zapis sugeruje, że chodzi o uziemienie wykonane w stacji. Raczej chodzi o wypadkową rezystancję uziemienia punktu neutralnego sieci niskiego napięcia (jest wiele uziemień przyłączonych do przewodu PEN). Podobna wątpliwość pojawia się na s. 123 rozprawy: „Dla wszystkich stacji zasilanych z pola 01 oraz stacji zasilanych z pola 04 (0401 i 0403), należy ograniczyć wartości rezystancji uziemienia stacji SN/nn do wartości analogicznych jak w przypadku wariantu RN – 100 A (odpowiednio $R_{Bmax} = 5 \Omega$ i $R_{Bmax} = 10 \Omega$).” – sformułowanie to sugeruje wymaganie stawiane jednemu uziemieniu (temu, które jest wykonane w stacji SN/nn). To wymaganie odnosi się do wypadkowej rezystancji uziemienia w sieci nn.
- UD8 (s. 62, rys. 4.4) – Brakuje komentarza do rysunku – w szczególności należałoby omówić przebiegi z rys. a), tzn. wzrost, a następnie wyraźne zmniejszanie się impedancji dla $R_B = 10$ i 50Ω .
- UD9 (s. 67, rozdz. 4.4, pierwszy akapit) – Zapis „...układy uziomowe nie są bowiem połączone z układami uziomowymi pozostałych stacji, a tym samym impedancje dróg ziemnopowrotnych $Z_R = \infty...$ ” jest dyskusyjny. Mimo braku żył powrotnych kabli, czy

innych połączeń pomiędzy uziomami prąd przy doziemieniu płynie i określanie impedancji dróg ziemnopowrotnych jako $Z_R = \infty$ raczej nie jest właściwe.

- UD10 (s. 77, ostatni akapit; s. 78, pierwszy akapit) – Tekst „Na podstawie przedstawionych w tabeli 4.7 statystyk można stwierdzić, że najwyższe wartości statystyk x_{\min} , x_{\max} , \bar{x} oraz m_e zaobserwowano dla gruntów mokrych, co jest niezgodne z oczekiwaniami. W szczególności wartość średnia rezystancji R_B dla gruntów mokrych ($\bar{x} = 4,10 \Omega$) jest ponad dwukrotnie większa niż w przypadku gruntów suchych ($\bar{x} = 1,90 \Omega$) i gruntów wilgotnych ($\bar{x} = 1,87 \Omega$).” jest dyskusyjny i wymaga szerszego komentarza. Z punktu widzenia tych rozważań nie można porównywać wprost rezystancji uziemienia różnych układów uziomowych. Rozbudowana instalacja uziemiająca w gruncie suchym, ale o stosunkowo niskiej rezystywności może skutkować rezystancją uziemienia niższą niż w przypadku innego układu, mało rozległego, w gruncie mokrym, ale o wysokiej rezystywności.
- UD11 (s. 94, pierwszy akapit) – Określając największe dopuszczalne poziomy napięcie uziomowych Doktorant odwołuje się do dwóch artykułów, których jest współautorem. Raczej należało odwołać się wprost do norm. Jaka norma/normy Doktorant brał za podstawę określając te napięcia?

8.2. Uwagi redakcyjne

Rozprawa doktorska jest bardzo dobrze zredagowana. Jej treść jest zrozumiała, odpowiada tytułowi, a następstwo rozdziałów właściwe. Doktorant używa w większości poprawnej terminologii. Błędów interpunkcyjnych/redakcyjnych nie ma dużo i są raczej drobne. Ważniejsze uwagi redakcyjne (UR) przedstawiono poniżej.

- UR1 – Doktorant stosuje termin „rezystancja zwarcia”; nawet jest to tytuł jednego podrozdziału. Wydaje się, że należałoby jednak stosować termin „rezystancja w miejscu zwarcia” analogicznie do terminu zawartego w słowniku IEV (IEV ref 448-14-11 – impedancja w miejscu zwarcia: impedancja w miejscu zwarcia między uszkodzonym przewodem fazowym a ziemią lub między uszkodzonymi przewodami fazowymi). Ten prawidłowy termin jest użyty w opisie osi poziomej wykresu na rys. 4.17.
- UR2 – Napięcie sieci 110 kV, 220 kV, czy 400 kV to napięcie nominalne, a nie napięcie znamionowe (np. s. 24 przy zależnościach 2.8 i 2.9, czy s. 27 pod zależnością 2.12).
- UR3 – Treść podpisu rys. 2.4 „Uproszczony schemat jednofazowego zwarcia doziemnego w sieci średniego napięcia” jest niefortunna. Raczej jest to „Uproszczony schemat sieci średniego napięcia dla jednofazowego zwarcia doziemnego”.

- UR4 – Treść podpisu rys. 3.8 „Przebiegi prądu i_F podczas zwarcia fazy B w sieci...” jest niejasna. Prawdopodobnie powinno być: „Przebiegi prądu i_F podczas zwarcia z ziemią fazy B w sieci...”. Podobnie jest z podpisem rys. 3.9.
- UR5 – „Streszczenie” i w wielu miejscach główna treść rozprawy. Wyrażenie „Pomimo że” występujące na początku zdania należy pisać bez przecinka przed „że”. Jeżeli „pomimo że” występuje w dalszej części zdania, to stosuje się tzw. zasadę cofania przecinka – wstawia się go przed całym wyrażeniem.

9. Wniosek końcowy

W mojej ocenie rozprawa doktorska:

- stanowi oryginalne rozwiązanie problemu naukowego,
- wykazuje ogólną wiedzę teoretyczną Kandydata w dyscyplinie naukowej *automatyka, elektronika, elektrotechnika i technologie kosmiczne (elektrotechnika wg poprzednich przepisów)*,
- potwierdza, że Doktorant opanował umiejętność samodzielnego prowadzenia pracy naukowej.

Należy dodać, że poziom zarówno merytoryczny, jak i redakcyjny rozprawy jest wysoki.

Rozprawa spełnia wymagania Ustawy o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki – stawiam wniosek o dopuszczenie jej do publicznej obrony.

Stenislav Czopp

Gdańsk, 28.06.2023

Dr hab. inż. Stanisław Czapp, prof. PG
Politechnika Gdańska
Wydział Elektrotechniki i Automatyki
ul. G. Narutowicza 11/12
80-233 Gdańsk

Sz. Pan
Dr hab. inż. Ryszard Sroka, prof. AGH
Przewodniczący Rady Dyscypliny
Automatyka, Elektronika, Elektrotechnika
i Technologie Kosmiczne
Akademia Górniczo-Hutnicza
im. Stanisława Staszica w Krakowie
al. A. Mickiewicza 30
30-059 Kraków

Wniosek o wyróżnienie
rozprawy doktorskiej mgra inż. Jarosława Kmaka
pt. *Analiza wpływu losowości parametrów sieci i spodziewanych zakłóceń*
na wybór sposobu połączenia z ziemią punktu neutralnego
w sieci średniego napięcia

Niniejszym wnioskuję o wyróżnienie przedłożonej mi do oceny rozprawy doktorskiej Pana mgra inż. Jarosława Kmaka pt. *Analiza wpływu losowości parametrów sieci i spodziewanych zakłóceń na wybór sposobu połączenia z ziemią punktu neutralnego w sieci średniego napięcia*.

Rozprawa doktorska prezentuje wysoki poziom zarówno merytoryczny, jak i redakcyjny. Należy podkreślić oryginalność zastosowanych metod badawczych, precyzyjne określenie celu rozprawy i jego osiągnięcie, a także walory aplikacyjne zaproponowanych rozwiązań. Ponadto Doktorant jest współautorem artykułów opublikowanych w czasopismach aktualnie znajdujących się na liście MEiN (Energies, Przegląd Elektrotechniczny, INPE: Informacje o Normach i Przepisach Elektrycznych).

Stanisław Czapp