

Dr hab. inż. Henryk Majchrzak

Opole, 22 maja 2019

Wydział Elektrotechniki, Automatyki i Informatyki
Politechnika Opolska
henryk.majchrzak13@gmail.com

Recenzja Rozprawy doktorskiej mgr. inż. Roberta Owczarka

**„OPTYMALIZACJA NASTAW PRZESUWNIKÓW FAZOWYCH INSTALOWANYCH
W LINIACH TRANSGRANICZNYCH POŁĄCZONEGO SYSTEMU
ELEKTROENERGETYCZNEGO W STANACH USTALONYCH”**

1. Podstawa prawna recenzji

Postawą prawną wykonanej recenzji jest pismo Dziekana Wydziału Elektrycznego Politechniki Śląskiej prof. dr. hab. inż. Pawła Sowa z dnia 16 kwietnia 2019 oraz zawarta na tej podstawie umowa o dzieło nr UMC/2294/2019 na sporządzenie ww. recenzji.

2. Tematyka, teza i cel rozprawy

Jak wynika z wieloletniej praktyki eksploatacyjnej polskiego Operatora Systemu Przesyłowego (OSP) realne zdolności wymiany mocy na połączeniach transgranicznych Krajowego Systemu Elektroenergetycznego (KSE) z krajami sąsiadującymi z Polską są dużo niższe niż wynika to wprost ze zdolności przesyłowych linii transgranicznych. Dotyczy to w szczególności połączeń pracujących synchronicznie z europejskim systemem elektroenergetycznym. Ograniczenia te mają związek z istotnymi nieplanowymi przepływami mocy na liniach transgranicznych i są związane z transakcjami handlowymi zawieranymi przez inne kraje regionu Europy Środkowo-Wschodniej, a zwłaszcza między Niemcami i Austrią, stanowiącymi łącznie jeden obszar handlowy, a krajami położonymi w południowej części Europy. Przepływy nieplanowe to wymiana mocy, która nie została zgłoszona do OSP w postaci grafików wymiany transgranicznej. Można je również zdefiniować, jako różnicę pomiędzy handlowymi grafikami wymiany transgranicznej a fizycznymi przepływami mocy. W efekcie przepływy mocy wywołane ww. transakcjami ograniczają możliwości zawierania transakcji handlowych przez krajowych uczestników rynku energii elektrycznej. Zjawisko to, określane pojęciem przepływów kołowych, jest przedmiotem zaawansowanych analiz prowadzonych na poziomie europejskich operatorów zrzeszonych w organizacji European Network of Transmission System Operators for Electricity (ENTSO-E), których celem jest ograniczenie tych przepływów i ich uwzględnienie w mechanizmie rozliczeń międzyoperatorskich. Szczegółowo problem ten opisano w różnych publikacjach, a publikacje i doświadczenia recenzenta wskazują na różne możliwości rozwiązania przedstawionego problemu.

Z charakteru pracy połączonych systemów elektroenergetycznych w Europie oraz zebranych doświadczeń wynika, że pewien wolumen nieplanowych przepływów wyrównawczych jest uzasadniony warunkami pracy synchronicznej i jest traktowany jako proces naturalny. Jednak wzrost poziomu nieplanowych przepływów transgranicznych prowadzi nieuchronnie do pogorszenia bezpieczeństwa pracy systemów elektroenergetycznych, a w konsekwencji do niespełnienia tzw. warunku $n - 1$, w wyniku czego może dojść do poważnych awarii systemowych, których skutki techniczne i finansowe mogą być trudne do przewidzenia. Nadmierne przepływy transgraniczne skutkowały w szczególności zwiększonym ryzykiem wystąpienia awarii systemowej, spowodowanej rosnącym czasem pracy systemu na granicy przyjętych kryteriów bezpieczeństwa. Oprócz trudnych do oszacowania skutków awarii KSE będących następstwem pracy systemu w warunkach niespełnienia obowiązujących kryteriów bezpieczeństwa, przepływy kołowe wywołują także mierzalne, negatywne efekty ekonomiczne. Na podstawie zebranych przez autora recenzji danych statystycznych za rok 2012 można oszacować, że koszty działań dostosowawczych poniesione przez OSP dla spełnienia warunku bezpieczeństwa pracy KSE, a wywołane występowaniem nadmiernych przepływów transgranicznych, wyniosły około 1 mln EURO. Przepływy te powodują również ograniczenia możliwości handlowego wykorzystania połączeń transgranicznych, a więc do osiągania celów, dla jakich najczęściej podejmowano decyzję o ich budowie. Najważniejszą pozycją tych strat są utracone przychody z tytułu niewykorzystanych możliwości zakupu tańszej energii elektrycznej przez uczestników rynku, a w szczególności przez odbiorców końcowych, spowodowane ograniczeniem wymiany handlowej z zagranicą (ang. *social welfare*). Warto podkreślić, że tylko z tytułu braku możliwości udostępnienia zdolności przesyłowych, utracone wpływ OSP w roku 2012 wyniosły co najmniej 3,5 mln EURO w porównaniu do sytuacji, w której przepływy nieplanowe wyniosłyby nie więcej niż 500 MW. Nadmierne przepływy transgraniczne prowadzą również do powstawania dodatkowych przesyłowych strat energii elektrycznej i związanych z tym kosztów.

Budowa przesuwników fazowych (PF) jest jednym z kilku możliwych rozwiązań dla ograniczenia problemu przepływów kołowych oraz związanych z tym wysokich kosztów działań zapobiegawczych, które podejmowane są przez operatorów systemów przesyłowych regionu Europy Środkowo-Wschodniej w celu zapewnienia bezpieczeństwa pracy KSE. Takie rozwiązanie zostało przyjęte na połączeniach transgranicznych w regionie państw Beneluksu: pomiędzy Belgią i Holandią, pomiędzy Belgią i Francją oraz Holandią i Niemcami. Wykonane wielowariantowe analizy symulacyjne zdecydowały również o podjęciu decyzji o przeprowadzeniu procesu inwestycyjnego związanego z zainstalowaniem przesuwników fazowych na połączeniach transgranicznych KSE z systemem niemieckim. Jak pokazują krajowe i międzynarodowe doświadczenia eksploatacyjne przesuwników fazowych, sprawą kluczową jest nie tylko dobór ich parametrów znamionowych, ale równie istotna jest poprawność nastaw przesuwników w procesie ich bieżącej eksploatacji. Zadanie to wymaga analizy wielu zmiennych uwzględniających nie tylko obszar za który odpowiada dany operator. Równie istotny jest również kontekst współpracy międzyoperatorskiej. Brak uwzględnienia wzajemnego oddziaływania przesuwników fazowych zainstalowanych na połączeniach transgranicznych różnych operatorów, prowadzić będzie do niespełnienia warunków efektywnej i bezpiecznej pracy połączonych systemów.

W świetle przedstawionych argumentów temat recenzowanej pracy doktorskiej uważam, za istotny i aktualny zarówno w obszarze badań naukowych, jak i możliwości ich praktycznego wykorzystania.

W kontekście przedstawionego uzasadnienia autor rozprawy słusznie zauważa potrzebę rozwijania metod optymalizacji nastaw PF w sieci systemu elektroenergetycznego (SEE), wskazując potrzebę systematycznych badań zastosowania algorytmu optymalizacji rojem cząstek. Głównym celem autora rozprawy było opracowanie metody obliczeniowej doboru nastaw przekładników fazowych, jej implementacja numeryczna oraz praktyczna weryfikacja, w celu minimalizacji transgranicznych przepływów nieplanowych oraz związanych z tym strat mocy czynnej. Na tej podstawie została sformułowana następująca teza pracy:

„Optymalizacja nastaw przekładni poprzecznych przesuwników fazowych instalowanych w liniach transgranicznych połączonego systemu elektroenergetycznego, bazująca na algorytmie optymalizacji rojem cząstek, pozwala na zwiększenie bezpieczeństwa pracy (przez redukcję przepływu nieplanowego) lub ekonomiki funkcjonowania (przez redukcję strat sieciowych) zadanych obszarów rozpatrywanego systemu elektroenergetycznego”.

3. Ogólna ocena rozprawy

Recenzowana rozprawa składa się z 163 stron obejmujących odpowiednio: 124 strony tekstu zasadniczego, 26 stron stanowiących 7 załączników oraz 13 stron bibliografii i publikacji autora rozprawy.

Pierwszy rozdział pracy zawiera wprowadzenie, w którym wyjaśniono okoliczności powstawania tzw. nieplanowych przepływów wyrównawczych pomiędzy sąsiadującymi ze sobą systemami elektroenergetycznymi, zwanych powszechnie przepływami tranzytowymi. W celu umożliwienia operatorom systemów przesyłowych ograniczania wartości ww. przepływów powszechnie instalowane są w ich systemach przesuwniki fazowe, których odpowiednia regulacja stanowi istotną część zarządzania operacyjnego pracą podległych im systemów. W tym kontekście autor słusznie podkreśla potrzebę rozwijania metod optymalizacji nastaw PF w sieci SEE. Głównym celem autora rozprawy było opracowanie metody obliczeniowej doboru nastaw przekładników fazowych, jej implementacja numeryczna oraz praktyczna weryfikacja, w celu minimalizacji transgranicznych przepływów nieplanowych oraz związanych z tym strat mocy czynnej.

W celu zweryfikowania sformułowanej w pracy tezy: „Optymalizacja nastaw przekładni poprzecznych przesuwników fazowych instalowanych w liniach transgranicznych połączonego systemu elektroenergetycznego, bazująca na algorytmie optymalizacji rojem cząstek, pozwala na zwiększenie bezpieczeństwa pracy (przez redukcję przepływu nieplanowego) lub ekonomiki funkcjonowania (przez redukcję strat sieciowych) zadanych obszarów rozpatrywanego systemu elektroenergetycznego” sformułowano dziewięć celów szczegółowych, których osiągnięcie było tematem poszczególnych rozdziałów rozprawy.

W rozdziale drugim autor ogólnie wyjaśnił genezę powstawania przepływów nieplanowych, po czym opisał nasilające się zjawisko przepływów nieplanowych w regionie Europy Środkowo-Wschodniej. Szkoda, że w tej części pracy nie podniesiono zagadnienia

nieprawidłowo skonfigurowanych obszarów handlowych oraz niewłaściwych metod alokacji transgranicznych zdolności przesyłowych. Samo bowiem rozlokowanie obszarów generacji i odbioru energii elektrycznej oraz brak dostatecznie rozwiniętych zdolności przesyłowych na terenie Niemiec, jak wskazuje autor, nie jest jedynym powodem występowania ww. przepływów. W rozdziale tym wskazano stosowane przez operatorów systemów przesyłowych najważniejsze metody ograniczenia przepływów nieplanowych. Pominęto tutaj powszechnie stosowaną przez na przykład polskiego OSP metodę ograniczenia udostępnianych transgranicznych zdolności przesyłowych, co stanowi bardzo niekorzystne ograniczenie możliwości funkcjonowania systemu elektroenergetycznego i międzynarodowego rynku energii elektrycznej. Zdaniem recenzenta pracy zabrakło w tym rozdziale przywołania skutków ekonomicznych prowadzonych działań zapobiegawczych, bowiem to właśnie ten negatywny efekt niepożądanego zjawiska przepływów nieplanowych, stanowi o wadze stosowania przesuwników i potrzebie optymalizacji ich nastaw.

W rozdziale trzecim starannie opisano metodę regulacji kąta obciążenia gałęzi sieci przesyłowej za pomocą PF. Podobnie opisano rodzaje stosowanych przesuwników fazowych, ich główne parametry techniczne oraz wybrane aspekty związane z eksploatacją PF. Najważniejszą częścią tego rozdziału są wyniki wykonanych przez autora rozprawy analiz rozptylowych, których głównym celem była ocena wpływu indywidualnej i łącznej regulacji PF zainstalowanych w poszczególnych lokalizacjach SEE na przepływy transgraniczne oraz straty sieciowe. Najważniejszą częścią ww. analizy jest wyjaśnienie i zwymiarowanie interakcji, które zachodzić mogą między poszczególnymi przesuwnikami, co w efekcie silnie uzasadnia tezę o potrzebie optymalizacji nastaw określonego zespołu przesuwników, i co równie ważne, współdziałania w tym zakresie operatorów poszczególnych systemów przesyłowych.

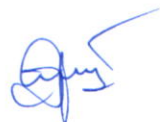
W rozdziale czwartym szczegółowo opisano teorię algorytmów optymalizacji rojem cząstek, przedstawiając w czytelny i zwarty sposób zasady działania algorytmu. W kontekście dalszej części pracy zilustrowano działanie algorytmu rojowego dla funkcji dwóch zmiennych. Z tego samego powodu ważną częścią rozdziału jest przedstawienie parametrów algorytmu rojowego. Dodatkowo dokonano porównania różnych wersji algorytmu rojowego na bazie powszechnie znanych funkcji matematycznych. W końcowej części rozdziału opisano obszary możliwych zastosowań opisanego algorytmu, w których wskazano również optymalizację nastaw przesuwników w celu maksymalizacji zdolności przesyłowych, tj. w innym obszarze niż wynika to z treści recenzowanej pracy.

W rozdziale piątym szczegółowo opisano opracowaną metodę optymalizacji nastaw przekładni poprzecznych PF, wykorzystującą połączenie zmiennoprądowego algorytmu rozptylowego z algorytmem optymalizacji rojem cząstek (PSO). Jak podkreśla autor połączenie tych algorytmów nie zostało wcześniej opisane w literaturze krajowej i stanowi jego oryginalne osiągnięcie. Zdefiniowano dwa kryteria optymalizacji: minimalizacja strat mocy czynnej w SEE oraz minimalizacja przepływu nieplanowego przez określony obszar SEE. Określono parametry algorytmu optymalizacji nastaw PF oraz opisano sposób uwzględnienia ograniczeń gałęziowych w procesie optymalizacji. Zastosowanie sposobu eliminującego rozwiązania nie spełniające warunków dopuszczalnych przepływów mocy

w gałęziach sieci, należy uznać za ważny element zastosowanego algorytmu. Przedstawiono wyniki przeglądu zupełnego dla układu z dwoma i trzema przesuwnikami. Przeprowadzone również testy efektywności zastosowanego algorytmu optymalizacji nastaw PF dla modelu testowego SEE, co pozwoliło na przyjęcie poprawnych założeń do przeprowadzenia w kolejnym rozdziale optymalizacji nastaw przesuwników dla przyjętych modeli SEE.

W rozdziale szóstym przeprowadzono ocenę przydatności opracowanej metody optymalizacji nastaw przesuwników fazowych dla trzech modeli SEE, o różnym stopniu złożoności, opisanych w załącznikach nr Z2, Z3 i Z4 do rozprawy. W pierwszym podrozdziale zaprezentowano wyniki jednokryterialnej optymalizacji nastaw PF instalowanych w liniach transgranicznych dla trzech wybranych obszarów systemu testowego oznaczonego w pracy jako IEEE118. Obliczenia wykonano biorąc pod uwagę kolejno kryterium optymalizacji dotyczące minimalizacji przepływu nieplanowego oraz strat sieciowych mocy czynnej. W obliczeniach założono trzy warianty lokalizacji przesuwników, obejmujące odpowiednio trzy, pięć i siedem przesuwników. Analogiczne obliczenia wykonano z dodatkowym warunkiem uwzględnienia ograniczeń gałęziowych. Dodatkowo zbadano wpływ liczby cząstek roju na ilość iteracji pozwalających na uzyskanie zbliżonych rezultatów optymalizacji, wskazując w ten sposób istotność tego parametru w procesie przygotowywania założeń dla budowanych w przyszłości skutecznych algorytmów optymalizacji SEE. W drugim podrozdziale wykonano obliczenia i przedstawiono ich wyniki dla modelu systemu połączonego regionu Europy Środkowo-Wschodniej (CEE). Obliczenia dotyczyły w tym wypadku tylko minimalizacji przepływu nieplanowego, bez i z uwzględnieniem ograniczeń gałęziowych, przyjęto cztery warianty lokalizacji przesuwników, trzy przekroje transgraniczne oraz pięć różnych wariantów grupowania obszarów. Obliczenia dotyczyły również jednoczesnego wyznaczenia wielkości strat sieciowych, co pozwoliło na określenie dodatkowych efektów, jakie mogą towarzyszyć minimalizacji przepływu nieplanowego. Takie podejście pozwala na wybranie optymalnej metody nastaw przesuwników fazowych w regionie, która pozwoli wyeliminować zbędne obliczenia, uprościć konieczne uzgodnienia międzyoperatorskie oraz ograniczyć czas potrzebny do podejmowania bieżących operatorskich decyzji. Zdaniem recenzenta cennym uzupełnieniem niniejszego rozdziału byłoby wykonanie analogicznych obliczeń dla kryterium minimalizacji strat sieciowych. Takie analizy pozwoliłyby określić i dobrze uzasadnić rekomendowane zasady nastaw przesuwników fazowych w regionie oraz wskazać na tej podstawie dalsze prace w tym obszarze.

W rozdziale siódmym przedstawiono zagadnienie optymalizacji wielokryterialnej pod kątem możliwości jej wykorzystania w procesie optymalizacji nastaw przesuwników fazowych. Zasadniczym celem przedstawionych rozważań było ograniczenie niekorzystnego zjawiska wzrostu strat mocy czynnej, które towarzyszy, jak wykazano wcześniej, redukcji przepływu nieplanowego w sieci SEE. Zaproponowana metoda dotyczy optymalizacji nastaw przesuwników fazowych z punktu widzenia dwóch kryteriów: minimalizacji przepływów nieplanowych oraz minimalizacji strat sieciowych. W celu zweryfikowania zaproponowanej metody przeprowadzono obliczenia optymalizacyjne dla wcześniej opisanego modelu systemu IEEE118. Z oczywistych względów ograniczono liczbę wariantów wykonanych



obliczeń: przyjęto wariant siedmiu przesuwników, poszukiwano minimum przepływu tylko przez jeden obszar oznaczony 01, badano straty sieciowe tylko dla całej sieci dla obu wariantów: bez uwzględnienia i z uwzględnieniem ograniczeń gałęziowych. Dokonany wybór nie rodzi zasadniczych wątpliwości ze strony recenzenta, jednak byłoby pomocne, aby autor podał swoje uzasadnienie dla dokonanych wyborów. W nawiązaniu do poprzedniego rozdziału nasuwa się również pytanie, dlaczego nie wykonano analogicznych obliczeń dla połączonego regionu Europy Środkowo-Wschodniej. Wyniki tak przeprowadzonej optymalizacji na modelu IEEE118, uzupełnione analogicznymi obliczeniami dla rzeczywistej części analizowanego SEE, zdaniem recenzenta będą bardzo dobrym materiałem wyjściowym do dalszych analiz i wypracowania na tej podstawie wniosków co do najlepszej metody nastaw przesuwników fazowych w rozpatrywanym regionie.

Ostatnia część rozprawy zawiera podsumowanie i wnioski końcowe. W rozdziale tym odniesiono się do zdefiniowanych celów pracy oraz sformułowanej tezy, wskazując że cele zostały osiągnięte, a teza udowodniona. Następnie sformułowano dwanaście wniosków końcowych, które oceniam jako poprawne i spójnie odzwierciedlające rozważania przeprowadzone w poprzedzających podsumowanie rozdziałach. Wskazano opracowane przez autora oryginalne rozwiązania problemu optymalizacji nastaw przesuwników fazowych, z których zdaniem recenzenta na szczególną uwagę zasługuje opracowanie wielowariantowej metody optymalizacji doboru nastaw przekładni poprzecznych PF zainstalowanych w sieci SEE, w oparciu o połączenie zmiennoprądowego algorytmu rozptywowego oraz algorytmu optymalizacji rojem cząstek. W końcowej części autor słusznie wskazuje na kierunki dalszych jego badań. Moim zdaniem powinno się poszerzyć obszar ww. badań o zagadnienia kosztów eksploatacji systemu elektroenergetycznego. Doświadczenie recenzenta wskazuje, że straty energii, co wynika pośrednio również z wyników obliczeń wykonanych w niniejszej pracy, nie są najważniejszą składową kosztów ponoszonych przez operatorów systemów elektroenergetycznych, związanych z występowaniem zjawiska nieplanowych transgranicznych przepływów mocy. Analiza poszczególnych składników tych kosztów pozwoli wyodrębnić inne bardzo ważne obszary badawcze.

4. Uwagi redakcyjne i merytoryczne

4.1. Uwagi redakcyjne

Redakcja rozprawy została wykonana starannie. Jedynie kilka uwag zdaniem recenzenta wymagało odnotowania:

1. Wykaz ważniejszych oznaczeń i skrótów powinien być wykonany w alfabetycznej kolejności, tak aby jego wykorzystanie przez analizującego tekst było łatwiejsze.
2. Wykaz oznaczeń nie zawiera skrótu IEEE, a nie wyjaśniono go również w tekście, mimo częstego przywoływania w rozprawie.
3. Autor różnie oznaczył źródła literaturowe pod rysunkami (np. rys. 3.19 a 4.1).
4. Podpis pod rys. 4.6 powinien brzmieć: "w ostatniej założonej iteracji".
5. Na stronie nr 63 użyto niejednolitej formy stylistycznej opisu porównywanych podstawowych wersji algorytmu PSO.

6. Rysunki 4.10 – 4.12 powinny być wyedytowane w wersji kolorowej, co ułatwiłoby ich analizę.
7. Autor użył niejednolicie różnych języków przy opisywaniu indeksów P_{str} (straty mocy czynnej) i P_{uf} (nieplanowy przepływ mocy czynnej), poprawniej jest używać tam gdzie jest to możliwe jednolicie np. tylko polskiego języka.
8. W punkcie 6.1 zastosowano niejednolite oznaczenie podpunktów 6.1.1. do 6.1.3.
9. Na rys. 6.9 w wariancie c) i e) oraz na rys. 6.1. w wariancie d) jest niespójność przedstawionych wartości przepływu nieplanowego przez odpowiednio granicę DE i PL oraz obszar 01 (różne wartości podane na strzałce i w ramce).

4.2. Uwagi merytoryczne

1. W rozprawie zastosowano algorytm optymalizacji rojem cząstek, który jak podaje autor, został opracowany w latach dziewięćdziesiątych. W rozprawie w rozdziale 4 dość szczegółowo opisano zasady działania algorytmu oraz przedstawiono jego działanie na przykładach funkcji jednej i dwóch zmiennej, przedstawiono reguły doboru parametrów algorytmu oraz obszary jego zastosowań. W mojej ocenie cennym uzupełnieniem pracy byłoby wskazanie innych potencjalnych algorytmów nadających się do wykorzystania do sformułowanego zadania optymalizacji i podanie w ten sposób uzasadnienia dla dokonanego wyboru.
2. W rozdziale 4 w punkcie 4.6. dokonano porównania czterech wersji algorytmu PSO. W wyniku dokonanej statystycznej oceny wartości funkcji celu wskazano, że najslabsze rezultaty osiągnął algorytm OPSO, w wyniku czego do dalszych obliczeń zastosowano algorytmy CPSO i LPSO. Na tym etapie pracy byłoby cenne wskazanie przyczyn, które wpłynęły na ww. wyniki oceny przydatności poszczególnych algorytmów. Nie jest bowiem wykluczone, że w określonych warunkach ocena ta dałaby inny wynik, co oznaczałoby wybór innych wersji algorytmów.
3. W rozdziale 5 przedstawiono testy efektywności algorytmu optymalizacji, dla obu kryteriów optymalizacji, przyjmując że miarą efektywności jest liczba iteracji niezbędna do uzyskania optimum globalnego funkcji celu. Zakładając, że w miarę rozwoju technologii cyfrowych, a w tym szybkości przetwarzania danych, problem długości czasu obliczeń koniecznego do uzyskania wyniku będzie coraz mniej istotny, nasuwa się pytanie o celowość przyjęcia innych miar efektywności algorytmu optymalizacji. W podanym kontekście recenzentowi zabrakło odniesienia się do dokładności uzyskanych wyników przy pomocy przyjętego algorytmu. Nasuwa się tutaj naturalne pytanie o testy opracowanego algorytmu w środowisku rzeczywistym, co pozwoliłoby na uzyskanie oceny praktycznego wykorzystania opracowanego algorytmu optymalizacji nastaw przesuwników.
4. W punkcie 5.2.2. przedstawiono możliwości dalszej poprawy efektywności algorytmu optymalizacji poprzez dostrojenie współczynników c_1 , c_2 , χ . Zadanie to i jego efekty przedstawiono jedynie dla wariantu trzech przesuwników, nie podając dlaczego nie przedstawiono tego efektu również dla wariantu dwóch przesuwników, tj. w układzie w jakim prowadzono poprzedzającą ten fragment pracy analizę.

5. W rozdziale szóstym przeprowadzono obliczenia optymalizacyjne dla wcześniej opisanego modelu systemu IEEE118. Wymaga wyjaśnienia nasuwające się naturalne pytanie, dlaczego nie wykonano analogicznych obliczeń dla połączonego regionu Europy Środkowo-Wschodniej.

5. Podsumowanie

Zgodnie z rozporządzeniem Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 19 stycznia 2018 r. w sprawie szczegółowego trybu i warunków przeprowadzenia czynności w przewodzie doktorskim, w postępowaniu habilitacyjnym oraz w postępowaniu o nadanie tytułu profesora, recenzja powinna zawierać ocenę spełnienia przez rozprawę doktorską warunku opracowania oryginalnego rozwiązania problemu naukowego. Do ww. kategorii rozwiązań zdaniem recenzenta należą między innymi:

- opracowanie wielowariantowej metody optymalizacji doboru nastaw przekładni poprzecznych PF zainstalowanych w sieci SEE, w tym w liniach transgranicznych, w oparciu o połączenie zmiennoprądowego algorytmu rozptylowego oraz algorytmu optymalizacji rojem cząstek. Opracowana metoda pozwala na optymalizację nastaw przekładni poprzecznych PF w oparciu o kryterium minimalizacji przepływu nieplanowego lub/i strat mocy czynnej w sieci SEE. Za ważne uważam włączenie do zadania optymalizacji ograniczeń związanych z dopuszczalnymi przepływami mocy w gałęziach sieci SEE. Metoda ta nadaje się do optymalizacji nastaw dużej liczby przesuwników fazowych zlokalizowanych w rzeczywistych sieciach elektroenergetycznych,
- zaadaptowanie teorii algorytmów optymalizacji rojem cząstek w celu rozwiązania problemu doboru nastaw przekładni poprzecznych PF instalowanych w liniach transgranicznych połączonego SEE,
- przeprowadzenie testów efektywności i wybór na tej podstawie wariantu algorytmu optymalizacyjnego, a następnie dobór jego parametrów,
- wykazanie możliwości implementacji opracowanej metody dla modeli SEE o różnym stopniu złożoności, w tym w szczególności dla modelu rzeczywistego SEE w regionie Europy Środkowo-Wschodniej, co decyduje o możliwościach praktycznego wykorzystania metody w działalności operatorów systemów przesyłowych.

Autor rozprawy zgodnie z wymogami ww. rozporządzenia udowodnił umiejętność samodzielnego prowadzenia prac naukowych poprzez poprawne sformułowanie problemu oraz opracowanie spójnego planu osiągnięcia założonych w rozprawie dziewięciu celów szczegółowych oraz poprawnego sformułowania dwunastu wniosków końcowych. Takie podejście pozwoliło również na udowodnienie postawionej we wstępie tezy.

Całość rozprawy oraz jej posadowienie w kontekście wcześniejszych publikacji autora rozprawy, pozwala również na stwierdzenie, że wykazuje on również wymaganą

ogólną wiedzę teoretyczną oraz umiejętności praktycznego rozwiązywania problemów w dyscyplinie naukowej elektrotechnika.

6. Wniosek końcowy

Na podstawie przeprowadzonej powyżej oceny stwierdzam, że opiniowana rozprawa mgr. inż. Roberta Owczarka pt.: „Optymalizacja nastaw przesuwników fazowych instalowanych w liniach transgranicznych połączonego systemu elektroenergetycznego w stanach ustalonych” spełnia wymagania wynikające z Ustawy z dnia 14 marca 2003 roku o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz stopniach i tytule w zakresie sztuki (DZ. U. z 2003 r. nr 65 , poz. 595 ze zm.) i stawiam wniosek o jej dopuszczenie do publicznej obrony.

