



Prof. zw. dr hab. inż. Józef PASKA
POLITECHNIKA WARSZAWSKA
Instytut Elektroenergetyki, Zakład Elektrowni
i Gospodarki Elektroenergetycznej
ul. Koszykowa 75, 00-662 Warszawa
tel. (22)2345864, e-mail: Jozef.Paska@ien.pw.edu.pl
Adres prywatny: ul. Szwanowskiego 1 m 23, 01-318 Warszawa
tel. 6651872

Warszawa, 12.05.2017

Recenzja rozprawy doktorskiej
mgr inż. Krzysztofa Siekierskiego

Tytuł rozprawy:

„Optymalizacja wielonośnikowych sieci zakładowych w celu zwiększenia bezpieczeństwa w zakresie zarządzania energią elektryczną w wybranym zakładzie przemysłowym”

1. Podstawa formalna recenzji

Podstawą opracowania recenzji rozprawy doktorskiej, wykonanej na Wydziale Elektrycznym Politechniki Śląskiej, pod kierunkiem pana dr hab. inż. Maksymiliana Przygodzkiego, jest pismo Dziekana Wydziału Elektrycznego, prof. dr hab. inż. Pawła Sowy, z dnia 1 marca 2017, powołujące się na uchwałę Rady Wydziału z dnia 28 lutego 2017 r.

2. Zagadnienie naukowe i jego sformułowanie

Na świecie i w Polsce zagadnienia niezawodności oraz bezpieczeństwa zasilania w energię cieszą się sporym, aczkolwiek o zmiennym nasileniu, zainteresowaniem naukowców i praktyków. Są one przedmiotem regulacji prawnych na poziomie Unii Europejskiej oraz krajowym (ustawa Prawo Energetyczne, rozporządzenia „systemowe”). Względnie nowym elementem tego obszaru badawczego jest problematyka sieci wielonośnikowych, czyli zaopatrywania odbiorców w różne media energetyczne za pośrednictwem wspólnych lub powiązanych sieci energetycznych. W tym nurcie mieści się też rozprawa doktorska mgr inż. Krzysztofa Siekierskiego.

Podjęte przez Autora zagadnienie naukowe polega na opracowaniu (udoskonaleniu) metodyki modelowania, analizy i oceny niezawodności zasilania w media energetyczne zakładów przemysłowych z uwzględnieniem aspektów ekonomicznych. Metodyka ta ma mieć zastosowanie, przede wszystkim, w odniesieniu do wielonośnikowych sieci energetycznych zakładów przemysłowych.

Autor przeanalizował uzyskane dotychczas rezultaty badań i zaproponował własne, oryginalne rozwiązania tej metodyki obliczeniowej.

Tematyka rozprawy jest więc aktualna na tle obecnego stanu wiedzy i potrzeb elektroenergetyki.

3. Tytuł, cel i teza rozprawy

Tytuł rozprawy został sformułowany jako: **„Optymalizacja wielonośnikowych sieci zakładowych w celu zwiększenia bezpieczeństwa w zakresie zarządzania energią elektryczną w wybranym zakładzie przemysłowym”**. Jest to tematyka interesująca a tytuł odpowiada treści rozprawy, aczkolwiek nie jest dla Recenzenta jasne pojęcie **„bezpieczeństwa w zakresie**

zarządzania energią elektryczną". Niewłaściwe wydaje się też zawężenie tematyki rozprawy a zatem i stosowności uzyskanych wyników do konkretnego (wybranego) zakładu przemysłowego. Zdaniem Recenzenta lepszy byłby następujący tytuł rozprawy: *Optymalizacja bezpieczeństwa dostaw energii za pomocą wielonośnikowych sieci energetycznych zakładów przemysłowych, na przykładzie wybranego zakładu.*

Cel pracy Autor przedstawił na stronie 9: *„Celem pracy jest opracowanie modelu sieci wielonośnikowych w obrębie zakładu przemysłowego, sformułowanie i rozwiązanie zadania wykorzystania nośników energetycznych z uwagi na optymalizację bezpieczeństwa zarządzania energią elektryczną w wybranym zakładzie przemysłowym.”*. Określenie *„bezpieczeństwo zarządzania energią elektryczną”* nie jest, zdaniem Recenzenta, jasne i adekwatne do przedmiotu rozprawy. Występuje tu także sprzeczność z tytułem rozprawy, w którym występuje *„optymalizacja wielonośnikowych sieci zakładowych”*, podczas gdy w celu rozprawy – *„optymalizacja bezpieczeństwa zarządzania ...”*.

Sformułowana na stronie 9 rozprawy teza brzmi następująco:

„Wartościowanie bezpieczeństwa w zakresie zarządzania energią elektryczną w wybranym zakładzie przemysłowym umożliwi wyznaczenie optymalnego poziomu wykorzystania mediów energetycznych.”

Teza rozprawy, aczkolwiek mogłaby być lepiej skonstruowana: niejasne, gdyż nie zostało wcześniej zdefiniowane, jest pojęcie *„bezpieczeństwa w zakresie zarządzania energią elektryczną”*, słowo *„wybranym”* należałoby pominąć, gdyż teza powinna mieć charakter uniwersalny a nie odnosić się wyłącznie do analizowanego (wybranego) zakładu przemysłowego, czego w końcu dotyczy optymalizacja (sieci wielonośnikowych, bezpieczeństwa czy wykorzystania mediów energetycznych)?; stanowi pewną diagnozę stanu istniejącego metodyki modelowania, analizy i oceny wielonośnikowych sieci energetycznych zakładów przemysłowych, zawiera jego krytyczną ocenę i propozycję nowego, zdaniem Autora lepszego, podejścia. Mimo tych zastrzeżeń teza rozprawy ma cechy oryginalne, a jej prawdziwości Autor rozprawy dowodzi rozwiązując szereg zagadnień szczegółowych o charakterze, zarówno poznawczym, jak i aplikacyjnym, w szczególności:

- Definiując bezpieczeństwo zarządzania energią w obszarze zakładu przemysłowego i jego miary.
- Modelując procesy energetyczne w zakładzie przemysłowym, przemiany i powiązania pomiędzy nimi.
- Formułując zadanie optymalizacyjne, funkcję celu i ograniczenia.
- Wyznaczając rozwiązania i przeprowadzając dyskusję wyników.

4. Waga podjętego zagadnienia naukowego

Podjęty w pracy problem badawczy jest istotny z uwagi na zmiany, które już nastąpiły i ciągle mają miejsce w elektroenergetyce i energetyce. Przemiany strukturalne, własnościowe i technologiczne powodują, że odpowiedzialność za niezawodność systemów energetycznych i bezpieczeństwo zasilania odbiorców energią jest obecnie zdekomponowane na wiele podmiotów (głównie są to operatorzy systemów: przesyłowego i dystrybucyjnych, ale nie tylko). Nie wszystkie te podmioty należycie wywiązują się ze swoich obowiązków. Tym bardziej potrzebne są prace badawcze z zakresu metodyki modelowania, analiz i oceny niezawodności układów zasilania w energię, ujmujące te złożone zagadnienia choćby w wymiarze cząstkowym. W ten nurt wpisuje się rozprawa p. Krzysztofa Siekierskiego.

Problematyka niezawodności systemów i układów energetycznych oraz bezpieczeństwa zasilania odbiorców w energię zyskuje na ważności w obecnych uwarunkowaniach światowych, europejskich i krajowych, w szczególności zaś w obliczu polityki energetyczno-klimatycznej Unii Europejskiej. Bezpieczeństwo energetyczne,

bezpieczeństwo elektroenergetyczne, bezpieczeństwo zasilania – to ważne elementy tej polityki.

5. Przegląd stanu wiedzy

Rozprawa stanowi wartościowe kompendium aktualnego stanu wiedzy z zakresu metodyki modelowania, analiz i oceny niezawodności zasilania w energię za pomocą wielonośnikowych sieci energetycznych w zakładach przemysłowych oraz stosowanych w niej technik obliczeniowych i mieści się w obszarze elektroenergetyki.

6. Oryginalność i zakres rozwiązania zagadnienia naukowego

Praca bazuje na dorobku naukowym, krajowym i zagranicznym, w zakresie modelowania, analiz i oceny niezawodności układów zasilania w energię (w tym głównie układów elektroenergetycznych), a pewne szczególne wątki rozwija konsekwentnie z wykorzystaniem własnych koncepcji i rozwiązań. Do elementów nowości, stanowiących oryginalne i najważniejsze rezultaty rozprawy i osiągnięcia jej Autora, zaliczam:

- Wprowadzenie pojęcia warstw bezpieczeństwa dostaw czynników energetycznych w aspekcie mogących zaistnieć przerw w dostawach.
- Opracowanie metody klasyfikacji odporności maszyn i urządzeń produkcyjnych na przerwy w dostawach czynników energetycznych.
- Opracowanie metodyki realizacji dostaw i rozdziału rezerwowych czynników energetycznych do urządzeń wrażliwych na przerwy w dostawach.
- Opracowanie schematu wielonośnikowej struktury energetycznej wybranego zakładu przemysłowego.
- Opracowanie metody wartościowania bezpieczeństwa dostaw czynników energetycznych do odbiorników zakładu.
- Opracowanie funkcji celu i przedstawienie jej implementacji dla uzyskania rozwiązania optymalnego.
- Opracowanie zasad postępowania przy podejmowaniu przedsięwzięć ograniczających koszty mające związek z dostarczaną energią.

7. Wiedza teoretyczna Autora w dyscyplinie naukowej

Kompleksowa analiza i modelowanie złożonych zjawisk, będących przedmiotem rozprawy, wymagały szerokiej wiedzy w dyscyplinie „Elektrotechnika - Elektroenergetyka”. Autor ma dobrą orientację w dziedzinie szeroko pojętej elektroenergetyki, układów elektroenergetycznych i energetycznych zakładów przemysłowych, obliczeń niezawodnościowych i ekonomicznych. Autor wykazał, zarówno umiejętność formułowania i dowodzenia tez naukowych, jak i dobrą znajomość aspektów aplikacyjnych. Autor dość swobodnie porusza się w skomplikowanej problematyce.

8. Umiejętność samodzielnego prowadzenia pracy naukowej

Rozprawa nie jest zbyt obszerna (129 stron, w tym wykaz oznaczeń i skrótów, 6 rozdziałów merytorycznych, wnioski i podsumowanie, literatura, 4 załączniki), co nie stwarza istotnych problemów z wyróżnieniem osobistego dorobku naukowego Doktoranta. Uważna lektura rozprawy pozwala zidentyfikować te elementy na szerszym tle przedstawionych rozważań. Niewątpliwie Autor wykazał, iż posiadał umiejętność:

- formułowania i rozwiązywania problemu naukowego,
- przyjmowania uzasadnionych założeń,
- wykorzystania i rozwijania właściwych podejść metodycznych,

- rozwiązywania postawionych zadań.
- przekonującej prezentacji uzyskanych rezultatów.

Praca ma wystarczający poziom teoretyczny, odpowiada też realiom aplikacji oraz wymaganiom i oczekiwaniom potencjalnych użytkowników.

9. Uwagi polemiczne i dyskusyjne

9.1. Zagadnienia ogólne:

- 9.1.1. *Tytuł, cel i teza pracy.* Uwagi co do tytułu, celu i tezy rozprawy zostały sformułowane w punkcie 3. Proszę o odniesienie się do nich.
- 9.1.2. Autor, zdaniem Recenzenta, nie dość precyzyjnie stosuje pojęcia bezpieczeństwo, niezawodność, ciągłość dostaw energii bądź mediów energetycznych. Proszę o podanie ich rozumienia zastosowanego w rozprawie, w postaci możliwie zwięzłej systematyki pojęć.
- 9.1.3. Autor przez niezbyt dobre sformułowanie tytułu rozprawy niepotrzebnie ograniczył stosowalność uzyskanych wyników. Czy i w jakim zakresie rezultaty rozprawy mają zastosowanie nie tylko w odniesieniu do rozpatrywanego zakładu przemysłowego?

9.2. Wybrane uwagi szczegółowe:

1. W spisie oznaczeń w objaśnieniu do Q_g powinno być „wektor strumieni ...”.
2. W spisie oznaczeń w objaśnieniu do $S(b)$ powinno być „... braku korelacji ...”.
3. W spisie oznaczeń w objaśnieniu do W_{pn} powinno być „wartość produkcji ...”.
4. Rysunek 1 na stronie 5 wymaga precyzyjniejszego opisu osi poziomej.
5. W drugim akapicie na stronie 6 pojawia się „bezpieczeństwo dostaw”, które wymaga objaśnienia.
6. Na rysunku 2 (strona 6) Autor wprowadzone warstwy bezpieczeństwa wiąże z czasem trwania przerwy w zasilaniu. Wydaje się, że bardziej właściwe byłoby powiązanie z horyzontem czasowym analizy (planowania).
7. Na stronie 7, w trzecim akapicie jest „jak w punkcie a)” a lista nie jest numerowana.
8. Na stronie 10 jest „konwersją” a powinno być „konwersję”.
9. Na stronie 10, w ostatnim akapicie jest „zapotrzebowanie mocy” a powinno być raczej „zapotrzebowanie na moc”.
10. Autor rozprawy stawia przecinki w dość nieoczekiwanych miejscach.
11. Na stronie 14, w końcowym wierszu pierwszego akapitu Autor pisze „... bezpieczeństwa i niezawodności dostaw”. Czy bezpieczeństwo i niezawodność to odrębne pojęcia?
12. Na stronie 15 jako jeden ze składników infrastruktury sieciowej Autor wymienia sieci. Jak to należy rozumieć?
13. Na stronie 16, w tabeli 1 zależność na równanie przepływu dla sieci elektroenergetycznych jest nieprawidłowa, a w zależności dla sieci cieplnych (ciepłowniczych) powinno być raczej c zamiast c_p .
14. Na stronie 19 jest niezbyt fortunate określenie „... zapotrzebowań na zużycie ...”.
15. Na stronie 20, w czwartym akapicie od góry jest „... obrębie ...” a powinno być „... w obrębie ...”.
16. Co przedstawiono na rysunku 4 na stronie 21?
17. Autorowi zdarza się nieprawidłowe pisanie jednostek po liczbie, w szczególności % i °C.
18. Na stronie 22 jest „przesyłowych” a powinno być „przesyłowe”. Określenia „rosnąca problematyka”, „infrastruktury energetycznej, takiej jak energia elektryczna ...” budzą wątpliwości.

19. Na stronie 24, ostatni akapit – co to jest „wydajność systemu energetycznego w zakresie ...”?
20. Na stronie 27 jest „wiatrowych” a powinno być „wiatrowe”.
21. Na stronie 29 jest „optymalizacji ceny nośników” a powinno być raczej „optymalizacji kosztu nośników”.
22. Na rysunku 11 powinno być „elektrownia wiatrowa”.
23. Na stronie 38 jest „bezpieczeństwo i ciągłość dostaw mediów”. Czy bezpieczeństwo i ciągłość to odrębne pojęcia?
24. Na stronie 41, w ostatnim akapicie jest „eksploatację” a powinno być „eksploatacji”; jest też „umożliwia na obniżenie” a powinno być „umożliwia obniżenie”.
25. Na stronie 49 jest „na piecach” a powinno być „w piecach”.
26. Na stronie 52 moce transformatorów SN/nn powinny być w MVA.
27. W zależności (10) powinno być k_{ij} .
28. Na stronie 61 ponownie jest mowa o „bezpieczeństwie zarządzania energią elektryczną”. Recenzent sądzi, że chodzi raczej o jakość zarządzania ...
29. Strona 62, pod zależnością (21) – jak wyżej.
30. Zależność (23) na stronie 62 nie jest, zdaniem Recenzenta, prawidłowa.
31. W zależności (31) zamiast znaku równości powinien być znak przybliżonej równości.
32. Na stronie 64, pod zależnością (31) jest „ilości” a powinno być „liczbie”.
33. Na stronie 78 jest „kosztów inwestycyjnych” a powinno być „nakładów inwestycyjnych”.
34. Na stronie 79 jest „wskaźników” a powinno być „wartości wskaźników”.
35. Wątpliwości budzi rysunek 38. Niezbyt właściwe są nazwy „stan wyjściowy”, „stan pracy stabilnej z ubytkami”. Czy uwzględniono kwestę zapotrzebowania (lub braku zapotrzebowania) na pracę urządzenia?
36. Na stronie 91 jest „znikniętych” a powinno być „unikniętych”.
37. W tabeli 13 jest „ilość” a powinno być „liczba”.
38. W podpisie rysunku 58 niewłaściwie użyto określenia efektywność finansowa.
39. Na stronie 108 jest mowa o optymalizacji konfiguracji sieci wielonośnikowych. Zdaniem Recenzenta przedmiotem rozprawy była również optymalizacja struktury sieci.
40. Strona 109 – drugie zdanie akapitu pierwszego jest niejasne.
41. W wykazie literatury, w pozycjach 42 - 47 są przywołane prace Recenzenta; brakuje tutaj pozycji podstawowej, książki „Niezawodność systemów elektroenergetycznych” z 2005 roku a pozycja 46 jest podana nieprawidłowo.
42. W tytule załącznika 2 jest efektywność finansowa a powinna być ekonomiczna.
43. Skąd wartość stopy dyskonta w tabeli 1. Z2? Proszę podać uzasadnienie.

10. Strona redakcyjno – wydawnicza

Rozprawa została zredagowana i wydana z dostateczną starannością – niektóre zastrzeżenia podano w uwagach szczegółowych. Mniej istotne, szczegółowe uwagi o charakterze w zasadzie redakcyjnym i stylistycznym umieszczono na recenzowanym egzemplarzu pracy, lecz ich zakres i waga nie umniejszają wartości pracy i nie wymagają autorskich ingerencji w tekst.

11. Wniosek końcowy

W przekonaniu recenzenta rozprawa doktorska mgr inż. Krzysztofa Siekierskiego pt. „Optymalizacja wielonośnikowych sieci zakładowych w celu zwiększenia bezpieczeństwa w zakresie zarządzania energią elektryczną w wybranym zakładzie przemysłowym” stanowi oryginalne rozwiązanie problemu naukowego oraz wykazuje ogólną wiedzę teoretyczną Doktoranta w dyscyplinie naukowej Elektrotechnika (obszar elektroenergetyka), a także umiejętność samodzielnego prowadzenia pracy naukowej.

Rozprawa mgr inż. Krzysztofa Siekierskiego spełnia wymagania stawiane rozprawom doktorskim, sprecyzowane w Ustawie o stopniach naukowych i tytule naukowym z dnia 14 marca 2003 r. (Dz. U. Nr 65, poz. 595 z dnia 16 kwietnia 2003 r., z późniejszymi zmianami).

Stawiam wniosek o dopuszczenie rozprawy doktorskiej mgr inż. Krzysztofa Siekierskiego pt. „Optymalizacja wielonośnikowych sieci zakładowych w celu zwiększenia bezpieczeństwa w zakresie zarządzania energią elektryczną w wybranym zakładzie przemysłowym” do publicznej obrony.

