

prof. dr hab. inż. Zbigniew Leonowicz
Politechnika Wrocławska
Wydział Elektryczny
Katedra Podstaw Elektrotechniki i Elektrotechnologii K38W05D02
Wyb. Wyspiańskiego 27
50-370 Wrocław

Wrocław, 9 marca 2021 r.

Dotyczy: Umowa na opracowanie recenzji, nr umowy 1042/0000/19

Recenzja rozprawy doktorskiej

dla Rady Naukowej Dyscypliny Automatyka, Elektronika i Elektrotechnika Politechniki Warszawskiej

Tytuł rozprawy: Modelowanie wpływu systemów ładowania pojazdów elektrycznych na jakość energii elektrycznej

Autorka rozprawy: mgr inż. Joanna Baraniak
Promotor: prof. dr hab. inż. Jacek Starzyński
Promotor pomocniczy: dr inż. Bartosz Pawlicki
Miejsce wydania rozprawy: Wydział Elektryczny Politechniki Warszawskiej, Warszawa
Rok wydania rozprawy: 2020


Zgodnie z zaleceniami dla recenzentów rozpraw doktorskich dla Rady Naukowej dyscypliny AEE PW (z 3 marca 2020) recenzję podzielono na części:

1. Jakie zagadnienie naukowe/badawcze jest rozpatrywane w pracy (cel i teza rozprawy) i czy zostało ono dostatecznie jasno sformułowane przez autora?

Cel i teza rozprawy zostały sformułowane następująco: *„Zastosowanie właściwie dobranych, realistycznych modeli układów ładowania pojazdów elektrycznych pozwala w drodze symulacji komputerowych ocenić wpływ systemów na jakość energii elektrycznej”*.

W celu udowodnienia postawionej tezy autorka wyznaczyła sobie następujące cele oraz zadania:

- 1) przegląd literatury światowej w zakresie wpływu układów ładowania pojazdów na sieć, do której są przyłączone,
- 2) przeanalizowanie rynku dostępnych ładowarek w celu wyodrębnienia ich rodzajów,
- 3) przeanalizowanie budowy poszczególnych rodzajów ładowarek,
- 4) odwzorowanie w programie Matlab Simulink najczęściej stosowanych ładowarek oraz rzeczywistej sieci dystrybucyjnej, w której ładowarki zostały zainstalowane,
- 5) wykonanie testów opracowanych modeli symulacyjnych,



- 6) określenie potencjalnego wpływu układów przekształtnikowych, jakimi są ładowarki dla pojazdów elektrycznych, na jakość energii elektrycznej w zależności od nasycenia nimi sieci zasilającej,
- 7) ocena wpływu układów ładowania pojazdów elektrycznych na jakość energii elektrycznej na podstawie przeprowadzonych badań symulacyjnych,
- 8) zaproponowanie zmian w instrukcjach ruchu i eksploatacji sieci dystrybucyjnych (IRiESD) pozwalających na bezpieczną współpracę sieci dystrybucyjnych i UŁPE o dwukierunkowym przepływie energii elektrycznej,
- 9) wskazanie szans i zagrożeń dla sieci dystrybucyjnej, jakie mogą łączyć się z rozwojem elektromobilności.

Oceniając wybrane zagadnienie naukowe, trzeba stwierdzić, że jest sformułowane w sposób trywialny – przecież każda właściwie dobrana symulacja pozwoli na ocenę dowolnego wpływu na dowolne zagadnienie – bo już w pierwszej części zdania założono, że będzie „właściwie dobrana”. Może nieco przesadnie można stwierdzić, że tak sformułowana teza rozprawy to tautologia (teza zawsze prawdziwa). Dlatego zdaniem recenzenta teza powinna zostać ujęta inaczej.

Tytuł rozprawy sugeruje, że praca będzie traktować szeroko o problematyce jakości energii elektrycznej jednak zbadano tylko problematykę wyższych harmonicznych, a przecież zagadnienie jakości energii obejmuje znacznie większą liczbę parametrów; zapady, flicker, itp. co należy ocenić negatywnie.

Autorka w pracy zaproponowała rozwiązanie prowadzące się do odtworzenia w programie Simulink aktualnie używanych układów energoelektronicznych i przeprowadzenia symulacji. Warty podkreślenia jest, że w trakcie opracowań modeli Autorka bardzo szczegółowo podeszła do poprawnego odwzorowania poszczególnych elementów symulowanych sieci elektroenergetycznych i ładowarek. Jest to ważny element pracy, szczególnie gdy podejmowana tematyka została już dość szeroko omawiana w literaturze. Sprawia to, że pracę tę należy zaliczyć jako wykorzystującą znane narzędzia i metody do oceny praktycznego zastosowania jej efektów. Zakończyło się to zaproponowaniem przez Autorkę zmian w instrukcjach ruchu i eksploatacji sieci dystrybucyjnych (IRiESD) pozwalających na bezpieczną współpracę sieci dystrybucyjnych i UŁPE o dwukierunkowym przepływie energii elektrycznej. Stanowi niewątpliwą wartość pracy.

Zgodnie z wymaganiami ustawowymi cyt.: Art. 187. Ustawy [Rozprawa doktorska]: „

1. *Rozprawa doktorska prezentuje ogólną wiedzę teoretyczną kandydata w dyscyplinie albo dyscyplinach oraz umiejętność samodzielnego prowadzenia pracy naukowej lub artystycznej.*
2. *Przedmiotem rozprawy doktorskiej jest oryginalne rozwiązanie problemu naukowego, oryginalne rozwiązanie w zakresie zastosowania wyników własnych badań naukowych w sferze gospodarczej lub społecznej albo oryginalne dokonanie artystyczne.”*

podany zakres badań spełnia wymagania ustawy, w sensie „zastosowania wyników własnych badań naukowych w sferze gospodarczej”- chociaż wskazana w rozprawie teza niejako

4. Na czym polega oryginalność rozprawy, co stanowi samodzielny i oryginalny dorobek autora, jaka jest pozycja rozprawy w stosunku do stanu wiedzy i poziomu techniki reprezentowanych przez literaturę światową?

Wyszukiwarka Google Scholar zwraca około 12000 publikacji (po 2017 roku) na temat wpływu ładowania samochodów elektrycznych na jakość energii, co dowodzi faktu, że podjęta tematyka jest aktualna.

W pracy określono szczegółowo modele symulacyjne sieci dystrybucyjnej niskiego napięcia oraz modele symulacyjne ładowarki AC o mocy 22 kW, ładowarek DC o mocy 40 kW i 200 kW oraz model ładowarki z usługą V2G o mocy 40 kW. Następnie z wykorzystaniem oprogramowania Simulink przeprowadzono badania symulacyjne wpływu wskazanych ładowarek na zawartość wyższych harmonicznych.

Wyniki badań zaprezentowanych w rozprawie opisano w artykule „Modeling the impact of electric vehicle charging systems on electric power quality”. Artykuł ten został opublikowany w specjalnym wydaniu czasopisma Energies poświęconego elektromobilności. Czasopismo to posiada współczynnik Impact Factor równy 2,702 i MNiSW przydzieliło mu 140 punktów. To dowodzi, że wyniki badań są oryginalne i znalazły uznanie w międzynarodowym gronie recenzentów.

Podsumowując: Oryginalność zaproponowanych w rozprawie rozwiązań jest satysfakcjonująca, co zostało potwierdzone przez publikację najważniejszych rezultatów rozprawy w uznanym czasopiśmie naukowym.

5. Czy autor wykazał umiejętność poprawnego i przekonującego przedstawienia uzyskanych przez siebie wyników (zwięzłość, jasność, poprawność redakcyjna rozprawy)?

Praca została jest zredagowana starannie. Posiada ona pewne błędy natury stylistycznej i gramatycznej, literówki i urwane zdania kończone od nowej linii. Jednak są one niezbyt liczne i nie mają większego wpływu na czytelność pracy. Praca w znacznym stopniu jest wzbogacona rysunkami, tabelami i wzorami. Autorka podała w sposób zrozumiały i prawidłowy opisy, objaśnienia zmiennych oraz źródła do rysunków, tabel, literatury przedmiotu w tekście rozprawy. Doktorantka zachowała właściwą proporcję pomiędzy częścią teoretyczną i symulacyjną rozprawy. Ponadto Autorka przeprowadziła zwięzłą i zasadną interpretację i dyskusję uzyskanych wyników badań. Negatywnym elementem redakcji pracy jest stosowanie anglojęzycznych oznaczeń na rysunkach.

Podsumowując: Autorka wykazała się umiejętnością poprawnego i przekonującego przedstawienia uzyskanych przez siebie wyników badań symulacyjnych.

wyklucza oryginalność tej pracy badawczej. Jednak przedstawione wyniki symulacji na podstawie rzetelnych modeli sieci elektroenergetycznych, pozwalają na ocenę wpływu odbiorów nieliniowych (ładowarek pojazdów elektrycznych) na jakość energii elektrycznej (a tak naprawdę zniekształcenia harmoniczne). Dlatego należy uznać, że główny cel pracy został poprawnie zrealizowany.

Podsumowując: choć teza rozprawy jest niewłaściwie sformułowana, mało odkrywczą i nie zawiera informacji o rzeczywiście przeprowadzonym zakresie badań, to jednak uzyskane rezultaty przeprowadzonych badań są zadowalające na poziomie rozprawy doktorskiej.

2. Czy w rozprawie przeprowadzono w sposób właściwy analizę źródeł, w tym literatury światowej, stanu wiedzy i zastosowań w przemyśle?

Analiza literaturowa w rozprawie oparta jest na 104 pozycjach. Większość z nich są to opracowania kilku albo kilkunastoletnie. Zdaniem Recenzenta można by poszerzyć przegląd aktualnej literatury z podejmowanego tematu o opracowania z 2019 i 2020 roku. Oceniając jednak wykorzystane w rozprawie pozycje należy stwierdzić, że wystarczająca liczba z nich pochodzi z uznanych czasopism i konferencji naukowych. Ważnym elementem analizy źródeł było omówienie właściwych norm i rozporządzeń, które zostało przeprowadzone w sposób odpowiedni.

Podsumowując: cytowane w rozprawie prace są zgodne z tematyką co wpływa na pozytywną ocenę analizy źródeł literaturowych.

3. Czy autor rozwiązał postawione zagadnienia, czy użył właściwej do tego metody i czy przyjęte założenia są uzasadnione?

Autorka w rozprawie planowała opisać potencjalny wpływ ładowarek pojazdów elektrycznych na jakość energii elektrycznej w zależności od ich rodzaju, mocy oraz ich liczby w sieci zasilającej. Jednakże Autorka badania zawężyła jedynie do problematyki wyższych harmonicznych.

Aby zrealizować ten cel Autorka poprawnie zaproponowała modele symulacyjne sieci dystrybucyjnej niskiego napięcia oraz modele symulacyjne ładowarki AC o mocy 22 kW, ładowarek DC o mocy 40 kW i 200 kW oraz model ładowarki z usługą V2G o mocy 40 kW. Następnie na podstawie opracowanego modelu sieci zasilającej oraz modeli wybranych UŁPE. Autorka przeprowadziła poprawne badania symulacyjne, które pozwoliły na dokonanie oceny oddziaływania układów ładowania pojazdów elektrycznych na zniekształcenia harmoniczne.

Ostatecznie Autorka przeprowadziła poprawne wnioskowanie i zaproponowała zmiany w instrukcjach ruchu i eksploatacji sieci dystrybucyjnych pozwalających na bezpieczną współpracę sieci dystrybucyjnych i UŁPE o dwukierunkowym przepływie energii elektrycznej.

Podsumowując: Autorka poprawnie przeprowadziła badania oceny wpływu ładowarek pojazdów elektrycznych na zawartość wyższych harmonicznych.

6. Jaka jest przydatność rozprawy dla nauk inżynieryjno-technicznych?

W rozprawie poświęcono szczególną uwagę przygotowaniu odpowiednich modeli symulacyjnych sieci dystrybucyjnej niskiego napięcia oraz modelem symulacyjne ładowarki AC o mocy 22 kW, ładowarek DC o mocy 40 kW i 200 kW oraz model ładowarki z usługą V2G o mocy 40 kW. Zaproponowane modele mogą zostać wykorzystane do szerszych analiz niż tylko traktowanych w rozprawie problemów wyższych harmonicznym. Wyniki badań symulacyjnych powinny również stać się przyczynkiem szerszej dyskusji dotyczącej regulacji prawnych w zakresie przyłączania układów ładowania pojazdów elektrycznych.

7. Podsumowanie

Praca jest przykładem samodzielnego rozwiązania problemu naukowego z zastosowaniem odpowiedniej metody badawczej. Zawiera ona zbiór czynności niezbędnych do rozwiązywania problemu technicznego jakim w przypadku tej pracy było zastosowanie właściwie dobranych, realistycznych modeli układów ładowania pojazdów elektrycznych do oceny wpływu systemów na jakość energii elektrycznej, a tak naprawdę na zniekształcenia harmoniczne. W tym łańcuchu działań zawarto: przedstawienie problematyki tematu rozprawy w szerszej perspektywie (rozdział 2), prezentację stanu wiedzy i rozważania teoretyczne (rozdział 3 i 4), badania symulacyjne dla różnych typów ładowarek elektrycznych (rozdział 5) oraz podsumowanie i wnioski końcowe. (rozdział 6).

Proszę o przedyskutowanie podczas obrony następujących dwóch zagadnień:

Zagadnienie 1:

Dlaczego, choć tytuł pracy wskazuje, że badania będą dotyczyły jakości energii elektrycznej to Autorka badania ograniczyła jedynie do problematyki występowania wyższych harmonicznym? Jakie ewentualne problemy lub ograniczenia mogłyby być znaczące z perspektywy modelowania wpływu systemów ładowania pojazdów elektrycznych na inne parametry jakości energii elektrycznej?

Zagadnienie 2:

Proszę podsumować proces przygotowania poszczególnych modeli symulacyjnych omawianych w pracy ładowarek. Dodatkowo proszę wskazać dlaczego zakres przygotowanych modeli dotyczył ładowarki AC o mocy 22 kW, ładowarek DC o mocy 40 kW i 200 kW oraz ładowarki z usługą V2G o mocy 40 kW?



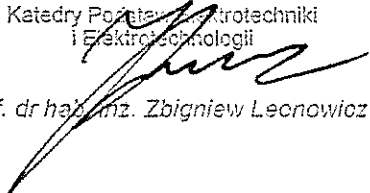
8. Uwagi szczegółowe i edytorskie do pracy:

1. Nieścisłe jest stwierdzenie, że „Pierwszy samochód elektryczny oparty na technologii tranzystorowej wyprodukowała firma Henney Kilowatt pod koniec lat 50-tych ubiegłego wieku” – był to tylko slogan reklamowy podczas gdy sterowanie napędem odbywało się za pomocą przekładników. Sprzedano tylko 47 pojazdów.
2. Dlaczego w pracy Autorka powołuje się na normę PN-EN 50160 z 2014 roku skoro obecnie przyjęto PN-EN 50160:2010 - wersja polska?
3. W pracy należałoby określić jakiej klasy został zastosowany analizator jakości energii elektrycznej Mettrel MI 2892.
4. W tabeli 2 należałoby stosować przecinki w miejsce kropek do oddzielenia części całkowitej i dziesiętnej. W tej formie wskazuje się, że np. procentowe straty mocy wynoszą 7166% co jest oczywistym błędem.
5. W tabelach 3, 4, 5 należy ujednoczyć część dziesiętną prezentowanych wielkości.
6. Strona 27 - podpis rysunku 4.2.: powinno być 4x240 mm².
7. Strona 51 należałoby usunąć obramowanie, aby sposób reprezentacji był zgodny z tym zaproponowanym w całej pracy.
8. Pierwszy akapit w rozdziale 6. Wnioski: zdanie należy rozpoczynać z wielkiej litery.
9. W przypadku źródeł internetowych należy podać datę dostępu do wskazanego źródła.
10. W przypadku norm z pozycji [63], [64] nie podano informacji dotyczącej roku wydania.

KONKLUZJA

Tematyka pracy wpisuje się w zakres dyscypliny Automatyka, Elektronika i Elektrotechnika a zdaniem recenzenta rozprawa pt. „Modelowanie wpływu systemów ładowania pojazdów elektrycznych na jakość energii elektrycznej” zalicza się do kategorii „c.” **spełniającej wymagania** stawiane pracom doktorskim w świetle obowiązujących przepisów. **Podsumowując, pracę oceniam pozytywnie i wnioskuję o dopuszczenie jej do publicznej obrony.**

Kierownik
Katedry Pojazdów Elektrotechniki
i Elektrotechnologii


prof. dr hab. inż. Zbigniew Leonowicz