

dr hab. inż. Michał Jasiński, prof. uczelni

Politechnika Wrocławska

Wydział Elektryczny

Wybrzeże Wyspiańskiego 27

50-370 Wrocław

michal.jasinski@pwr.edu.pl

Wrocław 07.01.2025

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

Wpłynęło dnia 10. 01. 2025

Zarejestrowano pod nr 510-10-5/24

Podpis *Jm*

Recenzja rozprawy doktorskiej mgr inż. Mohammada Abu Sarhana pt. „Detekcja pracy wyspowej rozproszonych źródeł energii z wykorzystaniem metod estymacji fazorów i sieci neuronowych” w związku z przeprowadzaniem w Akademii Górniczo-Hutniczej im. Stanisława Staszica w Krakowie postępowaniem w sprawie nadania stopnia doktora w dyscyplinie automatyka, elektronika, elektrotechnika i technologie kosmiczne (AEEiTK).

Recenzję opracowano w związku z podjęciem uchwały przez Radę Dyscypliny Automatyka, Elektronika, Elektrotechnika i Technologie Kosmiczne Akademii Górniczo-Hutniczej im. Stanisława Staszica w Krakowie o numerze RD AEEiTK/510-10-3/24 z dnia 7 listopada 2024 roku w sprawie powołania mojej osoby na recenzenta w/w rozprawy.

1. Ocena układu rozprawy doktorskiej

Rozprawa została zawarta na 135 stronach. Podzielona została na siedem rozdziałów, ponadto zawiera nienumerowany spis tabel i rysunków, bibliografię oraz informację o publikacjach autora. W pracy nie zawarto spisu wykorzystanych symboli i skrótów. Rozdziały zostały ułożone w logiczny i następujący po sobie sposób. Rozdział pierwszy stanowi wprowadzenie do rozprawy. Zawarto w nim najważniejsze kwestie dotyczące tematyki rozprawy tj. mikrosieci – z uwzględnieniem jej kluczowych komponentów, sterowania, ochrony oraz obecnych wyzwań. Następnie, sformułowano problem badawczy oraz cel rozprawy doktorskiej. W rozdziale drugim przeprowadzono przegląd aktualnej literatury w zakresie stosowanych metod detekcji pracy wyspowej obejmujących zarówno dobrze znane klasyczne podejścia, jak i te oparte na uczeniu maszynowym. Ponadto w rozdziale tym zawarto wymogi wynikające z norm Międzynarodowej Komisji Elektrotechnicznej (IEC), Instytutu Inżynierów Elektryków i Elektroników (IEEE) oraz krajowych (m.in. Niemcy, Francja, Japonia, Korea) wraz z końcowym porównaniem i podsumowaniem. Rozdział trzeci rozprawy dotyczy wielokryterialnej analizy decyzyjnej. Wprowadzono w nim zarówno podstawy

mimo, że są one dostępne dla większości publikacji. Jednakże, wszystkie pozycje mimo niedoskonałości w formie prezentacji są możliwe do zidentyfikowania. Podsumowując – poziom piśmiennictwa w ramach rozprawy doktorskiej jest na akceptowalnym poziomie.

3. Wskazanie oraz ocena celu pracy

Cele pracy zostały wskazane w podrozdziale 1.5. W pierwszym podpunkcie wskazano, że „Głównym celem badań jest opracowanie skutecznej techniki wykrywania pracy wyspowej, która zapewnia szybkie i dokładne wyniki”. W opinii recenzenta cel został wyznaczony zbyt ogólnie, poprzez wykorzystanie nieprecyzyjnych określeń: „szybkie”, „dokładne”. Wątpliwości budzą także stwierdzenia w kolejnych podpunktach reprezentujących cele częściowe, takie jak „większości technik”, „lepszego podejścia”. Jednakże, analizując zawartość samej rozprawy, postawiony cel chociażby ze względu na końcowe porównanie do innych metod m.in. naiwna regresja bayesowska czy regresja logistyczna GLM, można uznać za osiągnięty. Samo rozwiązanie zostało przetestowane na danych pochodzących z różnych (dokładnie trzech) obiektów zlokalizowanych nie tylko na terytorium Polski, co również potwierdza uniwersalność podejścia. Bazując na przytoczonych aspektach, ostatecznie pozytywnie oceniam wskazanie celu pracy.

4. Wskazanie i ocena zastosowanych metod badawczych

W ramach rozprawy zastosowane zostały różne metody badawcze. Do oceny różnych metod detekcji pracy wyspowej wykorzystano wielokryterialną analizę decyzyjną, która uwzględniła różne kryteria takie jak koszt implementacji, jakość energii, strefę niewykrycia i czas odpowiedzi. Ponadto w ramach pracy zaproponowano podejście do przetwarzania sygnału oparte na estymacji pomiaru fazorowego, które było elementem dalszych badań w zakresie ekstrakcji cech. W ostatnim etapie pracy przeprowadzono proces modelowania oparty na estymacji pomiaru fazorowego oraz sztucznej sieci neuronowej w celu detekcji pracy wyspowej. W pracy wykorzystano również metodę porównawczą opracowanego modelu w stosunku do innych znanych w literaturze rozwiązań na podstawie różnych eksperymentalnych systemów. Z wyżej podanych względów, w ramach podsumowania należy podkreślić, że wybrane metody badawcze są adekwatne do celu postawionej pracy oraz – w opinii recenzenta – na wysokim poziomie naukowym.

Ponadto, nieprawidłowością odnotowywaną w przypadku prezentacji wyników pracy jest brak konsekwencji w prezentowaniu liczby miejsc po przecinku dla poszczególnych wielkości. Za przykłady można podać m.in.:

Table 4.15. Results for ROCOF.

Scenario	Highest ROCOF [Hz/s]	Lowest ROCOF [Hz/s]	Average ROCOF [Hz/s]
7	6.49×10^4	-6.53×10^4	0.0389
8	4.50×10^4	-5.0×10^4	0.0155
9	6.33×10^4	-6.4×10^4	-0.0798

Table 4.6. Frequency readings.

Scenario	Highest Freq. [Hz]	Lowest Freq. [Hz]	Average Freq. [Hz]
1	149.36	-15.5	49.74
2	86.86	-47.25	50.96
3	122.48	-44.60	50.43

Table 6.1. Some samples of the data set used for training the classifier.

Case no.	Flavor Voltage [V]	Frequency [Hz]	ROCOF [Hz/s]	Outcome
1	325.6311	50.00336	-0.00113	0
1061	354.2130	53.76710	13.7	1
1243	325.4371	50.00054	0.003009	0
2530	327.5617	55.03513	116.615	1
2997	325.591	50.00069	0.0169	0
6159	320.429	57.02548	-46.9333	1
6422	325.721	50.00056	0.00616	0
7730	297.354	49.47087	-12.8572	1
8310	325.724	50.00045	0.01449	0
9922	320.047	45.61211	-1.3501	1
10356	325.64	50.00066	0.01228	0
12577	207.591	53.43756	26.9291	1
13769	325.547	49.99661	0.06308	0
13924	320.651	50.29849	5.65685	1
57414	325.607	50.00061	0.00341	0
60097	307.08	55.82833	179.016	1
60374	325.755	50.00058	-0.00029	0
63968	333.0892	52.1775	72.42099	1
70295	325.6145	50.000623	-0.0019	0
78070	319.2818	49.976431	15.60329	1
79650	325.6507	50.00045	0.001316	0
80107	296.5276	50.535499	-18.7912	1
83909	325.642	49.999962	0.033554	0

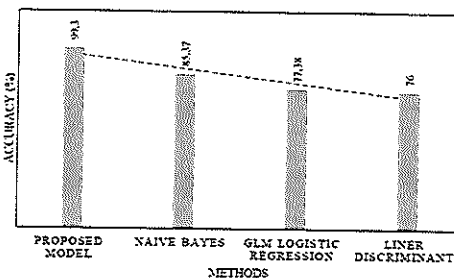


Figure 6.8 Comparison of accuracies between the proposed model and other methods

Ponadto w przypadku rysunku 6.8 błędnie użyto przecinka (,) w miejsce kropki (.), jako separatora dziesiętnego.

Tak jak wskazano wcześniej sekcja bibliografia nie jest opracowana konsekwentnie. Do przykładowych błędów należą:

- pozycja 15. Microgrids-Benefits, M., 2014. Barriers and suggested policy initiatives for the commonwealth of massachusetts. KEMA Inc.: Burlington, MA, USA. 126 – błędnie wskazano autora;
- różnorodność w cytowaniu norm tj. pozycja 35 „IEEE Standards Board, 2003. IEEE Standard for Interconnecting Distributed Resources with Electric Power Systems: 1547-2003. IEEE” czy pozycja 16. “IEC, I., 2003. 61970-301: Energy management system application program interface (EMS-API)-Part 301: Common Information Model (CIM) Base. Technical report, IEC-International Electrotechnical Commission.”;
- niekonsekwencja w kolejności przywołania pierwszej litery imienia i nazwiska autorów np. Pozycja 1 “Fang, X., Misra, S., Xue, G. and Yang, D., 2011. Smart grid—The new and improved power grid: A survey. IEEE communications surveys & tutorials, 14(4), pp.944-980.” czy pozycja 60 „Antony, A.; Menon, D. Islanding Detection Technique of Distribution Generation System. In Proceedings of the 2016 International Conference on Circuit, Power and Computing Technologies, Nagercoil, India, 18–19 March 2016.”;
- przypadkowość w obecności lub też braku identyfikatora DOI publikacji, które takowy numer posiadają.

10. Kwestie rekomendowane do dyskusji podczas publicznej obrony rozprawy doktorskiej

Kwestia 1: Proszę o podanie uzasadnienia, że wybrane obiekty badawcze wykorzystane w rozprawie można traktować jako reprezentatywne dla badań prowadzonych w tematyce rozprawy.

Kwestia 2: Proszę o podanie informacji jakie inne obiekty mogłyby zostać uwzględnione w badaniach (bez przeprowadzenia ich), by zwiększyć ich wartość badawczą i uniwersalność otrzymanych wyników np. inny typ OZE czy metodę magazynowania energii.

Kwestia 3: Proszę o podanie uzasadnienia doboru metod które zostały wybrane do przeprowadzenia porównania między proponowanym rozwiązaniem, a tymi wcześniej wskazywanymi w literaturze.

Kwestia 4: Proszę o podanie kilku innych metod, które mogłyby zostać użyte w porównaniu do zaproponowanej w rozprawie doktorskiej metody. Poza ich wskazaniem proszę również o komentarz dotyczący przewag bądź ich braku w stosunku do tej proponowanej przez autora.

11. Podsumowanie wraz z końcową konkluzją.

Po zapoznaniu się z przedstawioną do recenzji rozprawą doktorską autorstwa Mohammada Abu Sarhana pt. „Detekcja pracy wyspowej rozproszonych źródeł energii z wykorzystaniem metod estymacji fazorów i sieci neuronowych” stwierdzam, że stanowi ona wkład w dyscyplinę automatyka, elektronika, elektrotechnika i technologie kosmiczne. Podejmowana tematyka jest aktualna, a zakres przeprowadzonych badań szeroki. Przedstawione w recenzji uwagi i spostrzeżenia nie umniejszają pozytywnej oceny w/w rozprawy doktorskiej.

Stwierdzam, że rozprawa spełnia wymagania ustawy z dnia 20 lipca 2018r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (tj. Dz.U. z 2024r. poz. 1571) oraz wnoszę o dopuszczenie Mohammada Abu Sarhana do publicznej obrony.

Michał Fasiński

Michał Jasiński, PhD, Eng., professor of the
university

Wrocław University of Technology
Faculty of Electrical Engineering
Wybrzeże Wyspiańskiego 27
50-370 Wrocław
michal.jasinski@pwr.edu.pl

Wrocław, January 7, 2025

[stamp:]

RECEPTION

of the Board for the Discipline of Automation,
Electronics, Electrical Engineering and Space
Technologies [AEEiTK]

Received on 10.01.2025

Registered with reference number 510-10-5/24

Signature /illegible signature/

Review of the doctoral dissertation of Mohammad Abu Sarhan, MSc. Eng., entitled “The Identification of Islanding Incidents in Grid-Connected Distributed Systems Using Phasor Measurement Estimation and Artificial Neural Network Approach” in connection with the procedure for awarding a doctoral degree in the discipline of Automation, Electronics, Electrical Engineering and Space Technologies (AEEiTK) carried out at the Stanisław Staszic AGH University of Science and Technology in Krakow.

The review was prepared in connection with the adoption of a resolution by the Board for the Discipline of Automation, Electronics, Electrical Engineering and Space Technologies at the Stanisław Staszic AGH University of Science and Technology in Krakow with the number RD AEEiTK/510-10-3/24 of November 7, 2024 regarding my appointment as a reviewer of the aforementioned dissertation.

1. Evaluation of the layout of the doctoral dissertation

The dissertation is contained in 135 pages. It is divided into seven chapters. In addition, it contains an unnumbered list of tables and drawings, a bibliography and information about the author's publications. The dissertation does not contain a list of symbols and abbreviations used. The chapters were arranged in a logical and consecutive way. The first chapter is an introduction to the dissertation. It contains the most important matters related to the subject of the dissertation, i.e. the microgrid – taking into account its key components, control, safeguards and current challenges. Then, the research problem and the purpose of the doctoral dissertation were formulated. The second chapter reviews the current literature on the methods used to detect islanding incidents, covering both well-known classical approaches and those based on machine learning. In addition, this chapter contains the requirements resulting from the standards of the International Electrotechnical Commission (IEC) and the Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE) as well as national standards (including German, French, Japanese, Korean) together with final comparison and summary. The third chapter of the dissertation concerns multi-criteria decision analysis. It introduces both the theoretical basis related to the techniques used based on the literature and the software used. The fourth chapter contains

detection technique that provides fast and accurate results”. In the reviewer’s opinion, the objective was set too generally by using imprecise terms: ‘fast’ and ‘accurate’. There are also doubts regarding the statements in subsequent sub-items representing sub-objectives, such as ‘most techniques’ or ‘better approach’. However, when analysing the content of the dissertation, the objective set, due to, for example, the final comparison to other methods, including naive Bayesian regression or GLM logistic regression, can be considered achieved. The solution itself was tested on data from various (exactly three) facilities located not only in Poland, which also confirms the universality of the approach. In summary, based on the cited aspects, I positively assess the indication of the dissertation objective.

4. Indication and assessment of the research methods used

Various research methods were applied in the dissertation. The multi-criteria decision-making analysis was used to assess the different methods of detecting islanding incidents, which took into account various criteria such as implementation cost, energy quality, non-detection zone and response time. In addition, the dissertation proposed an approach to signal processing based on phasor measurement estimation, which was part of further research in the field of feature extraction. The last stage of the work included the execution of a modelling process based on phasor measurement estimation and artificial neural network in order to detect islanding incidents. The dissertation also uses the comparative method of the developed model in relation to other solutions known in the literature on the basis of various experimental systems. For the above reasons, as part of the summary, it should be emphasised that the selected research methods are adequate to the purpose of the dissertation and – in the opinion of the reviewer – have a high scientific level.

5. Evaluation of the obtained research results

The dissertation presents the original results of research on the use of the AHP method to assess various categories of islanding incident identification schemes, taking into account the importance of various criteria, i.e. cost, non-detection zone, energy quality and response time. The results of the aforementioned research have been properly commented on and the multi-aspect nature of the assessment increases the value of the obtained analysis. In addition, the analysed islanding scenarios were developed on the basis of real research laboratories, i.e. two located at the AGH University and one at the University of Strathclyde. The detailed research results for the proposed author’s method were assessed using known measures such as sensitivity, specificity, positive and negative predictive value and accuracy. In addition, the indicated parameters were compared to the effectiveness of three other approaches, i.e. the naive Bayes model, the generalised model of linear logistic regression and linear discrimination. In conclusion, the reviewer highly values the obtained research results.

- item 15. Microgrids-Benefits, M., 2014. Barriers and suggested policy initiatives for the commonwealth of massachusetts. KEMA Inc.: Burlington, MA, USA. 126 – the author was indicated incorrectly;
- variations in the citation of standards, i.e. item 35 “IEEE Standards Board, 2003. IEEE Standard for Interconnecting Distributed Resources with Electric Power Systems: 1547-2003. IEEE” or item 16. “IEC, L, 2003. 61970-301: Energy management system application program interface (EMS-API)-Part 301: Common Information Model (CIM) Base. Technical report, IEC-International Electrotechnical Commission.”;
- inconsistency in the order of recalling the first letter of the first name and the last name of the authors, e.g. item 1 “Fang, X., Misra, S., Xue, G. and Yang, D., 2011. Smart grid—The new and improved power grid: A survey. IEEE communications surveys & tutorials, 14(4), pp. 944-980.” or item 60 “Antony, A.; Menon, D. Islanding Detection Technique of Distribution Generation System. In Proceedings of the 2016 International Conference on Circuit, Power and Computing Technologies, Nagercoil, India, 18-19 March 2016.”;
- coincidence in the presence or absence of a DOI identifier for publications that have such a number.

The dissertation lacks a list of abbreviations and symbols used. In addition, it should be emphasised that not all acronyms and abbreviations used have been expanded and explained at the place of first use, e.g. NDZ on page 16 or GLM and LD on page 23. Also, not all symbols (when first used) have been included - e.g. V in the description of equation 1.1.

In conclusion, irregularities can be found in the dissertation, which, however, are not critical enough to evaluate it negatively. but should only be treated as guidelines in order to eliminate similar errors in the future scientific work of the Doctoral Student.

8. Evaluation of the originality of the solved research problem

Regardless of the comments indicated in the review, it should be considered that the dissertation is an original work. As part of the dissertation, the Doctoral Student presented his own method of detecting islanding based on processed data from PMU and a neural network. As part of the research carried out and presented in the dissertation, he included the necessary theoretical introduction, and conducted an analysis and verification of the obtained results. All elements of the dissertation form one whole and constitute the author's original contribution to the development of the AEEiTK scientific discipline. *In conclusion, I positively assess the originality of the solved research problem.*

observations presented in the review do not diminish the positive assessment of the aforementioned doctoral dissertation.

I declare that the dissertation meets the requirements of the Act of July 20, 2018 The Law on Higher Education and Science (Journal of Laws of 2024, item 1571) and I request the admission of Mohammad Abu Sarhan to the public defence.

/signature:/ MICHAŁ JASIŃSKI