

Wrocław, dnia 28.07.2023 r.

dr hab. inż. Marcin Habrych, prof. uczelni
Politechnika Wrocławska
Wydział Elektryczny
Katedra Energoelektryki
e-mail: marcin.habrych@pwr.edu.pl

**RECENZJA ROZPRAWY DOKTORSKIEJ
MGR. INŻ. KRZYSZTOFA DOWALLI**

p.t. „Rozpoznawanie stanów odbiorników energii elektrycznej z wykorzystaniem analizy zniekształceń w obrębie jednego okresu sygnału prądu”.

I. Podstawa wykonania recenzji

Podstawą wykonania recenzji rozprawy doktorskiej mgr inż. Krzysztofa Dowalli jest pismo Pana prof. dr hab. inż. Tomasza Stareckiego z dnia 26.05.2023, powołujące się na uchwałę Rady Dyscypliny Automatyka, Elektronika, Elektrotechnika i Technologie Kosmiczne Politechniki Warszawskiej, z dnia 23 maja 2023 r. Opiniowana rozprawa doktorska powstała na Wydziale Elektroniki i Technik Informacyjnych Politechniki Warszawskiej. Promotorem pracy jest Pan dr hab. inż. Piotr Bilski, prof. uczelni, natomiast Promotorem pomocniczym Pan dr hab. inż. Ryszard Kowalik, prof. uczelni.

W recenzji zostanie przeprowadzona ocena, czy przedstawiona rozprawa doktorska spełnia wymagania stawiane rozprawom doktorskim przez Ustawę Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Ustawa z dnia 20 lipca 2018 r. – Dz. U. z 2018 r, poz. 1668, z późniejszymi zmianami).

II. Ogólna charakterystyka tematyki rozprawy

Przedmiotem badań w rozprawie doktorskiej mgr inż. Krzysztofa Dowalli były zagadnienia związane z rozpoznawaniem stanów odbiorników elektrycznych niskiego napięcia, przeprowadzane na podstawie analizy przebiegów prądowych i napięciowych. Analizie poddawane były sygnały elektryczne w obrębie jednego okresu składowej podstawowej. Autor rozprawy postawił sobie ambitne zadanie, dotyczące opracowania nowych metod rozpoznawania stanów odbiorników energii elektrycznej, które mogą zostać wykorzystane w systemach nieinwazyjnego monitorowania zużycia energii elektrycznej. Systemy te mogą być wykorzystane, między innymi, do monitorowania zużycia energii elektrycznej w gospodarstwach domowych.

W obecnych czasach zaobserwować można tendencję do coraz większego zainteresowania odbiorców energii aspektami efektywności energetycznej eksploatowanych urządzeń elektrycznych. Wynika to z faktu zarówno odpowiedzialności ekologicznej (nadal produkcja energii elektrycznej związana jest z emisją szkodliwych substancji do atmosfery), jak i związane jest to z rosnącymi opłatami za wytworzenie i dystrybucję energii elektrycznej. Jak wskazał autor rozprawy (na podstawie analizy

literaturowej zagadnienia) świadomość odbiorców o bieżącym poborze energii elektrycznej przez poszczególne odbiorniki, pozwala wpływać na ich zachowanie i prowadzi do oszczędności zużycia energii nawet na poziomie 12%. Brakuje jednak na rynku systemów, które analizowałyby zużycie energii z rozbitiem na poszczególne odbiorniki. Z technicznego punktu widzenia jest to możliwe – należałoby kontrolować każdy obwód elektryczny gniazd i oświetlenia poprzez podłączenie do tych obwodów odpowiedniej aparatury pomiarowej poprzez dedykowane przetworniki prądu oraz napięcia. Rozwiązanie takie jest jednak niezasadne ekonomiczne.

Obecnie w Polsce trwa wymiana liczników energii elektrycznej na liczniki inteligentne. Liczniki i współpracujące z nimi systemy pomiarowe umożliwiają wizualizację zużycia energii elektrycznej poszczególnym odbiorcom i prosumentom energii poprzez dedykowane aplikacje lub strony internetowe poszczególnych Operatorów Sieci Dystrybucyjnych. Jednak analiza poboru/produkcji energii elektrycznej możliwa jest najczęściej z rozdzielczością godziną a dostęp do danych zagregowanych przez licznik energii możliwy jest najczęściej w dniu następnym.

Kolejnym ważnym aspektem poruszonym przez autora rozprawy jest bezpieczeństwo pracy instalacji i urządzeń elektrycznych. Obecnie w instalacjach instalowane są odpowiednie zabezpieczenia (np. wyłączniki różnicowoprądowe, czy wyłączniki instalacyjne), które mają za zadanie zadziałać i wyłączyć instalację podczas określonych zakłóceń w pracy sieci elektrycznej. Jednak nie wykrywają one uszkodzonego obwodu czy uszkodzonego urządzenia, zainstalowanego w kontrolowanym odpływie, jeżeli uszkodzenie to nie spowodowało wystąpienia zwarcia czy rażenia prądem elektrycznym.

Uważam zatem, że autor rozprawy podjął się rozwiązania aktualnego i ważnego problemu, dotyczącego opracowania nowych metod rozpoznawania stanów odbiorników energii elektrycznej, które mogą zostać wykorzystane w systemach nieinwazyjnego monitorowania zużycia energii elektrycznej. Recenzowana rozprawa wpisuje się zatem w **zakres nauk technicznych, w dyscyplinę automatyka, elektronika, elektrotechnika i technologie kosmiczne.**

III. Struktura pracy, główne rezultaty rozprawy, ocena tezy

Recenzowana rozprawa doktorska wraz ze spisem literatury liczy 159 ponumerowanych stron i została podzielona na 4 główne rozdziały. Rozprawa składa się z następujących elementów:

- Streszczenie (Abstract),
- Spis treści,
- Rozdział 1: Wprowadzenie,
- Rozdział 2: Wkład autora rozprawy,
- Rozdział 3: Kopie publikacji składających się na rozprawę,
- Rozdział 4: Podsumowanie,
- Bibliografia.

Najważniejszym rozdziałem rozprawy jest rozdział 4, w którym zawarto zbiór ośmiu opublikowanych i powiązanych tematycznie artykułów naukowych oznaczonych jako [P1] – [P8] (zgodnie z artykułem 187 ustęp 3 Ustawy Prawo o szkolnictwie wyższym

i nauce: „Rozprawę doktorską może stanowić praca pisemna, w tym monografia naukowa, zbiór opublikowanych i powiązanych tematycznie artykułów naukowych, praca projektowa, konstrukcyjna, technologiczna, wdrożeniowa lub artystyczna, a także samodzielna i wyodrębniona część pracy zbiorowej”.

W rozdziale 1 rozprawy (str. 18) postawiono następującą główną tezę pracy (cytuje):

„Istnieje możliwość rozpoznawania zmian stanów odbiorników energii elektrycznej na podstawie analizy zniekształceń w obrębie jednego okresu sygnału prądu sieci niskiego napięcia”.

Uważam, że teza jest postawiona poprawnie i jest zrozumiała. Teza główna została podzielona na 7 szczegółowych tez. Uważam, że ten zabieg jest niepotrzebny i tezy te należałoby raczej przereagować na zakres merytoryczny pracy.

Poniżej przeanalizowano wkład własny autora rozprawy w opracowanie danej publikacji. Publikacja [P1] dotyczy metod wykorzystujących przekształcenie falkowe. Publikacje [P2-P6] dotyczą metod wykorzystujących analizę w dziedzinie czasu, natomiast publikacje [P7] i [P8] dotyczą detekcji i lokalizacji szeregowego zwarcia łukowego.

[P1] Dowalla, K., Winięcki, W., Łukaszewski, R., & Kowalik, R. (2018). Identyfikacja odbiorników energii elektrycznej z wykorzystaniem przekształcenia falkowego sygnałów napięcia zasilającego. *Przegląd Elektrotechniczny*, 94, 43-46, punktacja MNiSW: 70 pkt.

Wyzwaniem naukowym autora rozprawy w publikacji [P1] było uzyskanie dokładnej informacji o czasie wystąpienia poszczególnych składowych częstotliwościowych sygnałów elektrycznych, co zostało wykorzystane do identyfikacji stanów poszczególnych odbiorników energii elektrycznej. Do tego celu wykorzystano transformatę falkową w postaci ciągłego przekształcenia falkowego CWT.

Autor rozprawy wskazał, iż był odpowiedzialny, między innymi, za analizę literaturową zagadnienia, opracowanie koncepcji przetwarzania sygnału napięcia w obrębie jednego okresu, eksperymentalne wyznaczenie funkcji falkowej właściwej dla charakterystyki analizowanego sygnału, czy zaprojektowanie eksperymentów pomiarowych i akwizycję danych pomiarowych. Udział autora rozprawy w opracowaniu tej publikacji wynosi 60%.

[P2] Dowalla, K., Łukaszewski, R., Wójcik, A., & Januszewski, M. (2020). Adaptacja systemu pomiarowego i metoda przygotowania danych do NIALM. R. Rybski (red.) “Systemy pomiarowe w teorii i praktyce”, Uniwersytet Zielonogórski, s. 29-44, punktacja MNiSW: 20 pkt. Udział autora rozprawy: 70%.

W publikacji [P2] wykonano badania, w wyniku których utworzono autorski zbiór danych, wykorzystany do prac nad nowymi metodami, które mogą być zaimplementowane w systemach nieinwazyjnego monitorowania zużycia energii elektrycznej. Zaproponowano również nowatorską metodę filtracji próbek sygnału.

Autor rozprawy wskazał, iż był odpowiedzialny za wiele merytorycznych zagadnień zaprezentowanych w tej publikacji, z których jako najważniejsze można wyróżnić: analizę literaturową zagadnienia, adaptację systemu pomiarowego, zaprojektowanie i realizację scenariuszy pomiarowych, implementację sposobu wstępnej obróbki danych pomiarowych, opracowanie i implementację metody synchronizacji danych pomiarowych wykorzystującej korelację krzyżową szeregów czasowych, koncepcję i implementację oprogramowania do automatycznego tworzenia opisu danych pomiarowych z dokładnością do jednego okresu sygnału składowej podstawowej. Udział autora rozprawy w opracowaniu tej publikacji jest znaczący i wynosi 70%.

[P3] Dowalla, K., Bilski, P., Łukaszewski, R., Wójcik, A., & Kowalik, R. (2022). Application of the time-domain signal analysis for electrical appliances identification in the non-intrusive load monitoring. *Energies*, 15(9), 3325, punktacja MNiSW: 140 pkt.

Autor rozprawy poprawnie zauważył, że obecnie stosowane metody identyfikacji stanu urządzeń, zastosowane w instalacjach, w których pracuje wiele odbiorników energii elektrycznej (OEE), pozwalają na wykrycie zmiany stanu urządzeń elektrycznych jedynie o stosunkowo dużych mocach. Załączenie/wyłączenie odbiornika o mocy kilkunastu watów może być w takich systemach niewykryte. Dlatego w celu skutecznej detekcji zdarzeń zaproponowano nowy algorytm detekcji i identyfikacji OEE, który ma być skuteczny podczas pracy w tle wielu urządzeń elektrycznych. Autor rozprawy wskazał, iż był odpowiedzialny, między innymi, za analizę literaturową zagadnienia, opracowanie nowego algorytmu detekcji i identyfikacji zmian stanów OEE, opracowanie koncepcji badania algorytmów, przeprowadzenie badań w zakresie wpływu liczby OEE pracujących w tle na skuteczność proponowanej metody. Udział autora rozprawy w opracowaniu tej publikacji wynosi 60%.

[P4] Dowalla, K., Bilski, P., Łukaszewski, R., Wójcik, A., & Kowalik, R. (2021, September). Nilm application for real time monitoring of appliances energy consumption used. In *2021 11th IEEE International Conference on Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems: Technology and Applications (IDAACS)* (Vol. 2, pp. 1022-1025). IEEE. Punktacja MNiSW: 20 pkt.

Celem prac badawczych autora rozprawy jest opracowanie metod, które docelowo można zaimplementować w rzeczywistym systemie. Opracowano więc demonstrator, który miał zaprezentować skuteczność działania opracowanych metod w rzeczywistych warunkach pracy. Wymiernym efektem tych prac było nawiązanie współpracy między Politechniką Warszawską a komercyjnym podmiotem.

W tej publikacji autor rozprawy był odpowiedzialny, między innymi, za zaprojektowanie i implementację przepływu danych między kartą akwizycji danych a oprogramowaniem, implementację algorytmu detekcji zdarzeń i identyfikacji OEE w środowisku Matlab oraz przeprowadzenie testów skuteczności działania zaimplementowanych algorytmów. Udział autora rozprawy w opracowaniu tej publikacji wynosi 60%.

[P5] Dowalla, K., Bilski, P., Łukaszewski, R., Wójcik, A., & Kowalik, R. (2022). Wpływ częstotliwości próbkowania na skuteczność systemu NILM z analizą sygnałów w dziedzinie czasu. *Przegląd Elektrotechniczny*, 98(11). punktacja MNiSW: 70 pkt.

Autor rozprawy zbadał zależność skuteczności identyfikacji OEE od częstotliwości próbkowania sygnałów. W tej publikacji był odpowiedzialny, między innymi, za analizę literaturową zagadnienia, zaprojektowanie i realizację procesu decymacji analizowanych danych, przeprowadzenie odpowiednich analiz wyników badań pod kątem skuteczności uzyskiwanej dla poszczególnych typów urządzeń oraz opracowanie wyników badań. Udział autora rozprawy w opracowaniu tej publikacji wynosi 60%.

[P6] Wójcik, A., Bilski, P., Łukaszewski, R., Dowalla, K., & Kowalik, R. (2021). Identification of the State of Electrical Appliances with the Use of a Pulse Signal Generator. *Energies*, 14(3), 673, punktacja MNiSW: 140 pkt.

Udział autora rozprawy w opracowanie tego artykułu jest najmniejszy z całej grupy ocenianego zbioru publikacji i wynosi 10%. Jego naukowy wkład w [P6] polegał na udziale w analizie i walidacji wyników eksperymentów oraz w pracach redakcyjnych.

[P7] Dowalla, K., Bilski, P., & Kowalik, R. (2022). Series arc fault detection and line selection based on Non-Intrusive Load Monitoring Method. In Proc. of 18th IMEKO TC10 Conference "Measurement for Diagnostics, Optimisation and Control to Support Sustainability and Resilience", s. 90-94.

Autor rozprawy zaproponował modyfikacje znanych z literatury metod służących do detekcji szeregowego zwarcia łukowego. Zaproponował autorski wskaźnik, który pozwala na identyfikację OEE zasilanych przez szeregowe zwarcie łukowe. Uzyskał skuteczność identyfikacji miejsca zwarcia na poziomie ponad 91%. Autor rozprawy był odpowiedzialny, między innymi, za analizę literaturową zagadnienia, skonstruowanie generatora zwarć łukowych, zaprojektowanie i przeprowadzenie badań, analizę wyników badań oraz zdefiniowanie nowych wskaźników występowania zwarcia łukowego. Udział autora rozprawy w opracowaniu tej publikacji jest znaczący i wynosi 70%.

[P8] Dowalla, K., Bilski, P., Łukaszewski, R., Wójcik, A., & Kowalik, R. (2022). A Novel Method for Detection and Location of Series Arc Fault for Non-Intrusive Load Monitoring. *Energies*, 16(1), 171, punktacja MNiSW: 140 pkt.

W tej publikacji autor rozprawy zaprezentował kolejne wyniki badań nad poprawną identyfikacją występowania szeregowego zwarcia łukowego, rozszerzając materiał zaprezentowany w publikacji [P7]. Zmodyfikował układ pomiarowy i opracował koncepcję modyfikacji opracowanego algorytmu lokalizacji zwarcia łukowego. Wykazał bardzo dużą dokładność proponowanej metody (na poziomie 98%) w przypadku zwarcia w jednym urządzeniu lub gdy jedno urządzenie było zasilane przez uszkodzony obwód. Udział autora rozprawy w opracowaniu tej publikacji wynosi 60%.

Wszystkie artykuły ujęte w ocenianym zbiorze opublikowanych i powiązanych tematycznie artykułów naukowych są publikacjami wieloautorskimi (3-5 autorów). Autor rozprawy aż w 7 na 8 publikacji jest umieszczony jako pierwszy autor. Należy podkreślić, że 5 publikacji ukazało w czasopismach z tzw. „Listy Filadelfijskiej” (3 w Energies i 2 w Przeglądzie Elektrotechnicznym), **co uważam za mocną stronę ocenianej rozprawy doktorskiej**. W zdecydowanej większości udział autora rozprawy dotyczy najważniejszych aspektów merytorycznych prac. Należy podkreślić, że artykuły te przeszły proces recenzowania i przez samych recenzentów zostały już ocenione i w pewien sposób ukształtowane.

Spis literatury rozprawy doktorskiej jest rozbudowany i zawiera 151 pozycji. W zdecydowanej większości pozycje literaturowe są stosunkowo nowe. Stwierdzam, że literatura została wybrana właściwie i jest w pracy wykorzystywana poprawnie a analiza literaturowa zagadnienia została wykonana w sposób właściwy oraz dogłębnie.

Celem naukowym prac badawczych przedstawionych w ocenianej rozprawie było opracowanie nowych metod rozpoznawania stanów odbiorników energii elektrycznej z wykorzystaniem analizy zniekształceń w obrębie jednego okresu sygnału prądu sieci niskiego napięcia, które mogą zostać wykorzystane w systemach nieinwazyjnego monitorowania zużycia energii elektrycznej. Na podstawie analizy rozprawy doktorskiej stwierdzam, że cel naukowy został osiągnięty a teza pracy udowodniona.

IV. Uwagi szczegółowe i dyskusyjne

Poniżej zestawiam szczegółowe uwagi i pytania, które nasuwają się podczas lektury ocenianej rozprawy:

1. W rozprawie analizowane są systemy nieinwazyjnego monitorowania zużycia energii elektrycznej (NILM). Układ pomiarowy zaprezentowany np. na rysunku 1 w publikacji [P1] był odizolowany galwanicznie od sieci zasilającej poprzez zastosowanie transformatora separującego. Trudno tu więc mówić o nieinwazyjnym systemie. Czy docelowe systemy NILM muszą być wyposażone w takie transformatory separacyjne?
2. Jak na systemy NILM wpływają zaburzenia przewodzone, pochodzące np. od odbiorników energii elektrycznej zlokalizowanych w innych obwodach budynku lub od liczników energii elektrycznej, które coraz częściej komunikują się z koncentratorami zainstalowanymi w stacjach SN/nn z wykorzystaniem technologii Power Line Communication (pracującej w zakresie częstotliwości 3-95 kHz)?
3. Proszę o rozróżnienie systemów NILM i NIALM.
4. Skąd wynika wspomniane np. w [P2] ograniczenie liczby OEE do 15? Czy docelowy system NILM będzie mógł pracować z zadawalającą skutecznością przy większej liczbie OEE? Jakie jest ograniczenie liczby OEE?
5. Czy analizowano skuteczność działania systemu NILM podczas jednoczesnego załączania/wyłączania kilku OEE? Czy system potrafi poprawnie zidentyfikować zmianę stanu tych urządzeń?

7. W kilku miejscach rozprawy doktorskiej wykorzystano przetworniki prądowo-napięciowe do analizy sygnałów prądowych. Czy należy zastosować przetworniki specjalne (np. z rdzeniem amorficznym, rdzeniem nanokrystalicznym lub cewki Rogowskiego) o określonych parametrach magnetycznych, celem transformacji sygnałów prądowych w szerokim zakresie częstotliwości? Czy klasyczne przekładniki prądowe lub przetworniki prądowo-napięciowe nie będą tłumić sygnałów wysokiej częstotliwości? Czy analizowano ten aspekt?

Bardzo proszę, aby autor rozprawy odniósł się do powyższych uwag i pytań dyskusyjnych.

V. Uwagi dotyczące redakcji pracy

Rozprawa doktorska jest napisana poprawnym językiem. Autor używa właściwej terminologii i zrozumiałych zwrotów technicznych. W pracy występują nieliczne błędy interpunkcyjne, stylistyczne i redakcyjne.

Z obowiązku recenzenckiego zestawiam poniżej wybrane błędy językowe i uwagi redakcyjne, ograniczając się jedynie do rozdziałów 1 i 2 rozprawy doktorskiej (artykuły umieszczone w rozdziale 3 powinny być zweryfikowane przez recenzentów i zespół redakcyjny wydawcy):

1. Na okładce i stronie tytułowej zamieszczona rok wydania rozprawy doktorskiej jako „WARSZAWA 2022”. Publikacja [P8] jest z roku 2023, zatem powinno być „WARSZAWA 2023”.
2. str. 11: jest „... system NILM mógłby z wyprzedzeniem zasygnalizować użytkownikom, konieczność ograniczenia poboru energii elektrycznej”, powinno być: „... system NILM mógłby z wyprzedzeniem zasygnalizować użytkownikom konieczność ograniczenia poboru energii elektrycznej”.
3. str. 11: jest „Wadami systemów ILM jest fakt, iż realizacja takiego systemu...”, powinno być: „Wadą systemów ILM jest fakt, iż realizacja takiego systemu...”.
4. str. 13: jest „W przypadku Grupy I (LF) analizowana są jest wartość skuteczna prądu...”, powinno być: „W przypadku Grupy I (LF) analizowana jest wartość skuteczna prądu...”.
5. str. 16: jest „... spowodowanego wystąpieniem się zwarcia łukowego”, powinno być: „... spowodowanego wystąpieniem zwarcia łukowego”.
6. str. 24: jest „opracowanie i implementację metody synchronizacji danych pomiarowych z obu stanowisk pomiarowych wykorzystującego korelację krzyżową...”, powinno być: „opracowanie i implementację metody synchronizacji danych pomiarowych z obu stanowisk pomiarowych wykorzystującą korelację krzyżową...”.
7. str. 29: jest „zapropnowaniu koncepcji analizy skuteczności w oparciu procent identyfikowanych klas rozpoznany z dokładnością...”, powinno być „zapropnowaniu koncepcji analizy skuteczności w oparciu o procent identyfikowanych klas rozpoznanych z dokładnością...”.

- koncepcji analizy skuteczności w oparciu o procent identyfikowanych klas rozpoznanych z dokładnością...”
8. str. 32: jest „Wprowadzona modyfikacja umożliwiła wpięcie generatora zwarć główną linię zasilającą mierzony obwód.”, powinno być „Wprowadzona modyfikacja umożliwiła wpięcie generatora zwarć w główną linię zasilającą mierzony obwód.”
 9. str. 32: jest „Scenariusze pomiarowe w których szeregowego zwarcie łukowe występuje...”, powinno być „Scenariusze pomiarowe w których szeregowo zwarcie łukowe występuje...”

Przedstawione uwagi nie obniżają wartości merytorycznej rozprawy i nie umniejszają osiągnięć przedstawionych w ocenianej rozprawie doktorskiej. Ich wskazanie niech będzie zachętą dla autora rozprawy do większej uwagi podczas redagowania wszelkiego rodzaju tekstów.

VI. Wniosek końcowy

Przedstawiona rozprawa doktorska stanowi samodzielne rozwiązanie interesującego, oryginalnego i ważnego dla praktyki problemu naukowego w dyscyplinie automatyka, elektronika, elektrotechnika i technologie kosmiczne. Uważam, że rozprawa ta wnosi przydatny wkład do rozwoju elektroenergetyki. Przedstawione przez autora rozprawy rezultaty badań oceniam jako poprawne. Autor rozprawy wykazał się przy tym posiadaną i nabytą wiedzą z zakresu tematyki rozprawy doktorskiej oraz umiejętnością samodzielnego prowadzenia badań naukowych. Za oryginalny dorobek autora rozprawy uznaję opracowanie metod, które umożliwiają rozpoznawanie stanów odbiorników energii elektrycznej na podstawie analizy zniekształceń sygnałów prądu i napięcia w obrębie jednego okresu składowej podstawowej sygnału napięcia sieci niskiego napięcia. Metody te mogą znaleźć praktyczne zastosowanie w systemach nieinwazyjnego monitorowania zużycia energii elektrycznej, które wspomagają zarządzanie zużyciem energii elektrycznej oraz mogą wykrywać uszkodzenia instalacji lub urządzeń pracujących w monitorowanej sieci.

Badania zostały przeprowadzone ze sprawnym zastosowaniem nowoczesnych przyrządów i systemów pomiarowych oraz narzędzi programowych, stosowanych powszechnie w badaniach symulacyjnych. **Na tej podstawie stwierdzam, że rozprawa doktorska mgr inż. Krzysztofa Dowalli pt. „Rozpoznawanie stanów odbiorników energii elektrycznej z wykorzystaniem analizy zniekształceń w obrębie jednego okresu sygnału prądu” spełnia z wyraźnym nadmiarem wymagania stawiane rozprawom doktorskim przez Ustawę Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Ustawa z dnia 20 lipca 2018 r. – Dz. U. z 2018 r, poz. 1668, z późniejszymi zmianami). Wniosuję o dopuszczenie mgr inż. Krzysztofa Dowalli do publicznej obrony.**

