

Prof. dr hab. inż. Konstanty Marek Gawrylczyk  
Katedra Wysokich Napięć i Elektroenergetyki  
Wydział Elektryczny  
Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie  
Sikorskiego 37, 70-311 Szczecin

Szczecin, grudzień 2023r.

## OPINIA

### o dorobku naukowym dr. inż. Vishnu Sidaarth Suresh

#### 1. Podstawa opracowania opinii

Opinia o dorobku dr. inż. Vishnu Sidaarth Suresh została przygotowana na podstawie uchwały Rady Dyscypliny Naukowej Automatyka, Elektronika, Elektrotechnika i Technologie Kosmiczne Politechniki Wrocławskiej z dnia 30 października 2023r. powołującej komisję habilitacyjną w postępowaniu w sprawie nadania stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk inżyneryjno-technicznych w dyscyplinie automatyka, elektronika, elektrotechnika i technologie kosmiczne dr. inż. Vishnu Sidaarth Suresh powierzając mi funkcję recenzenta. Podstawą jej opracowania były następujące materiały:

- autoreferat;
- wykaz osiągnięć naukowych;
- kopia dokumentu potwierdzającego posiadanie stopnia doktora;
- wykaz potwierdzeń związanych z działalnością wskazaną we wniosku.

## 2. Ważniejsze dane z życiorysu naukowego Kandydata

Dr inż. Vishnu Sidaarth Suresh ukończył studia inżynierskie w Indiach, na *University of Petroleum and Energy Studies*, na kierunku Elektrotechnika, w Katedrze Elektrotechniki i Energetyki w roku 2014. Tytuł pracy brzmiał: *Power system modelling and Analysis in ETAP*. Studia magisterskie ukończył w roku 2016 już na Politechnice Wrocławskiej, na Wydziale Elektrycznym, a temat pracy magisterskiej to: *Methods of magnetizing inrush recognition in power transformers including using neural network* pod opieką prof. dr. hab. inż. Waldemara Rebizanta.

Po pięciu latach został mu nadany stopień doktora w dziedzinie nauk inżynieryjno technicznych w dyscyplinie naukowej automatyka, elektronika i elektrotechnika za rozprawę *Microgrid energy management systems with hybrid optimizers, embedded deep learning forecasters, and EV charging stations* pod promotorstwem dr. hab. inż. Przemysława Janika. Stopień nadano 27.09.2021.

Głównym miejscem zatrudnienia Kandydata od roku 2021 pozostaje Politechnika Wrocławska: 01.10.2021 – 15.12.2021 na stanowisku asystenta w Katedrze Podstaw Elektrotechniki i Elektrotechnologii, a od 15.12.2021 do dziś na stanowisku adiunkta, również w Katedrze Podstaw Elektrotechniki i Elektrotechnologii Wydziału Elektrycznego.

Poza tym był on zatrudniony w Hitachi ABB Power Grids Kraków, na stanowisku *Associate Scientist* w dziale *Embedded Power Systems* w okresie 01.06.2021 – 02.10.2021, następnie w startup-ie na *Brandenburgische Technische Universität Cottbus-Senftenberg* jako starszy inżynier elektryk w okresie 01.01.2022 – 31.12.2022. Poczynając od 30.06.2022 został zatrudniony w *School of Electrical Engineering (SELECT)* na *Vellore Institute of Technology, Chennai* w Indiach jako adiunkt wizytujący do nauczania i badań.

Tak różnorodne formy zatrudnienia dowodzą znacznego doświadczenia zawodowego Kandydata.

### 3. Ocena wybranej tematyki naukowej i osiągnięcia naukowego

Swoje osiągnięcie naukowe Habilitant zatytułował: „*Sztuczna inteligencja/uczenie maszynowe (AI/ML) dla prognozowania i inteligentnego zarządzania rozproszonymi zasobami energii*”.

Kandydat przedstawia do oceny cykl 10 publikacji. Wszystkie posiadają wysoki impact factor, zatem sumaryczny współczynnik wpływu jest bardzo wysoki i wynosi (po doktoracie) 40. Publikacje te mają wielu autorów, zwykle co najmniej czterech. Są to nowoczesne publikacje z lat 2022-2023. Indeks Hirscha nie uwzględniając autocytowań wynosi 6 do 9, w zależności od użytej bazy. Ilość punktów MNiSW jest również bardzo wysoka i wynosi 1470 po uzyskaniu stopnia doktora.

Osiągnięcia naukowe zostały przez Kandydata podzielone na dwie części, pierwsza jest zatytułowana: *Sztuczna inteligencja/uczenie maszynowe (AI/ML) dla prognozowania*. Chodzi tu o prognozowanie energetyczne (przepływów mocy) niezwykle istotne dla operatorów sieci w obecności w niej odnawialnych źródeł energii.

Kluczowym jest wybór odpowiedniej pamięci długoterminowej głębokiego uczenia się oparty na probabilistycznym modelu prognozowania (praca [1]), uwzględniający wyprzedzenie godzinowe dla energii fotowoltaicznej wprowadzonej do sieci. Zbadano cztery modele *Long Short-Term Memory*, czyli model waniliowy, model skumulowany, model dwukierunkowy i *Autoencoder*. W pracach przedyskutowano zalety i wady struktur poszczególnych modeli. W wyniku badań stwierdzono, że stosowane modele *Long Short-Term Memory* mogą być podatne na tzw. „przetrenowanie”. W przeprowadzonych badaniach wykorzystywano dane z zakładu przemysłowego Alu-frost Podlasie. Z kolei stosowanie modelu *Long Short-Term Memory Autoencoder* wymaga doboru kompresji danych wejściowych, aby wypośredkować pomiędzy utratą informacji, a nadmiernym dopasowaniem do danych wejściowych. Przetestowano wartość *Root Mean Squared Error* w zależności od liczby komórek użytych w modelu dla 48 kombinacji. Okazało się, że modele prognostyczne nie odzwierciedlają rzeczywistej wartości w innych porach roku, niż latem. Może to wynikać z faktu, że światło słoneczne nie dociera do paneli fotowoltaicznych z powodu znacznego ruchu chmur. Wszystkie testowane modele zaniżały prognozę przez większość dnia, a *Long Short-Term Memory Autoencoder* był dokładniejszy niż inne modele.

W pracy [6] zajęto się wahaniami zużycia energii w przypadku dwukierunkowego przepływu mocy w obecności nadwyżki produkcji energii elektrycznej. Aby zapewnić bezpieczeństwo i niezawodność sieci elektroenergetycznej wymagane jest niezawodne

przewidywanie dwukierunkowego przepływu mocy. Jednak pozostaje ono wyzwaniem ze względu na stale zmieniającą się charakterystykę przepływu mocy i wpływ pogody na produkcję energii odnawialnej. Jako rozwiązanie przedstawiono dwa z najpopularniejszych hybrydowych modeli głębokiego uczenia (ang. *hybrid deep learning*), oparte na kombinacji splotu sieci neuronowej (ang. *convolutional neural network*) i pamięci długoterminowej (ang. *long term memory*) do przewidywania przepływu mocy w badanych układach sieci. Powyższe modele mieszane były uczone za pomocą dwóch różnych zbiorów danych różniące się wielkością i zawartością parametrów. Celem badań było sprawdzenie, czy rozmiar zbioru danych i dodatkowe dane pogodowe mogą mieć wpływ na działanie proponowanego modelu przewidującego przepływ mocy. Okazało się, że oba zaproponowane modele pozwalają osiągnąć niewielki błąd leżący poniżej określonych warunków.

W pracy [7] zajęto się wielostopniowym dwukierunkowym przepływem mocy prognozowanym poprzez zaproponowanie modelu autoenkodera *Long Short-Term Memory*.

Na etapie uczenia opracowano modele bazowe przy użyciu tzw. hiperparametrów automatycznego dostrajania w celu dostrojenia modeli tak, aby zmaksymalizować ich wydajność. Ocena wykazała, że autoenkoder *Long Short-Term Memory* osiągnął lepsze wyniki, niż inne modele wieloetapowego zadania prognostycznego dla wybranego regionalnego klastra sieciowego.

W pracy [9] pokazano połączenie modelu *Variational Mode Decomposition* z modelem *Convolutional Neural Network* oraz *Gated Recurrent Unit*. Za ich pomocą przewidywano obciążenie na godzinę do przodu. Dalszym celem było zidentyfikowanie najbardziej odpowiedniego modelu dla różnych warunków, w tym wahań sezonowych i dziennych. Wyniki potwierdzają możliwość praktycznego zastosowania proponowanych modeli dla prognozowania obciążenia elektrycznego w różnych scenariuszach, szczególnie w przypadku zmian sezonowych i dziennych.

Druga część osiągnięć Kandydata jest zatytułowana: *Inteligentne zarządzanie rozproszonymi zasobami energii*. W tych pracach Kandydat zajmuje się magazynami energii, akumulatorowymi oraz wodorowymi, jak też generatorami energii.

W artykule [2] przedstawiono problemy przesyłu energii w mikrosieciach. Najpierw pokazano zastosowanie tradycyjnych i nowo wprowadzonych metaheurystycznych algorytmów optymalizacyjnych do rozwiązywania problemu optymalnego przepływu mocy dla systemu magistrali IEEE 30, a następnie wybrano algorytm o najlepszej wydajności. Użyte algorytmy zostały połączone z akademickim narzędziem do analizy mocy MATPOWER. Ideą tego podejścia było znalezienie kompromisu pomiędzy potencjałem

rozwiązań metaheurystycznych, a zoptymalizowanych z MATPOWER. Badane algorytmy obejmują 3 tradycyjne algorytmy, którymi są: algorytm genetyczny, rój cząstek i algorytm mrówkowy oraz 2 niedawno opracowane algorytmy, którymi są optymalizator polityczny i algorytm Lichtenberga. Dla wszystkich badanych algorytmów przeprowadzono dobieranie parametrów. Wyniki pokazały, że algorytm mrówkowy daje najlepszy czas zbieżności, najlepszą wartość rozwiązania i niezawodność pod względem odtwarzalności rozwiązania dla systemu testowego, którym była mikrosieć na Politechnice Wrocławskiej. Może on zapewnić najbardziej ekonomiczny przesył energii poprzez minimalizację kosztu energii w mikrosieci. Wartością naukową tego artykułu jest optymalizacja parametrów zbadanych algorytmów optymalizacyjnych.

W artykule [3] zaprezentowano strategię zarządzania energią z użyciem optymalizatora politycznego. Obiektem była również mikrosieć na Politechnice Wrocławskiej. Artykuł [4] zajmuje się problemem przesyłu energii w Indiach spowodowanym znacznymi odległościami. Rozwiązaniem mogą być lokalne źródła energii odnawialnej. Ze względu na zmienność warunków pogodowych muszą one współpracować z magazynami energii. W artykule tym wyznaczono koszt cyklu życia dla trzech rodzajów tych magazynów.

Artykuł [5] omawia optymalne działanie hybrydowego, zintegrowanego systemu energii odnawialnej w warunkach wiejskich. Zaproponowano optymalizację z użyciem algorytmu roju (ławicy) salp. Uzyskano dobrą zbieżność i wydajność w wyznaczaniu wartości globalnej. Dodatkowo, przeprowadzono analizę wrażliwości dla zmiennych parametrów wejściowych, takich jak stopień odbioru biomasy, stopa procentowa i ceny oleju napędowego. Stwierdzono, że wahania stóp procentowych mają istotny wpływ na wydajność systemu.

Artykuł [8] ma aż jedenastu autorów. Zawarta w nim została propozycja użycia algorytmu rozmytego do skrócenia czasu ładowania akumulatora w izolowanej mikrosieci. Wkład Kandydata w powstanie tej publikacji jest dominujący, gdyż opracował On metodologię modelowania autonomicznej mikrosieci i przeprowadził badania pętli zarządzania energią.

Podsumowując, Kandydat prezentuje bardzo nowoczesne prace, których znaczenie wynika z szybkiego rozwoju odnawialnych źródeł energii. Zmiana mocy elektrowni wiatrowych jest bardzo znaczna, wynosi bowiem nawet 60-80%. Możliwość przewidywania przepływów energii, nawet na kilka godzin w przód, jest bezcenna dla ciepłych elektrowni zawodowych, szczególnie węglowych, w których czas osiągnięcia pełnej mocy od uruchomienia wynosi kilkanaście godzin.

Tematykę naukową rozwijaną przez Kandydata oceniam jako nowoczesną oraz posiadającą znaczny walor aplikacyjny. Jego osiągnięcia na tym polu są znaczące.

#### 4. Ocena działalności organizacyjnej i dydaktycznej Kandydata

Habilitant czterokrotnie odbył staż w Centrum Badań on Microgrids, Department of Energy Technology, Aalborg University w Danii. Był wykonawcą w dwóch projektach naukowych, a w latach 2022-2023 kierował projektem badawczym NCN.

Istotną współpracą zagraniczną habilitanta jest *Vellore Institute of Technology* w Indiach. Był tam promotorem pomocniczym doktorantki T. Anushalini oraz prowadził dwa kursy. Na zaproszenie uniwersytetu w Palermo prowadził tam wykłady w ramach programu Erasmus. Habilitant wymienia dziesięć innych uniwersytetów, z którymi prowadził mniej znaczącą współpracę.

Habilitant prowadził wykłady, ćwiczenia i laboratoria na Politechnice Wrocławskiej, z których wszystkie miały związek z deklarowaną dyscypliną naukową. Był opiekunem dziesięciu prac inżynierskich i magisterskich. Na Politechnice Wrocławskiej był również promotorem pomocniczym. Całość dowodzi znacznego doświadczenia dydaktycznego Kandydata.

Dr inż. Vishnu Sidaarth Suresh recenzował wiele prac w czasopismach z listy filadelfijskiej z wysokim *impact factor*.

Kandydat wykazuje się współpracą z sektorem gospodarczym, w latach 2014-2020 z *Turon Ekoenergia* oraz w roku 2019 z *Electrum Sp. z o.o.* w Białymstoku w ramach projektu „Wielorodzajowy magazyn energii do zastosowań w systemach niezawodnego i ekonomicznego wykorzystania energii (MESH4U)”.

## 5. *Konkluzja końcowa*

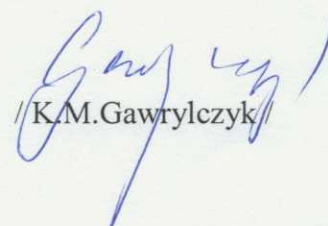
Za słabą stroną wniosku uznaję brak w wykazanym cyklu publikacji autorskich Habilitanta lub monografii, co utrudnia wyodrębnienie Jego dorobku. Opisano jednak wkład Kandydata w powstanie poszczególnych prac i zwykle jest on dominujący. Jako słaby oceniam autoreferat w języku polskim, bowiem znajduje się w nim wiele zdań pozbawionych sensu logicznego. Oceniając dorobek Kandydata opierałem się głównie na oryginalnej treści prac stanowiących ten dorobek.

Silną stroną wniosku jest nowoczesna i aktualna tematyka oraz znakomity dorobek naukowy będący podstawą wniosku, co dobitnie pokazuje niezwykle wysoki *impact factor* prac Habilitanta.

Kandydat współpracuje z uczelniami z Włoch, Niemiec, Australii jak też kilku innych krajów, oraz ze względu na miejsce edukacji z naukowcami z Indii. Jego dorobek dydaktyczny obejmuje prowadzenie wielu kursów oraz opiekę nad pracami inżynierskimi, jak też magisterskimi.

Po rozważeniu słabych i silnych stron dorobku Habilitanta przychyliam się do stwierdzenia, że przedstawiony do recenzji dorobek naukowy, dydaktyczny i organizacyjny dr. inż. Vishnu Sidaarth Suresh spełnia kryteria oceny osiągnięć osoby ubiegającej się o nadanie stopnia doktora habilitowanego (*Rozporządzenie Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 1 września 2011 r.*) w obszarze nauk technicznych. Popieram wniosek o dopuszczenie Habilitanta do dalszego procesu oceny jego osiągnięć i nadanie mu stopnia naukowego doktora habilitowanego.

12 grudzień 2023r.

  
/K.M.Gawrylczyk/

8. Konkretne dane

Na stałą stronę wniosku został włączony błąd w wyrażeniu tytułu publikacji autorskiej Habilitanta lub monografii, co utrudnia wyodrębnienie tego dorobku. Opisano jednak włączyć kandydata w powstanie poszczególnych prac i wskazać, że jest on dominujący. Jako stały oceniam autorstwa w języku polskim, bowiem znajduje się w nim wiele zdań powiązanych z sensu logicznego. Oceniając dorobek Kandydata opierałem się głównie na oryginalnej treści prac stanowiących ten dorobek.

Staż stały wniosku jest nowoczesny i aktualny tematyka oraz zakresy dorobku naukowy będący podstawą wniosku, co dobitnie pokazuje niezwykle wysoki raport faktor prac Habilitanta.

Kandydat współpracuje z uczelniami z Włoch, Niemiec, Australii jak też kilku innych krajów, oraz ze względu na miejsce edukacji z naukowcami z Indii. Jego dorobek dydaktyczny obejmuje prowadzenie wielu kursów oraz opiekę nad pracownikami inżynierskimi, jak też magistrantami.

Po rozważeniu stałych i stałych stron dorobku Habilitanta przychyliłem się do stwierdzenia, że przedstawiony do oceny dorobek naukowy, dydaktyczny i organizacyjny dr. inż. Vishnu Sridhar Suresh spełnia kryteria oceny osiągnięć osoby ubiegającej się o nadanie stopnia doktora habilitowanego (Raporty do Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 1 września 2011 r.) w obszarze nauk technicznych. Popieram wniosek o doposażenie Habilitanta do dalszego procesu oceny jego osiągnięć i nadanie mu stopnia naukowego doktora habilitowanego.

  
K.M. Gawryszewski

12 grudnia 2023r.