

Wpłynęło dnia 11. 07. 2022
Zarejestrowano pod nr
Podpis

Prof. dr hab. inż. Ryszard Rybski
Uniwersytet Zielonogórski
Instytut Metrologii, Elektroniki i Informatyki

Zielona Góra, 9 lipca 2022 r.

RECENZJA

osiągnięć naukowych oraz istotnej aktywności naukowej i całokształtu dorobku
dr. inż. Andrzeja Wetuli
w postępowaniu o nadanie stopnia doktora habilitowanego
w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych
w dyscyplinie automatyka, elektronika i elektrotechnika

1. Podstawa opracowania recenzji

Recenzja została opracowana na podstawie Uchwały nr 35/2022 Rady Dyscypliny Automatyka, Elektronika i Elektrotechnika Akademii Górniczo-Hutniczej im. Stanisława Staszica w Krakowie z dnia 5 maja 2022 r. w sprawie: powołania komisji habilitacyjnej w postępowaniu o nadanie stopnia doktora habilitowanego dr. inż. Andrzejowi Wetuli w dziedzinie nauk inżynieryjno - technicznych w dyscyplinie automatyka, elektronika i elektrotechnika, powołując mnie na funkcję recenzenta oraz pisma Przewodniczącego Rady Dyscypliny Automatyka, Elektronika i Elektrotechnika Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie nr L. Dz. WEAlIB-b/511-2.3/22 z dnia 5 maja 2022 r.

2. Podstawowe informacje o Habilitancie

Dr inż. Andrzej Wetula, urodzony 23 listopada 1977 r. w Krakowie, uzyskał w roku 2002 tytuł zawodowy magistra inżyniera na Wydziale Elektrotechniki, Automatyki, Informatyki i Elektroniki AGH w Krakowie, kończąc studia na kierunku *elektrotechnika* o specjalności *automatyka i metrologia*. W październiku 2002 r. został zatrudniony na stanowisku asystenta w Katedrze Metrologii AGH w Krakowie. W roku 2009 obronił pracę doktorską pt. *Miary wahań napięcia w sieci elektroenergetycznej wyznaczone z wykorzystaniem transformacji Hilberta*, której promotorem był dr hab. inż. Andrzej Bień, prof. AGH, a recenzentami: dr hab. inż. Wiesław Miczulski, prof. Uniwersytetu Zielonogórskiego i prof. dr hab. inż. Jan Rusek, uzyskując stopień doktora nauk technicznych w dyscyplinie *elektrotechnika*. Od grudnia 2009 roku do chwili obecnej pracuje na stanowisku adiunkta w Katedrze Metrologii i Elektroniki AGH w Krakowie. Zainteresowania naukowe Habilitanta koncentrują się na pomiarach napięć przemiennych, w tym zwłaszcza ukierunkowanych na badania jakości energii elektrycznej. W swoich pracach wykorzystuje techniki cyfrowe oraz metody i algorytmy cyfrowego przetwarzania sygnałów, co wpisuje się w obserwowaną od wielu lat i wciąż aktualną tendencję w technice pomiarowej.

3. Ocena osiągnięcia naukowego

Podstawą do wystąpienia z wnioskiem o nadanie stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych w dyscyplinie *automatyka, elektronika i elektrotechnika* jest jednotematyczny cykl prac pod wspólną nazwą "*Pomiary napięć dla celów badania jakości energii elektrycznej*".

Przedłożony do oceny cykl publikacji obejmuje 7 pozycji autorskich i współautorskich, w tym jedną autorską monografię wydaną przez Wydawnictwa AGH (poz. [1] we wskazanym cyklu), dwóch artykułów opublikowanych w czasopismach z listy *Journal of Citation Reports (JCR)* (poz. odpowiednio [2] i [3] we wskazanym cyklu): *IEEE Transactions on Smart Grid* oraz *MDPI Energies*. Współczynniki wpływu tych czasopism w roku publikacji wynoszą odpowiednio 3,190, 3,252. Na pozostałe cztery pozycje jednotematycznego cyklu składają się udzielone patenty krajowe. Udział procentowy i merytoryczny Habilitanta w dwóch wymienionych artykułach wynosi 33%, natomiast w odniesieniu do patentów - w dwóch z nich udział ten wynosi 33%, w dwóch pozostałych - 50% i został potwierdzony oświadczeniami współautorów. Łączna wartość współczynnika wpływu (IF) czasopism z listy JCR, w których zostały opublikowane artykuły, zaliczone przez Habilitanta do cyklu publikacji, wynosi 6,442.

W przedłożonym wniosku o przeprowadzenie postępowania habilitacyjnego, dr inż. Andrzej Wetuła wskazuje następujące cele badań, których wyniki przedstawia we wskazanym cyklu:

1. Opracowanie aparatury do pomiaru średnich i wysokich napięć z autokalibracją, w celu wydłużenia okresów między kalibracją lub nawet całkowitego uwolnienia od prowadzenia tej procedury.
2. Opracowanie bezkontaktowego systemu do pomiaru średnich i wysokich napięć. Prosta instalacja takiego systemu, bez konieczności wyłączania napięć i stosowania procedur bezpieczeństwa, mogłaby spełnić wymóg przenośności systemu.

W swojej ocenie przedstawionego cyklu publikacji odniosę się do jego zawartości w kolejności wynikającej z kolejności wskazanych wyżej celów badań. Tematyka związana opracowaniem aparatury do pomiaru średnich i wysokich napięć z autokalibracją jest reprezentowana w ocenianym cyklu przez dwa udzielone patenty: "*Sposób i układ do laboratoryjnego pomiaru wysokiego napięcia*" (poz. [6]) oraz "*Sposób i układ do technicznego pomiaru wysokiego napięcia*" (poz. [7]). Obydwa patenty zostały zgłoszone w 2014 r., przyznane w 2016 r., w obydwu przypadkach wskazany we wniosku udział Habilitanta wynosi 50% i obejmuje: "przedstawienie koncepcji, opracowanie treści patentu, prace edytorskie nad treścią wniosku patentowego, konstrukcję i badanie prototypu wynalazku do celu weryfikacji koncepcji". Wnioskodawca, prawdopodobnie zdając sobie sprawę, że ten interesujący i ważny w Jego dorobku obszar badawczy nie jest w ocenianym cyklu reprezentowany przez artykuły naukowe, zamieścił we wniosku stosunkowo obszerną charakterystykę tej tematyki (Załącznik nr 3, p. 4.1). Przedstawił w niej ideę budowy wysokonapięciowego dzielnika napięcia z samokalibracją, odwołując się do wyników badań uzyskanych w ramach projektu rozwojowego (NCBiR): "*Pomiarowy dzielnik wysokiego napięcia z autokalibracją*" którym Habilitant kierował oraz referatu: "*Experimental verification of the voltage divider with auto-calibration*", XII International School on Nonsinusoidal and Compensation, ISNCC 2015, Łagów, Poland

Rybi

(Załącznik 4, p. 15.2, poz. 12). Referat jest indeksowany w *IEEE Xplore*, jednak, cytując Autora wniosku, "nie wchodzi w skład wniosku z przyczyn formalnych". W tej sytuacji, opierając się na przedstawionej we wniosku idei dzielnika z autokalibracją oraz ogólnemu, z natury rzeczy, opisowi zawartemu w opisach patentowych trudno dokonać jednoznacznej oceny merytorycznej ich wartości poznawczą. Należy zauważyć, że idea samokalibracji dzielników napięcia w celu minimalizacji ich błędów przekładni, prowadząca np. do rozszerzenia ich częstotliwościowego zakresu pracy lub ograniczenia wpływu niestabilności czasowej czy też wywołanej przez zmiany czynników środowiskowych jest znana i stosowana w obszarze dokładnych pomiarów napięć przemiennych w odniesieniu do dzielników rezystancyjnych, indukcyjnych czy pojemnościowych i w praktyce realizowana na wiele sposobów. Specyfika prowadzonych w tym obszarze badań Wnioskodawcy polega na tym, że dotyczy dzielników wysokich napięć oraz zakłada automatyzację procesu samokalibracji. Należy natomiast na pewno pozytywnie ocenić ich wartość innowacyjną i praktyczną, potwierdzoną m.in. załączonymi do wniosku dokumentami wskazującymi na wdrożenie z sukcesem wynalazku, będącego przedmiotem patentu "*Sposób i układ do technicznego pomiaru wysokiego napięcia*". W tym miejscu należy zauważyć, że we wniosku podaje się sprzeczne informacje co do przedmiotu wdrożenia, odnosząc się raz do patentu poz. [6] cyklu, w innym miejscu do patentu wskazanego w poz. [7] cyklu. Jest to prawdopodobnie pomyłka, która nie ma wpływu przedstawianą tu ocenę.

Drugi wątek badawczy wskazany przez Habilitanta obejmuje autorską monografię (poz. [1].), dwie publikacje z listy JCR (poz. [2] i [3]) oraz dwa udzielone patenty (poz. [4] i [5]). Z zamieszczonego we wniosku "opisu osiągnięcia" oraz uwzględniając chronologię prowadzonych badań, pierwsze ważne wyniki w tym obszarze badawczym przedstawiono w publikacji "*Contactless measurements of substation busbars voltage and waveforms reconstruction using electric field sensors and artificial neural network*", *IEEE Transactions on Smart Grid*, 2015 (praca współautorska, udział Habilitanta 33%). W artykule przedstawiono koncepcję bezkontaktowego pomiaru oraz odtworzenia kształtu napięć w podstacji średniego napięcia za pomocą zestawu czujników pola elektrycznego, o stosunkowo prostej konstrukcji, umieszczonymi pod szynoprzewodami. Ważnym i oryginalnym osiągnięciem badawczym było zaproponowanie zastosowania sztucznych sieci neuronowych do odtworzenia kształtu napięć fazowych i pomiaru ich wartości. Przedstawiono kryteria wyboru rodzaju sztucznych sieci neuronowych pod kątem ich wpływu na właściwości metrologiczne zaproponowanego systemu zdalnego pomiaru napięć. Scharakteryzowano proces uczenia sieci oraz przedstawiono, przeanalizowano i porównano wyniki badań eksperymentalnych wpływu czterech wybranych rodzajów sztucznych sieci neuronowych na dokładność systemu. Zgodnie z informacjami zawartymi we wniosku, Habilitant był pomysłodawcą idei zastosowania sztucznych sieci neuronowych w przedstawionym systemie, opracował czujniki pola elektrycznego oraz układ pomiarowy zastosowany do eksperymentalnej weryfikacji koncepcji oraz prowadził badania eksperymentalne.

Z układem eksperymentalnym zastosowanym w badaniach scharakteryzowanej wyżej publikacji wiążą się dwie inne pozycje ocenianego cyklu prac. Są to udzielone patenty: "*Sposób bezdotykowego pomiaru napięcia szyny fazowej oraz układ do bezdotykowego pomiaru napięcia szyny fazowej*" (poz. [4]), "*Sposób kalibracji oraz układ kalibracji układu przetwarzania sygnałów w układzie do bezdotykowego pomiaru napięcia szyny fazowej*" (poz. [5]). Współautorami udzielonych patentów są współautorzy wymienionej wyżej publikacji, a udział

220

Habilitanta w obydwu przypadkach wynosi 33%. Obydwa patenty są ze sobą tematycznie powiązane. Pierwszy z wymienionych dotyczy sposobu kalibracji systemu pomiarowego z bezkontaktowymi czujnikami pola elektrycznego z zastosowaniem układu akwizycji danych i układu cyfrowego przetwarzania sygnałów, drugi odnosi się natomiast do samego toru cyfrowego przetwarzania sygnałów, dokładniej - sposobu podłączenie czujników z układem akwizycji danych oraz działającego w czasie rzeczywistym układu cyfrowego przetwarzania sygnałów.

Autorska monografia "*Systemy do bezkontaktowych pomiarów średnich i wysokich napięć w elektroenergetyce*" (Wydawnictwa AGH, 2020), poz. [1], poświęcona jest zagadnieniom w całości związanym z drugim z wymienionych wcześniej celów badań. Motywacją podjętych już wcześniej badań i rozwiniętych w monografii jest budowa stosunkowo prostego, korzystnego ekonomicznie i równocześnie nowoczesnego systemu pomiaru średnich i wysokich napięć o cechach mobilności. Taki system mógłby być stosunkowo łatwo instalowany lokalnie i np. stanowić ważny element cyfrowej podstacji nowej generacji, współpracować lub być częścią systemu *inteligentnych urządzeń elektronicznych (Intelligent Electronic Devices - IED)* takich podstacji. Ponadto system taki musi spełniać szereg innych warunków. Mobilność wymusza możliwość kalibracji systemu lokalnie, w miejscu instalacji, system powinien zapewniać odpowiednią dokładność pomiaru napięć w stosunkowo szerokim paśmie. Właściwości dynamiczne są o tyle istotne, że system powinien dodatkowo pozwalać na odtwarzanie w czasie mierzonych napięć i tym samym umożliwiać rejestrację zdarzeń. Ponadto system powinien umożliwiać transmisję danych zgodnie z obowiązującymi w tym zakresie standardami. To moje stosunkowo obszerne uzasadnienie wskazuje z jednej strony na wagę i aktualność tematyki, z drugiej strony ma decydujący wpływ na zakres, sposób i kolejność prezentowanych w monografii wyników badań. Oddzielną kwestią jest wybór czujników pola elektrycznego jako bazy do budowy prezentowanego systemu. Wyboru tego Autor dokonał na podstawie swoich wieloletnich badań i doświadczeń i o jego słuszności stara się przekonać czytelnika monografii. Pierwszy etap prac nad systemem, przedstawiony w rozdziale poświęconym modelom matematycznym systemu pomiarowego (r. 2), obejmował opracowanie dwóch rozwiązań: modelu impedancyjnego i modelu opartego na równaniach różniczkowych. Przeanalizowano i porównano obydwa modele m.in. ze względu na przydatność ich zastosowania dla przebiegów poliharmonicznych, wpływ na wybór sposobu kalibracji systemu i ze względu na uwarunkowania numeryczne. Wspomnianych sposobów kalibracji dotyczy kolejny rozdział (r. 3). Każdy z przedstawionych sposobów, z natury rzeczy, wymaga zastosowania układu (systemu) referencyjnego (wzorcowego) do pomiaru napięć w miejscu lokalizacji proponowanego systemu. Jest to ważne zagadnienie, którego próbę rozwiązania przedstawia Autor w rozdziale poświęconym samokalibracji (r. 8) i rozdziale prezentującym ideę czujnika różnicowego (r. 9). Problem instalowanego lokalnie i spełniającego wysokie wymagania, w szczególności odnoszące się do pasma częstotliwościowego, układu referencyjnego jest ciągle aktualny o czym może świadczyć m.in. tematyka kilku projektów badawczych poświęconych dokładnym pomiarom napięć prądu przemiennych, prowadzonych w ostatnich latach przez EURAMET w ramach programu H2020. Prezentuje się tam m.in. prace nad nowymi rozwiązaniami układów wzorcowych ale również ideę zdalnej kalibracji, wykorzystującej transmisję w czasie rzeczywistym strumienia danych i odpowiednie algorytmy ich przetwarzania. W kolejnych rozdziałach (r. 4 i 5) przedstawiono konstrukcję opracowanych przez Autora czujników oraz wyniki ich doświadczalnych badań. Generalnie, badania potwierdziły poprawność przyjętych założeń.

Natomiast interesujący i wskazujący na duże umiejętności oraz doświadczenie Autora jest plan i realizacja eksperymentów w warunkach laboratoryjnych, prowadzonych w pierwszym etapie dla niskich napięć i następnie - napięć średnich. Bardzo ważnym i zawierającym oryginalne wyniki badań jest rozdział poświęcony optymalizacji rozmieszczenia czujników (r. 6). Przedstawione wyniki stanowią teoretyczną podstawę budowy systemu pomiarowego do bezkontaktowego pomiaru średnich i wysokich napięć w oparciu o opracowane przez Autora czujniki pola elektrycznego. W rozdziale 7 przedstawiono zaproponowaną przez Autora koncepcję częściowego ekranowania opracowanego czujnika w celu poprawienia jego selektywności. Jeden z rozważanych sposobów wykorzystuje technikę aktywnego ekranowania (technika "guard"), znaną i często stosowaną również w pomiarach niskich napięć. Jednoznaczna ocena zaproponowanego rozwiązania wymagałaby dalszych badań. Próba wyeliminowania konieczności stosowania w procesie kalibracji układu referencyjnego jest zaproponowana w rozdziale 8 idea autokalibracji. Jak wykazują badania Autora, idea ta na obecnym etapie ma pewne ograniczenia, natomiast potencjalnie sprawdziłaby się w diagnostyce linii wysokiego napięcia. W rozdziale 9 przedstawia Autor nowatorskie rozwiązanie w postaci czujnika pracującego w układzie różnicowym (dwa czujniki z dwoma różnymi dielektrykami). Rozwiązanie to eliminuje istotny problem niestabilności sprzężenia pojemnościowego pomiędzy linią pod napięciem i czujnikiem, charakteryzujący wcześniejszą, opisywaną w monografii konstrukcję czujników pola elektrycznego. Zaproponowane rozwiązanie wymaga natomiast montażu pary czujników na szynie. Podsumowując, monografia wchodząca w skład ocenianego cyklu jest wartościowym autorskim opracowaniem naukowym. Jej istotna waga w ocenianym cyklu wynika również z faktu, że wszystkie pozostałe publikacje wchodzące w skład cyklu są współautorskie, natomiast autorska monografia stwarza możliwość precyzyjniejszej oceny własnego dorobku badawczego Habilitanta w ocenianym cyklu.

Tematyki czujnika różnicowego do pomiaru średnich i wysokich napięć dotyczy publikacja "*New sensor for medium- and high-voltage measurement*", *MDPI Energies*, 2021, (praca współautorska, udział Habilitanta 33%), poz. [3] cyklu. Artykuł zawiera wyniki znacząco rozszerzonych badań czujnika różnicowego, którego koncepcję i wstępne wyniki badań przedstawiono w ostatnim rozdziale monografii. Przedstawiono w nim m.in. trójwymiarowy model symulacyjny czujnika, wykorzystany do badań symulacyjnych metodą elementów skończonych z wykorzystaniem środowiska COMSOL Multiphysics. Zamieszczono również wyniki badań eksperymentalnych, które potwierdzają zalety zaproponowanego, oryginalnego rozwiązania i jego potencjał wdrożeniowy. Można uzupełniając dodać, że jednym z współautorów publikacji jest pracownik naukowy uczelni KTH Sztokholm, z którą Habilitant od dawna współpracuje w ramach wspólnych projektów badawczych (por. rec. p. B11).

Przedstawiony do oceny cykl publikacji zawiera oryginalne wyniki badań, będące w znaczącym stopniu efektem prac prowadzonych samodzielnie przez Habilitanta lub przy Jego udokumentowanym udziale ze współautorami części z publikacji. Na podstawie wskazanego cyklu można stwierdzić, że dr inż. Andrzej Wetula jest przygotowany do samodzielnego prowadzenia prac badawczych i opanował niezbędny warsztat naukowy. Do najważniejszych osiągnięć Habilitanta wnoszących istotny wkład do dyscypliny *automatyka, elektronika i elektrotechnika* można zaliczyć:

- opracowanie dzielnika do pomiaru wysokich napięć z autokalibracją, którego dwa warianty konstrukcyjne uzyskały ochronę patentową, a jeden z nich został wdrożony i z sukcesem prezentowany na targach branżowych,
- zaproponowanie koncepcji zastosowania sztucznych sieci neuronowych do odtwarzania napięć oraz współudział w opracowaniu i badaniach systemu do pomiaru wysokich napięć z wykorzystaniem zaproponowanej koncepcji; wyniki prac badawczych stanowiły podstawę opracowania technicznego, które chronione jest dwoma udzielonymi patentami,
- opracowanie metody optymalizacji rozmieszczenia czujników pola elektrycznego, która stanowi teoretyczną podstawę budowy systemu pomiarowego do bezkontaktowego pomiaru średnich i wysokich napięć,
- opracowanie montowanego na przewodzie, izolowanego galwanicznie czujnika napięcia w układzie różnicowym, rozwiązania charakteryzującego się możliwością odtwarzania mierzonego napięcia z dużą selektywnością i o dużym potencjale wdrożeniowym.

W mojej ocenie osiągnięcia naukowe zawarte w przedstawionym do oceny cyklu stanowią dorobek, który spełnia wymagania stawiane osobom ubiegającym się o się o stopień naukowy doktora habilitowanego.

4. Ocena pozostałych osiągnięć naukowo-badawczych, dorobku dydaktycznego i popularyzatorskiego oraz współpracy międzynarodowej habilitanta

A. Ocena istotnej aktywności naukowej

Ocena istotnej aktywności naukowej Habilitanta dotyczy innych, od przedstawionego w cyklu publikacji będącego podstawą wniosku habilitacyjnego, osiągnięć naukowo-badawczych, zrealizowanych po uzyskaniu stopnia doktora nauk technicznych.

A1. Autorstwo lub współautorstwo publikacji naukowych w czasopismach znajdujących się w bazie Journal of Citation Reports (JCR), nie wchodzących w skład ocenianego cyklu

Zamieszczona we wniosku (Załącznik nr 4, p.1.1) lista publikacji obejmuje pięć pozycji. Z tym, że jedna z publikacji (Załącznik nr 4, p.1.1, poz. [1] jest uwzględniona w ocenianym cyklu publikacji. Na zbiór pozostałych publikacji składają się artykuły opublikowane w *ISA Transaction* (2012), IF w roku publikacji **1,626**, *Electric Power Components and Systems* (2019), IF w roku publikacji **0,824**, *IEEE Transactions on Power Delivery* (2014), IF w roku publikacji **1,733**, Ostatnia z wymienionych publikacji (Załącznik nr 4, p.1.1, poz. [5]), która ukazała się w *Metrology and Measurements Systems* (2005), została opublikowana przed uzyskaniem stopnia doktora i ponadto wymienione czasopismo nie było w roku publikacji na liście JCR.

A2. Liczbowe wskaźniki dorobku naukowego

Dane bibliometryczne Habilitanta, przedstawiane za informacjami z Raportu oceny bibliometrycznej publikacji opracowanego na podstawie bazy Web of Science Core Collection oraz w bazie Scopus przez Oddział Informacji Naukowej Biblioteki Głównej AGH na dzień 21.03.2022 i załączonego do wniosku, są następujące:

Baza Web of Science

- liczba publikacji - 12, w tym z listy JCR - 6,
- sumaryczny Impact Factor według listy JCR - 10,619,
- łączna liczba cytowań publikacji - 56,
- liczba cytowań publikacji bez autocytowań - 52,
- indeks Hirscha - 5.

Baza Scopus

- liczba publikacji - 18,
- łączna liczba cytowań publikacji - 92,
- liczba cytowań publikacji bez autocytowań - 71,
- indeks Hirscha - 5.

A3. Autorstwo zrealizowanego oryginalnego osiągnięcia projektowego, konstrukcyjnego lub technologicznego

W ramach projektu badawczo rozwojowego "*Pomiarowy dzielnik wysokiego napięcia z autokalibracją*", finansowanego ze środków NCBiR w latach 2012 - 2015, którego Kandydat był kierownikiem, wspólnie z firmą Eko-Energia sp. z o.o. opracowano dzielnik wysokiego napięcia, który był prezentowany przez wymienioną firmę na targach ENERGETAB Bielsko-Biała oraz ENEX Kielce.

A4. Udzielone patenty międzynarodowe lub krajowe

Habilitant jest współautorem dziesięciu patentów udzielonych w Polsce i jednego udzielonego w Stanach Zjednoczonych. Cztery z nich wchodzi w skład ocenianego cyklu. Patenty zostały udzielone w latach 2012 - 2019 i wiążą się ściśle z obszarem badawczym Habilitanta. W przypadku czterech patentów Habilitant jest jednym z dwóch autorów, w pozostałych - liczba współautorów wynosi od trzech do pięciu. W każdym z patentów udział współautorów jest równy. Udzielone patenty są ważnym osiągnięciem Habilitanta i potwierdzają innowacyjność i oryginalność prowadzonych badań.

A5. Wynalazki, wzory użytkowe i przemysłowe, które uzyskały ochronę i zostały wystawione na międzynarodowych lub krajowych wystawach lub targach

Wnioskodawca wymienia dwa wynalazki, których jest współautorem, i które zostały nagrodzone na krajowych i międzynarodowych targach. Wynalazek "*Układ pomiarowy z światłowodową transmisją mocy elektrycznej i sygnałów mierzonych*" otrzymał brązowy medal na III Międzynarodowej Wystawie Wynalazków w Warszawie, IWIS 2009, złoty medal na "The Belgian and International Trade Fair for Technological Innovation Eureka, Bruksela 2009 oraz srebrny medal na Seoul International Innovation Fair 2009. Ponadto wynalazek "*Sposób i układ do synchronizacji i przesyłania informacji w rozległym systemie pomiarowo-sterującym*" został nagrodzony brązowym medalem na Międzynarodowych Targach Wynalazczości INST Taipei 2014.

A6. Autorstwo lub współautorstwo monografii, publikacji naukowych w czasopiśmie międzynarodowych lub krajowych innych niż znajdujące się w bazach lub na liście JCR

W kategorii "monografie i rozdziały w monografiach" Habilitant wymienia autorską monografię wchodzącą w skład cyklu, współautorski rozdział w monografii "*Czujnik napięcia do*



zastosowania w zdalnych systemach pomiaru parametrów energii elektrycznej", Systemy pomiarowe w teorii i praktyce, red. Ryszard Rybski, Instytut Metrologii, Elektroniki i Informatyki, Uniwersytet Zielonogórski, Zielona Góra. 2020, ISBN: 978083-957716-1-3 oraz autorską monografię *"Miary wahania sygnałów sieci elektroenergetycznej z zastosowaniem transformacji Hilberta"*, Kraków, Akademia Górniczo-Hutnicza, Wydział Elektrotechniki, Automatyki, Informatyki i Elektroniki. Katedra Metrologii, 2009, ISBN: 978-83-61528-16-6, która jest prezentacją dorobku naukowego związanego z pracą doktorską. W kategorii "publikacje w czasopismach opublikowane po uzyskaniu stopnia doktora, nie indeksowane przez JCR" wymieniono dwanaście publikacji, w tym pięć w Przeglądzie Elektrotechnicznym (2-3 autorskie), jedną w czasopiśmie Pomiary, Automatyka, Kontrola, 1 w Zeszytach Naukowych Politechniki Gdańskiej, jedną w Mining - Informatics, Automation and Electrical Engineering, Wydawnictwa AGH, 2021, jedną w International Journal of Automotive Engineering/Society of Automotive Engineers of Japan, jedną w materiałach konferencji XII International School on Nonsinusoidal and Compensation, ISNCC 2015, Łagów.

A7. Autorstwo lub współautorstwo odpowiednio dla danego obszaru: opracowań zbiorowych, katalogów zbiorów, dokumentacji prac badawczych, ekspertyz, utworów i dzieł artystycznych

W tej kategorii Habilitant zamieścił 3 wieloautorskie pozycje: *"Badania reduktorów napięcia"* na zlecenie firmy Binary Helix sp. z o. o., *"Badanie systemu monitoringu obciążeń lin nośnych górniczych wyciągów szybowych w KGHM Polska Miedź S.A."* na zlecenie Oddziału Zakładów Górniczych Polkowice-Sieroszowice oraz *"Badanie jakości oświetlenia awaryjnego w wybranych pomieszczeniach na terenie zakładów Kompanii Piwowarskiej S.A. w Tychach"* na zlecenie Kompanii Piwowarskiej S.A. w Tychach.

A8. Kierowanie międzynarodowymi lub krajowymi projektami badawczymi lub udział w takich projektach

Habilitant uczestniczył łącznie w siedmiu projektach, w tym w dwóch międzynarodowych, w jednym przypadku był kierownikiem projektu. W projekcie *"Nowe rozwiązania układowe galwanicznych izolatorów analogowych sygnałów pomiarowych"*, finansowanym ze środków NCBiR, uczestniczył m.in. w pracach nad systemem pomiarowym z transmisją światłowodową oraz w badaniach laboratoryjnych nowych izolatorów galwanicznych z barierą pojemnościową. W projekcie *"Metody estymacji niepewności pomiaru impedancji zastępczych sieci elektroenergetycznej"*, finansowanym ze środków NCN, brał udział w opracowaniu symulacyjnego i laboratoryjnego modelu systemu elektroenergetycznego oraz w eksperymentach, analizach wyników i pracach nad algorytmami przetwarzania sygnałów. Kierował projektem finansowanym ze środków NCBiR *"Pomiarowy dzielnik wysokiego napięcia z autokalibracją"*, koordynując pracami konsorcjum oraz uczestnicząc w opracowaniu układów sterujących dzielnika oraz w opracowaniu i badaniach eksperymentalnych. Ponadto był wykonawcą w projektach: *"Rozproszony bezprzewodowy system pomiarowy parametrów operacyjnych w tym energii elektrycznej niskiego i średniego napięcia"*, finansowanym w ramach Programu Operacyjnego Innowacyjna Gospodarka oraz w projekcie rozwojowym *"Innowacyjne technologie poprawy efektywności energetycznej w procesie produkcji wielkogabarytowych odkuwek"*, finansowanym przez NCBiR oraz NFOŚiGW w ramach programu GEKON. Dwa międzynarodowe projekty badawcze, w których uczestniczył Habilitant dotyczyły odpowiednio

opracowania systemów teleinformatycznych do zastosowania w systemach typu Smart Grid oraz opracowania podstacji średniego napięcia do zastosowań w inteligentnych systemach elektroenergetycznych. W pierwszym z wymienionych, "KIC-INSTINCT (ICT Solutions for Active Distribution and Customer Integration)" Habilitant prowadził badania nad systemami synchronizacji odległych węzłów teleinformatycznych z wykorzystaniem łączy światłowodowych. Natomiast w drugim z projektów, "KIC-ASS (Active Substation)" - prowadził badania dotyczące identyfikacji charakterystyk częstotliwościowych przekładników indukcyjnych.

A9. Międzynarodowe lub krajowe nagrody za działalność odpowiednio naukową lub artystyczną

Habilitant otrzymał dwukrotnie indywidualną Nagrodę Rektora AGH za osiągnięcia naukowe: II stopnia (2013) oraz III stopnia (2010). Do tej kategorii zaliczył Habilitant również List Gratulacyjny MNiSzW za wynalazek "*Układ pomiarowy z światłowodową transmisją mocy elektrycznej i sygnałów mierzonych*", opracowany przez zespół autorów (2010).

A10. Wygłoszenie referatów na międzynarodowych lub krajowych konferencjach tematycznych

Habilitant wygłosił trzynaście referatów na konferencjach w latach 2009 - 2019, tj. po uzyskaniu stopnia doktora. Trzy z nich przedstawiono na konferencjach międzynarodowych, w tym dwa referaty na konferencji w kraju i jeden w Stanach Zjednoczonych.

W mojej opinii dorobek naukowy Habilitanta pod względem zarówno liczby czasopism z listy JCR, jakości czasopism publikujących Jego prace wyrażonej poprzez ich współczynnik wpływu, liczbę cytowań oraz indeks Hirscha spełniają w sposób wystarczający warunki stawiane w procedurach habilitacyjnych w dyscyplinie *automatyka, elektronika i elektrotechnika*. Ocenę dorobku naukowego istotnie podwyższają osiągnięcia związane z pozostałymi wymienionymi wyżej aktywnościami, w tym zwłaszcza duża aktywność w zakresie uzyskanych patentów oraz udział w krajowych i międzynarodowych projektach badawczych.

B. Ocena w zakresie dorobku dydaktycznego i popularyzatorskiego oraz współpracy międzynarodowej

B1. Uczestnictwo w programach europejskich i innych programach międzynarodowych lub krajowych

Habilitant od roku 2012 pełni rolę koordynatora międzynarodowego projektu dydaktycznego KIC-SENSE (Smart Electric Networks and Systems Engineering). Projekt jest prowadzony pod auspicjami KIC-InnoEnergy i w porozumieniu z KTH Sztokholm. W ramach projektu prowadzone są studia międzynarodowe. Dla uczestników studiów prowadzone są kursy o tematyce "Power Quality", w ramach których Habilitant wygłasza regularnie wykład w j. angielskim na temat pomiarów jakości energii elektrycznej.

B2. Udział w międzynarodowych lub krajowych konferencjach naukowych lub udział w komitetach organizacyjnych tych konferencji

Poza informacją o wygłoszeniu 13 referatów konferencyjnych (rec. p. A10) nie wskazano innych aktywności.

B3. Otrzymane nagrody i wyróżnienia

Habilitant był wielokrotnie nagradzany za działalność dydaktyczną. W roku akademickim 2018/2019 otrzymał wyróżnienie dla najlepszego dydaktyka Wydziału EAIiB AGH, dwukrotnie otrzymał zespołową nagrodę II stopnia Rektora AGH za działalność dydaktyczną (2009, 2017) oraz dwukrotnie zespołową nagrodę III stopnia Rektora AGH za działalność dydaktyczną (2008, 2011).

B4. Udział w konsorcjach i sieciach badawczych

Habilitant aktywnie uczestniczy od roku 2011 w projektach organizowanych przez konsorcjum EIT-InnoEnergy (dawniej KIC InnoEnergy). W ramach prac prowadzonych przez konsorcjum Habilitant wymienia swój udział w trzech następujących projektach:

- KIC INSTINCT (ICT Solution for Active Distribution and Customer Integration), projekt badawczo-rozwojowy realizowany przez międzynarodowy zespół z uczelni (m.in. Szwecji, Francji, Hiszpanii, Holandii oraz AGH) oraz wielu firm europejskich. Głównym celem projektu było opracowanie systemu teleinformatycznego na potrzeby inteligentnego systemu elektroenergetycznego.
- KIC ASS (Active Substation), projekt badawczo-rozwojowy realizowany przez międzynarodowy zespół w składzie podobnym jak w ww. projekcie. Nadrzędnym celem projektu było opracowanie aktywnie sterowanej rozdzielni średniego napięcia przeznaczonej do zastosowań w sieciach rozdzielczych.
- KIC SENSE (Smart Electric Networks and Systems Engineering), projekt dydaktyczny realizowany przez konsorcjum składające się z uczelni (skład konsorcjum podobny jak w ww. pierwszym z projektów). Celem projektu było opracowanie i prowadzenie dwuletnich międzynarodowych studiów magisterskich o tematyce Smart Grids, przeznaczonych dla kandydatów z całego świata i kończących się otrzymaniem dyplomów dwóch uczelni.

We wszystkich wymienionych projektach Habilitant realizował zadania badawcze i dydaktyczne powiązane z głównym nurtem swoich prac badawczych.

B5. Kierowanie projektami realizowanymi przy współpracy z naukowcami z innych ośrodków polskich i zagranicznych, a w przypadku badań stosowanych we współpracy z przedsiębiorstwami

W latach 2012 - 2015 Habilitant kierował projektem badawczo-rozwojowym "Pomiarowy dzielnik wysokiego napięcia z autokalibracją", finansowany ze środków NCBiR. O osiągnięciu tym jest mowa w recenzji w p. A8.

B6. Udział w komitetach redakcyjnych i radach naukowych czasopism

Nie wykazano

B7. Członkostwo w międzynarodowych lub krajowych organizacjach i towarzystwach naukowych

Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE)

B8. Osiągnięcia dydaktyczne i w zakresie popularyzacji nauki

Habilitant jest doświadczonym dydaktykiem. Zajęcia ze studentami AGH prowadzi od 2002 roku jako asystent i od 2009 roku jako adiunkt.

- W ramach pacy dydaktycznej Habilitant prowadzi wykłady, projekty i laboratoria z przedmiotów: otwarte oprogramowanie w systemach wbudowanych, elektronika w systemach samochodowych, programowanie systemów elektroniki samochodowej, procesory sygnałowe i ich zastosowania oraz laboratoria z przedmiotów: systemy pomiarowe, cyfrowa technika pomiarowa, metrologia, podstawy informatyki, pomiary w procesach przetwarzania energii, telepomiary, metody numeryczne.
- Prowadził wykłady w ramach zamawianych studiów podyplomowych dla KGHM Polska Miedź S.A. na temat pomiarów wskaźników jakości energii.
- Regularnie wygłasza wykłady w j. angielskim w ramach projektu KIC-SENSE (por. rec. p. B1 i B4).
- Prowadzi wykłady i ćwiczenia laboratoryjne w j. angielskim dla studentów studiów II stopnia, na kierunku elektrotechnika o specjalności "Smart Grid".

B9. Opieka naukowa nad studentami

Opiekun naukowy czternastu zakończonych prac magisterskich i pięciu inżynierskich.

B10. Opieka naukowa nad doktorantami w charakterze opiekuna naukowego lub promotora pomocniczego

Opiekun pomocniczy dwóch prac doktorskich.

B11. Staże w zagranicznych i krajowych ośrodkach naukowych lub akademickich

Habilitant w wykazie osiągnięć naukowych wskazuje pośrednio na ocenianą aktywność łącząc ją z prowadzeniem badań w zagranicznych lub krajowych ośrodkach naukowych lub akademickich i wymienia następujące aktywności:

- Tygodniowy, związany z prowadzeniem badań, pobyt w Uniwersytecie św. Cyryla i Metodego w Skopie, Macedonia Północna (2008).
- Wygłoszenie referatu naukowego w Akademii Morskiej w Gdyni (2013).
- W ramach realizacji projektów KIC-ASS oraz KIC-INSTINCT krótkie pobyty na uczelniach w Sztokholmie (2014) i w Lizbonie (2013).
- Kontynuując współpracę z KTH Sztokholm, rozpoczętą w ramach projektów KIC-ASS i KIC-INSTINKT Habilitant utrzymywał w 2021 intensywne kontakty badawcze związane z pracami nad rozwojem nowego czujnika napięcia. Z powodu pandemii kontakty te prowadzone były z wykorzystaniem narzędzi do telekonferencji. Wyniki tej współpracy przedstawiono m.in. w publikacji w *MDPI Energies* (należy do ocenianego cyklu), a jednym z jej współautorów jest pracownik naukowy z KTH Sztokholm.
- W latach 2014 - 2016 Habilitant pracował w firmie Delphi Poland sp. z o.o. (obecnie Aptiv Services Poland), która koncentruje się na prowadzeniu badań rozwojowych na rzecz innych jednostek korporacji Aptiv i zajmował się m.in. opracowaniem algorytmów, przygotowaniem prototypów oprogramowania i weryfikacją modeli w środowisku Matlab/Simulink.
- Od roku 2017 Habilitant pracuje w firmie Merit Poland sp. z o.o., która jest centrum

790

inżynierskim firmy Merit Automotive S.L.A. z główną siedzibą w Barcelonie. Owocem tych prac są m.in. dwie publikacje naukowe oraz opieka nad dwoma doktorantami w ramach doktoratów wdrożeniowych (rec. p. B10).

B12. Wykonanie ekspertyz lub innych opracowań na zamówienie organów władzy publicznej, samorządu terytorialnego, podmiotów realizujących zadania publiczne lub przedsiębiorców

Wykazano współudział w trzech następujących opracowaniach:

- *Pomiary natężenia pola elektrycznego pod linią wysokiego napięcia na terenie prywatnej działki w miejscowości Zielonki, wraz z opracowaniem wyników. Na zlecenie osoby cywilnej.*
- Dwa opracowania zlecone przez Fundację Partnerstwo dla Środowiska z siedzibą w Krakowie: *"Analiza techniczna możliwości poprawy efektywności energetycznej zakładu należącego do przedsiębiorstwa Promot w Cieszynie"* oraz *"Analiza techniczna możliwości poprawy efektywności energetycznej zakładu produkcji należącego do przedsiębiorstwa Treko-Laser" w Skawinie*.

B13. Udział w zespołach eksperckich lub konkursowych

Nie wykazano

B14. Recenzowanie projektów międzynarodowych i krajowych

Nie wykazano

B15. Recenzowanie publikacji w czasopismach międzynarodowych i krajowych

- IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement - trzy recenzje,
- IEEE Transactions on Power Delivery - dwie recenzje,
- MDPI Energies - sześć recenzji,
- IEEE Transactions on Smart Grids - jedna recenzja,
- IEEE PES Letters - jedna recenzja
- EPQU (Electrical Power Quality and Utilization) - jedna recenzja,
- Metrology and Measurement Systems - jedna recenzja,
- Konferencja EBCCSP (Event-Based Control, Communication and Signal Processing) 2016 - jedna recenzja.

Osiągnięcia w zakresie dorobku dydaktycznego i popularyzatorskiego oraz współpracy międzynarodowej w sposób jednoznaczny spełniają wymagania stawiane kandydatom w postępowaniu habilitacyjnym i świadczą o zaangażowaniu Habilitanta w każdy z wymienionych obszarów aktywności. Na podkreślenie zasługuje duże zaangażowanie we współpracę z zagranicznymi ośrodkami naukowymi, w tym udział w konsorcjach i sieciach badawczych, jak również opieka nad doktorantami. Ponadto wykonanie łącznie piętnastu recenzji w czasopismach międzynarodowych potwierdza, że dr inż. Andrzej Wetula jest zauważany jako kompetentny badacz w uprawianej dyscyplinie naukowej.

5. Podsumowanie i wniosek końcowy

Uwzględniając opinie cząstkowe zawarte w recenzji, w tym ocenę osiągnięcia naukowego w postaci cyklu publikacji, całokształt osiągnięć badawczych, z podkreśleniem prowadzonej współpracy międzynarodowej i udziałem w realizacji projektów badawczych, jak również aktywność dydaktyczną, **pozytywnie oceniam** dorobek naukowo-badawczy i dydaktyczny Habilitanta.

Uważam, że osiągnięcia dr. inż. Andrzeja Wetuli spełniają wymagania Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o Szkolnictwie Wyższym i Nauce (Dz. U. z 2018 r. poz. 1668, z późn. zm.), odnoszące się do warunków nadania stopnia doktora habilitowanego i w związku z tym **pozytywnie oceniam** Jego wniosek o nadanie stopnia doktora habilitowanego nauk inżyniersko-technicznych w dyscyplinie *automatyka, elektronika i elektrotechnika*.

Ryszard Rybski

