

Recenzja osiągnięcia naukowego oraz istotnej aktywności naukowej dr inż. Darii Wotzka  
w związku z postępowaniem o nadanie stopnia doktora habilitowanego

### **Podstawa formalna wykonania recenzji**

Recenzja została opracowana na zlecenie Rektora Politechniki Opolskiej dr hab. inż. Marcina Lorenca, pismo RR/1493/2022 z dnia 24 listopada 2022 roku, zgodnie z decyzją Senatu Politechniki Opolskiej (uchwała 214) z dnia 23 listopada 2022 roku o powołaniu do pełnienia funkcji recenzenta komisji habilitacyjnej w postępowaniu o nadanie stopnia doktora habilitowanego dr inż. Darii Wotzka.

Przedstawione do opinii materiały zawierają autoreferat (omawiający, m.in. cel naukowy osiągnięcia, uzyskane wyniki i sposób ich wykorzystania, pozostałe osiągnięcia naukowo-badawcze oraz dorobek dydaktyczny, organizacyjny i popularyzatorski Habilitantki), wykaz osiągnięć naukowych, opublikowanych prac naukowych, oświadczenia współautorów publikacji naukowych o ich udziale merytorycznym, kopie wybranych prac dotyczących istotnej aktywności naukowej Habilitantki, odpis dyplomu uzyskania stopnia doktora nauk technicznych, stopnia naukowego Diplom-Informatikerin (stopień magistra inżyniera Informatyki nostryfikowany na podstawie uchwały Rady Wydziału Informatyki i Zarządzania Politechniki Wrocławskiej), zaświadczenia o współpracy z naukowcami w kraju i za granicą, certyfikaty uczestnictwa w szkoleniach, zaświadczenia o współpracy z otoczeniem gospodarczym oraz monografię pt.: „*Koncepcja, wykonanie i badania urządzenia do pomiaru strumienia objętości ścieków w kanale otwartym*”, wydaną przez Oficynę Wydawniczą Politechniki Opolskiej w 2022 roku, Studia i Monografie z. 568.

### **Informacje ogólne o Kandydacie**

Dr inż. Daria Wotzka jest absolwentką Wydziału Elektrotechniki i Informatyki Uniwersytetu Technicznego w Berlinie, który ukończyła w roku 2008, uzyskując stopień naukowy Diplom-Informatikerin (magistra inżyniera Informatyki). Tytuł pracy dyplomowej magisterskiej „*Design and experimental quality assessment of adjacency measures in wireless sensor networks*”.

W roku 2011 obroniła rozprawę doktorską na Wydziale Elektrotechniki, Automatyki i Informatyki Politechniki Opolskiej uzyskując stopień doktora nauk technicznych w dyscyplinie Elektrotechnika. Temat rozprawy: „*Modelowanie sygnałów emisji akustycznej generowanej przez wybrane klasy wylądowań niezupełnych*”.

W latach 2005 – 2007 dr inż. Daria Wotzka była zatrudniona jako pomoc studencka w Instytucie Maszynierii i Gospodarki Fabrycznej Wydziału Transportu i Systemów Maszynowych Uniwersytetu Technicznego w Berlinie. Po ukończeniu studiów magisterskich dr inż. Daria Wotzka rozpoczęła w 2009 studia doktoranckie na Wydziale Elektrotechniki, Automatyki i Informatyki Politechniki Opolskiej. Po uzyskaniu stopnia naukowego doktora, w latach 2011-2012 była zatrudniona na stanowisku asystenta, następnie, tj. od 2012 roku do chwili obecnej pracuje na stanowisku adiunkta na Wydziale Elektrotechniki, Automatyki i Informatyki Politechniki Opolskiej.

Zainteresowania zawodowe i naukowe dr inż. Darii Wotzka związane są z szeroko rozumianą elektroenergetyką (w tym badanie zjawisk w układach izolacyjnych, modelowanie i analiza zjawisk towarzyszących generacji sygnałów akustycznych, wylądowań niezupełnych,

diagnostyki urządzeń elektroenergetycznych, elektryzacji strumieniowej, badania związane z generacją i propagacją niskoczęstotliwościowych sygnałów akustycznych, emitowanych do środowiska podczas pracy elektrowni wiatrowych, badania w obszarze pomiaru wielkości nieelektrycznych metodami elektrycznymi). W prowadzonych badaniach Habilitantka wykorzystwała zaawansowane metody i narzędzia cyfrowego przetwarzania sygnałów, modelowania numerycznego, wykorzystania elementów „sztucznej inteligencji” oraz uczenia maszynowego.

### **1. Ocena osiągnięcia naukowego**

Jako osiągnięcie naukowe, stanowiące wkład w rozwój dyscypliny naukowej automatyka, elektronika, elektrotechnika i technologie kosmiczne Habilitantka wskazała autorską monografię pt.: „*Koncepcja, wykonanie i badania urządzenia do pomiaru strumienia objętości ścieków w kanale otwartym*”.

Na wstępie chciałbym stwierdzić, że monografia jest napisana poprawnym i zrozumiałym językiem, z brakiem nieściślych i nieprecyzyjnych określeń. W mojej ocenie jest to praca w pełni oryginalna, a Habilitantka jest jej jedynym autorem.

### **Aktualność i ważność tematyki**

Obserwowane, zmiany w rozbudowie miast i wsi będące konsekwencją stale wzrastającej liczby mieszkańców, pociągają za sobą, m.in. konieczność rozwoju i doskonalenia istniejących systemów monitoringu sieci sanitarnych stanowiących istotny składnik gospodarki komunalnej. Bieżąca obserwacja sieci sanitarnych pozwala na ocenę ich sprawności hydraulicznej. W tym zadaniu istotna jest ciągła akwizycja danych pomiarowych pozwalających, m.in. na wyznaczenie wielkości i prędkości przepływu ścieków w kanałach otwartych oraz miąższości osadu kanałowego w kolektorach przelazowych. W konsekwencji dane te umożliwiają szacunkowe określenie poziomu obciążenia w poszczególnych obszarach instalacji wodno-kanalizacyjnej oraz wykrywanie niepożądanych zjawisk, takich jak występowanie spiętrzeń i cofek w kanale czy też przekroczeń maksymalnych. Skutkiem braku stałego nadzoru nad warunkami pracy sieci sanitarnej może być wyciek powodujący skażenie środowiska naturalnego co może stanowić potencjalne zagrożenie dla życia i zdrowia mieszkańców obszaru dotkniętego awarią.

Pojawiające się wyniki prac badawczych w tym zakresie ukierunkowane są m.in. na opracowanie modeli symulacyjnych funkcjonowania sieci sanitarnych, wykorzystywanych następnie do predykcji ich zachowania w różnych warunkach pracy.

Z kolei uzyskane, dane obiektowe z instalacji pracujących, których akwizycja odbywa się na bieżąco są wykorzystywane do kalibracji i walidacji modeli matematycznych.

W Polsce wiele przedsiębiorstw wodno-kanalizacyjnych nie dysponuje jeszcze systemami monitorowania kanalizacji ściekowej czy deszczowej o odpowiednio bogatej strukturze pomiarowej, pozwalającej na pomiar prędkości liniowej przepływu w kolejnych odcinkach sieci wodno-ściekowej. Wyniki to m.in. z konieczności urządzeń pomiarowych sposób możliwie bezinwazyjny, nie zakłócający naturalnego przepływu nieczystości.

Warto nadmienić, że wyznaczenie rzeczywistej ilości oprowadzanych ścieków może wpływać na oszczędności, szczególnie w tych podmiotach, które w procesie technologicznym wykorzystują wodę. Przy braku szacowania rzeczywistych ilości „produkowanych” ścieków koszt ich odprowadzania szacuje się na podstawie pobranej wody co nie zawsze odpowiada warunkom rzeczywistym.

Istnieje szereg publikacji i opracowań naukowych opisujących zjawisko przepływu cieczy w kanałach kanalizacyjnych o różnym kształcie, przedstawiono opracowane równania i modele matematyczne charakteryzujące przepływ przez kanały ściekowe. Jednak złożoność problemu jak i różnorodność stosowanych rozwiązań konstrukcyjnych w sieciach wodno-

kanalizacyjnych (szczególnie w dużych aglomeracjach) nie wyczerpuje zagadnienia i nadal stanowi wyzwanie dla naukowców, skłaniając ich do dalszych badań w tej tematyce.

Recenzowana monografia wpisuje się w obszar zagadnień metrologicznych związanych z pomiarami wielkości nieelektrycznymi metodami elektrycznymi wykorzystywanymi dla celów monitorowania warunków pracy systemów wodno-kanalizacyjnych.

Tym samym, można stwierdzić, że tematyka badań oraz uzyskane przez Habilitantkę rezultaty są aktualne i ważne dla szeroko rozumianej metrologii wielkości nieelektrycznych wykorzystywanej w systemach monitoringu i nadzorowania pracy sieci wodno-kanalizacyjnych.

### **Ocena merytoryczna**

Celem naukowym i badawczym monografii przytoczonym w Autoreferacie, zdaniem Habilitantki było: „... było udoskonalenie metody i opracowanie urządzenia do pomiaru strumienia objętości przepływu w kanalizacji ściekowej, mającego potencjał wdrożeniowy. W szczególności urządzenie spełnia warunek możliwie niskiej inwazyjności w prawidłowy przepływ ścieków w kanale otwartym. Dodatkowe ograniczenie stanowi warunek niskiego kosztu produkcji opracowanego urządzenia.”

W rozdziale pierwszym zawarto ogólne prowadzenie do tematyki badań, sformułowano cel główny oraz cele szczegółowe pracy oraz przedstawiono jej strukturę.

W rozdziale drugim Habilitantka dokonuje przeglądu literatury w zakresie wykorzystania ultrasonografii dźwiękowej w pomiarach przepływu cieczy. Przedstawiono i omówiono zastosowanie różnych wariantów tej metody w przemyśle. W dalszej części rozdziału scharakteryzowano metodę ultrasonografii dopplerowskiej zwaną jako metoda fali ciągłej oraz jej rozwinięcie, tj. ultradźwiękową impulsową metodę Dopplera wykorzystywane do pomiaru przepływu cieczy. W tradycyjnej metodzie dopplerowskiej wykorzystującej falę ciągłą, wyznaczone przesunięcie częstotliwościowe odbieranego sygnału ultradźwiękowego wykorzystuje się do obliczenia natężenia przepływu. Z kolei w metodzie impulsowej, dzięki zastosowaniu tzw. taktu impulsowego pomiędzy impulsem nadawczym, a odbiorczym, mierzona prędkość przepływu może być określona w całym przekroju przestrzennym. Echa sygnałów odbitych od cząstek poruszających się w innych obszarach nie mają wpływu na pomiar prędkości w zdefiniowanym oknie (warstwie).

Następnie opisano metodę korelacji krzyżowej wykorzystywaną do wyznaczenia prędkości wzdłużnej cząstki z zależności:

$$v_x = c\tau(x)/2PRT \sin(\varphi), \quad (1)$$

gdzie:  $v_x$  – prędkość cząsteczki,  $\tau(x)$  – opóźnienie odpowiadające globalnemu ekstremum maksimum funkcji korelacji krzyżowej w pozycji  $x$ ,  $\varphi$  – kąt nachylenia czujnika względem ruchu cieczy,  $PRT$  – czas między emisjami dwóch sekwencji impulsów,  $c$  – prędkość dźwięku w ośrodku propagacji.

Metoda korelacji krzyżowej bazuje na przesunięciu czasowym między skorelowanymi kolejnymi sygnałami echa, a nie na przesunięciu częstotliwościowym jak ma to miejsce w metodach dopplerowskich. Teoretycznie, dokładność pomiarowa metody zależy od kąta nachylenia czujnika  $\varphi$ , szerokości pasma sygnału i szerokości okna segmentacyjnego oraz związanych z tym błędów okienkowania. Funkcja wyznaczająca korelację wzajemną rozpoznaje tylko przypisany jej obszar korelacyjny.

Uzupełnieniem treści rozdziału drugiego jest krótkie omówienie przykładowych rozwiązań komercyjnych przepływomierzy ultradźwiękowych.

Zasadnicza treść rozdziału trzeciego koncentruje się na określeniu profilu prędkości przepływów laminarnego i turbulentnego w poszczególnych warstwach cylindrycznego

kanalu otwartego. W tym celu opracowany został model komputerowy wykonany w środowisku COMSOL Multiphysics z wykorzystaniem modułu CFD. Moduł CFD do aproksymacji rozwiązań równań różniczkowych cząstkowych wykorzystuje algorytmy oparte o metodę elementów skończonych (MES). Na potrzeby badań symulacyjnych sformułowano warunki początkowe i brzegowe. Jako obiekt badań przyjęto cylinder wypełniony cieczą do pewnej wysokości  $H$ , przepływającą wzdłuż obiektu ze stałą prędkością średnią  $V$ , określoną na powierzchni otworu wlotowego. W zadaniu modelowania rozwiązywane są równania Naviera-Stokesa w warunkach przepływu laminarnego i turbulentnego, cieczy nieściśliwej. Zmiennymi zależnymi w modelu są składowe polowe prędkości  $u$ ,  $v$ ,  $w$  oraz ciśnienie  $p$ . W modelu przyjęto stałą temperaturę  $T = 293,15$  K oraz zerowe warunki początkowe:  $\mathbf{u} = (0,0,0)$  m/s,  $p = 0$  Pa.

Sformułowano również cztery warunki brzegowe:

1. Nieruchoma ściana bez poślizgu.
2. Brzeg otwarty o naprężeniu normalnym.
3. Stałe ciśnienie z tłumieniem przepływu zwrotnego.
4. Normalna prędkość wlotowa.

Opracowany model pozwolił na przeprowadzenie szeregu obliczeń numerycznych wyznaczających m.in.:

- rozkłady powierzchniowe prędkości cieczy wewnątrz kanału cylindrycznego dla różnych wysokości cieczy,
- rozkłady prędkości przepływu laminarnego i turbulentnego wzdłuż kanału,
- rozkłady prędkości przepływu laminarnego i turbulentnego wszereż kanału.

Rozdział czwarty monografii poświęcony jest charakterystyce opracowanego urządzenia do pomiaru wielkości przepływu (strumienia objętości). Omówiono również założenia funkcjonalne i konstrukcję stanowiska laboratoryjnego modelującego przepływ w otwartym, cylindrycznym kanale ściekowym. Następnie przedstawiono, w sposób poglądowy zasadę pomiaru prędkości i poziomu cieczy (wysokości) w kanale cylindrycznym z wykorzystaniem dwóch czujników (prędkości oraz głębokości) emitujących fale ultradźwiękowe.

Kolejnym krokiem było wyznaczenie (w efekcie prac badawczych) „optymalnych” wartości parametrów czujników, do których zaliczono:

- *Offset* – liczba odrzucanych próbek początkowych, zawierających sygnały odbite od ścianek czujnika  $C_V$  (prędkości) i  $C_H$  (wysokości),
- $\delta$  – liczba próbek sygnału wykorzystana na potrzeby określenia parametru *Offset*,
- *PRT* – czas pomiędzy transmisją, a odbiorem kolejnych serii impulsów emitowanych przez czujnik  $C_V$ ,
- *SzW* – szerokość kolejnych warstw, rozpatrywanych w ramach ramki danych złożonej z 2000 próbek sygnału rejestrowanego przez czujnik  $C_V$ ,
- $N$  – liczba próbek sygnału uwzględnianych w analizie korelacyjnej,
- $TH$  – wartość graniczna dla określenia poziomu cieczy przez czujnik  $C_H$ .

Sama procedura pomiarowa odbywa się następująco. Czujnik  $C_H$  emituje sygnał ultradźwiękowy na podstawie którego obliczany jest poziom cieczy  $H$ . Wykorzystując te wartości określa się przekrój kanału  $A$  dla kolejnych warstw zgodnie z profilem wyliczonym w numerycznych badaniach symulacyjnych, przy czym przyjęto profil dla przepływu turbulentnego. W kolejnym kroku z czujnika  $C_V$  wysyłane są dwie sekwencje ultradźwiękowe i obliczana jest prędkość cieczy  $v$ . Strumień objętości cieczy  $Q_{pom}$  wyznaczany jest jako iloczyn prędkości  $v$  i powierzchni  $A$ . Niestety brak w pracy wyjaśnień odnoszących się do ograniczenia badań jedynie do jednorodnej cieczy (woda wodociągowa z cząsteczkami rozdrobnionego peletu) oraz jednej średnicy kanału ściekowego, tj. rury o średnicy  $\phi = 0,15$  m.

Brak również informacji o możliwościach układu do wymuszania przepływów o dynamicznie zmieniających się cechach oraz oceny wpływu takich stanów na dokładność proponowanej metody pomiarowej. Takie założenia, odnoszące się do stanowiska badawczego, w mojej opinii ograniczają zakres przeprowadzonych badań a w konsekwencji uzyskane wyniki analiz oraz potwierdzenie dokładności opracowanej metody.

W rozdziale piątym przedstawiono algorytm obliczania prędkości cieczy w kanale ściekowym. Omówiono przygotowane procedury badawcze (osiem serii pomiarowych różniących się parametrem  $PRT$ ), pozwalające na wielowariantowe analizy uzyskanych rezultatów. Zaprezentowano strukturę toru przetwarzania pozyskanych sygnałów pomiarowych zawierającą m.in. filtrację cyfrową (pasmowo-przepustowy filtr eliptyczny) a następnie analizę korelacyjną z wykorzystaniem funkcji kowariancji krzyżowej pozwalającej na określenie wartości parametru  $\tau$  (por. równanie (1)). Pewien niedosyt budzi brak analiz wpływu potencjalnych składowych zakłócających w sygnałach pomiarowych, które nie zostają skutecznie wytlumione w procesie filtracji, tj. znajdują się we wstędze głównej widma amplitudowego filtru.

Następnie zaprezentowano wyniki przeprowadzonej oceny wpływu wartości wybranych parametrów czujników, np. wartości  $N$  oraz  $\delta$  na uzyskane rezultaty prędkości przepływu. Badania odgraniczono do przepływu zadanego  $Q_{zad}$  nieprzekraczającego poziomu  $220 \text{ dm}^3/\text{min}$ . Czy to odgraniczenie determinuje zakres stosowalności proponowanej metody pomiarowej? Uzupełnieniem rozważań w tym zakresie była prezentacja wyników analiz liczebności median prędkości przepływu  $v$ . Kolejnym krokiem prac opisanych w rozdziale piątym była optymalizacja wartości parametrów  $N$  oraz  $SzW$  czujnika  $c_v$ , kluczowych dla zapewnienia wysokiej dokładności wyznaczania wartości prędkości  $v$  a w konsekwencji strumienia objętości przepływu  $Q$ . W tym celu wykorzystano algorytm genetyczny, który został zautomatyzowany w postaci skryptu komputerowego. Uzupełnieniem badań było przedstawienie wyników analiz koherencji krzyżowej przy wykorzystaniu transformaty czasowo-częstotliwościowej.

Rozdział szósty zawiera wyniki pomiarowe i przeprowadzonych analiz sygnałów wejściowych zarejestrowanych za pomocą czujnika poziomu  $c_H$ . Podobnie jak miało to miejsce w rozdziale piątym scharakteryzowano procedurę cyfrowego przetwarzania sygnałów pomiarowych oraz przedstawiono metodę wyznaczania poziomu cieczy w kanale.

W rozdziale siódmym zaprezentowano wyniki walidacji układu pomiarowego przeprowadzonej w warunkach laboratoryjnych. Przeprowadzono ją dla stabilnych warunków pracy układu, tj. przy stałym przepływie cieczy. Badania te obejmowały przede wszystkim analizę liniowości zależności funkcyjnej przepływu mierzonego w zależności od przepływu zadanego, tj.  $Q_{pom}=f(Q_{zad})$ . Wykorzystując stanowisko laboratoryjne badania przeprowadzono dla czterech egzemplarzy urządzenia pomiarowego pracujących przy „optymalnych” parametrach, wyznaczonych w oparciu o analizy omówione w poprzednich rozdziałach. Uzyskane rezultaty pozwoliły na stwierdzenie: „... dla przepływów w zakresie  $40\text{--}190 \text{ dm}^3/\text{min}$  opracowane urządzenie wykonuje pomiar strumienia objętości cieczy z niedokładnością średnio  $5,49\%$ . W zakresie niskich oraz bardzo dużych prędkości, konieczna byłaby adjustacja parametrów urządzenia, związanych z liczbą emitowanych impulsów w ramach sekwencji  $S1$  i  $S2$  oraz czasem  $PRT$ .”

Uzupełnieniem badań walidacyjnych była analiza powtarzalności z wykorzystaniem jednoczynnikowej analizy wariancji ANOVA i wielokrotnego testu porównawczego oraz analiza niepewności wyników pomiarów.

Rozdział ósmy zawiera informacje dotyczące identyfikacji parametrów matematycznego modelu SISO układu pomiarowego. Przedstawiono i omówiono strukturę modelu, scharakteryzowano sposób doboru jego parametrów (posiłkując się analizą wpływu wielkości okna uśredniającego  $M$  algorytmu mediany ruchomej oraz rzędu modelu na

uzyskane wyniki). Zaprezentowano również wyniki badań właściwości dynamicznych modelu.

W rozdziale dziewiątym przedstawiono przykładowe wyniki weryfikacji poprawności pomiarowej opracowanego układu pomiarowego w warunkach rzeczywistych w ramach przeprowadzonej kampanii pomiarowej.

Rozdział dziesiąty zawiera podsumowanie i główne wnioski z przeprowadzonych prac naukowo-badawczych.

Podsumowując, pomimo pewnych wątpliwości i ograniczeń należy stwierdzić, że przedstawione wyniki badań są szczegółowo opisane i wyciągnięte zostały właściwe wnioski. W opiniowanej monografii nie zauważyłem błędów merytorycznych i jest ona dobrym źródłem wiedzy o metodach i urządzeniach stanowiących nowe podejście do problemu pomiaru wielkości nieelektrycznych metodami elektrycznymi w kontekście zagadnienia pomiarów przepływu cieczy w kanale otwartym sieci wodno-kanalizacyjnej.

**Uważam, że oceniana monografia naukowa jest istotnym wkładem Habilitantki w rozwój dyscypliny Automatyka, Elektronika, Elektrotechnika i Technologie Kosmiczne.** Habilitantka wniosła swój wkład w rozwój dyscypliny Automatyka, Elektronika, Elektrotechnika i Technologie Kosmiczne poprzez:

- Określenie profilu prędkości w kanale otwartym z zastosowaniem metody elementów skończonych.
- Projekt urządzenia pomiarowego, dobór jego elementów, umożliwiających rejestrację i przetwarzanie sygnałów zgodnie z opracowaną metodą.
- Opracowanie procedur pomiaru i wyznaczania prędkości  $v$  oraz poziomu ścieków  $H$  w kanale otwartym, pozwalających na obliczenie strumienia objętości  $Q$ .
- Dobór, na podstawie wielowariantowych analiz pozyskanych sygnałów pomiarowych, parametrów pracy urządzenia zapewniających jego „optymalną” pracę.
- Przeprowadzenie procesu walidacji opracowanego urządzenia w warunkach laboratoryjnych i przemysłowych, w tym potwierdzenie powtarzalności obliczanych wartości strumienia przepływu  $Q$ , których niepewność standardowa złożona nie przekracza poziomu 5%.

**W efekcie mojej pozytywnej oceny podstawowego osiągnięcia naukowego (monografii naukowej), stwierdzam, że Habilitantka przedstawiła istotne i oryginalne wyniki badań. Są one rezultatem działań teoretycznych, symulacji komputerowych wymagających stosowania nowoczesnych pakietów programowych jak również opracowania programów autorskich, projektu i wykonania urządzenia pomiarowego, badań laboratoryjnych oraz weryfikacji opracowanej metody pomiarowej w warunkach rzeczywistych (walidacji w warunkach przemysłowych). Działania te wymagały stosowania technik pomiarowych opartych na cyfrowej akwizycji sygnałów wejściowych, zaawansowanych algorytmów przetwarzania sygnałów oraz metod statystyki matematycznej.**

Uzyskane efekty powinny zaowocować w przyszłości wartościowymi publikacjami, szczególnie w odniesieniu do lokowania swoich prac w prestiżowych czasopismach zagranicznych.

## **2. Ocena istotnej działalności naukowej**

Z dokumentacji przedstawionej przez dr inż. Darię Wotzka wynika, że przed uzyskaniem stopnia doktora działalność naukowa i badawcza Habilitantki była dosyć szeroka i koncentrowała się głównie na zagadnieniach: jakości transmisji sygnałów w bezprzewodowych sieciach czujników w zależności od ich konfiguracji, wyselekcjonowania deskryptorów opisujących zjawiska występujące w złożonych układach izolacyjnych

obiektów elektroenergetycznych pozwalające na rozpoznawania form wyładowań niezupełnych, skorelowania wskaźników opisujących impulsy emisji akustycznej, modelowania i analizy zjawisk towarzyszących generacji oraz propagacji sygnałów akustycznych. Efektem tej działalności była obroniona w 2008 praca magisterska, złożona i obroniona w 2011 roku dysertacja doktorska oraz 20 publikacji naukowych i referatów konferencyjnych, m.in. w Acta Physica Polonica, Przeglądzie Elektrotechnicznym, Pomiary Automatyka Robotyka, Zeszytach Naukowych serii Elektryka Politechniki Opolskiej oraz na konferencjach, seminariach i warsztatach naukowych: Conference ZKwE, Students Conference on Electrodynamics and Mechatronics, Otwarte Seminarium z Akustyki, Winter Scholl on Wave and Quantum Acoustic na których prezentowała wyniki swoich badań.

W tym czasie dr inż. Daria Wotzka brała udział (jako pomoc studencka) w projekcie pt. „Embedded Watchdog Agent /Life Cycle Unit (EWA/LCU) - Diagnose von Standardkomponenten”, finansowanego przez Deutsche Forschungsgemeinschaft, pracując nad zagadnieniami projektowania i budowy systemów elektronicznych, stosowanych w diagnostyce maszyn i urządzeń elektrycznych.

Po uzyskaniu stopnia naukowego doktora Habilitantka rozwija i poszerza swoją działalność naukową i badawczą w zakresie, m.in.:

- badań mających na celu doskonalenie i rozwój nieinwazyjnych metod diagnostyki powietrznych i papierowoolejowych układów izolacyjnych urządzeń elektroenergetycznych,
- opracowania systemu eksperckiego umożliwiającego identyfikację defektów występujących w mierzonej izolacji, podczas normalnej pracy linii elektroenergetycznych oraz transformatorów, powodowanych wyładowaniami elektrycznymi,
- zdefiniowania możliwości i wskazania zakresu zastosowania modelowania numerycznego do badań zjawisk towarzyszących propagacji sygnałów emisji akustycznej, generowanej przez wyładowania niepełne występujące w cieczach dielektrycznych o różnej gęstości i temperaturze, z uwzględnieniem barier na drodze propagacji źródło-odbiornik,
- badań eksperymentalnych zjawisk fizycznych towarzyszących generacji elektrycznych wyładowań niezupełnych, jakie mogą występować w oleju izolacyjnym,
- doskonalenia metod diagnostyki i oceny stanu technicznego urządzeń elektroenergetycznych, w szczególności transformatorów (wraz z podobciążeniowymi przełącznikami zaczepów), przy zastosowaniu narzędzi sztucznej inteligencji,
- wykorzystania metod nadzorowanego uczenia maszynowego w opracowaniu systemu klasyfikacji defektów transformatorów elektroenergetycznych,
- zastosowania metod sztucznej inteligencji do oceny skuteczności klasyfikacji wyładowań niezupełnych w papierowo-olejowych układach izolacyjnych transformatora,
- badań związanych z generacją i propagacją niskoczęstotliwościowych sygnałów akustycznych, emitowanych do środowiska podczas pracy elektrowni wiatrowych,
- modelowania zjawiska elektryzacji strumieniowej z wykorzystaniem multifizycznych symulacji numerycznych opartych o metodę elementów skończonych,
- pomiarów wielkości nieelektrycznych metodami elektrycznymi.

Rezultaty prowadzonych prac naukowo-badawczych zostały opublikowane, m.in. w: monografii (habilitacyjnej), rozdziałach w monografiach, recenzowanych czasopismach krajowych i zagranicznych oraz materiałach konferencyjnych. Dwanaście artykułów zostało opublikowanych w wysoko punktowanych czasopismach o znaczących współczynnikach wpływu, tj.: Energies (2 artykuły), Applied Acoustics (1 artykuł), Applied Sciences-Basel (4

artykuły) oraz Sensors (5 artykułów). Ponadto Habilitantka publikowała wyniki prac jako autor lub współautor (o udziale własnym nie mniejszym niż 25%), m.in. w czasopiśmie: IEEE Transactions on Dielectrics and Electrical Insulation (1 artykuł), Journal of Computational Science (1 artykuł), Archives of Acoustics (1 artykuł), Journal of Spectroscopy (1 artykuł), Journal of Mechanical Science and Technology (1 artykuł), Insight (1 artykuł), Acta Physica Polonica A (7 artykułów), Przegląd Elektrotechniczny (2 artykuły) oraz prezentowała na międzynarodowych i krajowych konferencjach, np. International Scientific Conference on Electric Power Engineering (EPE), International Conference on Modelling and Simulation (ECMS), IEEE International Conference on Dielectrics (ICD), International Conference on High Voltage Engineering and Application (ICHVE), Winter School on Wave and Quantum Acoustics - wg. autoreferatu w tym okresie wygłoszono 9 referatów konferencyjnych (wszystkie w języku angielskim).

Z treści autoreferatu wynika, że 30 prac Habilitantki opublikowanych w czasopiśmie znajduje się liście Thomson Scientific Master Journal. Liczba cytowań prac dr inż. Darii Wotzka według WoS wynosi 315 (bez autocytowań 243), indeks Hirscha 11 zaś według bazy Scopus odpowiednio 346 (275), indeks Hirscha 12. Sumaryczna wartość Impact Factor wynosi 45,865. Liczba publikacji Habilitantki dostępnych w bazie WoS oraz Scopus wynosi 41.

Ogólnie oceniam, że liczba publikacji Habilitantki jest na dobrym poziomie. Na uwagę zasługuje fakt, że większość publikacji ma charakter wieloautorski co świadczy o umiejętnościach Kandydatki pracy w zespole i została napisana w języku angielskim. Jeśli natomiast chodzi o wskaźniki bibliometryczne, to w dokumentacji wniosku habilitacyjnego ograniczono się tylko do podania liczby cytowań, indeksu Hirscha i Impact Factor. Nie znalazłem informacji czy wszystkie publikacje są przypisane do dyscypliny naukowej Automatyka, Elektronika, Elektrotechnika i Technologie Kosmiczne oraz w jakich pracach i przez jakich autorów były cytowane prace Habilitantki. W mojej ocenie, dane bibliometryczne są na dość wysokim poziomie, jak dla wniosku habilitacyjnego.

W przedstawionej dokumentacji habilitacyjnej nie znalazłem informacji na temat osiągnięć Kandydatki w zakresie patentów i wzorów użytkowych.

W podsumowaniu dorobku publikacyjnego stwierdzam, że Habilitantka ma dorobek, który oceniam jako będący powyżej średniego dla przewodów habilitacyjnych. Dodatkowo uwzględniając w ocenie fakt, że Habilitantka opracowała obszerną monografię na dobrym poziomie naukowym.

Dr inż. Daria Wotzka była członkiem komitetu naukowego międzynarodowej konferencji „4th International Scientific Conference on Brain-Computer Interfaces” BCI 2021. Jest członkiem komitetu redakcyjnego pełniąc funkcję Co-Guest Editor of Special Issue "Analysis and Prediction of Wind Turbine Noise" Energies, MDPI, 2021-2022 oraz "Advances in Sensors and Sensing for Technical Condition Assessment and NDT" Sensors, MDPI, 2020-2021, pełni obowiązki edytora wydrukowanej wersji wydania specjalnego: "Advances in Sensors and Sensing for Technical Condition Assessment and NDT". MDPI Sensors, ISBN978-3-0365-2679-9, 2021 r.

Recenzowała szereg artykułów naukowych, m.in. w czasopiśmie: Sensors (13 recenzji), Applied Science (10 recenzji), Energies (9 recenzji), IEEE Transactions on Power Delivery (4 recenzje), Plasma Science and Technology (2 recenzje), Electronics (2 recenzje), Acoustics (2 recenzje), IEEE Access (1 recenzja).

Dr inż. Daria Wotzka aktywnie uczestniczyła w realizacji 7 projektów badawczych i badawczo-rozwojowych realizowanych ze środków:

- NCN w ramach programu MINIATURA (1 projekt jako kierownik),
- NCN w ramach programu OPUS 5, 7, 9 (3 projekty jako wykonawca),



- NCBiR w ramach programu LIDER (1 projekt jako wykonawca),
- NCBiR w ramach programu Szybka ścieżka (1 projekt jako wykonawca),
- Regionalnego Programu Operacyjnego Województwa Opolskiego (1 projekt jako wykonawca),

Pełniła funkcje kierownika oraz członka zespołu badawczego w trzech grantach Rektora Politechniki Opolskiej w konkursie DELTA. W 2010 odbyła tygodniowy staż w dziale Innowacji w firmie Biotronic (Niemcy).

Dr inż. Daria Wotzka w roku 2018 otrzymała grant z instytucji Europejskiej Współpracy Naukowo-Technicznej w ramach akcji IC COST Action IC1406 High-Performance Modelling and Simulation for Big Data Applications (cHiPSet), którego wynikiem było nawiązanie współpracy z zespołem naukowców z Uniwersytetu Genewskiego. Habilitantka aktywnie współpracuje z pracownikami naukowymi ośrodków krajowych (Uniwersytet Opolski, Uniwersytet Medyczny w Poznaniu) i zagranicznych (Uniwersytet Genewski).

Habilitantka miała możliwość transferu swej wiedzy do odbiorców z gospodarki krajowej, co jest składnikiem pozytywnie weryfikującym Jej wartość i pozycję naukową. W szczególności, realizowała, przy znaczącym udziale własnym, prace dla:

- Tauron Dystrybucja S.A. (2 prace)
- Agencji Informatycznej SPRINTER s.c.
- BSSTC.PL Sp. z o.o.

Większość tych prac zakończyła się wdrożeniami.

Kandydatka pełni obowiązki promotora pomocniczego w dwóch przewodach doktorskich:

- mgr inż. Mateusza Filipowicza pt. „System ekspertowy do predykcji potrzeb materiałowych dla przedsiębiorstw handlowych sektora MSP”,
- mgr inż. Mirosława Gryszińskiego pt. „Analiza wpływu warunków atmosferycznych na widma emisyjne wyładowań elektrycznych generowanych na powierzchniach izolatorów kompozytowych i ceramicznych”.

Dr inż. Daria Wotzka jest członkiem zwyczajnym organizacji IEEE.

**Podsumowując, należy podkreślić znaczący wzrost aktywności Habilitantki we wszystkich aspektach działalności naukowo-badawczej po uzyskaniu stopnia naukowego doktora. Przytoczone osiągnięcia naukowe i badawcze Habilitantki są oryginalne i znaczące, uznają je, jako spełniające wymagania w ubieganiu się o stopień doktora habilitowanego w dyscyplinie naukowej Automatyka, Elektronika, Elektrotechnika i Technologie Kosmiczne, świadczące o Jej aktywności naukowej.**

Zbiorczy wykaz dorobku naukowego Habilitantki przedstawiono w tabeli 1, natomiast dorobek po uzyskaniu stopnia doktora w tabeli 2.

Tabela 1 Dorobek naukowy Habilitanta

Dorobek publikacyjny	20
Autorska monografia	-
Publikacje w czasopismach z IF	4
Publikacje w czasopismach bez IF	4
Rozdziały w monografii lub materiałach konferencyjnych	12
Prace badawcze finansowane w drodze konkursów krajowych lub zagranicznych	1
Ekspertyzy lub inne projekty badawcze	0+1
Patenty	-

Tabela 2 Dorobek naukowy Habilitantki po uzyskaniu stopnia doktora

Dorobek publikacyjny	56
Autorska monografia	1
Publikacje w czasopismach z IF	26
Publikacje w czasopismach bez IF	14
Rozdziały w monografii lub materiałach konferencyjnych	15
Prace badawcze finansowane w drodze konkursów krajowych lub zagranicznych	7
Ekspertyzy lub inne projekty badawcze	3+3
Patenty	-

### 3. Ocena dorobku dydaktycznego

Dr inż. Daria Wotzka prowadzi różne formy zajęć dydaktycznych, tj. wykłady, ćwiczenia, seminaria, projekty i laboratoria z przedmiotów na kierunkach Informatyka (również w języku niemieckim i angielskim), Computer Engineering oraz Technologie Energetyki Odnawialnej. Są to, m.in. bloki zajęciowe z przedmiotów:

- Systemy operacyjne (w języku niemieckim),
- Algorytmy i struktury danych (w języku niemieckim),
- Narzędzia sztucznej inteligencji (w języku niemieckim),
- Transmisja danych (w języku niemieckim i angielskim),
- Programowanie niskopoziomowe (w języku niemieckim i angielskim),
- Systemy wbudowane (w języku niemieckim),
- Inżynieria oprogramowania,
- Systemy transmisji danych w energetyce prosumenckiej,
- Technologie wiatrowe w energetyce prosumenckiej,
- Internetowy monitoring i wdrażanie innowacji technologii OZE,
- Energetyka prosumencka.

Sumarycznie Kandydatka przygotowała wykłady z 14 przedmiotów, w tym 8 w języku niemieckim i 3 w języku angielskim.

Po uzyskaniu stopnia naukowego doktora, Habilitantka w ramach opieki naukowo-dydaktycznej nad studentami, pełniła lub pełni funkcję promotora 27 prac dyplomowych, w tym 21 prac inżynierskich oraz 6 prac magisterskich.

Posiada kilka certyfikatów szkoleniowych potwierdzających Jej kompetencje dydaktyczne i badawcze.

Dr inż. Daria Wotzka była zaangażowana w tworzenie na Politechnice Opolskiej kierunku Technologie Energetyki Odnawialnej w zakresie obejmującym nadzór nad jakością kształcenia Obecnie jest koordynatorem i członkiem Komisji Dydaktycznej tego kierunku. Brała aktywny udział w opracowywaniu planów siatek dydaktycznych dla następujących kierunków studiów:

- Technologie Energetyki Odnawialnej, studia stacjonarne I stopnia,
- Technologie Energetyki Odnawialnej, studia stacjonarne II stopnia, specjalność Eksploatacja odnawialnych źródeł energii.

Jest opiekunem laboratorium naukowo-dydaktycznego EnergiaITLab. Ponadto Kandydatka prowadziła zajęcia dodatkowe z programowania z wykorzystaniem układów ARDUINO UNO dla uczniów szkół klas 1-3 szkół zawodowych i technicznych.

Za działalność dydaktyczną Habilitantka została wyróżniona nagrodą Rektora Politechniki Opolskiej oraz Medalem Komisji Edukacji Narodowej.

**Podsumowując, działalność dydaktyczna dr inż. Darii Wotzka jest bogata oraz wielowątkowa i wykracza poza macierzystą uczelnię. Pozytywnie oceniam dorobek dydaktyczny Habilitantki.**

#### **4. Ocena dorobku organizacyjnego i popularyzatorskiego**

Dr inż. Daria Wotzka aktywnie angażuje się w działalność organizacyjną na Wydziale Elektrotechniki, Automatyki i Informatyki Politechniki Opolskiej jak i popularyzatorską, m.in. poprzez:

- Zaangażowanie w prace administracyjne dotyczące przygotowania dokumentacji na potrzeby poprawy jakości kształcenia na Politechnice Opolskiej na kierunku Informatyka w latach 2012-2014,
- uczestniczenie w pracach komitetu organizacyjnego międzynarodowej konferencji Nanotechnology for Instrumentation and Measurement Workshop NANOIM 2022, w roli Publication Chair (2022),
- aktywny udział w międzynarodowej konferencji Perspektywy Women in Tech Summit 2019 (wygłoszenie referatu na temat prowadzonej działalności badawczej),
- wygłoszenie referatu pt.: „Zastosowanie COMSOL Multiphysics® do modelowania procesów elektryzacji strumieniowej” w wydarzeniu COMSOL DAY (2017),
- Działania popularyzujące naukę podczas Światowych Dni Ziemi.

Habilitantka intensywnie działa na rzecz społeczności akademickiej w ramach Związku Zawodowego Pracowników Politechniki Opolskiej, początkowo jako członek Zarządu, a od grudnia 2020 r. jako przewodnicząca.

**Podsumowując, działalność organizacyjna i popularyzatorska dr inż. Darii Wotzka potwierdzają jej zaangażowanie zarówno na macierzystym wydziale jak i poza nim. Pozytywnie oceniam dorobek organizacyjny Habilitantki.**

#### **5. Konkluzja końcowa**

Na podstawie przedstawionej dokumentacji stwierdzam, że w moim przekonaniu monografia habilitacyjna oraz dorobek naukowy, dydaktyczny i organizacyjny dr inż. Darii Wotzka spełniają wymagania formalne i zwyczajowe stawiane w procedurze habilitacyjnej, Dr inż. Daria Wotzka posiada dorobek naukowy, potwierdzający zdolności samodzielnego rozwiązywania złożonych zagadnień naukowych i aplikacyjnych, dobre osiągnięcia dydaktyczne, organizacyjne i spełnia większość kryteriów oraz wymogów o których mowa w art. 219 ust.1 ustawy z 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2021 r. poz. 478) oraz w towarzyszących jej aktach prawnych i dlatego **popieram wnioski o nadanie Pani dr inż. Darii Wotzka stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych, w dyscyplinie naukowej Automatyka, Elektronika, Elektrotechnika i Technologie Kosmiczne**, określonej w rozporządzeniu Ministra Edukacji i Nauki z 11 października 2022 roku (Dz. U. poz. 2202).