

Prof. dr hab. inż. Tadeusz Skubis  
Małopolska Uczelnia Państwowa im. Rotmistrza W. Pileckiego  
Instytut Nauk Inżynieryjno - Technicznych  
32-600 Oświęcim, ul. M. Kolbego 8

Gliwice, 2023-02-02

## **Recenzja w postępowaniu habilitacyjnym dr inż. Darii Wotzkiej w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych w dyscyplinie automatyka, elektronika, elektrotechnika i technologie kosmiczne**

### **1. Podstawa formalna recenzji**

Podstawę formalną do opracowania recenzji stanowi pismo Rektora Politechniki Opolskiej dr. hab. inż. Marcina Lorenca, nr RR/496/2022z dn. 2022.11.24, w którym poinformował, że uchwałą Senatu Politechniki Opolskiej podjętą na posiedzeniu w dniu 23 listopada 2022r zostałem powołany do pełnienia funkcji recenzenta komisji habilitacyjnej w postępowaniu o nadanie stopnia doktora habilitowanego dr inż. Darii Wotzkiej.

Podstawę prawną recenzji stanowi ustawa Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (DU 2018, poz. 1668 z dn. 20.07.2018 r.).

Recenzję opracowałem na podstawie monografii autorskiej pt. „Koncepcja, wykonanie i badania urządzenia do pomiaru ścieków w kanale otwartym”, opublikowanej przez Oficynę Wydawniczą Politechniki Opolskiej w 2022 r. w Opolu oraz autoreferatu charakteryzującego dorobek naukowy Habilitantki. W dokumentacji postępowania habilitacyjnego zostały zamieszczone załączniki potwierdzające istotne osiągnięcia zawodowe kandydatki:

- kopia dyplomu doktora nauk technicznych w dyscyplinie elektrotechnika z dn. 31 marca 2011 r.,
- kopia DyplomInformatikerin oraz zaświadczenie nostryfikacyjne,
- kopie 2 zaświadczeń o współpracy naukowo-badawczej z Uniwersytetem Genewskim oraz Uniwersytetem Poznańskim,
- wykaz opublikowanych rozdziałów w monografiach naukowych i materiałach konferencyjnych,
- wykaz artykułów opublikowanych w czasopismach naukowych,
- wykaz wystąpień na konferencjach krajowych i międzynarodowych,
- wykaz aktywności w realizacji projektów finansowanych w drodze konkursów krajowych lub zagranicznych,
- informacja o odbytych stażach w instytucjach naukowych,
- wykaz członkostw w komitetach redakcyjnych i radach naukowych czasopism,
- informacja o recenzowaniu prac naukowych po uzyskaniu stopnia doktora,
- informacja o udziale w zespołach badawczych realizujących projekty lokalne,
- informacja o współpracy z otoczeniem społeczno-gospodarczym,
- Informacja o wdrożonych technologiach,
- informacja o wykonanych ekspertyzach lub innych opracowaniach wykonanych na zamówienie instytucji publicznych lub przedsiębiorców,
- informacja o osiągnięciach dydaktycznych,
- Informacja o osiągnięciach organizacyjnych oraz popularyzujących naukę.

## 2. Dane ogólne o Habilitantce

Dr inż. Daria Wotzka uzyskała dyplom Diplom-Informatikerin na Wydziale Elektrotechniki i Informatyki Uniwersytetu Technicznego w Berlinie w 2007 r., (uznany za równorzędny z dyplomem ukończenia studiów wyższych i tytułem zawodowym magistra inżyniera Informatyki nadawanym przez polskie uczelnie, zaświadczenie o nostryfikacyjne wydane przez Pol. Wrocławską dn.22.12.2009 r.).

Stopień doktora nauk technicznych w dyscyplinie Elektrotechnika nadała Jej Rada Wydziału Elektrotechniki, Automatyki i Informatyki Politechniki Opolskiej w Opolu w dn. 31.03.20011, na podstawie rozprawy „Modelowanie sygnałów emisji akustycznej generowanej przez wybrane klasy wyładowań niezupełnych”. Promotorem rozprawy był prof. dr hab. inż. Tomasz Boczar.

W czasie studiów w RFN pracowała przez okres 2 lat w ramach grantu Embedded Watchdog Agent jako pomoc studencka. Zakres jej zadań obejmował projektowanie, budowę i implementację programistyczną układów elektronicznych, stosowanych w diagnostyce maszyn i urządzeń elektrycznych. Wykonywała również prace badawcze dotyczące jakości transmisji sygnałów w bezprzewodowych sieciach czujników (WSN). Wyniki tych prac zostały zawarte w Jej pracy dyplomowej „Design and experimental quality assessment of adjacency measures in wireless sensor networks”, oraz były opublikowane w artykule Uniwersytetu Technicznego w Berlinie i na dwóch konferencjach naukowych w Polsce.

## 3. Opinia o osiągnięciu naukowym przedstawionym do oceny

Jako podstawę do ubiegania się o nadanie stopnia doktora habilitowanego Habilitantka przedstawiła osiągnięcie naukowe, którym jest opracowanie narzędzia pomiarowego natężenia przepływu ścieków w kanale otwartym, a w szczególności procedur pomiaru prędkości i poziomu ścieków w kanale otwartym. Przedstawiona w monografii metodyka pomiaru natężenia jest oparta na własnej koncepcji pomiaru pośredniego natężenia przepływu ścieków, jest kompletna, udokumentowana wykonaniem serii prototypowej przepływomierzy (4 sztuki), własnymi badaniami pomiarowymi tej serii w warunkach laboratoryjnych, wykonaniem i wdrożeniem małej serii przemysłowej (8 sztuk) do pomiarów w istniejących sieciach kanalizacyjnych.

Przepływ ścieków w kanale otwartym jest menzurandem szczególnie trudnym do pomiaru, ponieważ:

- wymaga uwzględnienia złożonego modelu (nieliniowego, niestacjonarnego, niejednorodnego, wieloparametrowego) w otoczeniu wielu wielkości wpływających.
- środowisko pracy przepływomierza ścieków jest agresywne mechanicznie i chemicznie, zmienne stochastycznie, trudnodostępne do montażu złożonych urządzeń pomiarowych,
- musi być uwzględniona złożona dynamika zjawiska o zmiennych parametrach,
- nie są znane konstrukcje urządzeń pomiarowych o zadowalającej dokładności, które mogłyby być stosowane do monitorowania przepływów ścieków w kanałach otwartych w warunkach eksploatacyjnych.

Opracowanie odpowiedniego specjalizowanego przetwornika wymagało wyboru koncepcji pomiaru, możliwej do realizacji przy wykorzystaniu współczesnej bazy elementowo-sprzętowej, zastosowania metod modelowania (Matlab), optymalizacji (algorytmy genetyczne), symulacji numerycznych (Comsol Multiphysics z wykorzystaniem modułu CFD), procedur przetwarzania on-time sygnałów szybkozmiennych,

zaawansowanych metod statystycznych (analiza koherencji krzyżowej, transformacja falkowa) oraz obrazowania trójwymiarowego zjawisk dynamicznych.

Zjawisko przepływu opisują równania Naviera-Stocksa, które w warunkach ogólnych nie mają rozwiązań analitycznych. Istotną cechą przepływu jest ruch medium z różnymi prędkościami w różnych punktach przekroju poprzecznego kanału, które zależą od wielu istotnych parametrów. Prawidłowe uśrednienie tych wartości jest kluczem do prawidłowego pomiaru wartości średniej przepływu, która zależy m.in. od przekroju poprzecznego kanału, wartości chwilowej poziomu i może być zmienna w czasie.

Habilitantka zastosowała ultradźwiękową metodę pomiaru. Ponieważ przepływ ścieków nie jest ustalony, więc zastosowanie metody dopplerowskiej fali ciągłej nie ma uzasadnienia. Zastosowana została metoda impulsowa Dopplera, która w dynamice płynów znajduje zadowalające zastosowania.

Według koncepcji Habilitantki przetwornik nadaje dwie paczki impulsów ultradźwiękowych, przesunięte względem siebie o zadany czas PRT. Odpowiedzi są nie tylko opóźnione względem paczek nadawanych (co jest wykorzystywane w pomiarach przepływów stacjonarnych), ale także są zniekształcone przez odbicia od przepływających cząstek ściekowych, poruszających się w różnych warstwach, z różnymi prędkościami (przepływ może być laminarny lub turbulentny).

Habilitantka wykorzystwała współczynniki macierzy korelacji wzajemnej dwu odpowiedzi do potwierdzenia stacjonarności przepływu, w krótkim, zadanym przedziale czasu PRT. Parametrem mierzonym jest opóźnienie  $\tau$  między nadawanymi a odbieranymi segmentami paczek impulsów. Jest ono uśrednione w zbiorze odpowiedzi na kolejne segmenty paczki nadawanej, dzięki czemu odpowiada średniej chwilowej wartości natężenia przepływu ścieków.

Praca jest zaprezentowana w monografii autorskiej pt. „Koncepcja, wykonanie i badania urządzenia do pomiaru strumienia objętości ścieków w kanale otwartym”, wydanej przez Oficynę Wydawniczą Pol. Opolskiej w roku 2022. Wydawnictwo to jest ujęte w Wykazie Wydawnictw publikujących recenzowane monografie naukowe (Załącznik do Komunikatu MNiSW z dn. 29.09.2020, poz. 385, Identyfikator Wydawnictwa 48300).

Badania zaprezentowane w monografii dotyczą zagadnień jakie były podstawą wykonania przepływomierza a także takie, które mają potencjał wykorzystania, ale z określonych przez Habilitantkę powodów nie zostały wykorzystane. Np. zastosowanie koherencji krzyżowej z wykorzystaniem transformacji falkowej (s. 80-84 monografii) nie zostało wykorzystane, ponieważ jej implementacja w warunkach przemysłowych obciążałaby nadmiernie system komputerowy i powodowałaby niezachowanie warunku pomiaru on-line. Nie wyklucza to możliwości ich wykorzystania w przyszłych badaniach.

Habilitantka wykonała zaawansowane i obszerne badania teoretyczne i symulacyjne zjawiska przepływu ścieków przez kanał otwarty, zaprojektowała i wykonała na podstawie wniosków z nich wynikających przepływomierz oraz jego badania eksperymentalne.

Wykonany przepływomierz komunikuje się z zarządzającym systemem komputerowym zgodnie ze standardem przemysłowym RS485. Przepływomierz ma wbudowane czujniki (akcelerometr, żyroskop, magnetometr) do monitorowania najważniejszych wielkości wpływających (kierunek głównej osi pomiarowej położenia, indukcja pola magnetycznego zewnętrznego).

Autorka wykorzystwała profesjonalne sposoby prezentacji danych pomiarowych i w sposób dobrze przemyślany wykorzystwała je do optymalizacji urządzenia pomiarowego i jego

walidacji, co zostało z sukcesem zaaplikowane w wykonanej serii przepływomierzy i potwierdzone przez zastosowania w gospodarce.

Przedstawione osiągnięcie jest:

- Ważne i aktualne, ponieważ dotyczy problematyki eksplorowanej szeroko w literaturze naukowej i badaniach, stymulowanych przez potrzeby rozwojowe współczesnych społeczeństw. Badania te mają bezpośredni wpływ na jakość życia mieszkańców, zwłaszcza miast.
- Innowacyjne, ponieważ zostało zaprojektowane i wykonane nowatorskie urządzenie pomiarowe, które spełnia wymagania praktyki przemysłowej w szerokim spektrum rodzajów ścieków i warunków ich przepływu. Dotychczasowe rozwiązania nadawały się do zastosowań tylko przy spełnieniu wąskich wymagań ograniczających.
- Złożone, ponieważ realizacja działającego zadowalająco urządzenia do pomiaru natężenia przepływu ścieków była możliwa dzięki wykorzystaniu możliwości obliczeniowych bardzo zaawansowanych programów obliczeniowych, aplikacji nowoczesnej bazy elementowej elektroniki (transceivery UHF, wielofunkcyjny miniaturowy przetwornik UFF, TDC1000), zastosowaniu zaawansowanych metod statystyki matematycznej (korelacja krzyżowa sygnałów dynamicznych szybkozmiennych) do pozyskiwania wartości parametrów przepływu w skali makroskopowej, ale nadal dynamicznych). Te narzędzia zostały wykorzystane twórczo i zintegrowane, czego efektem jest przetwornik przepływu ścieków działający w agresywnym, niestabilnym środowisku pomiarowym, o wielu istotnych zmiennych wpływających.
- Oparte na pogłębionym rozpoznaniu obiektu pomiarowego (kanału ściekowego otwartego), znajomości zjawiska fizycznego przepływu ścieków i jego matematycznego opisu jako stanu niestacjonarnego (równania Naviera-Stokesa), dobraniu i wytworzeniu sygnału pomiarowego wzbudzającego (dynamicznego, w postaci paczek impulsów ultradźwiękowych), wskazaniu parametrów sygnału odbieranego możliwych do pomiaru on-line i zawierających informacje o przepływie ścieków, jego wykorzystaniu do obliczania i śledzenia menzurandu (względnie wolno zmienne natężenie przepływu). Równania Naviera Stokesa opisujące ciągły przepływ płynu, o znanych lepkościach (dynamicznej  $\mu$  i objętościowej  $\lambda$ ), według aktualnego stanu wiedzy mogą być rozwiązywane tylko metodami numerycznymi dla określonych geometrii strugi. Autorka zastosowała metodę elementów skończonych do wykonania wielowariantowych symulacji dynamicznych strugi, co umożliwiło jej zaprojektowanie przetwornika przepływu ścieków, dopasowanego do stosowania w warunkach kanału otwartego.

Trwały wkład do wiedzy stanowi wskazanie i potwierdzenie skuteczności metody pomiaru przepływu ścieków, polegającej na podziale paczki impulsów (2000 próbek zarejestrowanego sygnału UHF) na segmenty, które zawierają informacje o prędkości przepływu kolejnych warstw. Analiza statystyczna odpowiedzi, realizowana on-line, daje wynik w postaci średniej prędkości przepływu w krótkim okresie czasu, zdeterminowanym przez czas repetycji nadawanych i odbieranych paczek impulsów. Wynikiem pomiaru jest sygnał o zmieniającej się dynamicznie wartości średniej prędkości przepływu ścieków. Sygnał ten jest mnożony on-line przez dynamicznie zmieniający się i mierzony sygnał o poziomie ścieków. Całka iloczynu jest proporcjonalna do natężenia przepływu ścieków.

Wkład osiągnięcia do nauki jest istotny, ponieważ opracowany przepływomierz jest nowatorski przynajmniej w skali Kraju, jego rozwiązania mogą być twórczo rozwijane np. w

kolejnych pracach doktorskich oraz inspirujące dla twórców nowoczesnych narzędzi pomiarowych.

Znaczny wkład w rozwój dyscypliny naukowej automatyka, elektronika, elektrotechnika i technologie kosmiczne wniesiony przez Habilitantkę polega na przekroczeniu bariery osiągniętej poprzednio dokładności pomiaru natężenia przepływu ścieków.

Stwierdzam, że tematyka pracy naukowej i wdrożeniowej Habilitantki w ramach osiągnięcia naukowego jest skoncentrowana na wyodrębnionym zagadnieniu technicznym, o dużej złożoności naukowej, badawczej i aplikacyjnej.

Wymiernym efektem osiągnięcia naukowego przedstawionego w monografii jest wdrożona do gospodarki oryginalna konstrukcja przepływomierza ścieków w kanałach otwartych.

Habilitantka podjęła następujące wyzwania konstrukcyjne: 1) opracowanie obudowy i zabezpieczenia sensorów do pracy w środowisku ścieków, 2) zdalny przesył danych z czujnika zanurzonego w burzliwym środowisku przepływu ścieków, 3) wykonanie układu przetwornika pracującego w paśmie UHF przy wykorzystaniu segmentacji paczek impulsów, 4) spełnienie wymagań kompatybilności elektromagnetycznej, wewnętrznych i zewnętrznych, 5) uwzględnienie ograniczeń wynikających z aplikacji urządzenia, dotyczących m.in. mocy zasilania, wymiarów, położenia.

Habilitantka wykazała się posiadaniem szerokiej i szczegółowej specjalistycznej wiedzy z dziedziny nauk technicznych, w szczególności umiejętnością projektowania, wykonania i badań eksperymentalnych urządzeń pomiarowych złożonych menzurandów w pełnym cyklu, od wyboru koncepcji, poprzez opracowanie schematu, jego wykonanie z wykorzystaniem nowoczesnych technologii elektronicznych, do końcowego etapu wdrożenia; badań funkcjonalności urządzenia i jego walidacji. W tym obszarze jest kreatywna i skuteczna, wykazała umiejętność prawidłowego wyboru celów doskonalenia konstrukcji i środków do osiągania zakładanych parametrów. Stosowała współczesne metody teoretyczne i symulacyjne.

Najważniejszą cechą prac składających się na osiągnięcie naukowe jest ich ukierunkowanie na aplikacje. Należy wysoko ocenić duży udział eksperymentalnych prac badawczych opartych na silnym fundamencie teorii, co jest ważne zwłaszcza w naukach inżyniersko – technicznych.

#### **4. Ocena innych prac naukowo – badawczych Habilitantki**

W tym punkcie scharakteryzowałem osiągnięcia publikacyjne Habilitantki za okres po uzyskaniu stopnia doktora, które są wyszczególnione we Wniosku, ale nie zostały jednak wskazane przez Habilitantkę jako związane z recenzowaną monografią. Uwzględniłem publikacje dotyczące metod teoretycznych i narzędzi obliczeniowych, które Habilitantka stosowała w opracowaniu przepływomierza ścieków przedstawionego w monografii, a które były przez Nią stosowane i zaprezentowane w opracowaniach badawczych współautorskich innych aplikacji. Dotyczą one, np.:

- przetwarzania sygnałów oraz symulacji i modelowania sygnałów akustycznych (Wniosek, s.3, poz. 2, 20 punktów, s.8, poz.37, 100 punktów),
- wykorzystania zaawansowanych metod analizy i przetwarzania sygnałów akustycznych cyfrowych (sygnałów wibroakustycznych i infradźwięków emitowanych przez turbiny wiatrowe oraz urządzenia elektroenergetyczne emitujące wyładowania niezupełne w izolacji) – (Wniosek, s.11, poz. 63, 15 punktów),

- badania infradźwięków (Wniosek s.8, poz. 35, 100 punktów, s.11, s.7, poz.30, 140 punktów)
- badania ultradźwięków (Wniosek s. 11, poz. 67, 15 punktów),

Do osiągnięcia naukowego zostały wykonane badania symulacyjne z wykorzystaniem metody elementów skończonych, które są bardziej szczegółowo przedstawione w pracach współautorskich dotyczących:

- modelowania przepływów i elektryzacji strumieniowej (Wniosek s. 3, poz. 2, 20 punktów)
- modelowania mikropęknięć w rurach stalowych (Wniosek s. 10, poz. 59, 30 punktów),
- modelowania optyki i temperatury oświetlenia przeszkodowego LED (Wniosek s. 10, poz. 50, 7 punktów).

Łączna liczba punktów przyznanych pracom współautorskim opublikowanym przez Habilitantkę po uzyskaniu stopnia doktora wynosi 2109, a współczynnik  $IF=44,239$ . W pracach współautorskich są wskazane zakresy merytoryczne wykonanych prac oraz udziały procentowe poszczególnych współautorów.

Od roku 2009 głównym obszarem działalności naukowo – badawczej Habilitantki było doskonalenie i rozwój nieinwazyjnych metod diagnostyki układów izolacyjnych urządzeń elektroenergetycznych. Celem wielu z tych prac było stworzenie systemu eksperckiego do wczesnego rozpoznawania defektów w izolacji takich urządzeń podczas ich normalnej pracy. W ramach prac z tej dziedziny była kierownikiem grantu NCN.

Habilitantka ma doświadczenie eksperckie w aplikacjach zaawansowanych metod analizy sygnałów, obrazowania trójwymiarowego, metod statystyki matematycznej, realizacji układów pomiarowych sygnałów dynamicznych czasu rzeczywistego. Skutecznie stosowała je np. do badań wyładowań niezupełnych układów izolacyjnych, sygnałów infradźwiękowych generowanych przez turbiny wiatrowe, ultradźwięków w dielektrykach, diagnostyki akustycznej transformatorów energetycznych, przełączników zaczepek transformatorów mocy, kondensatorów mocy, rozkładu temperatur powodowanego przez lampy przeszkodowe, a także analizy stochastycznych wystąpień botów na stronach obsługujących handel elektroniczny.

Habilitantka wykazuje się intensywną aktywnością naukową ukierunkowaną na wdrożenia nowoczesnych metod teoretycznych i narzędzi obliczeniowych do aplikacji, na jakie jest społeczne zapotrzebowanie. Wymaganie postawione w ustawie Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (D.U. 2018, poz. 1668, art. 219, p.1 ust.2a) jest spełnione.

Habilitantka współpracowała z czterema Uniwersytetami:

- Uniwersytetem Technicznym w Berlinie (tworzyła i implementowała programy komputerowe do diagnostyki maszyn i urządzeń elektrycznych),
- Uniwersytetem Genewskim (wykonywała selekcje i analizy kluczowych cech aplikacji smartfonowych, doskonaliła metody uczenia sztucznej inteligencji),
- Uniwersytetem Opolskim (wykonywała analizy i modelowanie kluczowych cech sesji Web generowanych przez roboty Internetowe),
- Uniwersytetem Medycznym w Poznaniu (opracowała procedury programistyczne do transformacji i wizualizacji danych medycznych, co zaowocowało rozwojem nowatorskiej metody diagnozowania bólu).

Zadania realizowane przez Habilitantkę były istotne dla prowadzonych badań, wysoko specjalistyczne. Habilitantka wykazała umiejętność wdrażania wysoko zaawansowanych metod i narzędzi obliczeniowo-programistycznych w interdyscyplinarnych zastosowaniach. Wykazała, że potrafi skutecznie dobrać i zastosować zaawansowane metody naukowe i narzędzia badawcze do wytworzenia nowatorskich narzędzi pomiarowych i diagnostycznych do stosowania w gospodarce.

Podsumowując ten punkt recenzji stwierdzam, że dr inż. Daria Wotzka ma ukształtowany warsztat naukowy, udokumentowany osiągnięciem naukowym, popartym wdrożeniem do praktyki gospodarczej. Habilitantka spełnia wymagania stawiane samodzielnemu pracownikowi naukowemu.

#### **5. Ocena osiągnięć dydaktycznych**

Habilitantka pracując w Politechnice Opolskiej przygotowała i prowadziła niemieckojęzyczne i anglojęzyczne bloki zajęć, m.in. z systemów operacyjnych, administrowania sieciowymi systemami operacyjnymi, algorytmów i struktur danych, sztucznej inteligencji, programowania niskopoziomowego – na kierunkach Informatyka, Computer Engineering oraz Technologie energetyki odnawialnej. Łącznie były to wykłady z 14 różnych przedmiotów, w tym 8 w języku niemieckim i 3 w języku polskim. Jest kierownikiem Laboratorium naukowo –dydaktycznego EnerGialTLab.

Była promotorem 27 prac dyplomowych. Obecnie jest promotorem pomocniczym w dwu otwartych przewodach doktorskich.

#### **6. Ocena osiągnięć organizacyjnych**

Habilitantka była członkiem komitetu naukowego konferencji Brain-Computer Interfaces (2021), członkiem komitetu organizacyjnego Nanotechnology for Instrumentation and Measurement Workshop NANOfIM (2022).

Jest członkiem polskiej sekcji IEEE.

Zgłaszam wniosek, aby Habilitantka została poproszona o spotkanie z Komisją Habilitacyjną w czasie jej zebrania, w celu wyjaśnienia szczegółów technicznych podziału paczek impulsów na warstwy, wyjaśnienia jak prędkość w  $n$ -tej warstwie wpływa na wynik pomiaru oraz zakresu wsparcia merytorycznego otoczenia gospodarczego w realizacji osiągnięcia.

#### **7. Opinia końcowa**

W oparciu o dokonaną ocenę przedłożonego osiągnięcia naukowego Habilitantki, scharakteryzowanego w monografii habilitacyjnej, stwierdzam, że wniosła Ona znaczny wkład w rozwój dyscypliny naukowej automatyka, elektronika, elektrotechnika i technologie kosmiczne. Osiągnięcia odpowiadają wymaganiom stawianym w Ustawie Prawo szkolnictwie wyższym i nauce (Dz.U.2018, poz. 1668 z dn. 20.07.2018 r. Wnoszę o nadanie dr inż. Darii Wotzkiej stopnia w dyscyplinie automatyka, elektronika, elektrotechnika i technologie kosmiczne.



