

Autoreferat

dr inż. Daria Wotzka

Opole, 2022

Spis treści

1. Posiadane dyplomy i stopnie naukowe	3
2. Informacja o dotychczasowym zatrudnieniu w jednostkach naukowych	4
3. Autoreferat	5
4. Załączniki	29

1. Posiadane dyplomy i stopnie naukowe

- **Doktor nauk technicznych w dyscyplinie Elektrotechnika**, nadany uchwałą Rady Wydziału Elektrotechniki, Automatyki i Informatyki Politechniki Opolskiej 31 marca 2011 r. Tytuł rozprawy doktorskiej: „*Modelowanie sygnałów emisji akustycznej generowanej przez wybrane klasy wyładowań niezupełnych*”.

Promotorem pracy był prof. dr hab. inż. Tomasz Boczar z Politechniki Opolskiej.

Recenzentami pracy byli: prof. dr hab. inż. Jerzy Skubis z Politechniki Opolskiej oraz dr hab. Paweł Żukowski, prof. Politechniki Lubelskiej.

Kopię dyplomu dołączyłam w formie załącznika nr 4.1.

- **Magister inżynier Informatyki**. Stopień nostryfikowany na podstawie uchwały Rady Wydziału Informatyki i Zarządzania Politechniki Wrocławskiej 22 grudnia 2009 r. Zaświadczenie nr. W8/2168/2009. Kopię zaświadczenia dołączyłam w formie załącznika nr 4.2.

- **Diplom-Informatikerin** o specjalności systemy operacyjne oraz telekomunikacyjne. Stopień nadany przez Wydział Elektrotechniki i Informatyki Uniwersytetu Technicznego w Berlinie (*Die Technische Universität Berlin*) 27 marca 2008 r. Tytuł pracy dyplomowej magisterskiej „*Design and experimental quality assessment of adjacency measures in wireless sensor networks*”.

Promotorami pracy byli prof. dr hab. inż. Adam Wolisz oraz dr Andreas Willig. Kopię dyplomu wraz z tłumaczeniem na jęz. polski dołączyłam w formie załącznika nr 4.3 i nr 4.4.

- **Technik Elektronik** o specjalności systemy komputerowe nadany przez Zespół Szkół Elektrycznych im. Tadeusza Kościuszki w Opolu 28 kwietnia 2000 r. Tytuł pracy dyplomowej: „*Mikrokomputerowy elektrohydrauliczny hamulec do celów rehabilitacyjnych*”.

Promotorem pracy był dr Bolesław Kiczma.

2. Informacja o dotychczasowym zatrudnieniu w jednostkach naukowych

- 07/2012 – nadal **Adiunkt** na Wydziale Elektrotechniki Automatyki i Informatyki Politechniki Opolskiej na stanowisku badawczo-dydaktycznym.
- 07/2011 – 06/2012 **Asystent** na Wydziale Elektrotechniki Automatyki i Informatyki Politechniki Opolskiej na stanowisku naukowo-dydaktycznym.
- 10/2005 – 12/2007 **Pomoc studencka** (*niem.* Studentische Hilfskraft) w Instytucie Maszynierii i Gospodarki Fabrycznej (*niem.* Institut für Werkzeugmaschinen und Fabrikbetrieb) Wydziału Transportu i Systemów Maszynowych (*niem.* Fakultät Verkehrs- und Maschinensysteme), Uniwersytet Techniczny w Berlinie (*niem.* Technische Universität Berlin).

3. Autoreferat

3.1. Informacja o osiągnięciach naukowych

3.1.1. Charakterystyka działalności naukowej

Działalność naukowo-badawczą rozpoczęłam w trakcie studiów na Uniwersytecie Technicznym w Berlinie, gdzie przez okres ponad dwóch lat pracowałam jako pomoc studencka w ramach grantu pt. „*Embedded Watchdog Agent /Life Cycle Unit (EWA/LCU) - Diagnose von Standardkomponenten*”. Grant realizowany był przy współpracy m.in. z prof. dr. inż. Günther Seliger oraz dr inż. René Gegusch. Tematyka wykonywanych przeze mnie prac obejmowała projektowanie, budowę i implementację programistyczną układów elektronicznych, stosowanych w diagnostyce maszyn i urządzeń elektrycznych.

W trakcie studiów na Uniwersytecie Technicznym w Berlinie byłam również zaangażowana w prace badawcze dotyczące badania jakości transmisji sygnałów w bezprzewodowych sieciach czujników WSN (*ang.* Wireless Sensor Network) w zależności od ich konfiguracji. Współpracowałam w tym obszarze m.in. z prof. dr hab. inż. Adamem Woliszem oraz dr Andreasem Willig. Genezę wykonywanych pomiarów i analiz stanowiła konieczność detekcji nieobecności członka pewnej grupy osób lub obiektów przy zastosowaniu sieci inteligentnych czujników. W tym celu, każdy członek grupy wyposażony jest w inteligentny czujnik posiadający wbudowany radionadajnik i radioodbiornik. Czujniki te, komunikując się ze sobą, tworzą sieć WSN. Bezprzewodowe połączenia między poszczególnymi urządzeniami są permanentnie monitorowane. Jeżeli pewien członek grupy (obiekt A), znajdzie się poza jej zasięgiem, to znikną również połączenia między nim, a innymi członkami w sieci. Problematyka zagadnienia polega na znalezieniu odpowiedniego parametru, zwanego „wskaźnikiem nieobecności”, dzięki któremu nieobecność członka grupy można stwierdzić szybko i skutecznie. Podstawowa trudność wykonania pomiarów wynika z niestabilności bezprzewodowego połączenia. Celem wykonanych przeze mnie pomiarów było określenie przydatności wartości mocy odbieranych sygnałów RSS (*ang.* Received Signal Strength) jako „wskaźnika nieobecności” w sieci WSN przy zmianach odległości między radioodbiornikiem i radionadajnikiem oraz częstości wysyłanych pakietów. Wartości RSS zmierzyłam dla dwóch przypadków tj.: przy stałej częstości wysyłania pakietów w odległościach z zakresu od 5 m do 25 m oraz przy zmienianej częstości nadawania z zakresu od 0,33 Hz do 5 Hz dla odległości w przedziale od 0,5 m do 20 m między czujnikami. Na podstawie uzyskanych wyników stwierdziłam, że dla odległości do 10 m (dla mocy sygnału wysyłanego równej -5 dBm) między komunikującymi się czujnikami zmierzona wartość mocy sygnałów odbieranych ściśle zależy od odległości. Ponadto wykazałam również, że częstość nadawania pakietów ma wpływ na wyniki pomiarów wartości RSS, natomiast transmisja pakietów z częstością raz na sekundę wydaje się być optymalną.

Wyniki prac badawczych zawarłam w pracy dyplomowej magisterskiej pt. „*Design and experimental quality assessment of adjacency measures in wireless sensor networks*”, a także w artykule technicznym oraz wygłosiłam w ramach dwóch konferencji naukowych:

- A. WILLIG, M. KÜHM, D. WOTZKA, A. WOLISZ: Distance classification using an IEEE 802.15.4 compliant transceiver as a building block for a herding system. TKN

Technical Report Series TKN-08-002, Telecommunication Networks Group, Technical University Berlin, 2008.

- **D. WOTZKA:** Experimental assessment of receive signal strength indicator in a wireless sensor network, III Środowiskowe Warsztaty Doktorantów Politechniki Opolskiej, 2009, str. 75-76.
- **D. WOTZKA, T. BOCZAR:** Pomiar mocy sygnałów odbieranych w bezprzewodowej sieci czujników, VII Konferencja Podstawowe Problemy Metrologii PPM'09, 2009, str. 212-215.

Od 2009 r. tj. od rozpoczęcia studiów doktoranckich na Wydziale Elektrotechniki Automatyki i Informatyki Politechniki Opolskiej, jestem zaangażowana w badania mające na celu doskonalenie i rozwój nieinwazyjnych metod diagnostyki powietrznych i papierowo-olejowych układów izolacyjnych urządzeń elektroenergetycznych. Prowadzone w tym zakresie prace stanowią główny obszar mojej działalności naukowo-badawczej i są jednocześnie związane z największymi osiągnięciami naukowymi.

Wykonywane badania zmierzają do wyselekcjonowania deskryptorów opisujących zjawiska w złożonych układach izolacyjnych, które mogłyby stanowić obiektywne kryteria porównawcze wykorzystywane do rozpoznawania podstawowych form wyładowań niezupełnych. Te z kolei można powiązać z określonym typem defektu układu izolacyjnego linii elektroenergetycznej i transformatora elektroenergetycznego. W ramach prac badawczo-rozwojowych z moim udziałem, wykonano badania, których celem było skorelowanie wskaźników opisujących między innymi rejestrowane impulsy emisji akustycznej (EA) oraz sygnały optyczne emitowane przez modelowane w izolacji papierowo-olejowej podstawowe formy wyładowań niezupełnych i zupełnych. W ten sposób pojawiła się możliwość powiązania wyników uzyskiwanych metodami diagnostycznymi wykorzystującymi inne zjawiska fizyczne towarzyszące powstawaniu i rozwojowi wyładowań elektrycznych, co zwiększyło prawdopodobieństwo wykonania trafnej oceny mierzonej izolacji eksploatowanego urządzenia.

Ponadto prowadzone prace zmierzają do stworzenia systemu eksperckiego, który umożliwi rozpoznawanie defektów występujących w mierzonej izolacji, podczas normalnej pracy linii elektroenergetycznych oraz transformatorów, powodowanych wyładowaniami elektrycznymi. Tematyce tej poświęcona jest m.in. praca doktorska mgr inż. Mirosława Gryszpińskiego pt. „*Analiza wpływu warunków atmosferycznych na widma emisyjne wyładowań elektrycznych generowanych na powierzchniach izolatorów kompozytowych i ceramicznych*”, której jestem promotorem pomocniczym.

Prowadzone w tym zakresie prace są również związane z modelowaniem i analizą zjawisk towarzyszących generacji i propagacji sygnałów akustycznych, występujących w urządzeniach elektroenergetycznych oraz badania związane z określeniem możliwości i wskazaniem zakresu zastosowania modelowania numerycznego do badań zjawisk towarzyszących propagacji sygnałów emisji akustycznej, generowanej przez wyładowania niezupełne występujące w cieczach dielektrycznych o różnej gęstości i temperaturze, z uwzględnieniem barier na drodze propagacji źródło-odbiornik. Metoda EA jest obecnie jedną z najczęściej stosowanych, nieniszcząca metodą detekcji i lokalizacji uszkodzeń w wielu branżach przemysłu, w tym, urządzeń elektroenergetycznych, zbiorników, rurociągów, itp. Do lokalizacji źródeł uszkodzeń przy użyciu metody EA stosowane są najczęściej: metoda triangulacyjna, metoda największej głośności oraz metoda oszacowania kierunku przybycia fal

EA, rejestrowanej przy wykorzystaniu matrycy przetworników akustyczno-elektrycznych. Podstawowym problemem metody EA jest jednak fakt, że fale rozchodząc się w strukturze złożonych urządzeń, zbudowanych z materiałów o różnych parametrach fizyko-chemicznych, które dodatkowo ulegają zmianom na skutek procesów starzeniowych, podlegają zjawiskom fizycznym, do których można zaliczyć: załamanie, pochłanianie, ugięcie, rozproszenie i tłumienie. Parametry drogi propagacji fal EA mają wpływ na wyniki analizy w dziedzinie czasu, częstotliwości i czasowo-częstotliwościowej. Te z kolei mają bezpośrednie znaczenie dla algorytmu wykorzystywanego do detekcji i lokalizacji źródła emisji sygnału akustycznego. Badania w tym obszarze realizowałam w ramach projektu finansowanego ze środków NCN – MINIATURA 1, pt. „*Numeryczna i doświadczalna analiza sygnałów emisji akustycznej emitowanej przez wyładowania niezupełne typu powierzchniowego w różnego rodzaju cieczach elektroizolacyjnych*”, którego byłam kierownikiem. Do najważniejszych publikacji z tego obszaru zaliczam:

- **D. WOTZKA:** Influence of frequency and distance on acoustic emission velocity propagating in various dielectrics, Applied Sciences-Basel, 2020, vol. 10, nr 9, s.1-9, Numer artykułu:3305. DOI:10.3390/app10093305, IF: 2,217; 1. pkt MEN: 100; udział własny: 100%.

W ramach prac badawczo-rozwojowych z moim udziałem, realizowanych m.in. w ramach projektu finansowanego ze środków NCN - OPUS 5, pt. „*Badanie zjawisk fizycznych związanych z generacją wyładowań niezupełnych występujących w oleju elektroizolacyjnym*”, kierowanego przez prof. dr hab. inż. Tomasza Boczara, wykonano badania, których celem było przeprowadzenie usystematyzowanych, szczegółowych i wielowariantowych badań eksperymentalnych zjawisk fizycznych towarzyszących generacji elektrycznych wyładowań niezupełnych (WNZ), jakie mogą występować w oleju izolacyjnym. W ramach badań przeprowadzono w warunkach laboratoryjnych pomiary, a następnie wielowątkowe analizy sygnałów emitowanych w układach modelujących trzy podstawowe formy WNZ (powierzchniowe, ostrze-ostrze oraz ostrze-ostrze z pęcherzykami powietrza). Ponadto zaprojektowano i wykonano układ pomiarowy, w którym istniała możliwość generacji analizowanych form WNZ, przy zmiennych parametrach metrologicznych, konstrukcyjno-technicznych iskierników i warunkach, w jakich wykonywano eksperymenty wysokonapięciowe. Zbudowany układ umożliwiał przeprowadzenie wielokanałowych rejestracji sygnałów elektrycznych, UHF, emisji akustycznej, optycznych oraz promieniowania wysokoenergetycznego, a także zdjęć termowizyjnych i obrazów promieniowania UV. Istniała także możliwość pobrania próbek wykorzystywanego oleju izolacyjnego dla potrzeb badań chromatograficznych. W ramach przeprowadzonych badań i analiz został określony wpływ szeregu parametrów konstrukcyjnych układów modelujących trzy formy WNZ, do których można zaliczyć: kształt geometryczny (kąąt krzywizny i odpowiadająca mu średnica końcówki) i rozmiar elektrod ostrzowych dla wyładowań typu ostrze-ostrze; rodzaj i grubość warstwy dielektryka, z jakiego wykonano barierę izolacyjną dla wyładowań powierzchniowych; częstość emisji i wielkość średnicy pęcherzyków gazowych generowanych w obszarze między elektrodami iskiernika ostrze-ostrze, na powtarzalność uzyskiwanych wyników pomiarowych oraz na uzyskiwane zależności energetyczne. W tym zakresie dokonano analogicznej oceny wpływu zmian dodatkowych czynników zewnętrznych związanych z parametrami fizykochemicznymi oleju izolacyjnego (temperatura i gęstość w 20°C, temperatura zapłonu, liczba kwasowa, zawartość wody, współczynnik stratności dielektrycznej tgδ przy 50°C

i 50 Hz, rezystywność przy 50°C, napięcie przebicia przy 20°C oraz lepkość dynamiczna). Ponadto, na podstawie wykonanych pomiarów sygnałów elektrycznych, ultra wysokiej częstotliwości, optycznych i akustycznych opracowano zależności matematyczne, które opisują charakterystyczne przebiegi czasowe i widmowe badanych zjawisk fizycznych, jakie towarzyszą generacji trzech podstawowych form WNZ w izolacji olejowej. Na podstawie uzyskanych zależności matematycznych wyznaczono dwa bezwymiarowe współczynniki, za pomocą których możliwe było określenie typu wyładowania.

Uzyskane w ramach realizacji prac badawczych wyniki mają, oprócz wymiernego efektu naukowo-poznawczego, wyraźny aspekt implementacyjny. W szczególności dotyczy to możliwości praktycznego wykorzystania uzyskanych zależności w doskonaleniu metod diagnostycznych, które są obecnie stosowane przy ocenie stopnia zesterzenia wysokonapięciowych układów izolacyjnych transformatorów elektroenergetycznych, stanowiących podstawowe urządzenia pracujące w systemie przesyłowo-rozdzielczym i dystrybucyjnym energii elektrycznej. Zwiększenie skuteczności wykrywania i jakości oceny WNZ, jakie mogą występować w izolacjach papierowo-olejowych, może przyczynić się do zwiększenia niezawodności pracujących w systemie elektroenergetycznym jednostek transformatorowych, poprzez zmniejszenie liczby występujących awarii, w tym o charakterze katastrofalnym. W konsekwencji zostanie zwiększona pewność i zachowana ciągłość dostaw produkowanej energii elektrycznej do odbiorców przemysłowych oraz indywidualnych. Ponadto, oprócz zwiększenia w ujęciu ogólnym bezpieczeństwa energetycznego Polski i szczegółowym poziomie bezpieczeństwa eksploatacyjnego pracujących transformatorów, zostanie także zwiększone bezpieczeństwo pracy personelu obsługi technicznej i pośrednio osób mieszkających w sąsiedztwie stacji elektroenergetycznych. Tym samym można stwierdzić, że uzyskane rezultaty mają wymierne znaczenie gospodarcze, mające bezpośrednie przełożenie na aspekt ekonomiczno-finansowy i pośrednio na rozwój cywilizacyjny, a także bardzo istotny wymiar społeczny. Do najważniejszej publikacji z tego obszaru zaliczam:

- T. BOCZAR, A. CICHON, **D. WOTZKA**, M. KUNICKI, M. KOZIOŁ: Indicator analysis of partial discharges measured using various methods in paper-oil insulation, IEEE Transactions on Dielectrics and Electrical Insulation, 2017, vol. 24, nr 1, str. 120-128. DOI:10.1109/TDEI.2016.005972, IF: 1,774; l. pkt MEN: 30; udział własny: 20%.

Drugim obszarem prowadzonych przeze mnie obecnie prac naukowo-badawczych są działania mające na celu doskonalenie metod diagnostyki i oceny stanu technicznego urządzeń elektroenergetycznych, w szczególności transformatorów, przy zastosowaniu narzędzi sztucznej inteligencji.

W tym zakresie prowadziłam badania wraz z współpracownikami z Katedry Elektroenergetyki i Energii Odnawialnej Politechniki Opolskiej, których celem było doskonalenie metody diagnostycznej podobciążeniowych przełączników zaczełów (PPZ). Ich wadliwa praca stanowi jedną z najczęstszych przyczyn, od 10% do 40%, wszystkich awarii transformatorów. Elementami PPZ, które ze względu na niszczące działanie łuku elektrycznego, ulegają procesom zużycia, są styki główne i oporowe. Zjawisko to jest szczególnie istotne w wyłączniku mocy, gdzie proces przełączania odbywa się podczas przepływu prądu obciążenia transformatora. Nadmierne zużycie zarówno styków stałych, jak i ruchomych może prowadzić do wzrostu rezystancji styku, jego temperatury podczas

przepływu prądu i do dalszej degeneracji. Diagnostyka on-line może być wykonywana m.in. z wykorzystaniem metody EA, która daje możliwość diagnozowania wszystkich typów PPZ niezależnie od zastosowanej konstrukcji i wykorzystywanych rozwiązań napędu. Metoda EA polega na monitorowaniu sygnałów akustycznych generowanych podczas pracy PPZ i analizowaniu ich zmian, które mogą sygnalizować początek awarii przełącznika. Metoda akustyczna bazuje na porównaniu wyników otrzymanych podczas badań on-line z rezultatami uzyskanymi dla nowo wyprodukowanego przełącznika, a jeżeli nie ma takiej możliwości to z poprawnie działającym i znajdującym się w eksploatacji PPZ. Sygnał akustyczny generowany podczas pracy PPZ jest rejestrowany przez czujnik umieszczony na zewnętrznej części kadzi transformatora, a następnie wzmacniany i przesyłany do komputera, gdzie następuje jego analiza. Ocenę diagnostyczną wykonuje się na podstawie analizy porównawczej uzyskanych wyników pomiarowych z rezultatami stanowiącymi bazę danych tzw. „odciski palców”, które wyznaczono dla danego typu PPZ. Interpretacja danych pomiarowych prowadzona może być w dziedzinie czasu, częstotliwości oraz czasowo – częstotliwościowej. Mój wkład w badania z tego obszaru polegał na analizie możliwości zastosowania metod uczenia maszynowego do klasyfikacji defektów PPZ związanych ze stopniem zużycia styków. W szczególności, wykonałam analizy sygnałów EA zarejestrowanych pięcioma typami przetworników akustyczno-elektrycznych: szerokopasmowym przetwornikiem stykowym WDAH17, przetwornikiem stykowym D9241A i wąskopasmowym przetwornikiem stykowym R-15a, produkcji Physical Acoustics Corporation oraz hydrofonem 8103 firmy Brüel & Kjær oraz hydrofonem TC4038 firmy Reson. Określiłam szereg cech sygnałów na podstawie analizy częstotliwościowej, czasowej i falkowej. Przebrałam różne grupy algorytmów sztucznej inteligencji, w tym metody nadzorowanego uczenia maszynowego takie jak: maszyny wektorów wspierających, K-najbliższych sąsiadów oraz drzewa decyzyjne. W każdej grupie algorytmów badałam różne rodzaje właściwych dla nich parametrów. W wyniku prac wskazałam zestaw cech, metodę i rodzaj czujnika, za pomocą którego rejestrowane sygnały EA pozwalały na klasyfikacje defektów ze skutecznością przekraczającą 99%. Wyniki badań opublikowałam w następujących publikacjach:

- **D. WOTZKA, A. CICHON**: Study on the influence of measuring AE sensor type on the effectiveness of OLTC defect classification, *Sensors*, 2020, vol. 20, nr 11, str. 1-20, Numer artykułu: 3095. DOI:10.3390/s20113095, IF: 3,031; 1. pkt MEN: 100; udział własny: 50%.
- **D. WOTZKA, A. CICHON, P. MANOWSKI**: Classification of OLTC defects based on AE signals measured by two different transducers, *Proceedings of the 20th International Scientific Conference on Electric Power Engineering (EPE)*, 2019, Institute of Electrical and Electronics Engineers, str. 1-5, ISBN 978-1-7281-1333-3. DOI:10.1109/EPE.2019.8778140, 1. pkt MEN: 20; udział własny: 33,3%.

Metody nadzorowanego uczenia maszynowego zastosowałam również w pracach badawczych mających na celu opracowanie systemu klasyfikacji defektów transformatorów elektroenergetycznych, a w szczególności związanych w występowaniem WNZ, na podstawie cech wyznaczonych dla sygnałów EA z wykorzystaniem transformaty falkowej. Zaproponowany proces klasyfikacji został podzielony na dwa etapy: pierwszy etap dostarcza informacji, czy analizowany sygnał jest emitowany przez WNZ czy przez inne źródło EA; drugi etap umożliwia identyfikację konkretnego typu źródła EA. Ponieważ proponowana metoda bazuje na sygnałach EA zarejestrowanych na rzeczywistych, pracujących transformatorach,

które reprezentują typowe dla nich zdiagnozowane uszkodzenia lub zakłócenia, uzyskane wyniki są wiarygodne. Do najważniejszych wniosków z przeprowadzonych badań zaliczam:

- Zastosowana metoda klasyfikacji pozwala na identyfikację trzech rodzajów WNZ występujących w oleju oraz czterech kolejnych defektów, które mogą wystąpić w diagnozowanym transformatorze energetycznym. Dla wszystkich zastosowanych algorytmów uczenia maszynowego uzyskano skuteczność klasyfikacji powyżej 98%. Ogólnie najwyższą miarę jakości klasyfikowania uzyskano dla algorytmu wektorów wspierających.
- Wielkość sekwencji uczących może mieć wpływ na wyniki klasyfikacji, ale nie determinuje ich w pełni.
- Wzorce energetyczne dyskretnej transformaty falkowej, zastosowane jako sygnały wejściowe, okazały się skutecznymi predyktorami do klasyfikacji uszkodzeń.
- Zaproponowana dwuetapowa metoda klasyfikacji może mieć potencjalne zastosowanie w systemie oceny stanu technicznego. Ponadto, metoda może zostać rozbudowana o identyfikację innych typów efektów.

Omówione wyniki badań zawarłam w publikacji:

- **M. KUNICKI, D. WOTZKA:** A classification method for select defects in power transformers based on the acoustic signals, *Sensors*, 2019, vol. 19, nr 23, str. 1-15, Numer artykułu:5212. DOI:10.3390/s19235212, IF: 3,031; 1. pkt MEN: 100; udział własny: 50%.

Metody sztucznej inteligencji zastosowałam także do oceny skuteczności klasyfikacji WNZ występujących w papierowo-olejowych układach izolacyjnych transformatora energetycznego, które rejestrowane były za pomocą metody UHF. W badaniach wykorzystano cztery anteny przystosowane do instalacji w kadzi transformatora (czujnik dyskowy UHF, czujnik zaworu spustowego UHF, antena fraktalna z krzywą Hilberta oraz antena planarna meandryczna odwrócona-F). Dodatkowo zastosowano szerokopasmową antenę log-periodyczną, która stanowiła odniesienie dla pozostałych anten. Anteny te rejestrowały sygnały UHF generowane przez pięć podstawowych typów WNZ. Dla zarejestrowanych impulsów WNZ wyodrębniono 9 cech w dziedzinie częstotliwości i 4 cechy w dziedzinie falkowej, które wykorzystano w zadaniu klasyfikacji. W efekcie przeprowadzonych prac badawczych wykazałam, że konstrukcja anteny nie ma wpływu na skuteczność klasyfikacji. Niezależnie od typu anteny uzyskałam średnią skuteczność powyżej 89,7%. Drugim istotnym wnioskiem z punktu widzenia diagnostyki wyładowań rejestrowanych w paśmie UHF jest fakt, że wystarczy obliczyć tylko częstotliwość szczytową, aby dokonać klasyfikacji z wysoką skutecznością, sięgającą 99,7% dla wybranych typów WNZ. Omówione wyniki badań zawarłam w publikacji:

- **D. WOTZKA, W. SIKORSKI, C. SZYMCZAK:** Investigating the capability of PD type recognition based on UHF signals recorded with different antennas using supervised machine learning, *Energies*. IF: 3,004; 1. pkt MEN: 140; udział własny: 50%. Artykuł przyjęty do publikacji.

Ponadto, w ramach realizacji pracy zleconej przez firmę Tauron Dystrybucja S.A. z siedzibą w Krakowie, która dotyczyła projektu PBSE finansowanego z NCBiR, pt. „Realizacja prac naukowo-rozwojowych dotyczących projektu pt. *Zintegrowany System Diagnostyki Sieciowej*”, wykonywałam badania związane z zastosowaniem metod sztucznej inteligencji do klasyfikacji różnych typów defektów transformatorów elektroenergetycznych na podstawie wartości parametrów ich pracy. W szczególności dokonałam doboru zestawu algorytmów z grupy: drzew decyzyjnych, zespołów modeli, K-najbliższych sąsiadów, wektorów wspierających, metod dyskryminacyjnych oraz różnych rodzajów sieci neuronowych, które pozwoliły na skuteczną klasyfikację określonej jednostki transformatorowej.

Trzeci główny obszar naukowy stanowią badania związane z generacją i propagacją niskoczęstotliwościowych sygnałów akustycznych, emitowanych do środowiska podczas pracy elektrowni wiatrowych, które realizowałam m.in. w ramach grantu pt. „*Numeryczna i doświadczalna analiza niskoczęstotliwościowych zjawisk akustycznych generowanych podczas pracy turbin wiatrowych*”, finansowanego ze środków NCN (OPUS 9), którego kierownikiem był prof. dr hab. inż. Tomasz Boczar. Celem prowadzonych działań było wykonanie numerycznych i doświadczalnych badań i analiz dotyczących zjawiska generacji i propagacji niskoczęstotliwościowych fal akustycznych powstających podczas pracy elektrowni wiatrowych. Do najważniejszych osiągnięć z tego obszaru zaliczam:

- przeprowadzenie szeregu pomiarów sygnałów infradźwiękowych w warunkach rzeczywistej pracy turbin wiatrowych o różnej mocy znamionowej, konstrukcji i dla różnych lokalizacji i związanej z nimi topografii terenu propagacji, przy zmiennych warunkach meteorologicznych, porach roku, prędkościach wiatru i odległościach od źródła generowanego sygnału, przy zastosowaniu mobilnego systemu, który umożliwia wykonywanie bezprzewodowych rejestracji w trzech miejscach jednocześnie.
- Wykonanie wielowariantowych analiz zarejestrowanych sygnałów niskoczęstotliwościowych przy zastosowaniu m.in. przekształceń częstotliwościowych, czasowo-częstotliwościowych, w tym falkowych, a także narzędzi statystycznych oraz analizy korelacyjnej w dziedzinie czasu i częstotliwości oraz dokonanie wyboru deskryptorów w sposób jednoznaczny je opisujących.
- Opracowanie modeli matematycznych opisujących akustyczne sygnały niskoczęstotliwościowe, które odzwierciedlają w sposób optymalny rzeczywistą falę infradźwiękową emitowaną podczas pracy turbiny wiatrowej.
- Opracowanie i budowa uproszczonego multifizycznego modelu numerycznego turbiny wiatrowej, umożliwiającego badania dotyczące generacji, rozwoju i propagacji niskoczęstotliwościowych sygnałów akustycznych w polu bliskim i dalekim.
- Określenie wpływu parametrów konstrukcyjno-technicznych wykorzystanych turbin wiatrowych, warunków atmosferycznych, topografii terenu na wartości podstawowych parametrów zarejestrowanych sygnałów.

Efektom wykonanych do tej pory prac są modele matematyczne źródeł akustycznych fal niskoczęstotliwościowych i zależności opisujące obszar ich propagacji, które w konsekwencji umożliwiają ocenę procesów fizycznych towarzyszących badanym zjawiskom i określenie wpływu szeregu czynników zewnętrznych oraz parametrów, które mogą wpływać na ich przebieg w czasie i przestrzeni. Dodatkowo, w oparciu o zaproponowany model numeryczny, istnieje możliwość przeprowadzenia symulacji komputerowych dotyczących warunków pracy planowanych inwestycji energetyki wiatrowej w zakresie możliwych oddziaływań hałasu infradźwiękowego i generowanych drgań bez konieczności wykonywania długotrwałych, kosztownych i wymagających szerokiej wiedzy eksperckiej prac pomiarowych. Możliwość zamodelowania, a tym samym poznania zjawisk związanych z powstawaniem i propagacją sygnałów akustycznych niskich częstotliwości może przyczynić się do jednoznacznego określania już na etapie prac projektowych i w czasie opracowywania raportów oddziaływania na środowisko naturalne poziomów ciśnienia akustycznego emitowanych przez turbiny wiatrowe o zadanych parametrach hałasu niskoczęstotliwościowego, w sposób analogiczny jak jest to wykonywane w przypadku badania możliwych oddziaływań w zakresie pasma słyszalnego.

Badanie zjawiska i wykonanie obiektywnej i wieloczynnikowej oceny stanowi niezwykle ważną sprawę zarówno z poznawczego punktu widzenia, jak również ma walory użytkowe, a także implementacyjne. Problem powstawania, propagacji, wielkości i możliwych oddziaływań infradźwięków generowanych przez źródła sztuczne na środowisko naturalne, a w szczególności organizmy żywe jest nadal aktualny, często podnoszony podczas planowania inwestycji energetyki wiatrowej oraz ciągle istotny zarówno z poznawczego jak i użytkowego punktu widzenia. W szczególności dotyczy to elektrowni wiatrowych, których infrastruktura w ostatnich latach jest dynamicznie rozwijana w skali świata, Europy, a także w Polsce. Natomiast problematyka zagrożeń, a w szczególności skutków zdrowotnych, wynikających z możliwości powstawania i oddziaływania na organizmy żywe sygnałów w zakresie niskich częstotliwości o dużych poziomach ciśnienia akustycznego oraz długotrwałym czasie ekspozycji jest coraz częściej podejmowana przez mieszkańców obszarów, na których mają być lokalizowane zarówno pojedyncze turbiny, jak również duże farmy wiatrowe. Do najważniejszych publikacji z tego obszaru zaliczam:

- T. BOCZAR, D. ZMARZŁY, M. KOZIOŁ, Ł. NAGI, **D. WOTZKA**, Z. NADOLNY: Measurement of infrasound components contained in the noise emitted during a working wind turbine, *Energies*, 2022, vol. 15, no. 2, str. 597. DOI:10.3390/en15020597, IF: 3,004; 1. pkt MEN: 140; udział własny: 16,6%.
- T. BOCZAR, D. ZMARZŁY, M. KOZIOŁ, **D. WOTZKA**: The application of time-frequency ridge transformation for the analysis of infrasound signals generated by wind turbines, *Applied Acoustics*, 2021, vol. 177, str. 1-13, Numer artykułu: 107961. DOI:10.1016/j.apacoust.2021.107961, IF: 2,44; 1. pkt MEN: 100; udział własny: 25%.
- T. MALEC, T. BOCZAR, **D. WOTZKA**, M. KOZIOŁ: Measurement and analysis of infrasound signals generated by operation of high-power wind turbines, *Energies*, 2021, vol. 14, nr 20, str. 1-21, Numer artykułu: 6544. DOI:10.3390/en14206544, IF: 2,707; 1. pkt MEN: 140; udział własny: 25%.

Z uwagi na posiadaną wiedzę i umiejętności, uczestniczyłam w zespole prof. dr hab. inż. Dariusza Zmarzęgo w badaniach dotyczących modelowania zjawiska elektryzacji strumieniowej z wykorzystaniem multifizycznych symulacji numerycznych opartych o metodę elementów skończonych, które realizowane były ze środków Politechniki Opolskiej oraz NCN w ramach grantu OPUS 7, pt. „*Identyfikacja zjawisk nieliniowych w procesie elektryzacji strumieniowej*”. Podstawowym celem prowadzonych prac badawczych było zbadanie nieliniowości procesu elektryzacji strumieniowej. Rozpatrywana tematyka dotyczyła nowego sposobu podejścia do opisu stanów zachodzących w obrębie warstwy podwójnej, w szczególności badań, które traktowały proces elektryzacji jako liniowy i wykorzystywały metody analizy liniowej. Głównym celem prac badawczych było rozszerzenie możliwości badania zjawiska elektryzacji poprzez zastosowanie nowego przyrządu badawczego z cylindrycznym wahadłem poruszającym się ruchem oscylacyjnym. W ramach prac z moim udziałem wykonano badania eksperymentalne wykorzystując układ wahadłowy, który stanowił modyfikacją układu Couette’a do generacji zjawiska elektryzacji. Przy pomocy ultraczułego układu pomiarowego zmierzono prąd elektryzacji z niepewnością rzędu kilku femtoamperów. Wykonano również identyfikację nieliniowego procesu elektryzacji strumieniowej przy wykorzystaniu modeli NARX oraz Hammersteina-Wienera oraz opracowano model analityczny bazujący na równaniach fizycznych opisujących zjawisko elektryzacji strumieniowej. Ponadto w środowisku COMSOL Multiphysics przeprowadzono obliczenia numeryczne bazujące na metodzie elementów skończonych. Wyniki badań symulacyjnych wykonanych z zastosowaniem modelu analitycznego oraz numerycznego zweryfikowano przy użyciu danych uzyskanych na drodze empirycznej.

Zjawisko elektryzacji strumieniowej często prowadzi do zagrożenia w przemyśle chemicznym, petrochemicznym czy energetycznym. Jest to zjawisko, które uznawane jest za nieprzewidywalne i bardzo trudne do kontroli. Istniejące mechanizmy ograniczania zjawiska elektryzacji są często mało skuteczne mimo ponoszenia wysokich kosztów. Rozszerzanie wiedzy o zjawisku elektryzacji strumieniowej umożliwia projektantom urządzeń wykorzystujących przepływ cieczy o wysokiej tendencji do elektryzacji (np. transformatorów dużej mocy w energetyce, instalacji w których przepływają paliwa, instalacje petrochemiczne) na bardziej racjonalne uwzględnianie omawianego zjawiska w projektowanych systemach. W literaturze przedmiotu znajduje się wiele doniesień o wybuchach i awariach katastrofalnych (zapłon transformatorów, wybuch paliwa na stacjach, wybuch instalacji olejowych), spowodowanych zjawiskiem elektryzacji strumieniowej. Uzyskane wyniki badań mogą przyczynić się do ograniczenia tego typu sytuacji, które mają bardzo negatywny wpływ na środowisko oraz społeczeństwo. Do najważniejszych publikacji z tego obszaru zaliczam:

- **D. WOTZKA:** Numerical model and simulation of streaming electrification in a modified Couette system, Proceedings of the 33rd International ECMS Conference on Modelling and Simulation, 2019, Caserta, Italy, vol. 33, nr 1, European Council for Modelling and Simulation, str. 364-370, ISBN 978-3-937436-65-4. DOI:10.7148/2019-0364, l. pkt MEN: 5; udział własny: 100%.

Umiejętności z zakresu modelowania numerycznego wykorzystywałam podczas współpracy ze spółką BSSTC.PL. Celem prowadzonych prac była optymalizacja geometrii fotoniki lampy oświetlenia przeszkodowego, oparta o modelowanie numeryczne z wykorzystaniem metody elementów skończonych. W ramach współpracy ze spółką

BSSTC.PL badałam oświetlenie przeszkodowe LED, które stanowi obecnie coraz ważniejszy rodzaj oświetlenia m.in. ze względu na rozwój nawigacji lotniczej. Lotnicze światła ostrzegawcze to urządzenia oświetleniowe o różnym natężeniu światła, które są mocowane do wysokich konstrukcji, takich jak np. linie przesyłowe, turbiny wiatrowe lub wieże, w celu zwiększenia ich widoczności dla samolotów. Odpowiednie światła przeszkodowe, które świecą w sposób ciągły, przed zastosowaniem w przemyśle muszą spełniać wymagania norm krajowych i międzynarodowych, ustanawianych przez Organizację Międzynarodowego Lotnictwa Cywilnego. Zastosowanie symulacji komputerowych do modelowania złożonych systemów pozwala na poznanie i zrozumienie ich działania przy stosunkowo niskich kosztach, dzięki iteracyjnemu korygowaniu, testowaniu, optymalizacji bez konieczności tworzenia rzeczywistego prototypu. W moich badaniach zastosowałam symulacje komputerowe do teoretycznych badań zjawisk propagacji promieni, a w szczególności do analizy promieni absorbowanych w strukturze lampy. Informacja o ilości traconych promieni jest kluczowa przy projektowaniu energooszczędnego urządzenia. W trakcie prac badałam prototypową lampę przeszkodową LED, która jest zasilana przez szereg diod LED typu LACP7P. Diody LED emitują promienie świetlne o długości fali 617 nm, które rozchodzą się w strukturze lampy. Większość promieni jest następnie odbijana przez zwierciadło i rozchodzi się w przestrzeni równoległe do osi poziomej. Jednak część promieni nie jest odbijana lub jest pochłaniana przez pleksiglas, który jest częścią obudowy. Głównym celem badań było określenie źródeł absorpcji promieni oraz obliczenie wielkości strat.

W ramach współpracy ze spółką BSSTC.PL realizowałam również prace eksperymentalne i teoretyczne mające na celu określenie rozkładu ciepła emitowanego przez lampę oświetlenia przeszkodowego. Zastosowany system pomiarowy został zaprojektowany w taki sposób, aby odzwierciedlał i określał warunki pracy lampy w różnych warunkach atmosferycznych. Wykonanie pomiarów dla wszystkich możliwych warunków jest znacznie trudniejsze, podobnie jak zmiana geometrii lampy w celu optymalizacji jej parametrów. Celem realizacji zadania zaproponowałam wykonanie analiz teoretycznych w środowisku COMSOL Multiphysics. Opracowałam uproszczony model numeryczny lampy i tunelu, a następnie dostosowałam jego parametry i warunki brzegowe stosowane w równaniach w taki sposób, aby wyniki były zgodne z pomiarami. Zweryfikowany doświadczalnie model numeryczny wykorzystałam do dalszej analizy, zmieniając wartości temperatury otoczenia i prędkości wiatru. Badany obiekt posiadał dwa źródła ciepła, z których jedno to diody LED emitujące światło, a drugie to stabilizatory i inne elementy układu zasilania lampy. Na potrzeby pomiarów lampa została zainstalowana w przedniej części prostokątnego tunelu wykonanego z płyty wiórowej o wymiarach szer. \times wys. \times dł. = (1 \times 2 \times 8,8) m. Do pomiaru ciepła emitowanego przez lampę zastosowałam kamerę termowizyjną typu VIGOCam v5 firmy VIGO System S.A. Kamerę umieszczono w tunelu w odległości 1,75 m od lampy na jej wysokości, korzystając ze statywu. Warunki pomiaru kontrolowano w taki sposób, że tunel był zamknięty, nie było w nim wymuszonego przepływu powietrza, a temperatura otoczenia utrzymywała się na stałym poziomie 28°C. W efekcie przeprowadzonych pomiarów stwierdzono, że temperatura lampy stabilizuje się po około 7 godzinach pracy, co odpowiada przeciętnej pracy w nocy w klimacie umiarkowanym. Jednak model numeryczny lampy osiągnął stan ustalony już po 3 godzinach pracy, co wynikało z dużych uproszczeń modelu numerycznego i nieuwzględnienia wszystkich elementów lampy. Niemniej jednak stan ustalony obu modeli - obliczeniowego i fizycznego - był zgodny pod względem rozkładu temperatury na powierzchni lampy. Przeprowadzone analizy teoretyczne pozwoliły również na określenie ciepła emitowanego przez lampę przy dużych prędkościach wiatru (do 10 m/s) oraz dla wysokich temperatur otoczenia (do 44°C).

Wyniki mojej współpracy ze spółką BSSTC.PL zaowocowały wdrożeniem opracowanego modelu oraz zostały opublikowane w następujących artykułach:

- **D. WOTZKA:** Theoretical analysis of optical radiation absorbed in a lighting device, Poznan University of Technology Academic Journals. Electrical Engineering, 2017, nr 92, str. 205-213. DOI:10.21008/j.1897-07373.2017.92.0018, IF: 2,679; 1. pkt MEN: 7; udział własny: 100%.
- **D. WOTZKA, A. BŁACHOWICZ, P. WEISSER:** Temperature analysis of obstacle lighting lamp working under various ambient conditions: theoretical and practical experiments, Applied Sciences-Basel, 2019, vol. 9, nr 22, str. 1-11, Numer artykułu:4951. DOI:10.3390/app9224951, IF: 2,217; 1. pkt MEN: 100; udział własny: 33%.

Podsumowaniem prowadzonych do tej pory prac badawczo – naukowych w zakresie wykonywania pomiarów i zastosowania zaawansowanych metod i narzędzi cyfrowego przetwarzania sygnałów oraz modelowania numerycznego w dyscyplinie **automatyka, elektronika i elektrotechnika** jest monografia habilitacyjna pt.: „*Koncepcja, wykonanie i badania urządzenia do pomiaru strumienia objętości ścieków w kanale otwartym*”. Jest ona pod względem struktury badań podobna do wcześniej prowadzonych prac, a wykonane stanowisko laboratoryjne uwzględnia zdobyte wcześniej doświadczenia, kompetencje merytoryczne i wiedzę w obszarze **pomiaru wielkości nieelektrycznych metodami elektrycznym**.

Podjęte w monografii zagadnienia badawcze zwiększają wiedzę w omawianym obszarze zarówno z naukowego, jak i aplikacyjnego punktu widzenia, ponadto poruszają bardzo istotny problemem, jakim jest modelowanie rzeczywistych, złożonych procesów technologicznych w obszarze gospodarki komunalnej. Biorąc pod uwagę powszechność przesyłu ścieków i uwarunkowania dotyczące ochrony środowiska, a także wzrastające koszty zużycia energii elektrycznej wydaje się że podjęta problematyka bardzo dobrze wpisuje się w powszechne trendy prośrodowiskowe i jest ważnym elementem planowania technologii i pracy tego typu obiektów.

Reasumując, należy podkreślić, że badania naukowe prowadzone z moim udziałem, zarówno te dotyczące diagnostyki układów izolacyjnych urządzeń elektroenergetycznych przy wykorzystaniu uczenia maszynowego, jak również dotyczące procesów przesyłu ścieków, mają duże znaczenie naukowe i poznawcze. Znajdują także praktyczne zastosowanie techniczne w diagnostyce urządzeń elektroenergetycznych oraz pracach zmierzających do poprawy efektywności energetycznej oraz bezpieczeństwa systemów przesyłowych ścieków i są ściśle związane z możliwością ich wdrożenia w rzeczywistych obiektach i urządzeniach.

3.1.2. Omówienie osiągnięć, o których mowa w art. 219 ust. 1 pkt 2 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2020 r. poz. 85 z późn. zm.).

Osiągnięciem naukowym, o którym mowa w art. 219 ust. 1 pkt 2 ustawy z 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2020 r. poz. 85 z późn. zm.) jest **monografia habilitacyjna**, wskazana w pkt 1.1 wykazu osiągnięć naukowych. Monografia habilitacyjna składa się z dziesięciu rozdziałów i spisu wykorzystanej literatury.

Problematyka rozpatrywana w monografii związana jest z zagadnieniami rozwoju miast i wsi powodowanym stałym przyrostem liczby mieszkańców, co skutkuje zwiększeniem liczby ścieków, które wpływają do centralnej infrastruktury kanalizacji sanitarnej. O ile budowa nowych osiedli mieszkaniowych powiązana jest z jednoczesną budową kanalizacji sanitarnej o odpowiednio dopasowanej objętości, to w niektórych obszarach wewnątrz miast, nie ma fizycznej czy ekonomicznej możliwości, aby poszerzać istniejące kanały, najczęściej otwarte, które obecnie pracują często na granicy swoich możliwości technicznych.

Doskonalenie systemu monitoringu sieci sanitarnych stanowi obecnie istotną gałąź gospodarki komunalnej umożliwiającą ocenę jej sprawności hydraulicznej. Główny problem, z jakim borykają się przedsiębiorstwa wodno-kanalizacyjne, dotyczy systematycznego gromadzenia m.in. wielkości i prędkości przepływu ścieków w kanałach otwartych oraz miąższości osadu kanałowego w kolektorach przełazowych. Brak nadzoru nad prawidłową pracą systemu odprowadzania ścieków może spowodować wyciek, skutkujący potencjalnym zagrożeniem życia i zdrowia mieszkańców danego regionu oraz skażeniem środowiska naturalnego. Dostęp do bieżących parametrów pracy systemu umożliwia oszacowanie wielkości obciążenia w poszczególnych obszarach oraz wykrywanie niepożądanych zjawisk, takich jak występowanie spiętrzeń i cofek w kanale czy też przekroczeń maksymalnych napiegnięć.

Jednym z kierunków prowadzonych obecnie prac naukowo-badawczych jest budowa modeli symulacyjnych systemów sanitarnych, które mogą być stosowane do predykcji zachowania sieci w różnych warunkach pracy. Wartości parametrów pracy systemu kanalizacji, które rejestrowane są na bieżąco, stanowią istotny i niezbędny element procesu kalibracji i walidacji modeli matematycznych.

Zjawisko przepływu cieczy w kanałach kanalizacyjnych zostało do pewnego stopnia opisane w literaturze przedmiotu. Wskazano równania i modele matematyczne charakteryzujące przepływ przez kanały o różnym kształcie, np. trapez, prostokąt czy walec. Jednak systemy kanalizacji ściekowej, zwłaszcza w dużych aglomeracjach są zróżnicowane, złożone z kanałów o różnych rozmiarach i kształtach z licznymi punktami krzyżowań. W Polsce wiele przedsiębiorstw wodno-kanalizacyjnych nie dysponuje jeszcze systemami opomiarowania infrastruktury ściekowej czy deszczowej. Pomiar prędkości liniowej przepływu w kolejnych odcinkach sieci stanowi nadal wyzwanie technologiczne oraz istotny element rozwoju istniejącej infrastruktury kanalizacyjnej. Problematyka rozpatrywanego zagadnienia wynika z konieczności zamontowania urządzenia pomiarowego zwykle w bardzo zanieczyszczonych kanałach, w sposób możliwie bezinwazyjny, nie powodujący zakłóceń w prawidłowym przepływie nieczystości.

Ponadto pomiar rzeczywistej ilości odprowadzanych ścieków może spowodować istotne oszczędności dla zakładów, które w procesie technologicznym wykorzystują wodę. Obecnie w zakładach produkcyjnych rozliczenia ścieków dokonuje się na podstawie ilości pobranej wody lub w sposób ryczałtowy. W rzeczywistości, w przypadku instalacji

przemysłowych, ilość odprowadzanych do kanalizacji ścieków może być inna, np. ze względu na powstawanie ubytków wody w procesach produkcyjnych lub ze względu na straty powstające w wyeksploatowanej instalacji. Powyższe stanowi ważną przyczynę mobilizującą przedsiębiorców do rozbudowy istniejących systemów o dodatkowe urządzenia monitorujące.

Chociaż obecnie na rynku polskim istnieje szereg rozwiązań pozwalających na pomiar prędkości przepływu w kanałach otwartych, to jednak są to rozwiązania stosunkowo kosztowne, a ich dokładność pomiarowa i konieczność kalibracji sprawia, że nadal istnieje potrzeba opracowywania nowych metod i urządzeń, których koszt budowy i eksploatacji będzie minimalizowany.

Głównym celem przeprowadzonych prac naukowo-badawczych, których wyniki zaprezentowałam w monografii 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 monografii zastosowałam nowoczesne podejście do rozwiązania złożonych problemów metrologicznych, które polega na zastosowaniu technik pomiarowych opartych na cyfrowej akwizycji sygnałów i zaawansowanych algorytmów przetwarzania sygnałów. Monografia posiada walor poznawczy, który polega na pokazaniu możliwości, jakie daje zastosowanie w szerokim zakresie metod statystyki matematycznej i cyfrowego przetwarzania sygnałów do rozwiązania trudnych zadań metrologicznych.

Zdefiniowane zadanie badawcze zrealizowałam w sposób kompleksowy, wykorzystując różnego rodzaju symulacje, analizy i badania. W pierwszej kolejności wykonałam analizy teoretyczne, które dotyczyły symulacji komputerowych z wykorzystaniem metody MES (ang. *metoda elementów skończonych*) oraz analizy CFD (ang. *computational flow dynamics*). W wyniku obliczeń symulacyjnych określiłam profile prędkości cieczy wewnątrz kanału otwartego o przekroju cylindrycznym w reżimie przepływu laminarnego i turbulentnego przy założeniu nieściśliwości cieczy. Przebrałam wpływ prędkości cieczy oraz poziomu cieczy wypełniającej kanał na uzyskiwane rezultaty obliczeń. Na podstawie wyników symulacyjnych opracowałam procedurę obliczenia pola powierzchni A kanału o promieniu R zapełnionego do określonej wysokości H , którą zastosowałam do obliczenia przepływu Q w urządzeniu pomiarowym.

Następnie zbudowałam stanowisko laboratoryjne składające się z cylindrycznej rury, w której inicjowałam przepływ Q_{zad} zanieczyszczonej wody o różnym strumieniu prędkości w zakresie od 0 do 210 dm³/min, przy czym urządzenie pomiarowe rejestrujące wartości Q_{pom} zainstalowałam na dnie rury. Na potrzeby walidacji zadanej prędkości przepływu w układzie wykorzystałam komercyjne urządzenie w postaci przepływomierza elektromagnetycznego. Układ zasilany był pompą zanurzeniową tłoczącą, z wykorzystaniem układu inwertera.

W zbudowanym laboratoryjnym stanowisku wykonałam osiem serii pomiarowych inicjalizując urządzenie różnymi wartościami kluczowych parametrów, które miały wpływ na uzyskiwane wielkości przepływów. W ramach prac badawczych parametry optymalizowałam pod kątem uzyskania liniowej charakterystyki $Q_{pom}(Q_{zad})=Q_{zad}$, przy czym należało uwzględnić ograniczenia sprzętowe oraz stopień zużycia energii i czas trwania obliczeń.

Głównym zadaniem badawczym, podjętym w monografii było opracowanie procedury pomiaru prędkości v zanieczyszczonej cieczy przepływającej przez kanał otwarty, przy założeniu, że metoda opiera się o rejestrację sygnałów ultradźwiękowych. W badaniach wykorzystałam metodę korelacji krzyżowej. Przy czym, celem zadania był m.in. dobór

optymalnych wartości, takich parametrów jak: *Offset* - liczba odrzucanych próbek początkowych, zawierających sygnały odbite od ścianek czujnika C_V i C_H ; δ - liczba próbek sygnału wykorzystana na potrzeby określenia parametru *Offset*; *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; *PRT* - czas pomiędzy transmisją, a odbiorem kolejnych serii impulsów emitowanych przez czujnik C_V . W zadaniu optymalizacji wykorzystałam algorytm genetyczny. Celem przeprowadzonych analiz korelacyjnych było wskazanie globalnego ekstremum τ_{\max} skorelowanego z opóźnieniem dwóch sekwencji sygnałów emitowanych przez czujnik prędkości, przy założeniu, że zjawisko jest silnie stochastyczne i uzależnione od liczby i wielkości cząstek przemieszczających się w badanej cieczy.

Drugim ważnym zadaniem badawczym było opracowanie procedury pomiaru poziomu cieczy H , przy założeniu, że metoda również opiera się na pomiarach sygnałów ultradźwiękowych. Jego celem było m.in. dokonanie doboru optymalnej wartości parametrów filtrów w obu krokach filtracji oraz parametru granicznego TH .

W monografii przedstawiłam również wyniki badań mających na celu określenie możliwości zastosowania analizy koherencji falkowej do pomiaru prędkości przepływu. Stwierdziłam, że metoda ta na chwilę obecną nie jest możliwa do automatyzacji, ponieważ wymaga dodatkowych analiz np. w obszarze sztucznej inteligencji i przetwarzania obrazu, aby mogła być zastosowana w niskobudżetowym czujniku pomiarowym.

Kluczowe znaczenie dla przyjętej w założeniach metody wyznaczania Q ma ocena wiarygodności pomiarów V i H . Analizie poddałam obliczenia wykonywane przez cztery egzemplarze urządzenia, zbudowane i zaprogramowane zgodnie z opracowanymi w efekcie realizacji prac badawczych procedurami. W monografii przedstawiłam wyniki badania powtarzalności i niepewności pomiaru oraz badania liniowości zależności funkcyjnej wielkości przepływu Q_{pom} od wielkości przepływu Q_{zad} w zakresie od 0 do 210 dm³/min. Powtarzalność pomiarów potwierdziłam na podstawie wykonanych testów statystycznych oraz analizy wariancji ANOVA (ang. *analysis of variance*) wykorzystując sygnały rejestrowane przez pojedynczy egzemplarz urządzenia w czterech seriach pomiarowych. Niepewność standardowa złożona rosła liniowo wraz ze wzrostem wielkości zadanego przepływu, ale nie przekraczała średnio 1,61% Q_{zad} . Niepewność standardowa rozszerzona, dla tego zestawu sygnałów, przy przyjęciu współczynnika $k=3$, wyniosła średnio 3,51% Q_{zad} i nie przekroczyła 4,83% Q_{zad} . Celem zbadania liniowości zależności przepływu mierzonego w funkcji przepływu zadanego, wykonałam pomiary z wykorzystaniem czterech egzemplarzy urządzenia. Na podstawie wykonanych analiz stwierdziłam niedokładność wynoszącą średnio 5,49%. W zakresie najmniejszych i największych prędkości istnieje potencjalna możliwość do dalszych udoskonaleń, np. poprzez adjustację parametrów urządzenia, związanych z liczbą emitowanych impulsów w ramach sekwencji S_1 i S_2 oraz czasem *PRT*.

W wyniku badań walidacyjnych stwierdziłam, że zaproponowane procedury przetwarzania sygnałów z dwóch czujników ultradźwiękowych, w tym filtracji i korelacji krzyżowej, pozwoliły na poprawny i powtarzalny pomiar o satysfakcjonującym poziomie niepewności rozszerzonej nie przekraczającej średnio 3,47% Q_{zad} dla przepływów powyżej 40 dm³/min. Tym samym zweryfikowałam działanie urządzenia w warunkach stacjonarnego, niezmienniczego przepływu.

W celu określenia właściwości dynamicznych urządzenia, wykonałam proces identyfikacji modelu matematycznego typu SISO oraz przeprowadzono analizy w dziedzinie częstotliwości. W monografii opisano opracowany model typu *state space* piątego rzędu wraz

z odpowiedzią czasową modelu, charakterystykami biegunową, Nyquista, Nicholasa, wykresem Bodego oraz odpowiedzią modelu na sygnał impulsowy, a także skok jednostkowy. W celu identyfikacji modelu, przeprowadziłam dodatkową serię pomiarową, w której zarejestrowałam 10 cykli załączeń i wyłączeń pompy, przy czym przepływ był w tym czasie stabilny. Przeanalizowałam również wpływ okna uśredniającego na stopień dopasowania sygnału wejściowego do sygnału wyjściowego.

Następnie, zbudowano i zaimplementowano wg ustalonych kryteriów zestaw ośmiu egzemplarzy urządzenia pomiarowego, które zamontowano na okres dwutygodniowej kampanii pomiarowej na dnie ośmiu studzienek kanalizacyjnych. Otrzymane rezultaty są porównywalne z wielkościami odprowadzanych ścieków, rejestrowanymi przez właściciela wodociągów. Ponadto, podobne wielkości mierzone są w innych sieciach sanitarnych o jednakowych warunkach pracy. Opracowane urządzenia mogą zostać wykorzystane w kampaniach pomiarowych na potrzeby pozyskania informacji o warunkach pracy systemów sieci sanitarnej wykonywanych w celu budowy i kalibracji modeli symulacyjnych.

Kolejne egzemplarze urządzenia, wykorzystane w trakcie pomiarów w układzie laboratoryjnym oraz w trakcie kampanii pomiarowej, zostały zaprojektowane i zbudowane przy współpracy z przedsiębiorstwem z branży wodno-kanalizacyjnej. Mój wkład własny w zakresie projektu i budowy urządzenia polegał na określeniu wytycznych w zakresie doboru części składowych układu elektronicznego, doboru optymalnych wartości parametrów urządzenia oraz pracach programistycznych. Badania i analizy w układzie laboratoryjnym, badania symulacyjne i walidacyjne, wyniki których opisałam w rodz. 3-8 monografii, w tym opracowane procedury przetwarzania rejestrowanych sygnałów, wykonałam samodzielnie. Mój wkład własny stanowią również wyniki analiz sygnałów pozyskanych z kampanii pomiarowej, przy czym pomiary w terenie i weryfikacja ich zgodności z danymi rzeczywistymi, zostały przeprowadzone przez pracowników przedsiębiorstwa z branży wodno-kanalizacyjnej.

Wartość naukowo-poznawczą pracy, w mojej ocenie, stanowi opracowana, udoskonalona metoda i urządzenie do pomiaru wielkości nieelektrycznych metodami elektrycznym, która stanowi nowe podejście do problemu pomiarów przepływu cieczy w kanale otwartym, przy ekonomicznie uzasadnionych środkach przeznaczonych na ich praktyczną realizację.

Za najważniejsze, oryginalne osiągnięcie opisane w monografii, uważam opracowanie procedur pomiaru i obliczania prędkości V i poziomu ścieków H w kanale otwartym, na podstawie których wyznacza się ich strumień objętości Q . Istotnym wkładem jest wykonanie procesu walidacji opracowanego urządzenia, w tym potwierdzenia powtarzalności uzyskiwanych wartości Q , których niepewność standardowa złożona nie przekracza 5%. Opracowane urządzenie zostało zweryfikowane w warunkach przemysłowych i wdrożone przez przedsiębiorstwo wykonujące kampanie pomiarowe na potrzeby budowy i kalibracji komputerowych modeli symulacyjnych dla sieci kanalizacyjnych.

3.1.3. Informacja o wykazywaniu się istotną aktywnością naukową realizowaną w więcej niż jednej uczelni, w szczególności zagranicznej.

W okresie 2005 – 2007 współpracowałam z **prof. dr. inż. Günther Seliger** oraz **dr inż. René Gegusch** z *Institut für Werkzeugmaschinen und Fabrikbetrieb, Technische Universität Berlin* w obszarze projektowania, budowy i implementacji programistycznej tzw. „*Life Cycle Units*”, tj. systemów stosowanych w diagnostyce maszyn i urządzeń elektrycznych.

Od 2015 r. współpracuję z **dr Grażyną Suchacką** z **Uniwersytetu Opolskiego** w zakresie analizy i modelowania kluczowych cech sesji Web generowanych przez roboty internetowe (Web boty). Wykorzystując dane z logów serwera dla witryny e-commerce, poddano analizie i modelowaniu z wykorzystaniem analizy regresji różne cechy, związane z charakterem procesu przychodzenia botów do serwera WWW e-commerce: czas przybycia sesji botów, liczbę żądań HTTP w sesji, a także liczbę żądań HTTP na sesję oraz czas dotarcia żądania w sesji. W wyniku współpracy ukazały się dwie publikacje, wyszczególnione poniżej:

- G, SUCHACKA, D. WOTZKA: *Modeling a session-based bots' arrival process at a Web server*, Materiały konferencyjne 31-szej European Conference on Modelling and Simulation - ECMS, 2017, Niemcy, str. 605-612, DOI:10.7148/2017-0605, 1. pkt MEN: 15; udział własny: 30%.
- G. SUCHACKA, D. WOTZKA: *Modeling a non-stationary bots' arrival process at an e-commerce Web site*, Journal of Computational Science, 2017, vol. 22, str. 198-208. DOI:10.1016/j.jocs.2017.05.017, IF: 1,925; 1. pkt MEN: 30; udział własny: 30%.

W 2018 r. otrzymałam grant z instytucji Europejskiej Współpracy Naukowo-Technicznej (ang. European Cooperation in the field of Scientific and Technical Research COST) w ramach akcji IC COST Action IC1406 High-Performance Modelling and Simulation for Big Data Applications (cHiPSet), w ramach którego odbyłam wizytę naukową (ang. *Short-Term Scientific Mission STSM*) w instytucie mQoL Living Lab Institute of Services Science, Center for Informatics Uniwersytetu Genewskiego (ang. *University of Geneva*). W efekcie odbycia stażu rozpoczęła się współpraca z zespołem naukowców kierowanym przez **prof. Katarzynę Wac** z **Uniwersytetu Genewskiego**. Pracownicy Instytutu mQoL Living Lab podejmują badania mające na celu poprawę jakości usług, doświadczeń i życia komunikacji mobilnej oraz rozwiązań informatycznych dla użytkowników telefonów komórkowych i smartfonów. Instytucja goszcząca udostępniła mi zanonimizowane dane pomiarowe użytkowników cyfrowych, na podstawie których wyselekcjonowałam i przeanalizowałam kluczowe cechy sesji aplikacji smartfonowych, mogące mieć znaczenie w procesie predykcji zachowań użytkowników. Celem szczegółowym prowadzonych prac jest analiza danych oraz określenie cech, które mogą być wykorzystane jako dane uczące dla metod sztucznej inteligencji, w tym algorytmów nadzorowanego uczenia maszynowego dla potrzeb rozpoznawania typów zachowań użytkowników. Obecnie prowadzone działania mają na celu podsumowanie dotychczasowych badań w artykule naukowym. Zaświadczenie o współpracy znajduje się w załączniku nr 4.5.

Od stycznia 2021 r. do chwili obecnej współpracuję z **dr hab. Elżbietą Skorupską z Uniwersytetu Medycznego im. Karola Marcinkowskiego w Poznaniu** w zakresie przygotowania danych cyfrowych, w postaci 350 zdjęć termograficznych dla 120 badanych osób, do dalszych analiz za pomocą specjalistycznego oprogramowania. Ponadto opracowałam procedury programistyczne dla potrzeb wykonania transformacji i wizualizacji danych cyfrowych dla 120 osób, co umożliwiło automatyzację metody diagnostycznej „Termovision Technique of Dry Needling” wykorzystywaną w ocenie bólu mięśniowo – powięziowego (patent UMP). Moja współpraca z dr hab. Elżbietą Skorupską przyczyniła się do rozwoju tej metody. Zaświadczenie o współpracy znajduje się w załączniku nr 4.6.

W wyniku współpracy do tej pory ukazały się publikacje wyszczególnione poniżej, a kolejna jest na etapie recenzji.

- E. SKORUPSKA, T. DYBEK, **D. WOTZKA**, M. RYCHLIK, M. JOKIEL, P. PAKOSZ, M. KONIECZNY, P. DOMASZEWSKI, P. DOBRAKOWSKI: *MATLAB Analysis of SP Test Results—An Unusual Parasympathetic Nervous System Activity in Low Back Leg Pain: A Case Report*. Applied Sciences-Basel, vol. 12(4), str. 1-10, 2022 r. DOI:10.3390/app12041970, IF: 2,679; 1. pkt MEN: 100; udział własny: 12,5%.
- J. MATUSKA, M. JOKIEL, P. DOMASZEWSKI, M. KONIECZNY, P. PAKOSZ, T. DYBEK, **D. WOTZKA**, E. SKORUPSKA: *Retrospective Analysis of Functional Pain among Professional Climbers*. Applied Sciences-Basel, vol. 12(5), Numer artykułu: 2653, DOI:10.3390/app12052653, IF: 2,679; 1. pkt MEN: 100; udział własny: 11%.

3.2. Informacja o osiągnięciach dydaktycznych

3.2.1. Zajęcia dydaktyczne

Działalność dydaktyczną rozpoczęłam w 2009 r., tj. od momentu rozpoczęcia praktyk dydaktycznych realizowanych podczas studiów doktoranckich na Wydziale Elektrotechniki Automatyki i Informatyki Politechniki Opolskiej.

W 2011 r. ukończyłam „Kurs przygotowania nauczycieli akademickich do pracy dydaktycznej na Politechnice Opolskiej”. Zaświadczenie znajduje się w załączniku nr 4.7.

Jako nauczyciel akademicki, w swojej działalności dydaktycznej prowadziłam wszystkie rodzaje zajęć, tj. wykłady, ćwiczenia, laboratoria, zajęcia projektowe i seminaria. Zajęcia dydaktyczne na Politechnice Opolskiej realizowałam na studiach stacjonarnych i niestacjonarnych pierwszego stopnia.

Od początku zatrudnienia na Politechnice Opolskiej realizowałam zajęcia na kierunku Informatyka w jęz. niemieckim. Przygotowałam i prowadziłam niemieckojęzyczne bloki zajęć z następujących przedmiotów:

- Systemy operacyjne (*niem.* Betriebssysteme),
- Administrowanie sieciowymi systemami operacyjnymi (*niem.* Verwaltung von Netzwerkbetriebssystemen),
- Algorytmy i struktury danych (*niem.* Algorithmen und Datenstrukturen),
- Systemy wbudowane (*niem.* Eingebettete Systeme),
- Narzędzia sztucznej inteligencji (*niem.* Werkzeuge der Künstlichen Intelligenz),
- Transmisja danych (*niem.* Datenübertragung),
- Programowanie niskopoziomowe (*niem.* Hardwarenahe-Programmierung),
- Grafika komputerowa (*niem.* Computergrafik).

Prowadziłam także zajęcia dydaktyczne na kierunku Informatyka w jęz. angielskim oraz na kierunku Computer Engineering, w ramach których przygotowałam anglojęzyczne wykłady z następujących przedmiotów:

- Transmisja danych (*ang.* Data transmission),
- Transmisja danych w sieciach komputerowych (*ang.* Data transmission in computer networks).
- Programowanie niskopoziomowe (*ang.* Low-level-programming).

Prowadziłam również zajęcia dydaktyczne i jestem autorem bloków zajęciowych na kierunku Technologie Energetyki Odnawialnej z następujących przedmiotów:

- Przetwarzanie i wizualizacja danych,
- Systemy transmisji danych w energetyce prosumenckiej,
- Technologie wiatrowe w EP,

- Internetowy monitoring i wdrażanie innowacji technologii OZE,
- Energetyka prosumencka.

Prowadziłam również zajęcia dydaktyczne z następujących przedmiotów:

- Multimedialne techniki prezentacji (seminarium dla studentów kierunku Elektrotechnika),
- Technologia informacyjna (ćwiczenia dla studentów różnych kierunków technicznych),
- Inżynieria oprogramowania (projekt dla studentów kierunku Informatyka).

W sumie przygotowałam wykłady z 14 przedmiotów, w tym 8 w jęz. niemieckim i odpowiednio 3 w jęz. angielskim.

3.2.2. Wypromowani dyplomanci

W ramach opieki naukowo-dydaktycznej nad studentami Politechniki Opolskiej byłam promotorem 27 prac dyplomowych, w tym 21 prac inżynierskich oraz 6 prac magisterskich, z czego 8 prac znajduje się w toku realizacji. Poniżej przedstawiam nazwiska prowadzonych przez mnie dyplomantów, jak również tytuły realizowanych prac wraz z kierunkami studiów.

- 1) MATEUSZ MARCIN WYSPIAŃSKI „*Mikroprocesorowy system do wentylacji komputerów stacjonarnych*”, Informatyka, studia stacjonarne II-go stopnia. Data egzaminu: 27.06.2013 r.
- 2) SZCZEPAN ANDRZEJ OLECHNOWICZ, „Badanie wpływu wybranych utworów muzycznych na aktywność elektryczną mózgu człowieka z wykorzystaniem technologii interfejsów mózg-komputer”, Informatyka, studia stacjonarne II-go stopnia. Data egzaminu: 02.07.2020 r.
- 3) WOJCIECH PIOTR NOWAK, „System integrujący manualne testy oprogramowania z testami automatycznymi poprzez wykorzystanie technik fuzzingu”, Informatyka, studia stacjonarne II-go stopnia. Data egzaminu: 29.09.2020 r.
- 4) KINGA MARTA SCHYGULLA, „Opracowanie algorytmu przewidującego sprzedaż przy użyciu uczenia maszynowego”, Informatyka, studia niestacjonarne II-go stopnia. Praca w realizacji.
- 5) MAŁGORZATA TERESA ŁĘGOWIK, „Zastosowanie algorytmów sztucznej inteligencji do przewidywania popytu wybranej grupy produktów”, Informatyka, studia niestacjonarne II-go stopnia. Praca w realizacji.
- 6) MIRIAM JOANNA KOŃSKA, „Uczenie maszynowe w klasyfikacji produktów”, Informatyka, studia niestacjonarne II-go stopnia. Praca w realizacji.
- 7) RAFAŁ DAWID GAWLIK, „Koncepcja strony internetowej oferującej tworzenie internetowych wizytówek”, Informatyka, studia stacjonarne I-go stopnia. Data egzaminu: 29.11.2013 r.

- 8) PAWEŁ PIOTR MYSZ, „Projekt i implementacja internetowego systemu wspomagającego pracę zakładu bukmacherskiego”, Informatyka, studia stacjonarne I-go stopnia. Data egzaminu: 13.02.2014 r.
- 9) KAMIL PIOTR BULEJAK, „Algorytmy i narzędzia obliczeniowe stosowane w programowaniu grafiki komputerowej”, Informatyka, studia stacjonarne I-go stopnia. Data egzaminu: 23.09.2016 r.
- 10) DAWID PATRYK KOPICKI, „Analiza efektywności czynników mających wpływ na pozycjonowanie stron w wyszukiwarce Google”, Informatyka, studia stacjonarne I-go stopnia. Data egzaminu: 03.02.2017 r.
- 11) MARCIN JOACHIM SCHUDY, „Analiza porównawcza energii produkowanej przez różne typy mikroturbin wiatrowych”, Energetyka, studia stacjonarne I-go stopnia. Data egzaminu: 22.02.2017 r. Rezultaty uzyskane w ramach pracy dyplomowej inżynierskiej zostały opublikowane w artykule:
P. GALLUS, M. SCHUDY, D. WOTZKA, M. KOZIOŁ: *System do rejestracji danych pomiarowych z elektrowni wiatrowej*, Poznan University of Technology Academic Journals. Electrical Engineering, 2017, nr 89, s.415-423. DOI:10.21008/j.1897-0737.2017.89.0039, l. pkt MEN: 7; udział własny: 25%.
- 12) PIOTR MATEUSZ GALLUS, „Opracowanie ćwiczenia laboratoryjnego w zakresie technologii wiatrowych w energetyce prosumenckiej”, Energetyka, studia stacjonarne I-go stopnia. Data egzaminu: 22.02.2017 r.
- 13) MATEUSZ JÓZEF WIĘCEK, „Projekt i wykonanie aplikacji mobilnej "Taryfikator Mandatów" na platformę Android”, Informatyka, studia stacjonarne I-go stopnia. Data egzaminu: 23.06.2017 r.
- 14) TOMASZ JAN JANIK, „Projekt i implementacja aplikacji webowej wspomagającej dobór zestawu posiłków w obszarze zdefiniowanej diety”, Informatyka, studia stacjonarne I-go stopnia. Data egzaminu: 23.06.2017 r.
- 15) JACEK JERZY PLUTA, „Opracowanie oprogramowania wspomagającego projektowanie dostępowych sieci WLAN”, Informatyka, studia stacjonarne I-go stopnia. Data egzaminu: 14.02.2019 r.
- 16) WOJCIECH PIOTR NOWAK, „Rejestrator interakcji użytkownika w przestrzeni maszyny fizycznej oparty o język Python”, Informatyka, studia stacjonarne I-go stopnia. Data egzaminu: 07.03.2019 r.
- 17) DAWID TOMASZ TIELECZEK, „Projekt i implementacja inteligentnego budynku na bazie Arduino”, Informatyka, studia stacjonarne I-go stopnia. Data egzaminu: 03.02.2021 r.
- 18) DAMIAN KAŻMIERCZAK, „Projekt i implementacja kontrolera oświetlenia scenicznego”, Informatyka, studia stacjonarne I-go stopnia. Data egzaminu: 03.02.2021 r.

- 19) DAWID ARTUR MATUSIK, „*Monitoring infrastruktury komputerowej na przykładzie systemu Zabbix*”, Informatyka, studia stacjonarne I-go stopnia. Data egzaminu: 05.07.2021 r.
- 20) ROBERT JANUSZ PIOSEK, „*Entwurf einer Desktop-Anwendung die Eye-Tracking über einen Bildschirm ermöglicht*”, Informatyka w jęz. niemieckim, studia stacjonarne I-go stopnia. Data egzaminu: 2.02.2022 r.
- 21) KAMIL MICZKA, „*Design und Implementierung eines Online-Shops*”, Informatyka w jęz. niemieckim, studia stacjonarne I-go stopnia. Data egzaminu: 9.02.2022 r.
- 22) JAROSŁAW SMOLIRA, „*Projekt systemu ekspertowego do klasyfikacji wyładowań niepełnych*”, Informatyka, studia stacjonarne I-go stopnia. Data egzaminu: 1.02.2022 r.
- 23) TOMASZ LACH, „*Zastosowanie uczenia maszynowego do testowania aplikacji webowych*”, Informatyka, studia niestacjonarne I-go stopnia. Praca w realizacji.
- 24) KAMIL MICHAŁ KIERSKI, „*Aplikacja do planowania i automatycznego umieszczania wpisów na portal społecznościowy Twitter*”, Informatyka, studia stacjonarne I-go stopnia. Praca w realizacji.
- 25) HITKUMAR PATEL, „*Development of E-Commerce website*”, Computer Engenieering, studia stacjonarne I-go stopnia. Praca w realizacji.
- 26) BRIJESHKUMAR SANATANBHAI MAISURIYA, „*Development of a web site for dance academy management system*”, Computer Engenieering, studia stacjonarne I - go stopnia. Praca w realizacji.
- 27) KARTIKEYKUMAR PATEL, „*E-Commerce website with Django and Phytion*”, Computer Engenieering, studia stacjonarne I-go stopnia. Praca w realizacji.

3.2.3. Opieka nad doktorantami

Obecnie jestem promotorem pomocniczym w dwóch otwartych przewodach doktorskich, będących w toku realizacji. Poniżej przedstawiam nazwiska prowadzonych przez mnie doktorantów, jak również tytuły realizowanych prac doktorskich.

- 1) Mgr. inż. MATEUSZ FILIPOWICZ realizuje pracę doktorską pt. „*System ekspertowy do predykcji potrzeb materiałowych dla przedsiębiorstw handlowych sektora MSP*”. Promotorem jest dr hab. inż. Marcin Lorenc. Wyniki dotychczasowych prac opublikowano podczas konferencji IBIMA, gdzie zaprezentowano artykuł:

D. WOTZKA, M. LORENC, A. KUCIŃSKA-LANDWÓJTOWICZ, I. CZABAK-GÓRSKA, M. FILIPOWSKI: *Possibility of application of NARNET network for demand fore-casts on the example of a selected group of products*, Vision 2025: Education Excellence and Management of Innovations through Sustainable Economic Competitive Advantage. Proceedings of the 34th International Business Information Management Association Conference (IBIMA), 2019, International Business

Information Management Association, str. 13454-13464, ISBN 978-0-9998551-3-3, 1. pkt MEN: 70; udział własny: 20%.

- 2) Mgr. inż. MIROSŁAW GRYSZPIŃSKI realizuje pracę doktorską pt. „*Analiza wpływu warunków atmosferycznych na widma emisyjne wyladowań elektrycznych generowanych na powierzchniach izolatorów kompozytowych i ceramicznych*”. Promotorem jest prof. dr hab. inż. Paweł Frącz. Wyniki dotychczasowych prac opublikowano w dwóch artykułach:

P. FRĄCZ, D. WOTZKA, M. GRYSZPIŃSKI: *Porównanie rozkładu wyladowań niepełnych na powierzchni izolatorów ceramicznych i kompozytowych*, Energetyka, problemy energetyki i gospodarki paliwowo-energetycznej, 2019, nr 7, str. 468-469, 1. pkt MEN: 20; udział własny: 33%.

M. GRYSZPIŃSKI, P. FRĄCZ, D. WOTZKA: *Wyladowania niepełne generowane na powierzchni zanieczyszczonego izolatora ceramicznego średniego napięcia*, Energetyka, problemy energetyki i gospodarki paliwowo-energetycznej, 2019, nr 9, str. 642-644, 1. pkt MEN: 20; udział własny: 33%.

3.2.4. Plany i program studiów

Jestem koordynatorem i członkiem Komisji Dydaktycznej kierunku Technologie Energetyki Odnawialnej. Byłam zaangażowana w tworzenie tego kierunku na Politechnice Opolskiej w zakresie obejmującym nadzór nad jakością kształcenia. Brałam 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

Byłam zaangażowana w prace administracyjne dotyczące przygotowania dokumentacji na potrzeby poprawy jakości kształcenia na Politechnice Opolskiej na kierunku Informatyka w latach 2012-2014.

3.2.5. Inne inicjatywy dydaktyczne

Jestem opiekunem laboratorium naukowo-dydaktycznego *EnergiaITLab* na Politechnice Opolskiej, w którego skład wchodzi elektrownia wiatrowa o sumarycznej mocy znamionowej 4 kW oraz stacja pogodowa. Elektrownia zbudowana jest z czterech mikroinstalacji o pionowej osi obrotu i o zróżnicowanej budowie rotorów: dwie turbiny typu H-rotor z pięcioma łopatkami, turbina świderekowa, oraz turbina kulista. Wszystkie turbiny wiatrowe wyposażone są w wolnoobrotowe trójfazowe generatory o napięciu znamionowym 48 V i mocy znamionowej 1 kW. Każda z nich posiada dedykowany kontroler przyłączony do baterii akumulatorów, który przekształca napięcie zmienne z generatora na napięcie stałe, oraz odpowiada za proces ładowania. Ponadto kontroler wyposażony jest w układ do hamowania turbin podczas występowania bardzo silnego wiatru. Kontrolery przyłączone są do inwertera, który przekształca napięcie stałe na napięcie zmienne 230 V w układzie jednofazowym.

Elektrownia wiatrowa pracuje w układzie wyspowym typu off-grid i służy do zasilenia dwóch wentylatorów, które pełnią rolę regulowanego obciążenia.

Ponadto prowadziłam zajęcia dodatkowe z programowania z wykorzystaniem układów ARDUINO UNO dla uczniów szkół klas 1-3 szkół zawodowych i technicznych w ramach realizacji projektu pt.: „Opolskie Szkolnictwo Zawodowe bliżej rynku pracy 2” w ramach Regionalnego Programu Operacyjnego Województwa Opolskiego 2014 – 2020, współfinansowanego z Europejskiego Funduszu Społecznego. Nr projektu RPOP.09.02.01-16-028/15. W ramach projektu wykonywałam świadczenia wolontarystyczne w zakresie opracowania materiałów szkoleniowych.

Za swoją działalność dydaktyczną w 2021 r. otrzymałam **Medal Komisji Edukacji Narodowej**.

3.3. Informacja o osiągnięciach organizacyjnych oraz popularyzujących naukę

Byłam członkiem komitetu naukowego *4th International Scientific Conference on Brain-Computer Interfaces BCI 2021* Opole. Organizator: Politechnika Opolska.

Uczestniczyłam w pracach komitetu organizacyjnego międzynarodowej konferencji *Nanotechnology for Instrumentation and Measurement Workshop NANOFIM 2022*, w roli Publication Chair. Organizator: Politechnika Opolska.

Wzięłam udział w drugiej edycji międzynarodowej konferencji *Perspektywy Women in Tech Summit* Warszawa 13-14 Listopada 2019 r., w ramach której wygłosiłam referat na temat prowadzonej działalności badawczej.

Wzięłam udział w wydarzeniu *COMSOL DAY*, które odbyło się w Warszawie 27 czerwca 2017 r., w trakcie którego wygłosiłam referat pt.: „Zastosowanie COMSOL Multiphysics® do modelowania procesów elektryzacji strumieniowej”.

Byłam zaangażowana w popularyzowanie nauki podczas Światowych Dni Ziemi, w czasie których przeprowadziłam wykład dla uczniów Publicznej Szkoły Podstawowej im. Br. Koraszewskiego w Prószkowie/k. Opola na temat Energii Odnawialnych.

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

3.4. Inne informacje dotyczące kariery zawodowej

3.4.1. Kursy i szkolenia

Celem zdobycia wiedzy i podniesienia kompetencji merytorycznych uczestniczyłam w szkoleniu pt. „*Skuteczne zarządzanie i rozliczanie projektów badawczych w ramach projektu Komerccjalizacja droga do sukcesu nr POKL.04.02.00-00-010/11*”, które odbyło się lutym 2013 r. we Wrocławiu. Certyfikat uczestnika dołączyłam w załączniku 4.8.

W celu pozyskania umiejętności i rozwoju kompetencji w zakresie modelowania numerycznego uczestniczyłam w szeregu szkoleń prowadzonych przez firmę COMSOL Multiphysics, po zakończeniu których uzyskałam odpowiednie certyfikaty. Poniżej podaję nazwy szkoleń wraz z datą i miejscem ich realizacji.

- „*Simulation with COMSOL – Introduction*”, 14.10.2014 r., Warszawa.
- „*Simulation with COMSOL - Advanced Modelling*”, 15.-16.10.2014 r., Warszawa.
- „*So funktioniert FEM. Die Basis von COMSOL Multiphysics*”, 25.-26.03.2015 r., Göttingen, Niemcy. Certyfikat uczestnika dołączyłam w załączniku 4.9.
- „*Gleichungsbasierte Modellierung mit COMSOL*”, 27.03.2015 r., Göttingen, Niemcy. Certyfikat uczestnika dołączyłam w załączniku 4.10.
- „*Wärmetransport - Grundlagen*“, 10.12.2015 r., Berlin, Niemcy. Certyfikat uczestnika dołączyłam w załączniku 4.11.
- „*Wärmetransport - Fortgeschrittene Modellierung*”, 11.12.2015 r., Berlin, Niemcy. Certyfikat uczestnika dołączyłam w załączniku 4.12.
- „*Structural Mechanics and Vibration Analysis*”, 16.06.2016 r., Zurich, Szwajcaria.
- „*Acoustics*”, 17.06.2016 r., Zurich, Szwajcaria.

3.4.2. Nagrody i wyróżnienia

W trakcie studiów doktoranckich byłam wielokrotną beneficjentką projektu finansowanego przez Europejski Fundusz Społeczny w ramach Programu Operacyjnego Kapitał Ludzki – działanie 8.2.1 „*Stypendia dla wyróżniających się doktorantów Politechniki Opolskiej*”.

W trakcie pracy na Politechnice Opolskiej otrzymywałam nagrody Rektora Politechniki Opolskiej za szczególne osiągnięcia dydaktyczne (2012 r.) i naukowe (2019 r. 2020 r. i 2021 r.).

Ponadto, otrzymałam III Nagrodę za referat pt. „*Analiza sygnałów akustycznych w modelu transformatora elektroenergetycznego*”, który wygłosiłam podczas Sympozjum Inżynieria Wysokich Napięć w Będlewie w 2010 r; oraz I Nagrodę za plakat zaprezentowany podczas międzynarodowej konferencji Energy, Environment and Material Systems w Polanicy Zdrój w 2017 r.

W 2000 r. otrzymałam tytuł Młodego Mistrza Techniki za zajęcie I miejsca w XXXIII edycji Turnieju Młodych Mistrzów Techniki, który został przyznany za realizację pracy

dypłomowej. Zajęłam też I miejsce w IV Ogólnopolskim Konkursie na najlepszą pracę dyplomową uczniów szkół średnich Technik 2000. Jestem też Opolskim Orłem 2000.



(podpis wnioskodawcy)

4. Załączniki

Lista załączników

- Dyplom doktora nauk technicznych w dyscyplinie Elektrotechnika
- Zaświadczenie o nostryfikacji stopnia naukowego Diplom-Informatikerin
- Dyplom uzyskania stopnia naukowego Diplom-Informatikerin
- Tłumaczenie dyplomu uzyskania stopnia naukowego Diplom-Informatikerin
- Zaświadczenie o współpracy z prof. Katarzyną Wac z Uniwersytetu Genewskiego w Szwajcarii
- Zaświadczenie o współpracy z dr hab. Elżbietą Skorupską z Uniwersytetu Medycznego im. Karola Marcinkowskiego w Poznaniu
- Potwierdzenie ukończenia „Kursu przygotowania nauczycieli akademickich do pracy dydaktycznej na Politechnice Opolskiej”
- Certyfikat uczestnika szkolenia pt. „Skuteczne zarządzanie i rozliczanie projektów badawczych w ramach projektu Komercjalizacja droga do sukcesu nr POKL.04.02.00-00-010/11”
- Certyfikat uczestnika szkolenia pt. „So funktioniert FEM! Die Basis von COMSOL Multiphysics”
- Certyfikat uczestnika szkolenia pt. „Gleichungsbasierte Modellierung mit COMSOL Multiphysics”
- Certyfikat uczestnika szkolenia pt. „Wärmetransport - Grundlagen“
- Certyfikat uczestnika szkolenia pt. „Wärmetransport - Fortgeschrittene Modellierung”

4.1. Dyplom doktora nauk technicznych w dyscyplinie Elektrotechnika

ODPIS



RZECZPOSPOLITA POLSKA

POLITECHNIKA OPOLSKA

Wydział *Elektrotechniki, Automatyki i Informatyki*
(nazwa jednostki organizacyjnej szkoły wyższej albo innej placówki naukowej)

DYPLOM

Daria Wotzka
(imię i nazwisko)

urodzona dnia *11 kwietnia 1980* r. w *Opolu*

na podstawie przedstawionej rozprawy doktorskiej

„*Modelowanie sygnałów emisji akustycznej generowanej przez wybrane klasy wykładowań niezupetnych*”

oraz po złożeniu wymaganych egzaminów uzyskała stopień naukowy

DOKTORA

nauk *technicznych w dyscyplinie Elektrotechnika*

(bliższe określenie nazwy stopnia)

nadany uchwałą Rady *Wydziału Elektrotechniki, Automatyki i Informatyki Politechniki Opolskiej*

(nazwa rady i nazwa szkoły wyższej albo innej placówki naukowej)

z dnia *31 marca 2011* r.

Promotor w przewodzie doktorskim: *Prof. dr hab. inż. Tomasz Boczar*

Recenzenci w przewodzie doktorskim:

Prof. dr hab. inż. Jerzy Skubis, Politechnika Opolska

Dr hab. Paweł Zhlukowski, prof. Politechniki Lubelskiej

Opole, 31 marca 2011r.

(miejscowość, data)

Prof. dr hab. inż. Marian Łukaniszyn

(dziekan albo przewodniczący rady)

Nr *55*

MEN-I-6a SW



Prof. dr hab. inż. Jerzy Skubis

(rektor albo dyrektor placówki naukowej)

4.2. Zaświadczenie o nostryfikacji stopnia naukowego Diplom-Informatikerin



Politechnika Wroclawska

Wydział Informatyki i Zarządzania

Wrocław, 22 grudnia 2009r.

ZAŚWIADCZENIE Nr W8/ 2168 / 2009

Zgodnie z uchwałą Rady Wydziału Informatyki i Zarządzania nr 326/16/2008-2012 z dnia 22 grudnia 2009r. uznaje się w Rzeczypospolitej Polskiej: dyplom ukończenia studiów wyższych o nadaniu Diplom-Informatikerin wydany w dniu 27 marca 2008 r. przez Die Technische Universität Berlin (Republika Federalna Niemiec) na nazwisko Daria Wotzka (ur. 11 kwietnia 1980 r. w Opolu) za równorzędny z dyplomem ukończenia studiów wyższych i tytułem zawodowym magistra inżyniera Informatyki nadawanym przez polskie uczelnie.

Zaświadczenie jest ważne łącznie z oryginałem lub uwierzytelnionym odpisem dyplomu zyskanego za granicą



pieczęć urzędowa

DZIEKAN

dr hab. inż. Jerzy Szymiłek, prof. PWr

(pieczęć i podpis kierownika jednostki organizacyjnej)

Wybrzeże Wyspiańskiego
50-370 Wrocław

budynek B4, pokój 405
ul. Łukasiewicza 5

T: +48 (71) 320 35 04
+48 (71) 320 20 19
F: +48 (71) 320 42 95

4.3. Dyplom uzyskania stopnia naukowego Diplom-Informatikerin

DIE TECHNISCHE UNIVERSITÄT BERLIN

VERLEIHT MIT DIESER URKUNDE

Frau Daria Wotzka geb. Zmarzly
geboren am 11. April 1980 in Oppeln

DEN GRAD

DIPLOM-INFORMATIKERIN

STUDIENGANG INFORMATIK

NACHDEM DIE DIPLOMPRÜFUNG
NACH DER PRÜFUNGSORDNUNG VOM
22. AUGUST 1991
IN DER JEWEILS GELTENDEN FASSUNG
IM ORDNUNGSGEMÄSSEN VERFAHREN
ABGELEGT WURDE

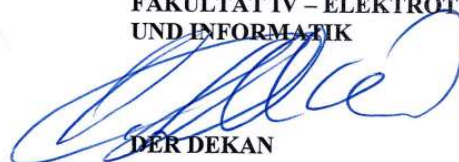
BERLIN, den 27. März 2008

DER PRÄSIDENT
IN VERTRETUNG



VIZEPRÄSIDENT

FAKULTÄT IV – ELEKTROTECHNIK
UND INFORMATIK



DER DEKAN



4.5. Zaświadczenie o współpracy z prof. Katarzyną Wac z Uniwersytetu Genewskiego w Szwajcarii



Katarzyna Wac

Assoc. Professor (Invited), Quality of Life group leader
Quality of Life Technologies & mQoL Living Lab
Center for Informatics
University of Geneva
Battelle bâtiment A-205
Ligne directe: 022 379 02 42
Katarzyna.Wac@unige.ch
www.qol.unige.ch

To Whom It May Concern

Geneva, 22 May 2019

Reference letter for Dr. Daria Wotzka

It is my great pleasure to write this letter of reference for Daria Wotzka. As an Associate Professor at the University of Geneva, I have got to know Daria Wotzka during her scientific visit (supported by the STSM of COST Action IC1406) in August 2018 in our mQoL Living Lab hosted at the Institute of Services Science, Center for Informatics of University of Geneva.

mQoL is a Living Lab consisting of smartphone users co-designing and evaluating diverse applications and services. The research conducted in the lab focuses on innovative mobile communications and computing solutions that improve Quality of Service (QoS), Quality of Experience (QoE) and ultimately the Quality of Life(QoL) of its users.

During the STSM, Dr Wotzka conducted research aiming at the understanding, modelling and ultimately an improvement of the QoE of the mobile users. In particular, she has selected and analyzed statistically key smartphone applications session features relevant to predictive data analysis. Since then, Dr Wotzka has performed further research employing regression analysis methods and application of artificial intelligence methods for predicting the usage of the considered applications.

The preliminary results are currently being put in a joint paper which we plan to present at LDC 2019 - International Workshop on Longitudinal Data Collection in conjunction with ACM UbiComp 2019 (London, UK).

Preliminary results are auspicious and potentially impactful. We believe that the shared experiences in the modelling of smartphone use datasets for scientific studies and research about factors that affect the user's behaviour will lead to new essential results especially in terms of understanding, modelling and predicting user activity during application usage. Another interesting issue is related to the type of wireless connection used by smartphone

4.6. Zaświadczenie o współpracy z dr hab. Elżbietą Skorupską z Uniwersytetu Medycznego im. Karola Marcinkowskiego w Poznaniu



UNIWERSYTET MEDYCZNY IM. KAROLA MARCINKOWSKIEGO W POZNANIU
WYDZIAŁ NAUK O ZDROWIU

KATEDRA REHABILITACJI I FIZJOTERAPII

ZAKŁAD FIZJOTERAPII

ul. 28 Czerwca 1956r 135/147
61-545 Poznań

UNIWERSYTET MEDYCZNY
im. Karola Marcinkowskiego w Poznaniu
KATEDRA REHABILITACJI I FIZJOTERAPII
ZAKŁAD FIZJOTERAPII
ul. Smoluchowskiego 11/13
tel. 61 861 22 49

Poznań, dnia 31.05.2021

Zaświadczenie o współpracy

Zaświadcza się, że od stycznia 2021 r. do maja 2021r. Pani dr inż. Daria Wotzka współpracowała z dr hab. Elżbietą Skorupską z Uniwersytetu Medycznego im. Karola Marcinkowskiego w Poznaniu w następującym zakresie:

- przygotowanie danych cyfrowych, dotyczących po 350 zdjęć termograficznych dla 120 badanych, do dalszych analiz za pomocą specjalistycznego oprogramowania;
- opracowanie procedur programistycznych oraz wykonanie transformacji i wizualizacji danych cyfrowych dla 120 osób, w celu automatyzacji metody diagnostycznej „Termovision Technique of Dry Needling” do diagnozowania bólu mięśniowo – powięziowego (patent UMP).

Współpraca z dr inż. Darią Wotzka przyczyniła się do rozwoju metody diagnostycznej „Termovision Technique of Dry Needling” obiektywizującą diagnostykę bólu mięśniowo – powięziowego. Jednocześnie wyniki prac badawczych, wykonanych przez p. Darię pozwoliły na opracowanie publikacji naukowych.

Z poważaniem,

p.o. KIEROWNIKA
Zakładu Fizjoterapii
Dr hab. n. o zdr. Elżbieta Skorupska

4.7. Potwierdzenie ukończenia „Kursu przygotowania nauczycieli akademickich do pracy dydaktycznej na Politechnice Opolskiej”



4.8. Certyfikat uczestnika szkolenia pt. „Skuteczne zarządzanie i rozliczanie projektów badawczych w ramach projektu Komerccjalizacja droga do sukcesu nr POKL.04.02.00-00-010/11”

 KAPITAŁ LUDZKI NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI	 CONSULTING i LOGISTYKA Spółka z o.o.	UNIA EUROPEJSKA EUROPEJSKI FUNDUSZ SPOŁECZNY 
---	---	---

CERTYFIKAT

Pani Daria Wotzka

ukończyła szkolenie pt.

**Skuteczne zarządzanie i rozliczanie projektów badawczych
w ramach projektu
Komerccjalizacja drogą do sukcesu nr POKL.04.02.00-00-010/11,**

które odbyło się w terminie od 5.02.2013 do 7.02.2013.

Celem szkolenia było zdobycie wiedzy i podniesienie kompetencji pracowników naukowo-dydaktycznych.

Program szkolenia obejmował:

1. Wprowadzenie.
2. Podstawowe procesy zarządzania projektem.
3. Sukcesy projektów i przyczyny niepowodzeń.
4. Analiza interesariuszy, karta projektu.
5. Specyfika projektów badawczych.
6. Zarządzanie zadaniami w projekcie – WBS.
7. Budowanie sieci projektu oraz podstawy harmonogramowania.
8. Wyznaczanie ścieżki krytycznej w projekcie.
9. Metody identyfikacji, opisu i zarządzania ryzykiem.
10. Metody budowania budżetu projektów i szacowania kosztów.
11. Controlling projektowy (metody kontroli budżetu projektu).

Numer certyfikatu zgodny z indywidualnym numerem z hologramu





Na podstawie wpisu do rejestru instytucji szkoleniowych
Pod nr ewidencyjnym: 2.02/00031/2004

Wrocław, 7.02.2013

Prezes Zarządu
.....dr. Matein Pawełka.....
Podpis

Projekt współfinansowany ze środków Unii Europejskiej w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego

4.9. Certyfikat uczestnika szkolenia pt. „So funktioniert FEM! Die Basis von COMSOL Multiphysics”



Zertifikat

Daria Wotzka
hat am 25.-26.03.2015
COMSOL Multiphysics Trainingskurs
So funktioniert FEM!
Die Basis von COMSOL Multiphysics
erfolgreich teilgenommen.

Schwerpunkte:

- Mathematische Grundlagen zur Vektoranalysis
- Theorie gewöhnlicher und partieller Differentialgleichungen
- Grundlagen und Funktionsweise der Methode der Finiten Elemente (FEM)
- Schrittweise Durchführung der FEM an einem praktischen Beispiel
- Erstellung eigener Modelle mit Hilfe der schwachen Formulierung
- Umsetzung in COMSOL Multiphysics

26.03.2015, Göttingen
Datum, Ort


Prof. Dr. Christian Schröder,
COMSOL Multiphysics

4.10. Certyfikat uczestnika szkolenia pt. "Gleichungsbasierte Modellierung mit COMSOL Multiphysics"



Zertifikat

Daria Wotzka

hat am 27.03.2015

am COMSOL Multiphysics Trainingskurs

*Gleichungsbasierte Modellierung
mit COMSOL Multiphysics*

erfolgreich teilgenommen.

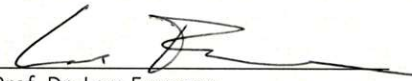
$$e_a \frac{\partial^2 u}{\partial t^2} + d_a \frac{\partial u}{\partial t} - \nabla \cdot (c \nabla u + \alpha u - \gamma) + \beta \cdot \nabla u + \alpha u = f$$

Schwerpunkte:

- Partielle Differentialgleichungen
- Allgemeine Form, Koeffizientenform, Schwache Form
- Gewöhnliche Differentialgleichungen
- Algebraische Gleichungen

27.03.2015, Göttingen

Datum, Ort


Prof. Dr. Lars Fromme
COMSOL Multiphysics

4.11. Certyfikat uczestnika szkolenia pt. "Wärmetransport - Grundlagen"



Zertifikat

Daria Wotzka

hat am 27.03.2015

am COMSOL Multiphysics Trainingskurs

*Gleichungsbasierte Modellierung
mit COMSOL Multiphysics*

erfolgreich teilgenommen.


$$e_a \frac{\partial^2 u}{\partial t^2} + d_a \frac{\partial u}{\partial t} - \nabla \cdot (c \nabla u + \alpha u - \gamma) + \beta \cdot \nabla u + \alpha u = f$$

Schwerpunkte:

- Partielle Differentialgleichungen
- Allgemeine Form, Koeffizientenform, Schwache Form
- Gewöhnliche Differentialgleichungen
- Algebraische Gleichungen

27.03.2015, Göttingen

Datum, Ort


Prof. Dr. Lars Fromme
COMSOL Multiphysics

4.12. Certyfikat uczestnika szkolenia pt. „Wärmetransport - Fortgeschrittene Modellierung”



Zertifikat

Daria Wotzka

hat am 11.12.2015

am COMSOL Multiphysics Trainingskurs

Wärmetransport-Fortgeschrittene Modellierung

erfolgreich teilgenommen.

Schwerpunkte:

- Wärmequellen
- Multiphysikalische Kopplung
- Phasenübergänge
- Freie und erzwungene Konvektion
- Vernetzung & Diskretisierung
- Effiziente Lösereinstellungen

11.12.2015, Berlin

Datum, Ort

Nancy Bannach, Clemens Ruhl
COMSOL Multiphysics