

Recenzja

dorobku naukowego, dydaktycznego i organizacyjnego

dra inż. Krystiana Mistewicza

ze szczególnym uwzględnieniem osiągnięcia pt.:

„Otrzymywanie i badanie właściwości nanomateriałów chalkohalogenkowych przydatnych do wykorzystania w sensorach oraz do konwersji różnych form energii”

w związku z postępowaniem o nadanie stopnia doktora habilitowanego *nauk technicznych* w dyscyplinie *inżynieria materiałowa*

Recenzja została wykonana na podstawie decyzji Rady Doskonałości Naukowej oraz uchwały Rady Dyscypliny Inżynieria Materiałowa Politechniki Śląskiej uchwałą nr 153/2023 z dnia 21 listopada 2023 r. i w zw. z art. 221 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. *Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce* (Dz. U. z 2021 r. poz. 478 zm.) oraz dokumentację merytoryczną w języku polskim i angielskim przygotowaną przez dra Krystiana Mistewicza, którą stanowiły: *wniosek przewodni, dane wnioskodawcy, autoreferat wraz z wykazem publikacji, kopia dokumentu potwierdzającego posiadanie stopnia doktora, wykaz osiągnięć naukowych stanowiących znaczny wkład w rozwój dyscypliny inżynieria materiałowa, oświadczenia współautorów poszczególnych prac, kopie dokumentów poświadczające poszczególne osiągnięcia naukowe, wykaz prac ujętych w powiązonym tematycznie cyklu publikacji naukowych, w tym monografia pt.: Low-Dimensional Chalkohalide Nanomaterials: Energy Conversion and Sensor-Based Technologies, Ed. Springer 2023 (eBook ISBN: 978-3-031-25136-8)*

Sylwetka Habilitanta

Pan Krystian Mistewicz jest absolwentem Wydziału Matematyczno-Fizycznego Politechniki Śląskiej w Gliwicach, kierunku Fizyka techniczna. Już jako student, odbył w sierpniu 2009 roku miesięczną praktykę w Instytucie Technologii Elektronowej w Warszawie. Za wyniki w nauce w latach akademickich: 2005/06, 2006/07, 2007/08, 2008/09 został wyróżniony przez Dziekana Wydziału Matematyczno-Fizycznego Politechniki Śląskiej. We wrześniu 2010 roku obronił z wyróżnieniem pracę magisterską pt.: **„Wpływ tlenu na wytwarzanie i własności nanokrystalicznego SbS₂”** w specjalności optoelektronika. Promotorem pracy magisterskiej, był prof. dr hab. inż. Marian Nowak. Po ukończeniu studiów pod opieką profesora dra hab. inż. Mariana Nowaka, promotora pracy doktorskiej, Pan **Krystian Mistewicz** kontynuował swoje zainteresowania naukowe. **Stopień doktora** w dziedzinie nauk fizycznych w dyscyplinie fizyki nadany przez Radę Instytutu Fizyki Wydziału Matematyki, Fizyki i Chemii Uniwersytetu Śląskiego w Katowicach otrzymał w 2015 roku. Tytuł rozprawy doktorskiej brzmiał: **Własności sensorowe pojedynczych nanodrutów SbS₂**. Rada Instytutu Fizyki Uniwersytetu Śląskiego w Katowicach podjęła uchwałę o wyróżnieniu pracy doktorskiej. Od 01.10.2015 do 30.09.2016 był zatrudniony na stanowisku asystenta w Instytucie Fizyki – Centrum Naukowo-

Dydaktycznym Politechniki Śląskiej w Gliwicach, a od dnia 01.10.2016 awansował na stanowisko adiunkta w tej samej jednostce naukowej.

W okresie realizacji badań naukowych w latach 2012-2015 Krystian Mistewicz był dwukrotnie stypendystą w programach współfinansowanych ze środków Unii Europejskiej. Stypendium przyznane w ramach programu SWIFT (Stypendia Wspomagające Innowacyjne Forum Technologii) nr projektu: POKL.08.02.01-24-005/10 umożliwiło finansowanie badań naukowych realizowanych przez Krystiana Mistewicza w okresie od 01.08.2012 r. do 31.07.2013 r., natomiast drugie stypendium przyznane z programu DoktoRIS (*Program stypendialny na rzecz innowacyjnego Śląska*) w okresie od 07.07.2014 r. do 31.07.2015 r. w ramach projektu realizowanego przez Samorząd Województwa Śląskiego (Wydział Europejskiego Funduszu Społecznego Urzędu Marszałkowskiego Województwa Śląskiego) w partnerstwie z Uniwersytetem Śląskim w Katowicach w ramach Priorytetu VIII Programu Operacyjnego Kapitał Ludzki.

Przed uzyskaniem stopnia doktora Habilitant był wykonawcą w dwóch projektach finansowanych przez Narodowe Centrum Nauki w Krakowie:

1. *Nanosensory gazu wykonane z pojedynczych nanodrutów kryształów typu SbSJ*, okres trwania projektu: od 01.12.2011 do 30.11.2014, nr projektu: 2011/01/B/ST5/06273, kierownik projektu: prof. dr hab. inż. Marian Nowak;
2. *Wytworzenie przestrajalnych temperaturowo i elektrycznie kryształów fonicznych na bazie związków antymonu, jodu i siarki*, okres trwania projektu: od 25.05.2011 do 24.05.2014, nr projektu: PBU-72/RIF/2011, kierownik projektu: dr hab. Anna Starczewska.

W okresie po doktoracie realizację badań naukowych dr inż. Krystiana Mistewicza umożliwiały granty i stypendia naukowe finansowane przez Politechnikę Śląską:

- [1] Rektorski grant projakościowy I stopnia za wysoko punktowane publikacje lub udzielone patenty, okres trwania: 01.01.2023 – 30.09.2024, nr projektu: 14/010/RGJ23/0012, charakter uczestnictwa: kierownik projektu, kwota dofinansowania: 9000 zł.
- [2] Rektorski grant projakościowy II stopnia za wysoko punktowane publikacje lub udzielone patenty, okres trwania: 01.01.2021 – 30.09.2022, nr projektu: 14/010/RGJ21/0006, charakter uczestnictwa: kierownik projektu, kwota dofinansowania: 5000 zł.
- [3] Projekt pt. *Opracowanie technologii wytwarzania oraz badanie nanogeneratorów piroelektrycznych przeznaczonych do odzyskiwania energii cieplnej ze źródeł niskotemperaturowych oraz do konstrukcji sensorów do diagnostyki medycznej*, okres trwania: 01.01.2020 – 28.02.2021, nr projektu: 914/RN2/RR4/2019, charakter uczestnictwa: kierownik projektu, kwota dofinansowania: 35000 zł. Projekt sfinansowany został w ramach stypendium Rektora Politechniki Śląskiej na dofinansowanie z własnego funduszu stypendialnego badań o charakterze przełomowym.
- [4] Rektorski grant projakościowy I stopnia za wysoko punktowane publikacje lub udzielone patenty, okres trwania: 01.01.2019 – 11.09.2020, nr projektu: 14/990/RGJ19/0114, charakter uczestnictwa: kierownik projektu, kwota dofinansowania: 8000 zł.
- [5] Projekt pt. *Wytwarzanie oraz badanie sensorów wykonanych z nanodrutów SbSJ i SbSeJ*, okres trwania: 01.01.2018 – 31.12.2018, nr projektu: BKM-550/RIF/2018, charakter uczestnictwa: kierownik projektu. Projekt był sfinansowany w ramach dotacji statutowej Instytutu Fizyki – Centrum Naukowo-Dydaktycznego Politechniki Śląskiej.
- [6] Projekt pt. *Badanie własności sensorowych i fotoelektrycznych struktur zawierających nanodrutu jodosiarczku antymonu*, okres trwania: 02.06.2017 – 31.12.2017, nr projektu: BKM-519/RIF/2017, charakter uczestnictwa: kierownik projektu. Projekt był sfinansowany w ramach dotacji statutowej Instytutu Fizyki – Centrum Naukowo-Dydaktycznego Politechniki Śląskiej.
- [7] Projekt pt. *Wytwarzanie i badanie nanosensorów SbSJ*, okres trwania: 01.01.2016 – 31.12.2016, nr projektu: BKM-500/RIF/2016, charakter uczestnictwa: kierownik projektu. Projekt był sfinansowany w ramach dotacji statutowej Instytutu Fizyki – Centrum Naukowo-Dydaktycznego Politechniki Śląskiej.

Dotatkowe wsparcie w realizacji badań stanowiły:

- Clemson University (USA) - wsparcie w ramach Material Transfer Agreement,
- Ministerstwo Nauki i ICT Korei (2021R1C1C1011588) – wsparcie Koreańskiej Narodowej Fundacji Badań (NRF).

Równolegle z rozwojem zawodowym dr inż. Krystian Mistewicz podwyższał swoje kompetencje twarde i miękkie uczestnicząc w następujących kursach i szkoleniach:

1. Cykl szkoleniowy dotyczący szeroko rozumianej przedsiębiorczości w wymiarze 64 godz. zorganizowany w ramach projektu *SWIFT (Stypendia Wspomagające Innowacyjne Forum Technologii)* nr POKL.08.02.01-24-005/10;
2. Cykl seminariów poszerzających wiedzę z zakresu dydaktyki zorganizowany przez Instytut Fizyki – Centrum Naukowo-Dydaktyczne Politechniki Śląskiej przeprowadzony w okresie od 01.04.2016 do 24.04.2016;
3. Warsztaty *Badania materiałów w skali nano i mikro* zorganizowane w dniach 26-27.10.2017 przez Politechnikę Śląską oraz firmy Technolutions i Pik Instruments;
4. Kurs w systemie e-learningu obejmujący zagadnienia z zakresu ochrony własności intelektualnej oraz komercjalizacji własności intelektualnej zorganizowany w ramach projektu pt. *DoktoRIS – program stypendialny na rzecz innowacyjnego Śląska* przez Urząd Marszałkowski Województwa Śląskiego oraz Uniwersytet Śląski w Katowicach;
5. Kurs podstaw programowania w środowisku LabView przeprowadzony w formie wykładów i warsztatów w wymiarze 30 godzin przeprowadzony przez Szkołę Komputerową Impuls w Gliwicach w okresie od 20.12.2019 do 12.03.2020;
6. Kurs podstaw programowania w języku Python w okresie od grudnia 2022 do marca 2023 roku w wymiarze 30 godz. w ramach projektu *Politechnika Śląska jako Centrum Nowoczesnego Kształcenia opartego o badania i innowacje* (nr POWR-03.05.00-00-Z098/17/00) współfinansowanego przez Unię Europejską ze środków Europejskiego Funduszu Społecznego;
7. Szkolenie online *Projektowanie uniwersalne jako sposób na tworzenie warunków do edukacji włączającej w szkołach wyższych* w ramach projektu *Politechnika Śląska – uczelnia świadoma potrzeb i wyrównująca życiowe szanse* (nr POWR.03.05.00-00-A084/19);
8. • Szkolenie *Podnoszenie świadomości na temat potrzeb osób z niepełnosprawnościami* w ramach projektu *Politechnika Śląska – uczelnia świadoma potrzeb i wyrównująca życiowe szanse* (nr POWR.03.05.00-00-A084/19);
9. Szkolenie *Chemical Safety: The OSHA Lab Standard* przeprowadzone na Uniwersytecie Wisconsin-Madison (USA) dnia 11.01.2021.

Poza tym Habilitant odbył dwumiesięczny staż naukowy na Wydziale Inżynierii Materiałowej Uniwersytetu Wisconsin-Madison w Stanach Zjednoczonych na przełomie 2020/2021, uczestnicząc w programie wymiany J1 o numerze P-1-00105.

Za osiągnięcia naukowe JM Rektora Politechniki Śląskiej przyznał Krystianowi Mistewiczowi nagrody indywidualne III i II stopnia odpowiednio w latach 2020 i 2021. Za wkład w zastosowanie nanomateriałów do konwersji i odzyskiwania energii Stowarzyszenie *International Association of Advanced Materials (IAAM)* z siedzibą w Szwecji przyznało Habilitantowi *Medal IAAM Young Scientist* w 2021 roku.

Ocena dorobku naukowego

Jako osiągnięcie naukowe stanowiące znaczny wkład w rozwój nauki wynikający z ustawy - *Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce* (j.t. Dz.U.2021r. poz.478 z późniejszymi zmianami) dr inż. **Krystian Mistewicz** wskazał cykl jedenastu (11) powiązanych tematycznie publikacji naukowych pod wspólnym tytułem „*Otrzymywanie i badanie właściwości nanomateriałów chalkohalogenkowych przydatnych do wykorzystania w sensorach oraz do konwersji różnych form energii*”, które ukazały się w latach 2016-2023, w tym jednej monografii [P1] pt. *Low-Dimensional Chalcogenide Nanomaterials: Energy Conversion and Sensor-Based Technologies*, Ed. Springer 2023 (eBook ISBN: 978-3-031-25136-8) oraz dziesięciu (10) artykułów w czasopismach naukowych: *Scientific Reports* [P2-2023]-; *Sensors* [P3-2022]; *Ultrasonics Sonochemistry* [P4-2021] 55% IF 8.4; *Materials* (P5-2020) 65%IF 3.4; *Applied Surface Science* [P6 2020]; *Nano Energy* [P7-2019]; *Nanomaterials* [P8-2019]; *Journal of Nanomaterials* [P9-2018]; *Talanta* [P10-2018]; *Materials Letters* [P11-2016]. W publikacjach wieloautorskich P2, P4, P5, P6, P7, P8, P10 i P11 Habilitant był pierwszym autorem. Zgodnie z oświadczeniami współautorów poszczególnych prac Jego udział stanowił odpowiednio: 50, 55, 65, 60, 75, 75, 75, 75%. Jednoautorskimi publikacjami są Monografia [P1] oraz dwa artykuły [P3] i [P9]. Wszystkie artykuły (P2÷P11) opublikowane zostały w czasopismach znajdujących się w bazie Journal Citation Reports, których wartości wskaźnika Impact factor (IF) wynoszą odpowiednio: 4.6; 3.9; 8.4; 3.4; 6.7; 17.6; 5.3; 2.233; 6.1; 3.0. Publikacje jednoautorskie P9 i P3 opublikowane zostały w czasopismach o IF odpowiednio 2.233 i 3.9. W tym zestawieniu wyróżniają się publikacje P4, P6, P7. Publikacja P7 (IF 17.6) jest wynikiem wspólnych badań Habilitanta z Panami prof.dr hab.inż. Marianem Nowakiem, dr Marcinem Jesionkiem i dr inż. Michałem Koziółem, a publikacja P6 (IF 6.7) wynikiem współpracy z Panią doktor hab. Anną Starczewską i Panami prof.dr hab.inż. Marianem Nowakiem, dr Marcinem Jesionkiem i dr inż. Michałem Koziółem. Wszyscy współautorzy artykułów P6 i P7 reprezentują Instytut Fizyki – Centrum Naukowo-Dydaktyczne Politechniki Śląskiej w Gliwicach. Publikacja P4 (IF 8.4) jest wynikiem współpracy z Panami dr Marcin Jesionek, dr inż. Michał Koziół oraz Sugato Hajra i Hoe Joon Kim reprezentujących Department of Robotics Engineering, Daegu Gyeongbuk Institute of Science & Technology, South Korea.

Ogółem dr inż. **Krystian Mistewicz** jest autorem dwóch (2) monografii naukowych, tj. ww. rozprawa doktorska i monografia habilitacyjna oraz współautorem pięciu (5) opublikowanych po uzyskaniu stopnia doktora rozdziałów w monografiach naukowych, w tym głównym autorem jest jednego (1) rozdziału pt.: „*Prevention of Food Spoilage Using Nanoscale Sensors*, in: *Nanotechnology in the Agri-Food Industry*”, A.M. Grumezescu (Ed.), *Nanobiosensors*, Vol. 8, Elsevier (2017) pp. 245-288. ISBN: 978-0-12-804301-1. Oprócz tego jest autorem dwóch (2) i współautorem trzydziestu dziewięciu (39) artykułów opublikowanych w czasopismach naukowych, w tym siedmiu (7) jako główny autor. Ogółem opublikowanych zostało czterdzieści jeden (41) artykułów, z czego trzydzieści (30) po uzyskaniu stopnia doktora. W Jego dorobku znajduje się siedemnaście (17) naukowych artykułów opublikowanych w latach 2016-2023 z udziałem współautorskim dwudziestu czterech (24) pracowników naukowych jednostek zagranicznych, w tym trzy artykuły wpisujące się w jednotematyczny cykl (P2, P4, P10).

Ponadto 23 publikacje współautorskie zaprezentowane zostały w ramach 8 konferencji krajowych i 15 międzynarodowych, w tym po doktoracie 2 krajowych i 6 międzynarodowych. Przed uzyskaniem stopnia doktora Habilitant osobiście uczestniczył w sześciu (6) wystąpieniach na konferencjach krajowych i dwukrotnie (2) na konferencjach międzynarodowych (USA). Po uzyskaniu stopnia doktora uczestniczył w trzech (3) wystąpieniach międzynarodowych konferencji, z czego jeden raz jako *invited speaker*.

Sumaryczny *impact factor* wg WoS (IF) całego dorobku 175,2. Liczba cytowań wszystkich publikacji, bez autocytań, wynosi 476 wg WoS, a według Scopus 524. Indeks Hircha z autocytań całego dorobku Habilitanta wynosi 16 wg WoS, a bez autocytań 14 według Scopus. (dane z dnia 10 stycznia 2023r).

W dorobku Pana Kristiana Mistewicza znajdują się po doktoracie udzielone przez Urząd Patentowy RP trzy (3) współautorskie **patenty**:

1. M. Nowak, **K. Mistewicz**, *Sposób wyznaczania względnej wilgotności gazu*, nr P.223753, udzielony przez Urząd Patentowy RP dn. 18.02.2016.

2. **K. Mistewicz**, M. Kozioł, M. Jesionek, M. Nowak, *Sposób wytwarzania generatora piroelektrycznego*, nr P.237660, udzielony przez Urząd Patentowy RP dn. 20.01.2021.

3. **K. Mistewicz**, M. Jesionek, *Sposób wyznaczania mocy akustycznej w reaktorach ultradźwiękowych*, udzielony przez Urząd Patentowy RP dn. 10.07.2023 (na podstawie zgłoszenia nr P.436693 z dn. 18.01.2021).

Głównym celem jednotematycznego cyklu publikacji, tzn. autorskiej monografii naukowej pt.: „*Low-Dimensional Chalkohalide Nanomaterials: Energy Conversion and Sensor-Based Technologies*” oraz dziesięciu artykułów opublikowanych w czasopiśmie naukowych było zbadanie wybranych właściwości nanostruktur chalkohalogenkowych pod kątem określenia ich przydatności do wykorzystania w sensorach oraz do konwersji różnych form energii. W swojej pracy habilitacyjnej Autor podjął próbę wykazania wszechstronności i ulepszonej funkcjonalności rodziny półprzewodników składających się z mieszanych anionów chalkogenowych i halogenowych, znanych jako „chalkohalogenki”. Chalkohalogenki to nowa rodzina półprzewodników nieorganicznych. Półprzewodniki z wieloma anionami stwarzają nowe wyzwania i możliwości w nauce o materiałach. Projektowanie i rozwój technik syntezy nowych materiałów energetycznych, które umożliwiają skalowalne wytwarzanie urządzeń o wysokiej wydajności, jest szybko rozwijającym się tematem badań. Osiągnięcie naukowe Krystiana Mistewicza obejmowało otrzymywanie i badanie właściwości nanomateriałów chalkohalogenkowych, a dokładnie wybranej grupy noszącej nazwę *ciężkie chalkohalogenki pniktogenowe* (oryginalnie: *Heavy pnictogen chalkohalides*). Do grupy 15 układu okresowego pniktogenów zaliczają się azot, fosfor, arsen, antymon i bizmut i moskow. Pniktogeny charakteryzują się zdolnością do tworzenia stabilnych związków, dzięki tendencji do tworzenia podwójnych i potrójnych wiązań kowalencyjnych. Przedmiotem badań Habilitanta były nanodrut trójskładnikowych chalkohalogenków składających się z jednego kationu i dwóch anionów, tj.: SbSJ, BiSJ, SbSeJ oraz hybrydowy nanomateriał typu SbSJ-TiO₂. Chalkogenowe aniony na przykład siarki, selenu, bądź innego atomu z 16 grupy układu okresowego poprawiają stabilność poprzez nadanie cząsteczce halogenu charakteru kowalencyjnego. Konfiguracja elektronowa materiałów chalkohalogenkowych może zapewniać dobre właściwości transportu ładunku, zaś charakter pasma walencyjnego oraz pasma przewodnictwa, wynikający ze specyficznych struktur elektronowych, zapewnia wysoką ruchliwość nośników ładunku i tolerancję defektów. Obecność zarówno dwuwartościowego chalkogenu (S²⁻ lub Se²⁻) i jednowartościowego anionu halogenkowego, np. jodu (J⁻) w tych materiałach chalkohalogenkowych umożliwia łatwe dostrajanie struktur krystalicznych i elektronicznych oraz właściwości optycznych. Posiadając podstawową wiedzę o tych materiałach, a następnie wybierając obiecujące technologie, materiały te można opracować w celu lepszego zrozumienia istniejących przeszkód w działaniach w perspektywie zmierzających do stworzenia alternatywnej, solidnej, opłacalnej i nietoksycznej rodziny materiałów dla nieuchronnego wysokowydajnego sektora przechowywania i konwersji energii słonecznej oraz ich dalszych możliwości zastosowania w energetyce. Synteza materiałów chalkohalogenkowych o wybranych właściwościach optoelektrycznych nadal stanowi wyzwanie w zastosowaniach na dużą skalę.

Wybrane do badań Habilitanta nanomateriały otrzymywane były metodami sonochemiczną oraz tzw. „mokrą” metodą chemiczną (ang. *wet chemical method*). W celu wytworzenia próbek/urządzeń o wymiarach mikro- i makroskopowych z nanostruktur chalkohalogenkowych opracowane zostały oryginalne rozwiązania technologiczne polegające na łączeniu nanomateriałów w funkcjonalne struktury warstwowe lub objętościowe, takie jak prasowanie wysokociśnieniowe nanodrutów w temperaturze pokojowej, porządkowanie nanodrutów w polu elektrycznym oraz wytwarzanie warstw nanokompozytów metodą odlewania z roztworu. **W wybranych nanomateriałach chalkohalogenkowych zbadane zostały po raz pierwszy następujące zjawiska:**

- **piezoelektryczne** w celu detekcji drgań mechanicznych o niskich częstotliwościach i wykrywania fal ultradźwiękowych, a także do konwersji energii mechanicznej w elektryczną,
- **piroelektryczne** do detekcji zmian temperatury oraz przetwarzania energii cieplnej w elektryczną,

- **efekt fotowoltaiczny** do konwersji energii świetlnej w elektryczną oraz **zjawisko fotoelektryczne wewnętrzne** do detekcji promieniowania elektromagnetycznego o długościach fal z zakresu światła widzialnego,
- **efekt wpływu adsorpcji gazu na właściwości elektryczne nanodrutów** w celu detekcji tego gazu,
- **piezo- i fotokatalizy** do rozkładu zanieczyszczeń organicznych w roztworach wodnych.

Wyznaczone zostały również właściwości nanomateriałów chalkohalogenkowych i obliczone parametry charakteryzujące urządzenia wytworzone na ich bazie, w tym czułość nanosensorów oraz współczynniki dobroci nanogeneratorów (*FOM*, z ang. *figures of merit*) opisujące efektywność konwersji energii, co umożliwiło ocenę przydatności nanomateriału i jego potencjalnych zastosowań.

Geneza badań nanodrutów sulfojodku antymonu (SbSJ) sięga okresu realizacji badań w ramach pracy magisterskiej i potem rozprawy doktorskiej Habilitanta. W okresie realizacji pracy doktorskiej był także wykonawcą projektu badawczego NCN na temat *Nanosensory gazu wykonane z pojedynczych nanodrutów kryształów typu SbSJ* pod kierunkiem prof. dra hab. inż. Mariana Nowaka. W 2016 roku Urząd Patentowy RP przyznał Panom prof. M. Nowakowi i dr K. Mistewiczowi wyż. wym. patent *Sposób wyznaczania względnej wilgotności gazu* (nr P.223753).

Sposób opracowania taniej i prostej technologii wytwarzania małych urządzeń, takich jak generatory piezoelektryczne/ferroelektryczne oraz czujnik amoniaku (NH₃), oparty był na bazie syntezowanych metodą sonochemiczną nanodrutów sulfojodku antymonu (SbSJ). Polegał on na odpowiednim ustawieniu nanodrutów SbSJ w polu elektrycznym i połączeniu ultradźwiękowo z mikroelektrodami wykonanymi ze złota (Au). Z chronologicznego punktu widzenia jednotematyczny cykl publikacji rozpoczyna pozycja [P11] pt. *SbSJ nanowires for ferroelectric generators operating under shock pressure*, (Materials Letters, 2016), w której zaprezentowano indukowaną wstrząsem odpowiedź elektryczną ferroelektrycznych nanodrutów sulfojodku antymonu (SbSJ). Badano reakcje elektryczne tych próbek na ciśnienie uderzeniowe dwutlenku węgla. W porównaniu do danych podawanych w literaturze dla innych generatorów piezoelektrycznych/ferroelektrycznych amplituda pola elektrycznego generowanego w nanodrutach SbSJ była niezwykle duża, osiągnęła wartość prawie $3 \cdot 10^7$ V/m przy ciśnieniu uderzeniowym 5,9 MPa. Autorzy stwierdzili, że wytworzone nanodruty SbSJ można z powodzeniem zastosować w urządzeniach elektronicznych i sterujących jako generatory wykrywające i zbierające energię ze zdarzeń uderzeniowych.

W publikacji [P10] pt. *Ferroelectric SbSJ nanowires for ammonia detection at a low temperature* (Talanta, 2018) zaprezentowano wyniki badań wytworzonego czujnika amoniaku przy użyciu sulfojodku antymonu (SbSJ). Czujnik ten przetestowano pod kątem różnych stężeń NH₃ w mieszaninie gazowej z azotem (N₂) w temperaturach roboczych poniżej i powyżej punktu Curie SbSJ. Czułość czujnika w funkcji stężenia NH₃ i reakcja prądu były zgodne z prawami mocy znanymi dla konduktometrycznych czujników gazów. Znacznie wyższą reakcją i czułością tych czujników zaobserwowano w temperaturze niższej niż temperatura Curie SbSJ, co wskazywało na to, że właściwości ferroelektryczne czujnika gazu zwiększają jego wydajność. Nanosensor SbSJ charakteryzuje się wysoką selektywnością w stosunku do NH₃, dobrą stabilnością, krótkotrwałą odwracalnością reakcji i nie wymaga systemu ogrzewania. W pracy tej wyjaśniony został mechanizm wykrywania amoniaku. Stan wiedzy wynikający z publikowanych w literaturze naukowej danych wskazywał na konkurencyjność ferroelektrycznego czujnika SbSJ w stosunku do innych znanych konduktometrycznych czujników.

W przeglądowej pracy *Review Article* [P9] pt. *Recent Advances in Ferroelectric Nanosensors: Toward Sensitive Detection of Gas, Mechanochemical Signals, and Radiation* (Journal of Nanomaterials, 2018) Habilitant przedstawił obszerny i kompleksowy przegląd zastosowań nanoferroelektryków w różnego rodzaju

czujnikach, np. czujnikach gazów oraz czujnikach piezoelektrycznych, piroelektrycznych i piezorezystancyjnych sygnałów mechanotermicznych, a także fotodetektorach, detektorach promieniowania jonizującego i biosensorach. Podsumował najnowsze osiągnięcia i wyzwania w tych obszarach nauki. W przeglądzie tym nakreślił także perspektywy przyszłego rozwoju czujników opartych na ferroelektrykach o rozmiarach nanometrycznych. Wskazał, że ... *niskowymiarowe materiały ferroelektryczne nadają się do stosowania w czujnikach gazu do wielu celów, w tym do diagnostyki medycznej, wczesnego wykrywania pożaru, monitorowania jakości powietrza w pomieszczeniach i kontroli procesów przemysłowych. Czujniki oparte na nanoferroelektrykach wykazują liczne zalety, w tym zmniejszone rozmiary, małe zużycie energii, odwracalność, selektywność i niezawodność.*

W rozwoju inteligentnych czujników Autor dostrzegł ...*szybki postęp w elastycznej elektronice, robotyce humanoidalnej i technologiach obronnych. Za jeden z ...interesujących perspektywicznych kierunków przyszłych badań... uznaje ... wytwarzanie nowych nanomateriałów ferroelektrycznych i ich optymalizację do zastosowania w detektorach promieniowania jonizującego.*

Efekt ferroelektryczno-fotowoltaiczny wygenerowany w nanodrutach sulfojodku antymonu (SbSJ) po raz pierwszy opublikowano w artykule [P8] pt. *A Ferroelectric-Photovoltaic Effect in SbSI Nanowires* (Nanomaterials, 2019). Nanodruty sulfojodku antymonu (SbSJ) otrzymano metodą sonochemiczną, a wyrównane nanodruty SbSJ osadzono w polu elektrycznym pomiędzy elektrodami platynowymi (Pt) na podłożu z tlenku glinu (Al_2O_3). Zbadano zależności temperaturowe właściwości elektrycznych wytworzonych nanodrutów SbSeJ, wyznaczono ich pośrednią zabronioną przerwę energetyczną i temperaturę Curie. Odpowiedź fotoelektryczna tak przygotowanego urządzenia ferroelektryczno-fotowoltaicznego (FE-PV) zależała od natężenia światła i mogła być przełączana za pomocą biegunowego pola elektrycznego. Wyniki badań wykazały, że wytworzone ferroelektryczno-fotowoltaiczne urządzenie SbSJ FE-PV jest obiecujące z punktu widzenia jego zastosowania w fotowoltaice, a także w zastosowaniu do przechowywania danych w półprzewodnikowych układach pamięci opartych na efekcie fotowoltaicznym.

W pracy badawczej, której wyniki opublikowano w artykule [P7] pt. *SbSeJ pyroelectric nanogenerator for a low temperature waste heat recovery* (Nano Energy, 2019) opracowano skalowalną metodę wytwarzania nanogenerators piroelektrycznego (PENG) opartego na syntezowanych metodą sonochemiczną nanodrutach selenojodku antymonu (SbSeJ). W celu wytworzenia nanogenerators nanodruty kompresowano pod ciśnieniem 100 MPa w temperaturze pokojowej. Wahania temperatury urządzenia generowały sygnał elektryczny, który został precyzyjnie skorelowany z zadaną temperaturą. Metoda wytwarzania nanogenerators piroelektrycznego (PENG) jest prosta i tania. Wyniki badań wykazały, że ...*SbSeJ PENG wygenerował prąd elektryczny o natężeniu do 11 nA przy gęstości mocy 0,59(4) $\mu W/m^2$ po wystawieniu na działanie warunków cieplno-chłodzących dla zmian temperatury od 324 K do 334 K. Materiały piroelektryczne zdolne do przekształcania wahań temperatury w energię elektryczną są przedmiotem zainteresowania nauki ze względu na możliwość zastosowania ich w zakresie gromadzenia ciepła odpadowego, które jest bardzo trudne do odzyskania. W 2021 roku za *Sposób wytwarzania generatora piroelektrycznego* Urząd Patentowy RP przyznał Habilitantowi i współpracownikom wyż.wym. patent nr P.237660.*

Urządzenie, którego sposób wytwarzania opisano w [P7] zbadano za pomocą spektroskopii impedancyjnej. Wyniki tych badań zaprezentowano w pracy [P6] pt. *Humidity dependent impedance characteristics of SbSeJ nanowires* (Applied Surface Science, 2020). Analogicznie jak poprzednio wyniki badań wykazały, że przejściowe charakterystyki impedancji czujnika SbSeJ są dobrze skorelowane z cyklami wejściowymi wilgotności pary wodnej. Badania przeprowadzono w zakresach temperatury (293 K ÷ 343 K) i wilgotności względnej (RH) 30%÷80%. Wyznaczono równoważny model elektryczny kserożelu SbSeJ, wyjaśniono mechanizm wykrywania wilgoci. Wyniki badań, ich powtarzalność wskazują na duży potencjał opracowanego czujnika wilgoci w jej wykrywaniu, a także *przyszłych próbach wykorzystania tego*

nanomateriału w urządzeniach fotowoltaicznych i generatorach piezoelektrycznych....., oraz jako analizatory oddechu z własnym zasilaniem do celów diagnostyki medycznej.

Powszechnie stosowany barwnik w przemyśle oranż metylowy (MO), często będący zanieczyszczeniem wód naturalnych, wykorzystano do badania skuteczności degradacji jego jako. Wyniki tych badań opublikowano w pracy [P5] pt. *Fast and Efficient Piezo/Photocatalytic Removal of Methyl Orange Using SbSJ Nanowires* (Materials, 2020). Syntezowane metodą sonochemiczną ferroelektryczne nanodrutu SbSJ znajdujące się w wodnym roztworze barwnika wykazały wysoką skuteczność piezokatalitycznego i fotokatalitycznego rozkładu barwnika MO w bardzo krótkim czasie pod wpływem wibracji ultradźwiękowych lub oświetlenia światłem. Rozkład ten postępował intensywniej ze wzrostem mocy ultradźwiękowej i/lub masy katalizatora. Przeprowadzona analiza kinetyczna reakcji rozkładu wykazała wzrost szybkości o dwa rzędy wielkości porównaniu do wartości szybkości reakcji z udziałem najbardziej wydajnych piezokatalizatorów opisanych w literaturze. Potencjał nanodrutów SbSJ w zakresie ich zastosowań w oczyszczaniu środowiska i konwersji energii odnawialnej został tym sposobem wykazany przez autorów pracy.

Nanogenerator piezoelektryczny do wyznaczania mocy akustycznej w reaktorach ultradźwiękowych wytworzono w drodze syntezy sonochemicznej nanodrutów selenojodku antymonu SbSeJ sprasowanych w celu otrzymania materiału objętościowego. Jest to urządzenie niewielkie, z własnym zasilaniem, o płaskiej budowie. Można go łatwo zamontować w reaktorze ultradźwiękowym. W artykule [P4] pt. *Nanogenerator for determination of acoustic power in ultrasonic reactors* (Ultrasonics Sonochemistry, 2021) przedstawiono nowatorskie zastosowanie tak wytworzonego czujnika w reaktorach ultradźwiękowych z własnym zasilaniem do wyznaczania parametrów ultradźwięków. Opracowane podczas badań dwie metody oceny mocy akustycznej oparte na pomiarach odpowiednio sygnałów napięciowych i mocy elektrycznej. Sygnały napięciowe pierwszej metody najlepiej odpowiadają zależnościom teoretycznym, druga metoda polega na zastosowaniu szybkiej transformaty Fouriera (FFT) do mierzonej mocy elektrycznej. Obie techniki są szybsze w porównaniu z innymi znanymi technikami, wykonywane w czasie krótszym niż 1ms. Dnia 10.07.2023 roku za *Sposób wyznaczania mocy akustycznej w reaktorach ultradźwiękowych* Urząd Patentowy RP udzielił Panom K. Mistewicz, M. Jesionek patent na podstawie zgłoszenia nr P.436693 z dn. 18.01.2021r.

Metodę otrzymywania hybrydowego nanomateriału-nanogeneratorsa piroelektrycznego opisano w artykule [P3], pt.: *Pyroelectric Nanogenerator Based on an SbSJ-TiO₂ Nanocomposite* (Sensors, 2022). Po raz pierwszy jako nanogenerator piroelektryczny zastosowano kompozyt ferroelektrycznych nanodrutów sulfojodku antymonu (SbSJ) i nierroelektrycznych nanocząstek dwutlenku tytanu (TiO₂). Dytlenek tytanu pełnił funkcję spoiwa dla wytworzenia warstw metodą odlewania kroplowego. Syntezę sonochemiczną przeprowadzono w obecności nanocząstek TiO₂. Nanodrutu SbSJ o średniej średnicy wynoszącej 68(2) nm i długości 2,52(7) μm wytworzono w procesie obróbki ultradźwiękowej. Zastosowano elektrody wykonane ze złota (Au) oraz optoelektronicznego materiału jakim jest tlenek indu i cyny (indium tin oxide-ITO), między którymi umieszczono folię SbSJ-TiO₂. Wyznaczona w toku badań temperatura Curie była zgodna z danymi podanymi w literaturze dla ferroelektrycznego SbSJ. Zmierzone sygnały piroelektryczne nanogeneratorsa SbSJ-TiO₂, które pochodziły od piroelektrycznych nanodrutów SbSJ, były dobrze skorelowane z przebiegami zmian temperatury a wartości prądu piroelektrycznego, były liniową funkcją szybkości zmiany temperatury. Wartość współczynnika piroelektrycznego nanokompozytu wynosiła 264(7) nC/(cm²·K), a maksymalna i średnia gęstość mocy powierzchniowej nanogeneratorsa SbSJ-TiO₂ osiągnęła odpowiednio 8,39(2) i 2,57(2) μW/m² przy szybkości zmian temperatury 62,5 mK/s. W ocenie Habilitanta... *nanokompozyt ferroelektryczny SbSJ-TiO₂ ma ogromny potencjał do zastosowania w czujnikach piroelektrycznych i odbiornikach energii cieplnej.*

W ostatnim artykule [P2] pt. *Bismuth sulfoiodide (BiSJ) nanorods: synthesis, characterization, and photodetector application* (Scientific Reports, 2023) Habilitant przedstawił metodę syntezy i właściwości

nanodrutów z udziałem innego pnictogenu. Nanopręty sulfojodku bizmutu (BiSJ) zsyntetyzowano w stosunkowo niskiej temperaturze (393 K) metodą mokrą metodą chemiczną. W otrzymanej strukturze nanoprętów BiSJ zidentyfikowano 87% nanodrutów o strukturze rombowej i 13% heksagonalnej. Średnia średnica nanoprętów wynosiła 126(3) nm, a długość 1,9(1) μm . Folia wytworzona z warstwy nanoprętów BiSJ charakteryzowała się wzbronionym pasmem energii bezpośredniej o wartości 1,67(1) eV. Z nanoprętów BiSJ zbudowano dwa typy fotodetektorów. Pierwsze fotoprzewodzące urządzenie typu Au/ BiSJ/Au, natomiast drugi, nowatorski fotodetektor był elastycznym urządzeniem w układzie typu PET/ITO/BiSJ/PVA-KOH/ITO/PET. Wyniki badań potwierdziły wysoki potencjał nanoprętów BiSJ do zastosowania w fotodetektorach z własnym zasilaniem i kondensatorach fotoładowalnych.

Całość jednotematycznego cyklu publikacji przedstawionego do recenzji zamyka jednoautorska monografia [P1] zatytułowana *Low-Dimensional Chalcogenide Nanomaterials: Energy Conversion and Sensor-Based Technologies*. Stanowi ona bardzo solidnie opracowany przegląd najnowszych osiągnięć w wytwarzaniu, charakteryzowaniu i zastosowaniach niskowymiarowych nanomateriałów chalkohalogenkowych. Jest to najobszerniejsze opracowanie w tym obszarze nauki i techniki. Nanomateriały chalkohalogenkowe posiadają wyjątkowe właściwości, w tym właściwości półprzewodnikowe, ferroelektryczne, piezoelektryczne, piroelektryczne, elektrokaloryczne, termoelektryczne, fotowoltaiczne, ferroelektryczne-fotowoltaiczne, fotoelektrochemiczne, fotokatalityczne i piezokatalityczne. Niektóre związki chalkohalogenkowe są znane jako fotoferroelektryki, ponieważ wykazują zarówno właściwości fotoaktywne, jak i ferroelektryczne. W monografii Habilitant zaprezentował opracowane technologie konwersji energii i czujniki, omówił ich rolę w rozwoju współczesnej nauki i przemysłu. Przedstawił przegląd najnowszych osiągnięć w syntezie i ich szerokiego zastosowania w urządzeniach do konwersji i magazynowania energii. Ukazał także wkład własny oraz grupy Jego współpracowników-współautorów większości publikacji z cyklu P2÷P11 w rozwój tego obszaru nauki prezentując po raz pierwszy badane zjawiska na bazie opracowanych nanomateriałów chalkohalogenkowych. Wykorzystując podstawy teoretyczne i eksperymentalne w kierunku urządzeń o wysokiej wydajności omówił ich właściwości fizyczne, chemiczne i strukturalne. Na koniec przedstawił przeszkody i ważne aspekty w tej dziedzinie, a także perspektywy przyszłych kierunków badań w celu dalszego promowania rozwoju nanomateriałów chalkohalogenkowych w praktycznych zastosowaniach w przyszłości.

Wykazanie występowania silnych właściwości piezoelektrycznych, piroelektrycznych, fotoelektrycznych, fotowoltaicznych, gazoczułych, piezo- i fotokatalitycznych w niskowymiarowych nanostrukturach chalkohalogenkowych dokumentuje, potwierdza ich przydatność do wykorzystania w sensorach i do konwersji różnych form energii oraz dowodzi realizacji celu rozprawy habilitacyjnej dra inż. Krystiana Mistewicza.

Z przedstawionej do recenzji dokumentacji dorobku naukowego wylania się obraz młodego, bardzo dobrze przygotowanego do realizacji własnych pomysłów oraz badań naukowych wpisujących się w rozwój badań w obszarze wytwarzania i badań właściwości nanomateriałów chalkohalogenkowych. Zainteresowania naukowe oraz umiejętności Pana Krystiana Mistewicza są wynikiem owocnej współpracy z profesorem Marianem Nowakiem oraz zespołem wyspecjalizowanych współpracowników macierzystej jednostki naukowej. Ta współpraca trwa do dnia dzisiejszego. Dorobek naukowy Habilitanta powstał także w oparciu o interdyscyplinarną współpracę w ramach realizacji zadań badawczych ze współpracownikami innych jednostek naukowych w kraju oraz z zagranicy m.in.:

1. Department of Robotics and Mechatronics Engineering, Daegu Gyeongbuk Institute of Science and Technology, Daegu, Korea Południowa - współpraca z liderem grupy badawczej *Nano Materials and Devices (NanoMAD) Lab* - profesorem Hoe Joon Kim, a rezultaty wspólnych badań

- opublikowane zostały w 12 artykułach naukowych, których sumaryczny Impact Factor wynosi 85,8,
2. Department of School of Chemical Engineering, Yeungnam University, Gyeongsan, Korea Południowa,
 3. Center for Bioelectronics, Biosensors and Biochips, Clemson University (USA) - współpraca z profesorem Anthonym Guiseppi-Elie polegająca na wymianie materiałów do badań pomiędzy uczelniami oraz przygotowaniu wspólnych publikacji, których sumaryczny Impact Factor wynosi 18,7 oraz przedstawianiu wyników badań podczas wystąpień na międzynarodowych konferencjach,
 4. University of Wisconsin-Madison, Madison (USA) – współpraca z profesorem Xudongiem Wangiem,
 5. Department of Physics, Faculty of Science, University of Hradec Králové, Republika Czeska,
 6. International Polish-Ukrainian Research Laboratory Formation and Characterization of Advanced Polymers and Polymer Composites (ADPOLCOM), Kyiv, Ukraina,
 7. E.O. Paton Electric Welding Institute, National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraina,
 8. Department of Physics, Veer Surendra Sai University of Technology, Odisha Indie,
 9. Department of Electrical Engineering, Siksha O Anusandhan Deemed to be University, Bhubaneswar, Indie;
 10. Center of Flexible Electronics, Department of Electronics and Communication Engineering, Koneru Lakshmaiah Education Foundation, Andhra Pradesh,, Indie,
 11. Smart Materials, NanoSYD, Mads Clausen Institute, NanoSYD, University of Southern Denmark, Sønderborg, Dania,
 12. Department of Chemical Technology, Faculty of Science, Chulalongkorn University, Bangkok, Tajlandia,
 13. Centre for Materials Science, School of Chemistry and Physics oraz Australian Institute for Bioengineering and Nanotechnology (AIBN), School of Chemical Engineering Queensland University of Technology , Brisbane, Australia,
 14. International Center for Materials Nanoarchitectonics (WPI-MANA), National Institute for Materials Science , Ibaraki, Japonia,
 15. Engineering and Technology Institute Groningen, Faculty of Science and Engineering, University of Groningen, Groningen, Holandia.

Habilitant odbył dwumiesięczny staż naukowy na przełomie lat 2020/2021 realizując wspólne badania dotyczące wykorzystaniem nanomateriałów ferroelektrycznych w nanogeneratorach oraz nanosensorach wraz z profesorem Xudongiem Wangiem z wiodącego ośrodka naukowego tj. Wydziału Inżynierii Materiałowej Uniwersytetu Wisconsin-Madison w Stanach Zjednoczonych. Efekty tych badań znajdują się w publikacji [P4] oraz przygotowywanego specjalnego wydania czasopisma *Crystals* (ISSN: 2073-4352) pt. *Ferroelectric Materials for Energy Harvesting*.

Do oryginalnych osiągnięć projektowych, konstrukcyjnych, technologicznych Habilitanta zgodnie z art. 219 ust. 1. pkt 2c ustawy zaliczyć można budowę stanowiska i opracowaną technologię do zgrzewania ultradźwiękowego nanodrutów SbSJ z mikroelektrodami, które opisano w publikacji K. Mistewicz, M. Nowak, R. Wrzalik, J. Śleziona, J. Wieczorek, A. Guiseppi-Elie, *Ultrasonic processing of SbSJ nanowires for their application to gas sensors*, *Ultrasonics* 69 (2016) 67-73. Stanowisko to jest obecnie częścią laboratorium wykonywania mikro- i nanopojąceń Zakładu Fizyki Ciała Stałego, wchodzącego w skład Instytutu Fizyki – Centrum Naukowo-Dydaktycznego Politechniki Śląskiej.

Ocena dorobku dydaktycznego i upowszechniającego naukę

Zajęcia dydaktyczne dla studentów różnych wydziałów Politechniki Śląskiej, tj. Wydziału Inżynierii Materiałowej, Wydziału Transportu i Inżynierii Lotniczej, Wydziału Automatyki, Elektroniki i Informatyki, Wydziału Budownictwa oraz Instytutu Fizyki – Centrum Naukowo-Dydaktycznego Krystiana Mistewicza prowadzi od 2010 r. Obejmowały one zajęcia o charakterze ćwiczeń laboratoryjnych i ćwiczeń rachunkowych z przedmiotów *Fizyka dla inżynierów*, *Fizyka*, *Elektrodynamika* i *Optyka*.

Od roku akademickiego 2021/2022 Habilitant pełnił funkcję promotora pomocniczego w przewodzie doktorskim mgr inż. Bartłomieja Nowackiego, doktoranta w Katedrze Informatyki Przemysłowej na Wydziale Inżynierii Materiałowej Politechniki Śląskiej. Współpracuje również z magistrem inż. Bartłomiejem Nowackim, który przygotowuje rozprawę doktorską pt. *Analiza możliwości wykorzystania nanokompozytów w układach czujników piezotronicznych* w dyscyplinie naukowej: automatyka, elektronika, elektrotechnika i technologie kosmiczne.

Habilitant jest współautorem podręcznika dla studentów *Przewodnik do ćwiczeń laboratoryjnych z fizyki*, pod redakcją Anny Starczewskiej, e-ISBN: 978-83-7880-803-9.

W roku akademickim 2021/2022 był opiekunem (promotorem) prac inżynierskich dwóch (2) studentek kierunku Fizyka Techniczna (I F– CN-D PŚ). Na przełomie lipiec /sierpień 2020 roku był opiekunem studentki podczas praktyki studenckiej.

Aktywność dydaktyczna Habilitanta wykracza też poza granice macierzystej uczelni, obejmuje:

- udział w 2013 roku w przebiegu części pisemnej egzaminu maturalnego z fizyki w IV Liceum Ogólnokształcącym w Katowicach na podstawie decyzji dyrektora Okręgowej Komisji Egzaminacyjnej w Jaworznie,
- opiekuna Pani Wiktorii Stolarczyk, uczennicy Akademickiego Liceum Ogólnokształcącego Politechniki Śląskiej, w Programie Mentorskim Politechniki Śląskiej *Rozwiń skrzydła* – od 01.10.2021 r.,
- prowadzenie w latach 2016-2018 dodatkowych zajęć w formie ćwiczeń laboratoryjnych z fizyki dla uczniów ZSP1 Jaworzno oraz III Liceum Ogólnokształcącego im. Adama Mickiewicza w Katowicach,
- udział w popularyzacji fizyki oraz kierunku Fizyka techniczna podczas Śląskiego Festiwalu Nauki w Katowicach w dniu 14.01.2019 oraz Festiwalu Nauki i Techniki w Żorach w maju 2018r.

W upowszechnianie nauki wpisuje się również wygłoszony w dniu 23.06.2021r. wykład zatytułowany *Ternary chalcogenide nanowires for energy harvesting, sensing, and environmental remediation*, który został opublikowany w czasopiśmie *Video Proceedings of Advanced Material* w ramach otrzymanego wyróżnienia nagrodą *IAAM Young Scientist Medal*.

Ocena działalności organizacyjnej

Działalność organizacyjna dra inż. Krystiana Mistewicza to wyżej omówiona aktywność związana z pozyskiwaniem środków finansowych oraz nawiązywanie współpracy krajowej i międzynarodowej na realizację celu swoich badań naukowych. Podstawowym źródłem finansowania Jego badań było wsparcie macierzystej Uczelni w formie stypendiów i grantów przyznanych przez Rektora Politechniki Śląskiej, w których pełnił funkcje kierownika siedmiu (7) projektów. Jednakże bez aktywnej współpracy międzynarodowej, a tym samym wsparcia finansowego współpracujących jednostek naukowych ze Stanów Zjednoczonych Ameryki, Korei Południowej i innych wyż.wym. jednostek naukowych osiągnięcia te nie byłyby możliwe na poziomie prezentowanym w dokumentacji postępowania habilitacyjnego.

Kandydat do tytułu stopnia naukowego doktora habilitowanego brał czynny udział we współpracy z otoczeniem gospodarczym, czego efektem były:

1. przetestowanie prototypowego oprogramowania oraz akcesoriów do mikroskopu Phenom Pro X zaprojektowanych przez firmę Phenom-World B.V., w tym uchwytu do próbek wyposażonego w przepust elektryczny i programu do analizy EDS dla z firmy PIK Instruments sp. z o.o. z Warszawy oraz Phenom-World B.V. z Eindhoven w Holandii, która jest producentem mikroskopów elektronowych;
2. wykonanie badań metodami skaningowej mikroskopii elektronowej (SEM) i energodispersyjnej spektroskopii promieniowania rentgenowskiego (EDS) dla firmy Elbit Śliwiński Sp. J., która zlokalizowana jest w Czeladzi i oferuje usługi z zakresu galwanizacji.

Oprócz tego w działalności organizacyjnej dra inż. Krystiana Mistewicza wyróżnić należy także następujące aktywności:

1. członkostwo komitetu organizacji International Association of Advanced Materials (IAAM) z siedzibą w Szwecji od 2017 roku,
2. członkostwo komitetów redakcyjnych 3 czasopism naukowych o zasięgu międzynarodowym,
3. funkcja edytora gościnnego w czasopiśmie *Crystals* (ISSN: 2073-4352, 70 pkt wg komunikatu MEiN, IF=2,7), przygotowanie wydania specjalnego pt. *Ferroelectric Materials for Energy Harvesting* (ED. MDPI), od 30.11.2020 do 30.06.2021 ,
4. funkcja edytora gościnnego w czasopiśmie *Sensors* (ISSN: 1424-8220, 100 pkt wg komunikatu MEiN, IF=3,9) - przygotowanie wydania specjalnego pt. *Advances in Nanosensors and Nanogenerators*, od 27.12.2021 do 31.03.2023
5. funkcja redaktora recenzującego w czasopiśmie *Frontiers in Electronic Materials* (Ed. Frontiers) od 09.02.2023 do obecnie,
6. funkcja młodszego członka redakcji czasopisma *Energy Storage and Saving* (ED. Elsevier) od 01.06.2022 do 31.05.2024,
7. funkcja członka redakcji czasopisma *Nanoparticle* (Ed. Magnus Med Club Ltd.) od 05.10.2019 do obecnie,
8. funkcja recenzenta czasopism naukowych, m.in. *Nano Energy* (wydawnictwo Elsevier, IF=17,6), *Journal of Colloid and Interface Science* (wydawnictwo Elsevier, IF=9,9), *Sensors and Actuators B* (wydawnictwo Elsevier, IF=8,4), *Journal of Materials Chemistry C* (wydawnictwo Royal Society of Chemistry, IF=6,4), *APL Materials* (wydawnictwo AIP Publishing, IF=6,1), *MRS Bulletin* (wydawnictwo Springer Nature, IF=5,0), *International Journal of Energy Research* (wydawnictwo Wiley, IF=4,6), *Materials* (wydawnictwo MDPI, IF=3,4) - Habilitant wykonał **54 recenzje** artykułów,
9. funkcja recenzenta książki wysłanej do wydawnictwa CRC Press (Taylor and Francis Group),
10. funkcja recenzenta wniosku o finansowanie projektu pt. *Controlled growth and photovoltaic application of ferroelectric Antimony Sulfoiodide (SbSJ) nanowires*, który został przedłożony do Deutsche Forschungsgemeinschaft (German Research Foundation). Recenzja sporządzona i wysłana została do Deutsche Forschungsgemeinschaft dnia 24.04.2020.

Ocena końcowa i wnioski

Przedłożony do oceny jednotematyczny cykl publikacji pod tytułem „*Otrzymywanie i badanie właściwości nanomateriałów chalkohalogenkowych przydatnych do wykorzystania w sensorach oraz do*

konwersji różnych form energii” stanowi niezwykle istotny wkład Habilitanta w rozwój dyscypliny naukowej inżynieria materiałowa.

Osiągnięcia naukowe Habilitanta są bardzo dobre, pozytywnie należy ocenić też dorobek organizacyjny i dydaktyczny. Badania naukowe Habilitanta mają charakter częściowo badań stosowanych, głównie podstawowych. Z tego też względu brak jest w tym dorobku współpracy z otoczeniem gospodarczym na poziomie wdrożeń efektów Jego badań.

Uważam, że dr inż. **Krystian Mistewicz** jest doświadczonym naukowcem o bardzo dobrym dorobku naukowym, którego osiągnięcia wpisują się w rozwój inżynierii materiałowej. Świadczą o tym także dane bibliometryczne. Osiągnięcie naukowe Krystiana Mistewicza obejmowało otrzymywanie i badanie właściwości nanomateriałów chalkohalogenkowych, a dokładnie wybranej grupy noszącej nazwę *ciężkie chalkohalogenki pniktogenowe* (*orginalnie: Heavy pnictogen chalcogenides*). Wykazał występowanie silnych właściwości piezoelektrycznych, piroelektrycznych, fotoelektrycznych, fotowoltaicznych, gazoczułych, piezo- i fotokatalitycznych w niskowymiarowych nanostrukturach chalkohalogenkowych dokumentując tym sposobem możliwość ich wykorzystania praktycznego w przyszłości. Całokształt tych wyników dowiódł realizacji celu rozprawy habilitacyjnej. Opracowane przez Habilitanta w skali laboratoryjnej sposoby wytwarzania czujników i urządzeń do konwersji różnych form energii wymagają dalszych badań rozwojowych, a w dalszej kolejności przeskalowania do zastosowań na dużą skalę.

Na podstawie dokonanej oceny osiągnięcia naukowego przedstawionego w cyklu 11 publikacji naukowych, w tym jednej książki monograficznej, trzech polskich patentów oraz pozostałych osiągnięć naukowych, dydaktycznych i organizacyjnych stwierdzam, że dr inż. Krystian Mistewicz wykazał się kompetencją i dojrzałością w stopniu uzasadniającym uzyskanie samodzielności naukowej i spełnia wymagania Art. 219 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. *Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce* (Dz. U. 2021 poz. 478). **Popieram wniosek o nadanie dr inż. Krystianowi Mistewiczowi stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk techniczno-inżynierskich w dyscyplinie inżynieria materiałowa.**

Biedunkiewicz Anna