Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie

Wydział Technologii i Inżynierii Chemicznej

Autoreferat

Załącznik numer 3 do wniosku o przeprowadzenie postępowania habilitacyjnego w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych w dyscyplinie inżynieria materiałowa

Dr inż. Karolina Anna Wenelska

Szczecin 2023

1. Dane personalne.

Imię i Nazwisko:	Karolina Anna WENELSKA
Miejsce pracy:	Katedra Fizykochemii Nanomateriałów, Wydział Technologii i Inżynierii Chemicznej, Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie
Stanowisko:	adiunkt
Nr ORCID:	0000-0002-4155-227X

2. Posiadane dyplomy, stopnie naukowe lub artystyczne – z podaniem podmiotu nadającego stopień, roku ich uzyskania oraz tytułu rozprawy doktorskiej.

12.01.2016	**doktor** nauk technicznych w dyscyplinie technologia chemiczna, nadany przez Radę Wydziału Technologii i Inżynierii Chemicznej Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technologicznego w Szczecinie, tytuł rozprawy doktorskiej: „Opracowanie technologii wytwarzania nanomateriałów funkcjonalnych do zastosowań w energetyce”,
08.09.2011	**magister** studia na kierunku technologia chemiczna, Wydział Technologii i Inżynierii Chemicznej, Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie, specjalność technologia tworzyw sztucznych, włókien i elastomerów,
27.01.2010	**inżynier** studia na kierunku technologia chemiczna, Wydział Technologii i Inżynierii Chemicznej, Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie, specjalność technologia polimerów,
21.09.2015	Kurs doskonalenia pedagogicznego dla nauczycieli akademickich
10.2021- obecnie	Nauczanie fizyki w szkołach podstawowych i ponadpodstawowych, Wyższa Szkoła Nauk o Zdrowiu w Bydgoszczy,

3. Informacja o dotychczasowym zatrudnieniu w jednostkach naukowych lub artystycznych.

01.10.2019- obecnie	**adiunkt** Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie, Wydział Technologii i Inżynierii Chemicznej, Katedra Fizykochemii Nanomateriałów,
01.10.2017- 30.09.2019	**asystent z tytułem doktora** Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie, Wydział Technologii i Inżynierii Chemicznej, Instytut Technologii Chemicznej i Inżynierii Środowiska,
01.01.2017-30.09.2017	**post-doc** Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie, Wydział Technologii i Inżynierii Chemicznej, Instytut Technologii Chemicznej i Inżynierii Środowiska,

4. 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 2021 r. poz. 478 z późn. zm.). Omówienie to winno dotyczyć merytorycznego ujęcia przedmiotowych osiągnieć, jak i w sposób precyzyjny określać indywidualny wkład w ich powstanie, w przypadku, gdy dane osiągnięcie jest dziełem współautorskim, z uwzględnieniem możliwości wskazywania dorobku z okresu całej kariery zawodowej.

Moim osiągnięciem naukowym, uzyskanym po uzyskaniu stopnia doktora, stanowiącym znaczny wkład w rozwój dyscypliny naukowej jaką jest inżynieria materiałowa i określonym art. 219 ust. 1 pkt. 2 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2021 r. poz. 478 z późn. zm.) jest cykl powiązanych tematycznie publikacji pt.:

„Nanomateriały hybrydowe: otrzymywanie, charakterystyka oraz badania nad ich zastosowaniem"

Cykl prac obejmuje **14** publikacji naukowych w czasopismach z bazy Journal Citation Reports (JCR) oraz z listy A Ministerstwa Edukacji i Nauki **[H1-H14].** Ponadto, osiągnięcie naukowe udokumentowano rozwiązaniami technicznymi stanowiącymi treść **3** patentów krajowych **[P1-P3]** (załącznik 4 do wniosku).

Wykaz publikacji stanowiących osiągnięcie naukowe (w kolejności występowania w autoreferacie):

[H1] **Wenelska K***, Ottmann A, Schneider P, Thauer E, Klingeler R, Mijowska E, Hollow carbon sphere/metal oxide nanocomposites anodes for lithium-ion batteries, Energy (2016) 103 100-106, DOI: 10.1016/j.energy.2016.02.063,

IF_{2016}= 4,968 **IF_5= 7,552** **punkty $MNiSW_{2016}$= 45**

[H2] **Wenelska K***, Ottmann A, Moszynski D, Schneider P, Klingeler R, Mijowska E, Facile synthesis N-doped hollow carbon spheres from spherical solid silica, Journal of Colloid and Interface Science (2018) 511 203-208, DOI: 10.1016/j.jcis.2017.10.003,

IF_{2018}= 6,361 **IF_5= 8,554** **punkty $MNiSW_{2018}$ = 30**

[H3] Trukawka M, **Wenelska K*,** Singer L, Klingeler R, Chen X, Mijowska E, Hollow carbon spheres loaded with uniform dispersion of copper oxide nanoparticles for anode in lithium- ion batteries, Journal of Alloys and Compounds (2021) 853, DOI: 10.1016/j.jallcom.2020.156700

IF_{2021}= 5,316 **IF_5= 5,341** **punkty $MNiE_{2021}$= 100**

[H4] **Wenelska K*,** Trukawka M, Kukulka W, Chen X, Mijowska E, Co-existence of iron oxide nanoparticles and manganese oxide nanorods as decoration of hollow carbon spheres for boosting electrochemical performance of li-ion battery, Materials (2021) 14(22), DOI: 10.3390/ma14226902,

IF_{2021}= 3,680 **IF_5= 4,042** **punkty $MNiE_{2021}$= 140**

[H5] **Wenelska K***, Adam V, Thauer E, Singer L, Klingeler R, Chen X, Mijowska E, Fabrication of 3D graphene/MoS2 spherical heterostructure as anode material in Li-ion battery, Frontiers in Energy Research (2022) 10, DOI: 10.3389/fenrg.2022.960786,

IF_{2022}= 3,858 **IF_5= 4,008** **punkty $MNiE_{2022}$= 100**

[H6] **Wenelska K*,** Kędzierski T, D. Bęben, Mijowska E, Sandwich-type architecture film based on WS2 and ultrafast self-expanded and reduced graphene oxide in Li-ion battery, Frontiers in Chemistry, (2023), 10, DOI: 10.3389/fchem.2022.1102207,

IF_{2022}= 5,545 **IF_5= 4,665** **punkty $MNiE_{2022}$= 100**

[H7] Maslana K, **Wenelska K***, Biegun M, Mijowska E, High catalytic performance of tungsten disulphide rodes in oxygen evolution reactions in alkaline solutions, Applied Catalysis B: Environmental (2020) 266, DOI: 10.1016/j.apcatb.2019.118575,

IF_{2020}= 19,290 **IF_5= 18,688** **punkty $MNiSW_{2020}$ = 200**

[H8] Dymerska A, Kukułka W, **Wenelska K***, Mijowska E, Two-Dimensional Molybdenum Diselenide Tuned by Bimetal Co/Ni Nanoparticles for Oxygen Evolution Reaction, ACS Omega (2020) 5(44) 28730-28737, DOI: 10.1021/acsomega.0c04024,

IF_{2020}= 3,512 **IF_5= 3,394** **punkty $MNiSW_{2020}$ = 70**

[H9] **Wenelska K***, Mijowska E, Facile synthesis and properties of iron oxide spheres coated with carbon, Materials Letters (2018) 223 235-238, DOI: 10.1016/j.matlet.2018.04.055,

IF_{2018}= 3,019 **IF_5= 3,197** **punkty $MNiSW_{2018}$ = 35**

[H10] **Wenelska K**, Chen X, Zielinska B, Kalenczuk R, Paul Ch, Tao T, Mijowska E, Mechanism of MxOy nanoparticles/CNTs for catalytic carbonization of polyethylene and application to flame retardancy, Journal of Applied Polymer Science (2017) 134(34), DOI: 10.1002/app.45233,

IF_{2017}= 1,901 **IF_5= 2,563** **punkty $MNiSW_{2017}$ = 25**

[H11] **Wenelska K***, Mijowska E, Preparation, thermal conductivity, and thermal stability of flame retardant polyethylene with exfoliated MoS2/MxOy, New Journal of Chemistry (2017) 41(22) 13287-13292, DOI: 10.1039/C7NJ02566A,

IF_{2017}= 3,201 **IF_5= 3,410** **punkty $MNiSW_{2017}$ = 30**

[H12] **Wenelska K***, Maślana K, Mijowska E, Study on the flammability, thermal stability and diffusivity of polyethylene nanocomposites containing few layered tungsten disulfide (WS2) functionalized with metal oxides, RSC Advances (2018) 8(23) 12999-13007, DOI: 10.1039/C8RA01527A,

IF_{2018}= 3,147 **IF_5= 3,748** **punkty $MNiSW_{2018}$ = 35**

[H13] **Wenelska K***, Mijowska E, Exfoliated Molybdenum Disulfide as a Platform for Carbon Nanotube Growth - Properties and Characterization, ACS Omega (2019) 4(6) 10225-10230, DOI: 10.1021/acsomega.8b03425,

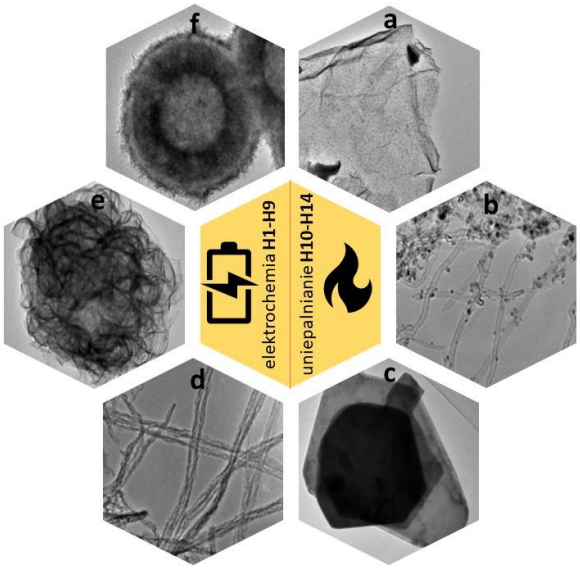
IF_{2019}= 2,870 **IF_5= 3,394** **punkty $MNiSW_{2019}$ = 70**

[H14] **Wenelska K***, Homa P, Popovic S, Maslana K, Mijowska E, DOPO-Functionalized Molybdenum Disulfide and its Impact on the Thermal Properties of Polyethylene and Poly(Lactic Acid) Composites Nanomaterials (2019) 9(11) 1637, DOI: 10.3390/nano9111637,

IF_{2019}= 4,473 **IF_5= 5,810** **punkty $MNiSW_{2019}$ = 70**

Inżynieria materiałowa jest jednym z najpopularniejszych obszarów bieżących badań i rozwoju we wszystkich dyscyplinach technicznych. Jej zadaniem jest manipulacja strukturą molekularną materiałów, w celu zmiany ich wewnętrznych właściwości i uzyskania lepszych o rewolucyjnych zastosowaniach. Podjęty przeze mnie temat otrzymywania, charakterystyki oraz badania potencjalnego zastosowania nowych materiałów i ich molekularnych hybryd ma istotne znaczenie w dyscyplinie naukowej, którą reprezentuję.

Przedstawiony cykl habilitacyjny został podzielony na dwie części. W pierwszej zaproponowano materiały mające zastosowanie w elektrochemii. Skupiono się na omówieniu materiałów elektrodowych mających zastosowanie w budowie elektrody ujemnej ogniwa litowo-jonowego (Li-ion), superkondensatorów oraz elektrokatalizatorów. W drugiej natomiast zaprezentowano kompozyty zbudowane z węgla, tlenków metali oraz nowych materiałów 2D mających zastosowanie w poprawie właściwości ognioodpornych. Graficzną prezentację cyklu habilitacyjnego przedstawiono na schemacie 1.



Schemat 1. Graficzna prezentacja cyklu habilitacyjnego (a) eksfoliowany disiarczek molibdenu funkcjonalizowany nanocząstkami tlenku żelaza (III) **[H13]**, (b) wielościenne nanorurki węglowe funkcjonalizowane nanocząstkami tlenku niklu (III) **[H10]**, (c) eksfoliowany disiarczek wolframu **[H5]**, (d) nanodruty z disiarczku wolframu **[H7]**, (e) sferyczne struktury otrzymane z tlenku grafenu oraz disiarczku molibdenu **[H5]**, (f) sferyczne struktury węglowe z porowatą otoczką funkcjonalizowane tlenkiem manganu (IV) **[H4]**.

Pierwsze badania wchodzące w zakres rozprawy habilitacyjnej **[H1]** skupiały się na otrzymywaniu sfer węglowych z mezoporowatą otoczką (HCS). Materiał otrzymywano wykorzystując szablon krzemionkowy (zmodyfikowana metoda Stöbera) oraz chemiczne osadzanie z fazy gazowej (CVD; źródło węgla etylen). HCS sfunkcjonalizowano nanocząstkami tlenku cyny (IV) (HCS@SnO_2) i tlenku manganu (IV) (HCS@MnO_2). Otrzymane materiały zbadano pod kątem zastosowania ich jako anody w ogniwach Li-ion. Sferyczny kształt zaprojektowanych materiałów zapobiega wzrostowi dendrytów z litu, a porowata otoczka umożliwia międzyfazową dyfuzję jonów litu, a tym samym decyduje o ogólnej sprawności elektrochemicznej ogniwa. Dodatkowo połączenie materiału węglowego i tlenków metali zwiększa pojemność i polepsza stabilność anod w ogniwach Li- ion. Na podstawie testów z wykorzystaniem wielokanałowego potencjostatu VMP3 wykonano pomiary cyklicznej woltamperometrii (CV) oraz galwanostatyczne ładownie/rozładownie (GCD). Stwierdzono, że funkcjonalizacja nanocząstkami tlenków metali (HCS@SnO_2, HCS@MnO_2) znacząco wpływa na pojemność właściwą oraz stabilność w porównaniu do wyjściowych HCS.

Kontynuując podjęte badania nad sferycznymi strukturami węglowymi pracowano nad poprawą ich powinowactwa do elektrolitu poprzez wbudowanie w strukturę HCS atomów azotu. Rezultaty pracy zostały opublikowane w **[H2]**. Sferyczne struktury węglowe otrzymano metodą szablonową z zastosowaniem szablonu krzemionki z użyciem glukozy jako źródła węgla (HCS). Syntezę przeprowadzono w autoklawie wysokociśnieniowym w określonych warunkach. HCS z azotem przygotowano wykorzystując do tego lizynę (NHCS). Otrzymano HCS i NHCS o średnicy około 100 nm - rdzeń i 10 nm - otoczka co potwierdzono transmisyjną mikroskopią elektronową. Stwierdzono, że przy małych prędkościach skanowania nie widać znaczącej różnicy wydajność elektrochemicznej pomiędzy dwoma próbkami (HCS, NHCS), jednak NHCS wykazuje lepsze pojemności właściwe niż czyste HCS przy podwyższonych prędkościach skanowania.

W kolejnych eksperymentach sferyczne struktury węglowe (HCS) otrzymywano z wykorzystaniem glukozy **[H3]** oraz etylenu **[H4]** jako źródła węgla. W pierwszym przypadku **[H3]** na powierzchnię sfer węglowych z pustym rdzeniem naniesiono nanocząstki tlenku miedzi (I) (Cu_2O) przez termiczny rozkład prekursora miedzi. Otrzymany materiał, jako budulec anody, wykazywał zadowalającą pojemność właściwą (376/860 mAh/g (ładowanie/rozładowanie). Dodatkowo materiał charakteryzował się bardzo dobrą odwracalną

pojemnością utrzymującą się na poziomie ponad 68% po powrocie do początkowej prędkości skanowania (50 mAh/g). Połączenie materiału węglowego i nanocząstek tlenku miedzi (I) zapewniło w tym przypadku niezakłócony transport elektronów i dyfuzję jonów litu podczas procesów ładowania/rozładowania. Z kolei podczas otrzymywania sfer węglowych z wykorzystaniem etylenu jako źródła węgla **[H4]** funkcjonalizowanych nanocząstkami tlenków żelaza (Fe_xO_y) i tlenku manganu (IV) (MnO_2) zaobserwowano znaczącą poprawę właściwości elektrochemicznych. Największą pojemność zanotowano dla mieszaniny tych dwóch tlenków i HCS (HCS/Fe_xO_y/MnO_2), a wynosiła ona 1091 mAh/g przy 50 A/g. Ponadto, HCS/Fe_xO_y/MnO_2 wykazuje dobrą pojemność odwracalną i dobrą cykliczność pracy jak również osiąga imponującą wydajność kulombowską równą 99% po 80 cyklach.

Kolejne badania skupiały się na poznaniu nowych struktur jakimi były dichalkogenki metali pierwiastków grup przejściowych, które należą do bardzo intensywnie badanych dwuwymiarowych materiałów warstwowych. Materiały te mają ogólny wzór MX_2 gdzie M to metal z grupy pierwiastków przejściowych natomiast X to chalkogenek. Dichalkogenki metali grup przejściowych oraz ich potencjalne zastosowanie w elektrochemii opisano w **[H5- H6]**. W pierwszej z opublikowanych prac **[H5]** utworzono heterostrukturę molekularną zbudowaną z tlenku grafenu (GO) i disiarczku molibdenu (MoS_2). Tlenek grafenu wraz z prekursorami disiarczku molibdenu (tetrahydrat molibdenianu (VI) amonu oraz L-cysteina) został umieszczony w autoklawie wysokociśnieniowym. W wyniku tej reakcji w procesie samoorganizacji prekursorów otrzymano trójwymiarowe kompozyty kształtem przypominające nieregularne sfery (GO/MoS_2), często w literaturze określane jako „kwieciste". Otrzymany materiał został zbadany jako anoda w ogniwach Li-ion. Uzyskane wyniki pozwoliły stwierdzać, że GO/MoS_2 jest materiałem o dużej pojemności właściwej wynoszącej 1015/783 mAh/g (ładowanie/rozładowanie). Jednak zaobserwowano szybki spadek pojemności właściwej, który przypisuje się naprężeniom mechanicznym związanym z reakcją konwersji i rozpuszczaniem wielosiarczków. Po 100 cyklach ładowania/rozładowania ogniwo otworzono i określono morfologię próbki za pomocą skaningowego mikroskopu elektronowego. Struktura sferyczna uległa zniszczeniu, co tłumaczy szybki spadek pojemności.

Innowacją wprowadzoną w kolejnym eksperymencie **[H6]** była preparatyka samych elektrod. Materiał anodowy z disiarczku wolframu i tlenku grafenu (GO_{user}/WS_2) przygotowano bez dodatku polimeru wiążącego jakim jest poli(fluorek winylidenu) (PVDF) oraz sadzy acetylenowej mającej na celu poprawę przewodnictwa. Materiał przygotowano w formie filmu z wykorzystaniem filtracji próżniowej. Zdyspergowany w wodzie tlenek grafenu i disiarczek wolframu poddano filtracji na membranie teflonowej. Otrzymany film

wysuszono, a następnie umieszczono w komorze rękawicowej. Takim sposobem otrzymano trzy próbki o różnych stosunkach masowych tlenku grafenu do WS_2 (1:1; 1:2; 2:1) (odpowiednio GO_{user}/WS_2_1, GO_{user}/WS_2_2, GO_{user}/WS_2_3). Z wykorzystaniem płyty grzejnej przeprowadzono ultraszybką egzotermiczną reakcję (USER), której celem było usunięcie grup funkcyjnych, przede wszystkim tlenowych, związanych z GO i WS_2. W wyniku tego procesu powstało wysokie ciśnienie wewnątrz GO i WS_2, powodujące uwolnienie zamkniętych wewnątrz filmu gazów co wygenerowało wytworzenie się przestrzeni do zwiększenia transportu jonów litu, a tym samym poprawę wydajności elektrochemicznej. Dowiedziono, że po reakcji USER doszło do ekspansji pomiędzy poszczególnymi warstwami GO i WS_2 przez co struktura stała się bardziej rozbudowana, co potwierdziła skaningowa mikroskopia elektronowa. Dodatkowo zaobserwowano większe odległości między warstwami zarówno w WS_2, jak i GO. Początkowe pojemności właściwe ładowania/rozładowania dla najlepszej próbki (GO_{user}/WS_2_2) wynosiły 798/851 mAh/g w porównaniu do próbki referencyjnej, którą był eksfoliowany WS_2 (584/622 mAh/g). Wskazuje to na fakt, że struktura tlenku grafenu po reakcji USER odgrywa istotną rolę w reakcji litowania i swobodnego transportu jonów. Kolejne cykle galwanostatycznego ładowania i rozładowania wykazują nieznaczny spadek pojemności właściwej. Określono również wydajność elektrod opartych na materiałach GO_{user}/WS_2_1, GO_{user}/WS_2_2 oraz GO_{user}/WS_2_3 przy różnych gęstościach prądu. Wszystkie trzy materiały charakteryzowały się bardzo dobrą wytrzymałością elektrochemiczną. Ponadto, wykazywały się odwracalną pojemnością właściwą, utrzymując ponad 80% pierwotnej wartości przy powrocie do początkowej prędkości skanowania (0,05 A/g). Próbkę z najlepszą wartością odwracalnej pojemności (GO_{user}/WS_2_1) poddano dodatkowo długoterminowemu testowi stabilności (1000 cykli, gęstość prądu 0,1 A/g). Pojemność właściwa spadała przez pierwsze 130 cykli, a następnie ustabilizowała się na poziomie 51% początkowej pojemności właściwej. Po 500 stabilnych cyklach zaobserwowano ponowny spadek pojemności właściwej wynoszący 72% pierwotnej pojemności. Co jednak warte odnotowania, zaobserwowano znakomitą sprawność kulombowską (101%). Na tej podstawie można stwierdzić, że z powodzeniem udało się otrzymać ogniwo bez stosowania żadnych dodatków w anodzie, zachowując wysokie pojemności, zadowalającą wydajność i sprawność.

Dichalkogenki metali pierwiastków grup przejściowych zostały również zbadane jako elektrokatalizatory w elektrochemicznym rozszczepianiu wody. Proces ten obejmuje dwie wieloetapowe reakcje połówkowe, które są określane jako katodowa reakcja wydzielania wodoru (HER) i anodowa reakcja wydzielania tlenu (OER). Wielką trudność stanowi reakcja OER, która charakteryzuje się powolną kinetyką, wysokim nadpotencjałem i niską

efektywnością energetyczną, stąd konieczne jest opracowanie wysoce aktywnych i trwałych katalizatorów OER. W tym celu zastosowano disiarczek wolframu (**WS_2**), który poddano eksfoliacji z wykorzystaniem środka powierzchniowoczynnego (bromek (1-heksadecylo) trimetyloamoniowy) i wody destylowanej **[H7]**. Po analizie za pomocą mikroskopu sił atomowych ilość warstw WS_2 określono na około 7-9. Eksfoliowany disiarczek wolframu sfunkcjonalizowano nanocząstkami tlenku niklu (Ni_xOy). Następnie, próbkę traktowano etylenem przez 10 minut w wyniku czego otrzymano struktury przypominające nanodruty (WS_2/R). W celu oceny właściwości elektrokatalitycznych przygotowano elektrody składające się z pianki węglowej i WS_2/R zawieszonego w roztworze Nafionu w odpowiednich proporcjach. Pomiary wykonano wykorzystując galwanostat VMP3 i 1M wodorotlenek potasu (KOH) jako elektrolit. Pierwszym wykonanym badaniem był pomiar wydajności elektrokatalitycznej materiału z wykorzystaniem woltamperometrii liniowej (LSV). Głównym parametrem opisującym aktywność materiału jako elektrokatalizatora OER była wartość nadpotencjału η (mV). Dla WS_2/R wynosiła ona 334 mV, natomiast dla komercyjnie stosowanego materiału jakim jest tlenek rutenu (RuO_2), wartość ta była na poziomie 381 mV. Zatem z powodzeniem otrzymano elektrokatalizator o dużo lepszym nadpotencjale niż komercyjnie stosowany RuO_2. Kolejnym przeprowadzonym badaniem była chronopotencjometria, za pomocą której wyliczono wartość nachylenia krzywej Tafela. Metoda ta jest zwykle stosowana do zrozumienia kinetyki i mechanizmu reakcji oraz do porównania aktywności katalitycznej materiałów. Wykres Tafela dla WS_2/R wykazuje niskie nachylenie 67,7 mV/dec, co wyjaśnia niezwykłą aktywność katalityczną tego materiału, lepszą niż RuO_2 (147,7 mV/dec). Kolejnym bardzo ważnym parametrem, który został uwzględniony przy pomiarach była stabilność materiału. Elektrokatalizator powinien zapewnić długotrwałą pracę urządzeń nawet przez lata. Długie testy chronopotencjometrii wyraźnie pokazują doskonałe możliwości wykorzystania drutów z disiarczku wolframu jako katalizatora OER.

Zastosowanie dichalkogenków metali pierwiastków grup przejściowych jako elektrokatalizatorów zostało również opisane w publikacji **[H8]**. Zaproponowano nowe heterostruktury oparte na diselenku molibdenu ($MoSe_2$) oraz tlenku niklu (Ni_xO_y) i kobaltu (Co_xO_y) do zastosowań w elektrokatalitycznym rozszczepianiu wody. Proces eksfoliacji $MoSe_2$ przeprowadzono z wykorzystaniem N-metylopirolidonu (NMP), w efekcie czego otrzymano materiał składający się średnio z 5 warstw $MoSe_2$. Metodą impregnacji, a następnie rozkładu prekursorów (octanu kobaltu (II) oraz tetrahydrat octanu niklu (II)) w podwyższonej temperaturze, naniesiono tlenki metali na kilkuwarstwowy $MeSe_2$. Wydajność elektrochemiczna przygotowanych materiałów ($MoSe_2/Ni_xO_y$, $MoSe_2/Co_xO_y$,

$MoSe_2/Ni_xO_y/Co_xO_y$) została zbadana w reakcji OER. Najlepsze wyniki wśród otrzymanych próbek przy gęstości prądu 10 mA/cm^2 uzyskano dla $MoSe_2/Ni_xO_y/Co_xO_y$ (378 mV) oraz $MoSe_2/Ni_xO_y$ (367 mV). Materiały te wykazały niższe wartości nadpotencjału przy 10 mA/cm^2 niż komercyjny katalizator RuO_2 (380 mV). Kolejny pomiar polegał na ustaleniu wartości nachylenia krzywej Tafela. $MoSe_2/Co_xO_y$ wykazywał najniższą wartość nachylenia (109 mV/dec^{-1}) w porównaniu do pozostałych próbek, nawet do komercyjnego katalizatora RuO_2 (136 mV/dec^{-1}). Eksperymenty wykazały znaczny wzrost elektroaktywności w próbkach z nanocząstkami tlenków metali ($MoSe_2/Ni_xO_y/Co_xO_y$, $MoSe_2/Ni_xO_y$) w porównaniu z materiałem wyjściowym ($MoSe_2$). Stwierdzono, że próbka sfunkcjonalizowana tlenkami kobaltu i niklu jest stabilnym elektrokatalizatorem, dorównującym komercyjnemu katalizatorowi RuO_2.

Opisane powyżej wyniki badań były inspiracją do powstania kolejnej pracy naukowej **[H9]**. Zaproponowano nowe kuliste struktury zbudowane z rdzenia - tlenku metalu oraz węglowej otoczki nanoszonej dwoma metodami z użyciem autoklawu oraz pieca do chemicznego osadzania z fazy gazowej. Otrzymane materiały miały zastosowanie jako budulec elektrod w superkondensatorach z wykorzystaniem układu badawczego typu Swagelok. Dla przygotowanych materiałów elektrodowych nie otrzymano znaczących wartości pojemności. W tym przypadku konieczna jest dalsza funkcjonalizacja w celu poprawy ich pojemności i wydajności elektrochemicznej.

W kolejnej części autoreferatu skupiono się na wykorzystaniu nowych materiałów hybrydowych w procesie uniepalniania tworzyw sztucznych. Materiały polimerowe są wykorzystywane w szerokim zakresie np. w budownictwie, transporcie czy elektronice. Jednym ze sposobów ograniczania ich palności jest modyfikacja poprzez wprowadzanie specjalnych dodatków chemicznych – antypirenów, nazywanych inaczej uniepalniaczami. W badaniach opisanych w **[H10]** wykorzystano wielościenne nanorurki węglowe (CNT) sfunkcjonalizowane nanocząstkami tlenku żelaza (II, III) (CNT/Fe_3O_4), tlenku kobaltu (II, III) (CNT/Co_3O_4) i tlenku niklu (III) (CNT/Ni_2O_3). Otrzymane nanokompozyty zastosowano jako dodatek uniepalniający do poliolefin, a w tym przypadku do polietylenu (PE). PE stanowi 30% procent produkcji wszystkich tworzyw sztucznych, co oznacza, że jest wykorzystywany w bardzo wielu gałęziach przemysłu. Polimerowe nanokompozyty zwierające odpowiedni udział wagowych wyżej opisanych nanododatków wytłaczano z wykorzystaniem wytłaczarki dwuślimakowej, a uzyskane materiały miały postać 2 mm żyłki. Tak otrzymane materiały poddano badaniom palności z wykorzystaniem mikrokalorymetru. Przeprowadzone analizy wykazały, że niewielki dodatek nanonapełniacza skutkował zdecydowanym zmniejszeniem

palności nanokompozytu polimerowego w porównaniu do czystego PE. Najlepsze wartości zmniejszenia intensywności piku odpowiedzialnego za szybkość wydzielania ciepła (pHRR) otrzymano dla próbek zawierających w swoim składzie tlenek niklu (III). Dodatek już 1% CNT/Ni_2O_3 powodował zmniejszenie intensywności piku pHRR o około 28% w porównaniu do czystego PE. Bardzo ważnym aspektem prowadzonych badań było zrozumienie i zaproponowanie mechanizmu reakcji, który towarzyszy tłumieniu efektu palności. W tym celu otrzymane nanokompozyty polimerowe z dodatkiem CNT/Fe_3O_4, CNT/Co_3O_4 i CNT/Ni_2O_3 poddano wygrzewaniu w temperaturze 700°C przez 30 minut w atmosferze gazu obojętnego (argon). Badając otrzymane w ten sposób materiały (transmisyjna mikroskopia elektronowa) zaobserwowano, że tlenki metali osadzone na nanorurkach węglowych posłużyły jako katalizator do wzrostu wielościennych nanorurek węglowych. Źródłem węgla do zainicjowania wzrostu CNT był węgiel pochodzący z rozkładu polietylenu. Wykazano, że kluczową rolę przy mechanizmie wzrostu CNT odegrała wielkość nanocząstek tlenków metali. Największą jednorodnością średnic charakteryzowały się nanocząstki tlenku niklu (III) (6-17 nm). W tym przypadku zaobserwowano „czapeczkowy" wzrost wielościennych nanorurek węglowych. Dla pozostałych tlenków metali do takiego wzrostu nie doszło, a zostały one jedynie pokryte warstwą węgla amorficznego. W związku z tym można z powodzeniem stwierdzić, że podczas spalania nanokompozytu polimerowego (PE/CNT/Ni_2O_3) doszło do wzrostu nanorurek węglowych, co było przyczyną obniżenia prędkości wydzielania ciepła spalania podczas palenia próbek.

W kolejnej pracy badawczej dotyczącej właściwości termicznych nanokompozytów polimerowych **[H11]** jako środki opóźniające palność wykorzystano nanocząstki tlenków metali osadzone na platformie z disiarczku molibdenu (MoS_2). Disiarczek molibdenu dodawany jest przede wszystkim do olejów silnikowych, jednak w wersji nanometrycznej i po efektywnym procesie eksfoliacji zmienia swoje właściwości, co pozwala na jego szersze wykorzystanie. W badaniach w pierwszej kolejności skupiono się na efektywnym procesie eksfoliacji MoS_2. Kilkuwarstwowy MoS_2 posłużył jako platforma, na którą naniesiono nanocząstki tlenku żelaza (III) (Fe_2O_3) (MoS_2/Fe_2O_3) i tlenku niklu (III) (Ni_2O_3) (MoS_2/Ni_2O_3). Następnie otrzymane materiały wykorzystano jako środek obniżający palność polietylenu. W tym przypadku najlepsze właściwości uniepalniające, a co za tym idzie największy spadek szybkości uwalniania ciepła, odnotowano dla nanokompozytu polimerowego zawierającego w swoim składzie 2% wagowych MoS_2/Fe_2O_3- spadek ten wynosił 36% w porównaniu do czystego polietylenu. Wykazano, że dodatek tego nanonapełniacza spowodował przesunięcie piku pHRR o 11°C w kierunku wyższych temperatur. Dzięki temu nanokompozyt

polimerowy ulegnie zapaleniu w temperaturze wyższej o 11°C w porównaniu do czystego PE. Istotną kwestią podczas spalania materiałów jest ilość wydzielonego tlenku węgla (CO), który jest bardzo niebezpieczny. Jego wartość podczas procesu spalania określono z wykorzystaniem analizatora termograwimetrycznego podłączonego do spektrometru mas. Dla najlepszej próbki (PE i MoS_2/Fe_2O_3 w ilości 2%) ilość wydzielonego CO spadła o 57% w porównaniu do czystego PE. Kluczową rolę w procesie uniepalniania odegrał tutaj disiarczek molibdenu. Mechanizm, który zaproponowano dowodzi, że podczas spalania, MoS_2 rozkłada się do tlenku molibdenu (III), który w znacznym stopniu hamuje proces palenia materiału polimerowego. Tworzący się tlenek molibdenu (III) powoduje powstawanie stabilnej bariery karbonizacyjnej tzw. „zwęgliny", która ogranicza wydzielanie toksycznych gazów.

W nawiązaniu do badań opisanych w poprzedniej pracy postanowiono zbadać możliwość zastosowania disiarczku wolframu (WS_2), materiału należącego do tej samej grupy co MoS_2, jako dodatku ograniczającego palność tworzyw sztucznych **[H12]**. W pierwszej kolejności materiał ten poddano procesowi eksfoliacji. Kilkuwarstwowy WS_2 sfunkcjonalizowano nanocząstkami tlenków metali metodą impregnacji, z wykorzystaniem odpowiednich prekursorów: tetrahydrat octanu niklu (II) i octan (II) żelaza, oraz pieca próżniowego do ich rozkładu w celu otrzymania tlenków. Najlepszy efekt uniepalniania PE otrzymano dla próbki zawierającej w swoim składzie 0,5% WS_2 sfunkcjonalizowanego nanocząstkami tlenku żelaza (III) (WS_2/Fe_2O_3). W porównaniu do czystego polietylenu wartość szybkości wydzielania ciepła dla tego nanokompozytu spadła o 33%, a ilość wydzielonego CO o 34%. Dodatkowo, maksimum piku odpowiedzialnego za szybkość wydzielania ciepła dla tej próbki zostało przesunięte o 9°C w kierunku wyższych temperatur. Świadczy to o tym, że nanokompozyt polimerowy ulegnie zapaleniu w temperaturze wyższej o 9°C w porównaniu do czystego PE.

W publikacjach **[H11]** i **[H12]** przedstawiono wpływ dwóch różnych materiałów (MoS_2 i WS_2) na proces uniepalniania nanokompozytów polimerowych. Potwierdzono, że im szybciej na powierzchni utworzy się tzw. „zwęglina" tym proces spalania będzie przebiegał z mniejszą intensywnością. Dla porównania dodatek 2% MoS_2/Fe_2O_3 do PE spowodował obniżenie pHRR o 36%, natomiast dodatek 0,5% WS_2/Fe_2O_3 do PE o 33%. Obie hybrydy zatem wykazują potencjał aplikacyjny w tym zakresie.

Na podstawie przeprowadzonych badań podjęto decyzję o wyjaśnieniu mechanizmu wzrostu nanorurek węglowych na nośniku, jakim był disiarczek molibdenu **[H13]**. W tym celu wielowarstwowy MoS_2 eksfoliowano, a następnie sfunkcjonalizowano nanocząstkami tlenku niklu (III) i tlenku żelaza (III). Otrzymane materiały (MoS_2/Ni_2O_3, MoS_2/Fe_2O_3) zostały

poddane chemicznemu osadzaniu z fazy gazowej w zadanych warunkach. Celem badań było określenie wydajności katalitycznej tlenków Ni_2O_3 i Fe_2O_3 osadzonych na eksfoliowanym MoS_2 do tworzenia CNT poprzez rozkład etylenu (odpowiednio MoS_2/Ni_2O_3/CNT, MoS_2/Fe_2O_3/CNT). Udowodniono słabą interakcję pomiędzy metalem, a nośnikiem, która prowadziła do zwiększenia średnicy nanorurek węglowych. Co ciekawe, po procesie CVD materiał nie zawierał niepożądanych zanieczyszczeń węglowych, takich jak węgiel amorficzny czy nanocząstki grafitu, które są zwykle obecne, gdy stosowane są inne nośniki. Wykazano, że disiarczek molibdenu może być stosowany jako nośnik w reakcji otrzymywania nanorurek węglowych. Otrzymany materiał wykorzystano w charakterze środka uniepalniającego materiałów polimerowych. W tym celu zastosowano polietylen jako matrycę polimerową. Wzajemna synergia między MoS_2, katalizatorem i nanorurkami węglowymi zaowocowała lepszą odpowiedzią termiczną w porównaniu z nanokompozytami zawierającymi w swoim składzie tylko MoS_2. Największy spadek szybkości uwalniania ciepła otrzymano dla nanokompozytu zawierającego w swoim składzie 10% wagowych napełniacza MoS_2/Ni_2O_3/CNT.

Temat uniepalniania tworzyw sztucznych postanowiono kontynuować w kolejnej publikacji **[H14].** Jako antypireny zastosowano materiały oparte na eksfoliowanym disiarczku molibdenu pokrytym tlenkiem niklu (III) (MoS_2/Ni_2O_3), dodatkowo sfunkcjonalizowanym związkiem fosforu o skróconej nazwie DOPO (10-tlenek 9,10-dihydro-9-oksa-10-fosfapenantrenu) (MoS_2/Ni_2O_3/DOPO). Związki fosforu są nietoksyczne, bezpieczne dla ludzi i zwierząt oraz powoli zaczynają wypierać wszechobecne środki halogenowe, które stosowane są jako antypireny. Materiał MoS_2/Ni_2O_3 otrzymano tak samo jak w **[H11]** i **[H13],** a następnie przygotowano ich zawiesinę w tetrahydrofuranie i poddano działaniu ultradźwięków. W kolejnym etapie otrzymane materiały przefiltrowano i wysuszono oraz przygotowano nanokompozyty polimerowe z wykorzystaniem polietylenu i poli (kwasu mlekowego) (PLA). Podjęto próbę przygotowania materiałów z PLA ze względu na jego biodegradowalność oraz możliwość jego otrzymywania z surowców odnawialnych. W badaniach dowiedziono, że dodatek związków fosforowych w znaczący sposób poprawia właściwości ognioodporne PE. Spowodowane jest to powstawaniem stabilnej bariery karbonizacyjnej podczas procesu spalania, która uniemożliwia przenoszenie ciepła, a także zmniejsza ilość palnych substancji lotnych w fazie gazowej. Efekt ten zaobserwowano dla PE i 1% MoS_2/Ni_2O_3/DOPO, gdzie wartość szybkości uwalniania ciepła obniżono aż o 33%, a ilość wydzielanego CO zredukowano aż o 98%. W przypadku nanokompozytów PLA nie zaobserwowano znaczących

zmian w porównaniu z czystym polimerem. Jedynie dość niewielki spadek wartości pHRR (8,8%) stwierdzono dla próbki zawierających 1% wagowy dodatku (MoS_2/Ni_2O_3/DOPO).

Badania nad materiałami do różnych zastosowań zyskały ochronę patentową **[P1-P3]**. W pozycji **[P1]** zastrzeżono materiały na bazie disiarczku molibdenu i tlenku żelaza (III) o strukturze nanodrutów, otrzymywane z wykorzystaniem chemicznego osadzania w fazie gazowej. Z kolej materiał otrzymywany z wykorzystaniem katalizatora tlenku niklu (III) **[P2]** jest bardzo wydajnym elektrokatalizatorem, przydatnym w rozszczepianiu wody na tlen. W **[P3]** opisano nowe struktury z tlenku kobaltu otrzymywane na drodze prostej reakcji chemicznej z wykorzystaniem chłodnicy zwrotnej, a następnie pieca rurowego. Nowy materiał o strukturze sześciennej i dużej porowatości może z powodzeniem zostać wykorzystany jako materiał anodowy w ogniwach Li-ion lub jako elektrokatalizator w reakcji OER.

Podsumowanie - elementy nowości naukowej:

Wyniki otrzymane w trakcie realizacji badań włączonych w zakres przedstawionej rozprawy habilitacyjnej pozwalają na sformułowanie następujących wniosków:

- z powodzeniem opracowano metodę otrzymywania sferycznych struktur węglowych sfunkcjonalizowanych nanocząstkami tlenków metali (Cu_2O, SnO_2, MnO_2 i Fe_xO_y/MnO_2) mających zastosowanie jako materiał anodowy w ogniwach litowo-jonowych,

- wykazano, że anody w ogniwach litowo- jonowych otrzymane ze sfer węglowych sfunkcjonalizowanych tlenkami metali wykazują dużo większe pojemności właściwe w porównaniu ze sferami węglowymi przed funkcjonalizacją, połączenie materiału węglowego i tlenków metali zwiększa pojemność i polepsza stabilność anod w ogniwach Li- ion,

- udowodniono, że odpowiednie zaprojektowanie materiału anodowego nie wymaga użycia polimeru wiążącego i sadzy acetylenowej podczas preparatyki anod w ogniwach Li-ion, ogniwa otrzymane w ten sposób wykazywały odwracalną pojemnością właściwą, utrzymując ponad 80% pierwotnej wartości przy powrocie do początkowej prędkości skanowania,

- opracowano nowy elektrokatalizator w kształcie drutów (WS_2/R), o dużo niższym nadpotencjale, niezwykłej aktywności katalitycznej i lepszej stabilności w porównaniu do komercyjnie stosowanego tlenku rutenu (IV),

- udowodniono, że dichalkogenki metali grup przejściowych w połączeniu z tlenkami metali są w stanie zastąpić komercyjnie stosowane elektrokatalizatory w anodowej reakcji otrzymywania tlenu,

- określono mechanizm reakcji towarzyszący procesowi spalania nanokompozytów polimerowych (PE) z nanonapełniaczami, który polegał na inicjowaniu wzrostu nanorurek węglowych, dzięki atomom węgla pochodzącym z rozkładu polietylenu, udowodniono, że kluczową rolę przy mechanizmie wzrostu CNT odegrała wielkość nanocząstek tlenków metali,

- udowodniono, że disiarczek molibdenu może z powodzeniem stanowić nośnik katalizatora do wzrostu nanorurek węglowych, powstałe CNT nie zawierały niepożądanych zanieczyszczeń węglowych, takich jak węgiel amorficzny czy nanocząstki grafitu, które są zwykle obecne, gdy stosowane są inne nośniki,

- z powodzeniem otrzymano nanokompozyty polimerowe z niewielkim dodatkiem nanonapełniaczy znacząco obniżając ilości wydzielanego ciepła (HRR) podczas procesu spalania oraz ilość wydzielonego CO,

- wykazano, że dodatek odpowiednio przygotowanych nanonapełniaczy powoduje przesunięcie początku temperatury spalania polimerów w kierunku wyższych temperatur, co skutkuje jego większą stabilnością termiczną,

- udowodniono, że na obniżenie szybkości wydzielanego ciepła nie wpływa ilość nanododatku, a mechanizm zgodnie z którym przebiega proces spalania, im szybciej utworzy się na powierzchni nanokompozytu „zwęglina" tym proces spalania będzie przebiegał z mniejszą intensywnością,

- udowodniono, że dodatek związku zawierającego w swojej budowie atomy fosforu do tworzyw sztucznych (PE) powoduje znaczący spadek szybkości uwalniania ciepła, oraz ogranicza ilość wydzielanego podczas spalania nanokompozytów polimerowych tlenku węgla o 99%,

5. **Informacja o wykazywaniu się istotną aktywnością naukową albo artystyczną realizowaną w więcej niż jednej uczelni, instytucji naukowej lub instytucji kultury, w szczególności zagranicznej**.

Swoją współpracę z ośrodkiem zagranicznym rozpoczęłam już w trakcie pracy nad moją rozprawą doktorską gdzie w ramach programu DAAD odbyłam miesięczny staż w Kirchhoff Institute of Physics, Heidelberg Uniwersity pod opieką Prof. Rudigera Klingera. Tytuł projektu to „Mezoporowate nanokompozyty węglowe do zastosowań w ogniwach litowo-jonowych i superkondensatorach", w ramach którego powstała publikacja naukowa [A8]. Nadmienię również, że promotorem pomocniczym mojej rozprawy doktorskiej był dr Xuecheng Chen, który do dzisiaj jest związany z Chińską Akademią Nauk w Changchun [H10, A4, A6, A14, A15, A20, A25]. Po zdobyciu przeze mnie stopnia doktora nauk technicznych byłam głównym wykonawcą w projekcie finansowanym przez NCN Beethoven 2. Projekt był prowadzony przy współpracy z Uniwersytetem w Heidelbergu (prof. Ruediger Klingeler) natomiast kierownikiem projektu był dr hab. Xuecheng Chen. Grant zaowocował powstaniem nowoczesnych materiałów mających swoje zastosowanie w elektrochemii, a wyniki zostały opublikowane w kilku zagranicznych czasopismach z listy JCR [H4, H3, A18, A24].

Dodatkowo prowadzę współpracę z Wydziałem Chemicznym, Katedrą Inżynierii Procesowej i Technologii Materiałów Polimerowych i Węglowych Politechniki Wrocławskiej- wspólne prace naukowe [A1, A2, A3, A5] oraz z Wydziałem Biotechnologii i Hodowli Zwierząt Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technologicznego w Szczecinie- prowadzenie zajęć dydaktycznych oraz współpraca naukowa [A19, A24, A27].

6. Informacja o osiągnięciach dydaktycznych, organizacyjnych oraz popularyzujących naukę lub sztukę.

Osiągnięcia dydaktyczne.

Z pełnym zaangażowaniem od roku 2017 prowadzę zajęcia dydaktyczne na kierunkach takich jak technologia chemiczna, inżynieria chemiczna, chemia, nanotechnologia, inżynieria w medycynie, biotechnologia oraz kierunek w języku angielskim Chemical Engeenering. Szczegółowe dane umieściłam poniżej w postaci tabeli uwzględniając przedmiot, rodzaj zajęć, kierunek, stopień studiów jak również ilość zrealizowanych godzin z poszczególnych zajęć dydaktycznych.

Ponadto jestem współautorką skryptu do zajęć laboratoryjnych z przedmiotów: mikroskopia i mikroanaliza oraz synteza i właściwości nanostruktur, Wenelska K, Mijowska E, Nanobioinżynieria w praktyce. Wybrane zagadnienia. Rozdział: Nanomateriały-otrzymywanie, charakterystyka, zastosowanie. ISBN: 978-83-7663-321-3, Wydawnictwo Uczelniane Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technologicznego w Szczecinie, 2021.

W ramach swojej pracy przeprowadziłam 1422 godziny zajęć akademickich (wykłady, laboratoria, ćwiczenia audytoryjne, projekty) z następujących przedmiotów:

- nanotechnologia:

- modelowanie procesów nanotechnologicznych (laboratorium),
- pracownia badań materiałów (projekt),
- synteza i właściwości nanostruktur (laboratorium),
- techniki rezonansowe w badaniach nanomateriałów (laboratorium),
- mikroskopia i mikroanaliza (laboratorium),
- spektroskopowe metody badań nanomateriałów (laboratorium),
- pracownia specjalistyczna (projekt),
- fizyka (ćwiczenia audytoryjne),
- laboratorium dyplomowe (laboratorium),
- seminarium (seminarium),
- mikroskopia i jej zastosowanie w nanotechnologii (laboratorium),
- technologia materiałów węglowych (laboratorium),

- technologia chemiczna:

- fizyka (ćwiczenia audytoryjne),
- fizyka (zajęcia uzupełniające) (laboratorium),

- inżynieria materiałów i nanomateriałów:

- mikroskopia i mikroanaliza (ćwiczenia audytoryjne),
- spektroskopowe metody badań materiałów i nanomateriałów (laboratorium),
- pracownia badań materiałów (laboratorium),
- pracownia przedmagisterska (laboratorium),
- pracownia specjalistyczna (projekt),

- inżynieria chemiczna:

- fizyka (ćwiczenia audytoryjne),
- podstawy fizyki (zajęcia uzupełniające) (laboratorium),

- chemia:

- fizyka (ćwiczenia audytoryjne),
- fizyka (laboratorium),

- biotechnologia:

- podstawy nanobiotechnologii (wykład),
- podstawy nanobiotechnologii (laboratorium),

- chemical engineering:

- Interfacial Phenomena (laboratorium),
- Physics (wykład, laboratorium).

Ponadto byłam promotorem 2 prac inżynierskich i 4 prac magisterskich. Obecnie jestem promotorem jednej pracy magisterskiej (kierunki: nanotechnologia, technologia chemiczna, biotechnologia).

Jestem opiekunem pomocniczym rozprawy doktorskiej Pani mgr inż. Klaudii Maślanej na temat „Modyfikacji włókien celulozowych nanometrycznymi związkami nieorganicznymi i ich właściwości fizykochemiczne”

Byłam recenzentem dziewięciu prac dyplomowych w tym 2 inżynierskich i 7 magisterskich (kierunki: nanotechnologia, technologia chemiczna, biotechnologia)

Dorobek organizacyjny.

W okresie przed jak i po uzyskaniu stopnia doktora nauk technicznych bardzo intensywnie uczestniczę w życiu mojej macierzystej jednostki, Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technologicznego w Szczecinie:

1. Organizacja Krajowej Konferencji „Grafen i inne materiały 2D" w latach 2015-2019,
2. Organizacja zajęć w ramach Uniwersytetu Trzeciego Wieku w roku 2018,
3. Organizacja zajęć dodatkowych w jednostce macierzystej dla uczniów szkół podstawowych i ponadpodstawowych w latach 2016-2019,
4. Członek Komisji do spraw promocji Wydziału Technologii i Inżynierii Chemicznej w latach 2016-2018
5. Sekretarz Komisji Programowej kierunku inżynieria w medycynie od 2022- obecnie,
6. Sekretarz Komisji Programowej kierunku nanotechnologia 2020-2022,
7. Sekretarz Komisji Programowej kierunku inżynieria materiałów i nanomateriałów 2021- obecnie,
8. Członek Komisji Programowej kierunku biotechnologia na Wydziale Biotechnologii i Hodowli Zwierząt Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technologicznego w Szczecinie 2020- obecnie,
9. Opiekun Studenckiego Koła Naukowego QUANTUM ELM w latach 2017-2018,
10. Opiekun Studenckiego Koła Naukowego All-Chemicy od 2021- obecnie.
11. Przewodnicząca komisji dyplomowej czterech prac inżynierskich w roku 2021,

Dorobek popularyzujący naukę.

W okresie przed jak i po uzyskaniu stopnia doktora nauk technicznych brałam i biorę czynny udział w popularyzacji nauki na festiwalach czy warsztatach, które mają na celu zaznajomienie młodych słuchaczy z tematem szeroko pojętej inżynierii materiałowej:

1. Udział w prowadzeniu zajęć w ramach Europejskiej Nocy Naukowców 18.09.2020,
2. Udział w prowadzeniu zajęć w ramach Nocy Naukowców 27.09.2019,
3. Udział w prowadzeniu zajęć w ramach programu Moc Naukowców 15.03.2019,
4. Udział w prowadzeniu zajęć w ramach programu Moc Naukowców 31.03- 01.04.2017,
5. Udział w prowadzeniu zajęć w ramach Dni Otwartych ZUT w Szczecinie 17-18.03.2022,

6. Udział w prowadzeniu zajęć dla uczniów szkół podstawowych i ponadpodstawowych pt. „ Zaciekawić nanotechnologią” cyklicznie 2 razy w roku w latach 2017-2019,
7. Udział w prowadzeniu w ramach programu „Licealista w świecie nauki” w latach 2018-2019,

7. Oprócz kwestii wymienionych w pkt. 1-6, wnioskodawca może podać inne informacje, ważne z jego punktu widzenia, dotyczące jego kariery zawodowej.

Nagrody:

1. Laureatka konkursu naukowego Noble Zachodniopomorskie 2021,
2. Stypendium Ministra Edukacji i Nauki dla wybitnych młodych naukowców 2021,
3. Laureatka programu START dla najzdolniejszych młodych naukowców z całej Polski finansowanym przez Fundację na rzecz Nauki Polskiej 2017,
4. Nagroda Rektora III stopnia za zespołowe osiągnięcia dydaktyczne (za rok 2017),
5. Nagroda Rektora III stopnia za osiągnięcia naukowe (za lata 2018,2019),
6. Nagroda Rektora II stopnia za osiągnięcia naukowe (za lata 2020, 2021),

Szkolenia:

1. Nowe techniki prezentacji w ramach projektu ZUT 2.0 Nowoczesny Zintegrowany Uniwersytet (2021),
2. Rozwój kompetencji miękkich w ramach projektu ZUT 2.0 Nowoczesny Zintegrowany Uniwersytet (2021),
3. Zarządzanie i wdrażanie projektów B+R organizowane przez Lechaa Consulting Sp. z o.o (2022),
4. Tworzenie prezentacji interaktywnych i filmów organizowane przez Lechaa Consulting Sp. z o.o (2022),

Karolina Wenelska
(podpis wnioskodawcy)

PODPIS ZAUFANY
KAROLINA
WENELSKA
06.03.2023 11:36:05 [GMT+1]
Dokument podpisany elektronicznie podpisem zaufanym